

T.C.

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**TARIM İŞLERİNİN KAZAYA SEBEP OLAN ETMENLER
BAĞLAMINDA BULANIK AHS VE BULANIK TOPSİS YÖNTEMLERİ
İLE KARŞILAŞTIRILMASI: BİR ÖRNEK UYGULAMA**

Yüksek Lisans Tezi

Merve ÖZSARI

İş Sağlığı ve Güvenliği Tezli Yüksek Lisans Programı

Haziran, 2019

ANKARA

**TARIM İŞLERİNİN KAZAYA SEBEP OLAN
ETMENLER BAĞLAMINDA BULANIK AHS VE
BULANIK TOPSİS YÖNTEMLERİ İLE
KARŞILAŞTIRILMASI: BİR ÖRNEK UYGULAMA**

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İŞ Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Tezi

Merve ÖZSARI

Haziran, 2019

ANKARA

YÜKSEK LİSANS TEZ SONUÇ FORMU

DR. ÖĞR. ÜYESİ ABDULLAH YILDIZBAŞI yönetiminde **MERVE ÖZSARI** tarafından tamamlanan “**TARIM İŞLERİNİN KAZAYA SEBEP OLAN ETMENLER BAĞLAMINDA BULANIK AHS VE BULANIK TOPSİS YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI: BİR ÖRNEK UYGULAMA**” adlı bu çalışmanın kapsam ve nitelik açısından tamamen yeterli olduğunu beyan ederiz.

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah YILDIZBAŞI

Danışman

Prof. Dr. Ergun ERASLAN

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÇALIK

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ergun ERASLAN

Enstitü Müdürü

Fen Bilimleri Enstitüsü

ETİK BEYAN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanan bu tez çalışmada,

- Tüm veriler, bilgiler ve belgelerin akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edildiğini,
- Tüm bilgiler, belgeler ve değerlendirmelerin bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulduğunu,
- Kullanılan tüm materyallerin tamamen belirtildiğini ve referans gösterildiğini,
- Kullanılan materyaller üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadığını,
- Sunulan tüm çalışmanın orijinal olduğunu

beyan eder ve yukarıdaki ifadelerin aksine herhangi bir durum olduğunda, tüm yasal haklarımdan vazgeçmeyi kabul edeceğimi bildiririm.

Tarih: 26.07.2019

İmza:

Ad Soyad: Merve ÖZSARI

TEŞEKKÜR

Bu çalıŐmanın yűrűtűlmesi esnasında, eęitim sűrecimde bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen, bilimsel anlamdaki tecrűbesi sayesinde tez çalıŐmama yűnlendirmeleriyle katkıda bulunan, sadece akademik deęil ayrıca insani iliŐkilerde de sonsuz destek veren danıŐman hocam Sayın Dr. Őęr. Ŭyesi Abdullah YILDIZBAŐI'na; yűksek lisans eęitimimi İŐ Saęlıęı ve Gűvenlięi alanında yapmam konusunda yűnlendiren Necmettin Erbakan Ŭniversitesi Saęlık Bilimleri Fakűltesi Saęlık Yűnetimi Bűlűmű Dr. Őęr. Ŭyesi Yusuf Yalçın İLERİ hocama; űzerimde emeęi bulunan tűm deęerli hocalarıma; eęitim sűrecimde maddi ve manevi desteęini esirgemeyen aileme en derin sayęı ve sevgimle teŐekkűr ederim.

Tarih: 26.07.2019

Merve ÖZSARI

COMPARISON OF AGRICULTURAL WORKS WITH FUZZY AHS AND FUZZY TOPSIS METHODS IN THE CONTEXT OF THE CAUSES OF ACCIDENT: A SAMPLE APPLICATION

ABSTRACT

Agricultural activities, in terms of occupation safety, take place among the dangerous sectors. Besides industry sectors, serious injury and accidents that result in death take place on the top in agricultural sector. This work involves comprehensively the reasons of accident which happen in agricultural sector. **Aim:** It is aimed to develop required precaution with regard to experience and knowledge of authorities in order to prevent occupational illness and accidents by investigating and preventing accident factory, ensuring production security, getting more yield and supplying health and safety occupational environment. **Method:** The factors that cause accidents because of accidental injuries were assigned by literature search in this work and fuzzy logic method was used for the first time so as to evaluate and investigate which sectors are more hazardous by analyzing three sectors. FMCDM methods enable to having healthy conclusions and taking away vagueness in decision stage.

FAHP, used complicated decision problems that consist of more than one criteria in solving, to dispel obscurity in this work and among restricted alternative which is aimed to solving and FTOPSIS which one of the multiple criteria decision making methods are explained in detail. By dealing with membership function to the linguistic expression, using triangle fuzzy number that convert to definite evaluation, it is given that consideration, is risky alternative in terms of criterias. (Buckley 1985) method which is FAHP and FTOPSIS model, developed by (Chen vd. 2006), were used.

Key Words: Occupational health and safety, agricultural sector, agricultural health and safety, fuzzy ahs, fuzzy topsis.

**TARIM İŞLERİNİN KAZAYA SEBEP OLAN ETMENLER
BAĞLAMINDA BULANIK AHS VE BULANIK TOPSİS
YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI:
BİR ÖRNEK UYGULAMA**

ÖZ

Tarım faaliyetleri iş güvenliği açısından tehlikeli sektörler arasında yer alır. Endüstri sektörlerinin yanı sıra tarım sektöründe yaşanan ciddi yaralama ve ölümlerle sonuçlanan kazalar ilk sırada yer alır. Bu çalışmada tarım sektöründe meydana gelen kaza sebeplerine ayrıntılı şekilde yer verilmiştir. **Amaç:** Kaza faktörlerinin araştırılması, önlenmesi ve üretim güvenliğinin sağlanması, birim alandan daha fazla verim alınması, çalışma ortamının sağlıklı ve güvenli hale getirilmesi, meslek hastalığı ve iş kazalarının önüne geçilebilmesi için sektördeki karar vericilerin bilgi ve deneyimlerine dayanarak, gerekli önlemlerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. **Yöntem:** Yapılan çalışmada tarım faaliyetlerinde kazaya sebep olan etmenler ve kaza sonucu meydana gelen iş kazaları literatür taraması yapılarak belirlenmiş; tarım işlerinde 3 sektör incelenmeye alınarak, sektörlerden hangisinin kaza etmenleri açısından daha riskli olduğunun incelenmesi, değerlendirilmesi amacıyla ilk defa Bulanık Mantık yöntemi kullanılmıştır. BÇKKV yöntemleri karar aşamasındaki belirsizliklerin giderilmesi ve sağlıklı neticeler alınması için olanak sağlar.

Belirsizliğin giderilmesi amacıyla bu çalışmada, birden fazla kriter içeren karmaşık karar problemlerinin çözümünde kullanılan Bulanık AHS ve sınırlı alternatifler arasından çözüm belirlemeye yönelik çok kriterli karar verme metodlarından birisi olan Bulanık TOPSİS yöntemi ayrıntılı şekilde açıklanmış, dilsel ifadelere üyelik fonksiyonu vererek kesin değerlere dönüştürmeyi sağlayan üçgen bulanık sayılar kullanılarak kriterler açısından riskli olan alternatifin değerlendirmesi verilmiştir. Çalışmada Bulanık AHS modeli olan (Buckley 1985) yöntemi ve (Chen vd., 2006) tarafından geliştirilmiş olan Bulanık TOPSİS modeli kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, tarım sektörü, tarımda iş sağlığı ve güvenliği, bulanık ahs, bulanık topsis.

İÇİNDEKİLER

YÜKSEK LİSANS TEZ SONUÇ FORMU.....	ii
ETİK BEYAN.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖZ.....	vi
SEMBOL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvi
BÖLÜM 1 - GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2 - LİTERATÜR TARAMASI.....	5
2.1. Tarım İşlerinde Kazaya Sebep Olan Etmenler ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	5
2.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık TOPSİS Kullanım Alanları.....	7
BÖLÜM 3 - TARIM SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.....	11
3.1. Tarım Sektörü.....	11
3.1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Tarım Sektörü.....	13
3.2. İş Sağlığı ve Güvenliği.....	17
3.2.1. Dünya’da İş Sağlığı ve Güvenliği.....	17
3.2.2. Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği.....	22
3.3. Sağlık ve Güvenlik Yönetimi ve Risk Değerlendirmesi.....	24
3.4. İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları ve İstatistikleri.....	25
3.5. Tarımda Ekonomik Faaliyet Sınıflaması.....	32
3.5.1. Bitkisel ve Hayvansal Üretim.....	34
3.5.2. Ormancılık ve Tomrukçuluk.....	35
3.5.3. Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği.....	36
3.6. Tarımda İş Sağlığı ve Güvenliği.....	37
3.6.1. Tarım Sektöründe Kazaya Sebep Olan Etmenler.....	38
3.6.2. Dünyada Tarım Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği.....	47
3.7. Kazaların Raporlanması.....	47
3.8. Kaza Maliyeti ve Hastalıkların Genel Tablosu.....	48

3.9.Tarımda Güvenlik ve Sağlık Hakkında 184 Sayılı Sözleşme.....	49
3.10.Kadın/ Çocuk/ Mevsimlik İşçi.....	49
BÖLÜM 4 - MATERYAL VE YÖNTEM.....	51
4.1.Bulanık Küme Teorisi.....	54
4.2.Bulanık Sayılar.....	54
4.2.1.Üyelik Fonksiyonları.....	55
4.3.Bulanık Matris.....	57
4.4. α - Kesim.....	58
4.5.Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS).....	58
4.5.1.Buckley Yaklaşımı.....	62
4.6.Bulanık TOPSİS.....	68
BÖLÜM 5 - UYGULAMA.....	74
5.1.Bulanık AHS ve Bulanık TOPSİS Yaklaşımının Aşamaları.....	74
5.1.1 Bulanık AHS Uygulama Aşamaları.....	74
5.1.2. Bulanık TOPSİS Uygulama Aşamaları.....	98
BÖLÜM 6 - BULGULAR.....	109
BÖLÜM 7 - SONUÇ VE ÖNERİ.....	110
KAYNAK.....	113
ÖZGEÇMİŞ	120

SEMBOL LİSTESİ

A	Alternatif
K	Kriter
CC_i	Alternatif yakınlık katsayıları
d_i^-	Negatif ideal çözüm
d_i^*	Pozitif ideal çözüm
g_i	Geometrik ortalama
max	Maximum
min	Minimum
r_{ij}	Dilsel yargılama
R	Reel sayılar
S_i	Kriter ağırlığı
U_i	Fayda değeri
w	Ağırlık vektörü
\tilde{X}	Bulanık sayı

Yunan Harfleri

α	Alfa
β	Beta
μ	Mu
σ	Sigma

Temel Matematik

$>$	Büyüktür işareti
\geq	Büyük eşit işareti
\prod	Çarpım işareti
\oslash	Daire içinde bölme işareti
\otimes	Daire içinde çarpma işareti
\ominus	Daire içinde çıkarma işareti
\oplus	Daire içinde toplama işareti
\mp	Eksi Artı
\in	Elemanı
$=$	Eşittir
\approx	Hemen hemen eşit

$\sqrt{\quad}$	Kök işareti
$<$	Küçüktür işareti
\leq	Küçük eşit işareti
\propto	Oranı
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
∞	Sonsuz
Σ	Toplama işareti
\forall	Tümü için
\sim	Yaklaşık olarak
\cong	Yaklaşık olarak eşit

Kısaltmalar

BAHS	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci
BÇKKV	Bulanık Çok Kriterli Karar Verme
FTOPSİS	Fuzzy Technique for Order-Preference by Similarity to Ideal Solution “Bulanık İdeal Çözüme Yakınlık Yoluyla Tercihlerin Sıralanması Tekniği”
FNIS	Fuzzy Negative Ideal Solution “Bulanık Negatif İdeal Çözüm”
FPIS	Fuzzy Positive Ideal Solution “Bulanık Pozitif İdeal Çözüm”
ILO	International Labor Organization “Uluslararası Çalışma Örgütü”
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
OSHA	Occupational Safety and Health Administration “İş Güvenliği ve Sağlık İdaresi”
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	World Health Organization “Dünya Sağlık Örgütü”

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Önerilen kriterlerin literatür taramasındaki çalışmalar ile ilişkisi.....	7
Tablo 2.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi kullanım alanları.....	9
Tablo 3.1 Ülkeler itibariyle tarımsal istihdam 2015 verileri.....	13
Tablo 3.2 Tarım Alanları.....	15
Tablo 3.3 Mevsim etkisinden arındırılmış temel işgücü göstergeleri Kasım (2017-2018).....	16
Tablo 3.4 Meslek hastalıkları çeşitleri ve bazı meslek hastalıklarının yükümlülük süreleri.....	26
Tablo 3.5 Türkiye sosyal güvenlik kapsamı.....	27
Tablo 3.6 İş kazası sıklık ve ağırlık hızları 2015 – 2017.....	28
Tablo 3.7 SGK istatistiklerine göre Türkiye’de iş kazaları ve meslek hastalıkları 2015-2017.....	29
Tablo 3.8 2017 yılında iş kazası sonucu ölen işçilerin (4-1/a) bazı ekonomik faaliyet ve cinsiyet dağılımı.....	30
Tablo 3.9 4-1/a kapsamındaki sigortalılardan kazaya sebebiyet veren olayları ve iş kazası sonucu ölen sayısı.....	30
Tablo 3.10 4-1/a kapsamındaki sigortalılardan iş kazası geçirenler ile iş kazası sonucu ölenlerin meslek grupları ve cinsiyet dağılımı.....	31
Tablo 3.11 4-1/a kapsamındaki sigortalıların iş kazası sonucu ölenlerin yürütülen faaliyet koluna göre dağılımı.....	32
Tablo 3.12 4-1/a kapsamındaki sigortalıların iş kazası sonucu ölenlerin çalıştıkları çevreye göre dağılımı.....	32
Tablo 3.13 4-1/a kapsamındaki işyerlerinin faaliyet grubu ve işyeri büyüklüğüne göre dağılımı.....	33
Tablo 4.1 Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemlerinin karşılaştırılması.....	61
Tablo 4.2 Bulanık TOPSİS yöntemlerinin karşılaştırılması.....	69
Tablo 4.3 Bulanık TOPSİS metodunda kullanılan bazı normalizasyon yöntemleri...	70
Tablo 4.4 Yakınlık katsayısı nedeniyle seçilen alternatifin kabul durumu.....	73
Tablo 5.1 Sektörlerde iş kazalarına neden olan kriterlerin karşılaştırma matrisi.....	77
Tablo 5.2 Tarım sektörlerinde iş kazalarına sebep olan kriterlerin bulanık karşılaştırma değerinin geometrik ortalaması.....	81
Tablo 5.3 Tarım sektörlerinde iş kazalarına sebep olan ana kriterlerin göreceli bulanık	

Ağırlıkları.....	82
Tablo 5.4 Tarım sektörlerinde iş kazalarına sebep olan kriterlerin durulaştırılmış / normalleştirilmiş değerleri.....	83
Tablo 5.5 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan tarım makineleri ve el aletleri kriterinin karşılaştırma matrisi.....	84
Tablo 5.6 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan tarım makineleri ve el aletleri kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	84
Tablo 5.7 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan tarım makineleri ve el aletleri kriterinin bulanık ağırlıkları.....	84
Tablo 5.8 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan tarım makineleri ve el aletleri kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	84
Tablo 5.9 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kimyasal etmenler kriterinin karşılaştırma matrisi.....	85
Tablo 5.10 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kimyasal etmenler kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	85
Tablo 5.11 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kimyasal etmenler kriterinin bulanık ağırlıkları.....	85
Tablo 5.12 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kimyasal etmenler kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	85
Tablo 5.13 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan hayvan çarpması ve ısırması kriterinin karşılaştırma matrisi.....	86
Tablo 5.14 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan hayvan çarpması ve ısırması kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	86
Tablo 5.15 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan hayvan çarpması ve ısırması kriterinin bulanık ağırlıkları.....	86
Tablo 5.16 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan hayvan çarpması ve ısırması kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	86
Tablo 5.17 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan biyolojik etmenler kriterinin karşılaştırma matrisi.....	87
Tablo 5.18 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan biyolojik etmenler kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	87
Tablo 5.19 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan biyolojik etmenler kriterinin bulanık ağırlıkları.....	87
Tablo 5.20 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan biyolojik etmenler	

kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	87
Tablo 5.21 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan ergonomik risk faktörleri kriterinin karşılaştırma matrisi.....	88
Tablo 5.22 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan ergonomik risk faktörleri kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	88
Tablo 5.23 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan ergonomik risk faktörleri kriterinin bulanık ağırlıkları.....	88
Tablo 5.24 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan ergonomik risk faktörleri kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	88
Tablo 5.25 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan termal konfor etmenleri ve toz maruziyeti kriterinin karşılaştırma matrisi.....	89
Tablo 5.26 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan termal konfor etmenleri ve toz maruziyeti kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	89
Tablo 5.27 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan termal konfor etmenleri ve toz maruziyeti kriterinin bulanık ağırlıkları.....	89
Tablo 5.28 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan termal konfor etmenleri ve toz maruziyeti kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	89
Tablo 5.29 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan psiko-sosyal etmenler kriterinin karşılaştırma matrisi.....	90
Tablo 5.30 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan psiko-sosyal etmenler kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	90
Tablo 5.31 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan psiko-sosyal etmenler kriterinin bulanık ağırlıkları.....	90
Tablo 5.32 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan psiko-sosyal etmenler kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	90
Tablo 5.33 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kayma ve düşme kriterinin karşılaştırma matrisi.....	91
Tablo 5.34 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kayma ve düşme kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	91
Tablo 5.35 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kayma ve düşme kriterinin bulanık ağırlıkları.....	91
Tablo 5.36 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kayma ve düşme kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	91

Tablo 5.37 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan gürültü ve titreşim kriterinin karşılaştırma matrisi.....	92
Tablo 5.38 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan gürültü ve titreşim kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	92
Tablo 5.39 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan gürültü ve titreşim kriterinin bulanık ağırlıkları.....	92
Tablo 5.40 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan gürültü ve titreşim kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	92
Tablo 5.41 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına eğitim, bilgi ve planlama eksikliği kriterinin karşılaştırma matrisi.....	93
Tablo 5.42 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan eğitim, bilgi ve planlama eksikliği kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	93
Tablo 5.43 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan eğitim, bilgi ve planlama eksikliği kriterinin bulanık ağırlıkları.....	93
Tablo 5.44 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan eğitim, bilgi ve planlama eksikliği kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	93
Tablo 5.45 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan uzun çalışma süresi kriterinin karşılaştırma matrisi.....	94
Tablo 5.46 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan uzun çalışma süresi kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	94
Tablo 5.47 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan uzun çalışma süresi kriterinin bulanık ağırlıkları.....	94
Tablo 5.48 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan uzun çalışma süresi kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	94
Tablo 5.49 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan KKD kullanılmaması kriterinin karşılaştırma matrisi.....	95
Tablo 5.50 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan KKD kullanılmaması kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması.....	95
Tablo 5.51 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan KKD kullanılmaması kriterinin bulanık ağırlıkları.....	95
Tablo 5.52 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan KKD kullanılmaması kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri.....	95
Tablo 5.53 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kriterlerin normalize değerleri.....	96

Tablo 5.54 Değişkenlere göre kriter ağırlıkları.....	97
Tablo 5.55 Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan dilsel değişkenler.....	98
Tablo 5.56 Belirlenen kriterlere göre karar vericilerin dilsel ifadeleri.....	99
Tablo 5.57 Belirtilen kriterlere göre dilsel ifadelerin bulanık sayı değerleri.....	100
Tablo 5.58 Karar Matrisi (X_{ij})	101
Tablo 5.59 Normalleştirilmiş bulanık karar matrisi.....	104
Tablo 5.60 Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi.....	105
Tablo 5.61 Pozitif ideal çözüm (FPIS, A^+).....	107
Tablo 5.62 Negatif ideal çözüm (FNIS, A^-).....	107
Tablo 5.63 Alternatiflerden her birinin göreceli uzaklık değerleri; yakınlık katsayıları ve sıralama.....	108

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1 Türkiye’de ekili dikili alanların bölgesel dağılım oranı.....	15
Şekil 3.2 Türkiye’de iş kazası sayısı.....	28
Şekil 3.3 Türkiye’de iş kazası nedeniyle meydana gelen ölümler.....	29
Şekil 3.4 Sektörde iş kazalarının NACE koduna göre dağılımı.....	31
Şekil 3.5 İş kazalarının bitkisel ve hayvansal üretimdeki dağılımı.....	34
Şekil 3.6 Ormancılık ve tomrukçuluk faaliyetinde meydana gelen iş kazaları.....	35
Şekil 3.7 Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetinde iş kazaları dağılımı.....	36
Şekil 3.8 Ölümle sonuçlanan iş kaza oranlarının sektörel dağılımı.....	36
Şekil 3.9 Yaralanmalı kazaların oransal dağılımı.....	38
Şekil 3.10 Tarımda 2013-14-15 yıllarında ölümle sonuçlanan iş kazası nedenleri.....	39
Şekil 3.11 Dünya’da pestisit kullanımı.....	40
Şekil 3.12 Karakteristik gürültü düzeyleri.....	42
Şekil 4.1 Uygulama sürecinin aşamaları.....	52
Şekil 4.2 Üçgensel bulanık sayı.....	55
Şekil 4.3 Yamuk bulanık sayı.....	56
Şekil 4.4 \tilde{n} Bulanık sayısının α - Kesimi.....	58
Şekil 4.5 Karar hiyerarşisi.....	63
Şekil 4.6 Dilsel değerler için üyelik fonksiyonları.....	64
Şekil 4.7 α –Kesim altındaki üçgen bulanık aralıklar.....	66
Şekil 5.1 Karar hiyerarşisi.....	75
Şekil 5.2 Alternatiflerin göreceli uzaklık değerleri.....	108

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde hızla artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak, istihdam ve ihracat verilerinin artırılması, sanayi sektörünün hammadde ihtiyacının karşılanması, milli gelire katkı sağlamak ve biyolojik çeşitliliğin devam ettirilmesi amacıyla tarımsal faaliyetler yürütülmektedir. Tarımsal faaliyetler; bitkisel ve hayvansal üretim, ormancılık ve tomrukçuluk, balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği olarak sektörlere ayrılır. Dünya ülkeleri için önemli bir sektör olan tarım üretiminin, tüketim ihtiyacının karşılanması için artması gerekmektedir.

Ülkemizde tarımsal üretimin artırılması amacıyla stratejik planlar uygulanmaktadır. Artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak, üretimde doğanın etkisini en aza indirmek, ülke sınırları içinde tüketimi karşılamak, ihracat artışının sağlanması, tarımsal gelirin artırılması ve kırsal alanların kalkınması temel hedefler arasında yer almaktadır.

Tarım sektöründe ekonomik olarak diğer sektörler arasında nispi bir azalma söz konusudur. TÜİK verilerine göre tarımın GSYİH payı 1980 yılında %26,1, 2000 yılında %10,1, 2012 yılında %7,9, 2017 yılında %6,1 ve 2018 yılında %5,8 olarak gerçekleşmiştir. Tarımın GSYİH içindeki payında azalma meydana gelmesinin nedeni, sanayi ve hizmet sektöründeki hızlı gelişmelerdir. Ayrıca tarımsal istihdamın toplam istihdam içindeki payı 1955 yılında %77,4, 2000 yılında %47,8, 2011 yılında %25,5, 2015 yılında %20,6 ve 2017 yılında %19,4 şeklinde gerçekleşmiştir. İstihdam içindeki azalışın temel nedenleri içinde; tarımsal işgücü talebinin azalması, diğer sektörlerdeki işgücü talebin artması ve ekilen alanların miras yoluyla paylaşılması nedeniyle gelir kaynaklarının daralması yer alır.

Tarımsal üretimde kayıt dışı istihdam oranı diğer sektörlerle göre daha yükündür. Kayıt dışı çalışan oranı 2018 yılında %33,6 düzeyindedir. Çalışanların aile işlerinde ücretsiz işçi olarak çalışması oranları artırmaktadır. Bu oranın yüksek olmasının temel sebebi kadınların ve çocukların tarım işlerinde çalıştırılmasıdır. 2017 yılında 15-64 yaş grubu kadın çalışan oranı %32,7, 2018 yılındaki oran %32,6'dır.

Tarım sektöründe iş sağlığı ve güvenliği kavramı son yıllarda ülkemizde ve Dünya’da önemli bir yer edinmeye başladı. Endüstri sektörlerinin (inşaat, madencilik, vb.) yanı sıra tarım sektöründe yaşanan ciddi yaralama ve ölümlerle sonuçlanan kazalar ilk sırada yer alır. Buna rağmen Dünyadaki az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde tarım sektörü ile ilgili önemli yasal ve teorik adımlar henüz gerçekleşmemiştir. Ancak bazı gelişmiş ülkelerde modern tarımsal faaliyetlerin yaygınlaşması ile birlikte sistemli yaklaşımlar izlenerek olası problemler çözülebilmektedir.

Tarım işlerinde kullanılan teknolojinin gelişmesi üretim düzeyi ve verimlilik açısından önemli bir yere sahip olmasına rağmen sorunları da beraberinde getirmiştir. Yaşanan kazaların büyük çoğunluğuna el aletleri ve tarımsal makineler neden olmaktadır. Tarım sektöründe iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlike oluşturan diğer unsurlara baktığımızda; kimyasal, biyolojik faktörler, ergonomik risk faktörleri, gürültü, titreşim, kayma ve düşmeler, toz, hayvan çarpması ve ısırması, eğitim, bilgi ve planlama eksikliği, kişisel koruyucu donanım kullanılmaması, psikolojik ve sosyal etmenler yer almaktadır. Bir diğer önemli sorun ise uzun süre açık alanda tarım işlerinin yürütülmesidir.

Ülkemizde kendi namına çalışan (bireysel), aile veya çok az sayıda elemanla tarım işleri yürütülmektedir. 4857 sayılı İş Kanunu 50 kişiden az sayıda tarım ve orman işlerinde çalışanları kapsam dışında bırakmıştır. Ayrıca 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu içerisinde kendi namına çalışanlar sağlık ve güvenlik kapsamında yer almasalar da tüm çalışanlar için gerekli tedbirleri almak hayati bir önem taşımaktadır. Ancak çalışanların yasal sorumlulukların bilincinde olmamaları ve onlara gerekli eğitimi verecek kurumsallaşmadan yoksun olmaları nedeniyle sağlık ve güvenlik hizmetlerine ulaşamamaktadırlar.

Çalışanların çoğunun eğitimsiz olması, mevsimlik tarım işçi yoğunluğunun fazla olması ve bu çalışanların kayıt altına alınamaması, yaşanan kazalarda bildirim yetersizliği gibi olaylar gerekli önlemlerin alınmasını zorlaştıran faktörlerdir. Ayrıca zorlu çalışma koşulları içinde, kadın ve çocuk işçilerin bu sektörde istihdam edilmesi olası kaza riskini artıran bir diğer unsurdur.

Kaza sebeplerinin araştırılması, önlenmesi ve üretim güvenliğinin sağlanması; çalışma ortamının sağlıklı ve güvenli hale getirilmesi; meslek hastalığı ve iş kazalarının önüne geçilebilmesi için sektördeki karar vericilerin bilgi ve deneyimlerine dayanarak, gerekli önlemlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Karar verme aşamasında, uzman görüşlerinden yararlanılarak; problemin tanımı, kriter ile alternatiflerin belirlenmesi, en iyi alternatifin seçimi ve çıktıların değerlendirilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Bu çalışma ile birlikte tarım sektöründe kazaya sebep olan etmenlerin önceliklendirilmesini sağlamak, karar aşamasını kontrol etmek, sürecin analizi ve modellenmesinde karar aşamasına etki edebilecek verilerin değerlendirilmesine olanak sağlayacak sistematik yaklaşımlar için bulanık çok kriterli karar verme (BÇKKV) yöntemi olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) ve Bulanık TOPSİS tekniği kullanılarak tarım sektörüne ilk defa katkı sağlanacaktır.

BÇKKV yöntemleri gerçek yaşamda kesin olmayan öznel bilgilere dayanır ve bu karar aşamasında kesin yargıya götüren klasik karar verme metotları yetersiz kalır. BÇKKV yöntemleri karar aşamasındaki belirsizliklerin giderilmesi ve sağlıklı neticeler alınması için olanak sağlar. Alternatiflerin karşılaştırılması sırasında belirsizlik durumunu kontrol etmek için “bulanık küme teorisi” kullanılır.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatür taraması yer almaktadır. Çalışmada kullanılan kaza sebepleri için bilgi sağlanmış ve BÇKKV yöntemlerinden, BAHS ve BTOPSİS’ in genel kullanım alanlarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde tarım sektörü, tarımda iş sağlığı ve güvenliği konusunda ayrıntılı bilgi ve veriler yer almaktadır. Ayrıca bu bölümde uygulamada kullanılan kriter ve alternatifler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde materyal ve yöntem yer almaktadır ve bulanık küme teorisi ayrıntılı şekilde şematize edilerek anlatılmıştır. Beşinci bölümde uygulama kısmı yer almaktadır. Bulanık AHS ve Bulanık TOPSİS işlem aşamaları ile tablolar oluşturulmuş ve elde edilen sonuçlar bulgular kısmında açıklanmıştır. Son olarak sonuç bölümünde ortaya çıkan verilerin genel değerlendirmesi yer alır ayrıca sonuç kısmında ileride yapılacak çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

Bu çalışmada, sektör karar vericileri aracılığıyla araştırmaların çok azında iki veya daha fazla tekniği bir araya getiren BÇKKV yöntemi ile; tarım işlerinde kazaya sebep

olan etmenleri belirlemek, sorunların çözümüne katkı sağlamak ve BÇKKV yönteminin tarım sektöründeki kullanım eksikliğini gidermek amaçlanmaktadır.



BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

2.1.Tarım İşlerinde Kazaya Sebep Olan Etmenler İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Tarım sektöründe çalışanların yaralanmasına ve ölmesine neden olan etmenlerin; belirlenmesi ve önceliklendirilmesi, hangi kriterlerin değerlendirme kapsamına alınacağı, kriter ile alternatifler arasındaki ilişkinin saptanması amaçlanmaktadır. Çalışma tarım sektöründe meydana gelen iş kazalarının önlenmesi için önemli bir temel oluşturmaktadır. Bu amaçla gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda, tarım sektöründe kazaya sebep olan etmenlerin belirlenmesine yönelik araştırmalara yer verilmiştir.

Hindistan'ın Uttar Pradesh bölgesindeki Etawah semtinde tarımsal yaralanmalarda kazaya sebep olan etmenler [2] tarafından şu şekilde değerlendirilmiştir; tarım makineleri ve el aletleri, hayvan çarpması ve ısırması, psiko- sosyal etmenler, kayma ve düşme, eğitim bilgi ve planlama eksikliği olarak; [3] Alberta'da çiftlikle ilgili yaralanma ve ölümlere sebep olan etmenleri; tarım makineleri ve el aletleri, ergonomik risk faktörleri, termal konfor ve toz maruziyeti, psiko -sosyal etmenler, kayma ve düşme, uzun çalışma süresi, kıyafet seçimi, elektrik çarpması, KKD kullanılmaması. [4] Endonezyalı çiftçiler arasında sağlık sorunlarının yaygınlığı ve ilişkili faktörlerde kazaya sebep olan etmenler; biyolojik etmenler, ergonomik risk faktörleri, psiko -sosyal etmenler, eğitim bilgi ve planlama eksikliği, mekanik ve termal stres, uzun çalışma süresi, sigara –alkol kullanımı.

[5] Tarım işçilerinde güvenlik bilgisi ve değişen davranış: Orta İtalya'da uygulanan bir değerlendirme modelinde kazaya sebep olan etmenler; tarım makineleri ve el aletleri, kimyasal etmenler, ergonomik risk faktörleri, termal konfor ve toz maruziyeti, kayma ve düşme, gürültü ve titreşim, eğitim bilgi ve planlama eksikliği, mekanik ve termal stres, arazi yapısı. [6] Tarımsal sağlık çalışmalarında katılımcıların ölümlerine sebep olan etmenler; tarım makineleri ve el aletleri, kimyasal etmenler, biyolojik

etmenler, termal konfor ve toz maruziyeti, KKD kullanılmaması, sigara ve alkol kullanımı.

[7] 1980 -91, Yeni Meksika’da çiftlik yaralanmasına sebep olan etmenler; tarım makineleri ve el aletleri, hayvan çarpması ve ısırması, kayma ve düşme, yıldırım düşmesi, elektrik çarpması, sigara ve alkol kullanımı. [8] Tarım: Kaza eğilimli çalışma ortamı kaza etmenleri; tarım makineleri ve el aletleri, kimyasal etmenler, hayvan çarpması ve ısırması, biyolojik etmenler, termal konfor ve toz maruziyeti, kayma ve düşme, eğitim bilgi ve planlama eksikliği, mekanik ve termal stres, arazi yapısı, uzun çalışma süresi, KKD kullanılmaması.

[9] Tarım üretiminde sağlık ve güvenlik riskleri; tarım makineleri ve el aletleri, kimyasal etmenler, hayvan çarpması ve ısırması, biyolojik etmenler, termal konfor ve toz maruziyeti, gürültü ve titreşim, uzun çalışma süresi, elektrik çarpması, sigara ve alkol kullanımı. [10] Yeni yüzyılda tarım sağlığı ve güvenliği kaza etmenleri; tarım makineleri ve el aletleri, kimyasal etmenler, biyolojik etmenler, ergonomik risk faktörleri, psiko -sosyal etmenler, gürültü ve titreşim, eğitim bilgi ve planlama eksikliği, mekanik ve termal stres.

[11] Tarım işçileri arasında mesleki tehlikelere karşı çoklu etkilenmeler ve ortaklaşmalar: Gözlemsel çalışmaların sistematik bir gözden geçirilmesi; kimyasal etmenler, biyolojik etmenler, ergonomik risk faktörleri, termal konfor ve toz maruziyeti, gürültü ve titreşim, mekanik ve termal stres, sigara ve alkol kullanımı tarımsal kazalara sebep olan etmenlerdir. [12] New York çiftçileri arasında güvenlik farkındalığı araştırmasında kazaya sebep olan etmenler; tarım makineleri ve el aletleri, kimyasal etmenler, termal konfor ve toz maruziyeti, gürültü ve titreşim, eğitim bilgi ve planlama eksikliği, arazi yapısı, KKD kullanılmaması.

Tarım sektöründe iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalar oldukça kısıtlıdır ve yapılan çalışmalar incelendiğinde bulanık mantık yöntemleri kullanılmamıştır. Literatürdeki araştırmacılar, tarım sektöründe kazaya sebep olan etmenleri; anket, regresyon analizi, devlet raporları, gözlemsel çalışmalar ile elde etmiştir. Yapılan literatür çalışmasında kullanılan kriterler ile önerilen çalışmada kullanılan kriterler arasındaki ilişkisi aşağıdaki Tablo 2.1’de yer almaktadır.

Tablo 2.1 Önerilen kriterlerin literatür taramasındaki çalışmalar ile ilişkisi

Yazarlar	Kriter No											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Patel, Kumar ve Varma	X		X				X	X		X		
Kumar, Jones ve Gil Coury	X				X	X	X	X			X	X
Susanto, Purwandari				X	X		X			X	X	
Ceccini, Bedini, Mosetti	X	X			X	X		X	X	X		
Blair, Sandler, Taone	X	X		X		X						X
Crandal, Fullerton, Olson	X	X	X					X				
Pawlak, Debek	X	X	X	X		X		X		X	X	X
Nguyen, Bertin, Bodin		X		X	X	X			X			
Hwang, Gomez	X	X				X			X	X		X
Essen, Stephan, McCURDY	X	X	X	X		X			X		X	
May, Kulmann	X	X		X	X		X		X	X		
Önerilen Çalışma	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Kriter No: 1; Tarım Makineleri ve El Aletleri 2; Kimyasal Etmenler 3; Hayvan Çarpması ve Isırması 4; Biyolojik Etmenler 5; Ergonomik Risk Faktörleri 6; Termal Konfor Etmenleri ve Toz Maruziyeti 7; Psiko-sosyal Etmenler 8; Kayma ve Düşme 9; Gürültü ve Titreşim 10; Eğitim, Bilgi ve Planlama Eksikliği 11; Uzun Çalışma Süresi 12; KKD Kullanılmaması

2.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık TOPSİS Kullanım Alanları

Çok Kriterli Karar Verme ÇKKV, problemlerin ortaya çıkarılmasında ve Ekonomi, Tıp Bilimleri, Sosyal Bilimler vb. pek çok alanda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Yapılacak olan çalışmada, tarım işlerinin kazaya sebep olan etmenler bağlamında ÇKKV yöntemlerinden Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılarak modelleme ve analiz yapılacaktır.

Bulanık AHS ve Bulanık TOPSİS kullanım alanları oldukça geniş bir yere sahiptir. Bulanık AHS belirsizlik durumlarının oldukça fazla olduğu karar verme problemlerinde uygulanmış ve değerlendirmeler yapılmıştır. Bulanık AHS kullanım alanları; farklı üretim süreci alternatiflerinin geliştirilmesi, tedarikçi seçimi, yazılım geliştirme süreçlerinde önceliklerin belirlenmesi, askeri sistemin geliştirilmesi,

müşteri memnuniyetinin ölçülmesi gibi pek çok alanda kullanılmıştır. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile ilgili yapılan bazı çalışmalara örnek verirsek;

[13], Bulanık AHS Chang'ın metodu ile en etkili gösterge seçimi problemini ele almışlardır. [14], Bulanık AHS yöntemini Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemini kullanarak, yemek servisi şirketleri arasında karşılaştırma yapmıştır. [15], Bulanık AHS yöntemi Tayvan üretim endüstrisinde performans değerlendirmesi için kullanılmıştır. [16], Bulanık AHS yöntemini proje seçim problemi için kendi geliştirmiş oldukları metotla uygulamışlardır. [17], Bulanık AHS yöntemini belediyeye çöp yakma fırını için adil fon dağıtımının düzenlenmesi probleminde kullanmışlardır.

[18], Bulanık AHS yöntemini silah sistemlerinin kullanılmasının değerlendirilmesinde bulanık sayıların sıralamasını kullanmıştır. [19], Bulanık AHS yöntemini kullanarak Türkiye'deki herhangi bir tekstil firması için yemek firması seçimini Chang'ın metodu ile ele almışlardır. [20], akademik performans değerlendirmesi için Bulanık AHS yönteminden Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemini kullanılmış ayrıca bulanık sayıların sıralamasını kullanarak göreceli önem vektörünün bulunabilmesi için Liou ve Wang , Abdel Kader ve Dugdale yöntemleirini de kullanarak problem çözümü için bu üç yöntemi karşılaştırmışlardır. [21], okuldaki yemek servisi problemini Shannon entropisini kullanarak BAHS yöntemini uygulamıştır. [22], BAHS yöntemi ile bir tekstil işletmesinde makine seçim problemini uygulamıştır. [23], BAHS yöntemini taşıma şirketi seçim probleminde Chang'ın metodunu kullanmışlardır.

[24], Bir logaritmik bulanık tercih programlama metodolojisi makalesinde, Bulanık AHS öncelikli türetme için logaritmik bir matris; karşılaştırmalı matrisin öncülüğünü formüle eden bulanık AHS öncelikli türetme için bir logaritmik bulanık tercih programlama (LFPP) tabanlı metodoloji önermektedir. Önerilen metodolojinin avantajlarını ve bulanık AHS karar vermedeki potansiyel uygulamalarını göstermek için test edilmiştir. [25], CIM yatırımlarının değerlendirilmesi amacıyla klasik AHS ve Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemini problemin çözümü için uygulamıştır. [26], çok kriterli karar verme yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetlerinde kullanılan tabancaların bulanık uygunluk indeksli AHS ile karşılaştırılması isimli bir yüksek lisans tezi hazırlamıştır.

Bulanık Analitik Hiyerarşi konusunda yapılan çalışmaların kullanım alanları aşağıdaki Tablo 2.2’de verilmiştir:

Tablo 2.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi kullanım alanları [27], [28].

Bulanık Analitik Hiyerarşi Kullanım Alanları			
Ekonomi/Yönetim Problemleri	Politik Problemler	Sosyal Problemler	Teknolojik Problemler
Hesap denetimi	Silah kontrolü	Eğitim	Pazar seçimi
Muhasebe ve finans	Çatışma analizi	Sağlık	Portföy seçimi
Üretim	Politik adaylık	Tıp (tedavi seçimi)	Bilgisayar ve bilgi seçimi
Tüketici seçimi	Güvenlik	Kanun düzenleme	Teknoloji transferi
Planlama		Nüfus dinamiği	Uzay araştırmaları
Risk analizi		Kamu sektörü	
Politika/strateji vb.		Çevresel kararlar	
		Rekabet	

TOPSİS metodunda bulanık sayıların kullanılması 1992 senesinde Hwang ve Chen’in klasik TOPSİS yöntemi ile yapılan çalışmaya atıfta bulunması ile başlamıştır ve sonrasında bu metod ÇKKV problemlerini çözmek için kullanılmaya başlanmıştır [29]. [1], tedarikçi seçimi problemini çözmek için bulanık karar verme yöntemlerini kullanmışlardır. [30], Bulanık TOPSİS ile sanal mağazaların web sitelerini değerlendirmişler. [31], tersanelerde imalatı yapılacak gemi tipinin Bulanık TOPSİS ve Bulanık VİKOR yöntemleri ile belirlenmesi yönünde yüksek lisans tezi hazırlamıştır. [32], Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılarak yerel havayollarının Tayvan’da faaliyet gösteren üç havayolu kuruluşunun finansal performansı ölçülmüştür. [33], Bulanık TOPSİS yöntemini, bir sağlık sektörünün kuruluş yeri seçiminde uygulamışlardır. [34], Bulanık TOPSİS yöntemini kullanarak bankacılık sektöründe kuruluş yeri seçimine yönelik uygulama yapmıştır.

[35], Bulanık TOPSİS yöntemi ile alfa düzey kümesi ve doğrusal olmayan programlamaya dayalı uygulama yapmıştır. [36], yaptıkları çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesinde ve alternatiflerin değerlendirilmesinde üçgen bulanık sayılar kullanılmış ve α kesim kavramının kullanılmasıyla bulanık sayılar normalize edilmiştir. [37], yapılan anket çalışması ile Bulanık TOPSİS metodlarındaki gelişmelere genel bir bakış sunmaktadır. [38], değerlendirme kriterlerinin göreceli ağırlığını belirlemek için bulanık AHS ve alternatifleri sıralamak için bulanık TOPSİS kullanılarak kullanıcının tercih sırasına göre alternatif seçenekleri değerlendirmek

amaçlanmıştır. [39], tedarikçi seçimi karar sürecine yardımcı olmak için Bulanık TOPSIS ve Bulanık AHS yöntemlerinin kullanılmıştır. [40], yaptığı tez çalışmasında, Denizli Makine İmalat Sanayinde faaliyet gösteren bir işletmenin nakliye firması seçim problemine Bulanık AHS ve Bulanık TOPSİS yöntemlerini kullanarak en uygun firmanın belirlenmesi yönünde çalışma yapılmıştır.

Kısaca özetlersek; Bulanık TOPSİS yöntemi, kuruluş yeri seçimi, makine ve teçhizat seçimi, tedarikçi seçimi, madencilik, silah seçimi, lojistik destek, turizm sektörü, savunma sanayi, proje sektörü, etkinlik analizi ve performans ölçümü, şehir planlaması, grup kararı ve karar verme, mühendislik ve bilgisayar vb. alanlarda kullanılmıştır [41].

Literatür incelendiğinde BAHS ve BTOPSİS “Bulanık İdeal Çözümeye Yakınlık Yoluyla Tercihlerin Sıralanması Tekniği” daha çok bina kuruluş yeri seçimi, tedarik, makine kurulum yeri seçimi, yazılım gibi alanlarda problemlere çözüm aramaktadır. Tarım işleri ile yapılan çalışmalarda iki yöntem kullanılmamıştır. Literatür çalışmalarından farklı olarak BAHS ve BTOPSİS yönteminin kullanıldığı bir model geliştirilmiştir.

Karar aşamasında önemli ölçüde belirsizlik unsurlarının olması, bulanık mantık yöntemine dayalı yaklaşımların belirsizliği karar sürecine dahil edilmesi konusunda yapacağı olumlu etkiler göz önüne alındığında bu çalışmanın literatüre pozitif katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM 3

TARIM SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

3.1.Tarım Sektörü

Tarım, insanların yaşamını devam ettirebilmesi, milli gelire ve istihdama katkısı, diğer iş kollarına hammadde ve sermaye sağlanması, biyolojik çeşitliliğin sağlanması ve ekolojik dengeye olan katkısı, ihracat oranına direkt ve dolaylı olarak etkisi nedeniyle tüm dünyada vazgeçilmez bir sektördür. Belirtilen nedenlerden dolayı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde tarım sektörü, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları ile toplumu yakından ilgilendirmektedir [42].

Bir diğer tanıma göre tarım, toplumun temel besin kaynağını karşılamak ve diğer iş kollarına hammadde sağlamak için, bitkisel ve hayvansal varlıkların, biyolojik üretim yeteneğini etkili ve verimli bir şekilde kullanmaktır [43].

Genel anlamda tarım; emek, sermaye ve teknolojiyi kullanarak, toprak ve su kaynakları, bitkisel üretim, hayvancılık, ormancılık ve su ürünleri gibi kolların tümünü kapsayan, ülke ekonomisine ve topluma katkı sağlayan bir üretim sektörüdür.

Ekonomi, belirli sayıdaki üretim faktörlerinin, toplumu temel yapısını oluşturan bireylerin tüm ihtiyacını karşılamak amacıyla, hangi alternatiflerle nerede ve nasıl kullanılacağını inceleyen bilim dalıdır [43]. Ülke ekonomisini belirleyen iş kolları, ekonomik sektörlerin oluşmasını sağlar.

Tarım sektörü, günümüze kadar ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişiminde büyük rol üstlenmiştir. İnsan hayatının devamlılığı için besin temel ihtiyaçtır. İnsanların gıda ihtiyaçlarının karşılanması için tarıma dayalı sanayi gelişmesiyle milli gelire, işçi istihdamına, ülkeler arası ithalat ve ihracatın gelişmesine, biyolojik çeşitliliğin artmasına ve ekolojik dengeye katkısı nedeniyle tarım tüm dünya ülkeleri için oldukça önemli bir yere sahiptir. Tarım sektörünün diğer sektörlerden farklı teknik ve politik özelliklere sahip olması, amaç ve uygulama şeklinin de farklı olmasına neden olmaktadır.

İnsanlığın var oluşundan günümüze kadar önemli değişiklikler gösteren tarım sektörü avcılık ve toplayıcılıkla başlamış, günümüzde bilgi ve teknolojinin de kullanılmasıyla birlikte topraktan alınan verim artmıştır. Geçmişten günümüze tarım sektörünün dönemleri; toplayıcılık, av ve balıkçılık, ilkel ziraatçılık, geçimlik tarım, uzmanlaşmış tarım ve modern tarım olarak sıralanabilir. Bu dönemleri kısaca açıklarsak [43];

- ❖ **Toplayıcılık;** insanlar geçmişte içgüdüsel olarak doğadan bulduğu ağaç kökü, meyve, solucan, yılan gibi yiyecekleri toplayarak hayatını sürdürmüştür,
- ❖ **Av ve Balıkçılık;** insanoğlu bu dönemde avcılık yaparak hayatta kalmış ve hayvanları yakalamak amacıyla çeşitli aletler geliştirmiştir. Bu dönemde insanlar daha çok göçer halde yaşamış hayvanların çoğunlukta olduğu yerlere sürekli göç etmişlerdir. Göçebe hayat yorucu olduğu için bir kısım hayvanların (at, eşek, kümes hayvanları, köpek, keçi, koyun vb.) evcilleştirilmesiyle birlikte yerleşik hayata geçiş başlamıştır,
- ❖ **İlkel Ziraat;** insanların yaşadığı yerlerde besin ihtiyacını karşılamak üzere depolanan ve farkında olmadan toprağa karışan ürünlerin büyümesi ile yeni ürünler yetiştirilmeye başlanmış ve böylece ilkel ziraat dönemine adım atılmıştır. Çeşitli aletlerle (çapa, orak vb.) ve elle tohumların toprağa ekilmesi ile ürün yetiştiriciliği devam etmiş ve bu dönemdeki en önemli tarım ürünü buğday ve arpa olmuştur,
- ❖ **Geçimlik Tarım;** tohumların toprağa ekilmesiyle birlikte yeni ürünler elde eden insanlar, ürünlerin bir kısmını tüketmiş kalan kısmını da depolamış ve takas yöntemini kullanarak ekonomik faaliyeti başlatmışlardır,
- ❖ **Uzmanlaşmış Tarım;** birden fazla yetiştirilen ürün arasından tek bir ürün üzerinde uzmanlaşma anlamına gelmektedir. Çiftçiler meyve ve sebzecilik gibi tarımsal faaliyetleri de tek ürün yetiştirilmesine ek olarak sürdürmüştür,
- ❖ **Modern Tarım;** günümüzde teknolojik, biyolojik ve mühendislik alanında etkin çözümlerin üretilmesiyle tarım alanında önemli gelişmeler elde edilmiştir. Sulama, gübreleme, tohum ıslahı ve makine kullanımı ile birim alandan en yüksek verim ve gelir sağlanmak amaçlanmıştır.

3.1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Tarım Sektörü

3.1.1.1. Dünya’da Tarım Sektörü

Dünya tarım sektöründeki büyüme gelişmekte olan ülkelere doğru ilerlemektedir. Bunun nedeni gelişmekte olan ülkelerde üretim ve işçi maliyetinin az olmasının yanında talebinde artmasından kaynaklanmaktadır. Dünya’da gelişmişlik seviyesi artan ülkelerde toplam istihdam içinde tarım payının giderek azalması, sanayi toplumuna geçişin göstergesidir ve bu yönüyle diğer sektörlerden ayrılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde toplam istihdam içerisinde düşük paya sahip olan tarım sektörüne yapılan yatırımlar oldukça büyük paya sahiptir [44]. Bunun nedeni tarımsal nüfusun azalmasının önüne geçmektir. Tarımsal nüfusun azalmasının önüne geçebilmek için çalışanlara diğer sektörde çalışanların gelirine denk bir tutarda gelir sağlanması amaçlanmaktadır. Tabloda verildiği üzere dünyadaki istihdam oranları Tablo 3.1’de verilmiştir:

Tablo 3.1 Ülkeler itibariyle tarımsal istihdam 2015 verileri [101].

Ülke	Tarımsal İstihdam (%)
Almanya	2,4
Belçika	1,7
Hollanda	2,7
Danimarka	3,3
İngiltere	1,2
Türkiye	20,1
Fransa	4,3
Romanya	37,7

Türkiye’nin diğer AB’ne üye ülkelere uyum sürecinde çeşitli tarım politikaları geliştirerek kırsal alanda kalkınma ve tarıma dayalı sanayinin geliştirilmesi için tarımsal istihdamın düşürülmesini hedeflemektedir.

Gelecek yıllarda tarımsal üretimin artması ve insanların gelirindeki artış nedeniyle tüketimde aynı oranda artacaktır. Yaşanacak ekonomik krizlerle birlikte tarımsal ürünlerin fiyatları yükselecek ve belirli gelirin altında çalışanların besin kaynağına ulaşması güçleşecektir. Bu krizler nedeniyle ekonomik alım gücü zayıf olan üçüncü dünya ülkelerinde açlık sorunlarının baş göstermesi kaçınılmaz olacaktır.

3.1.1.2. Türkiye’de Tarım Sektörü

Ülkemizdeki tarım sektörü; insanların gıda ihtiyacının karşılanması, tarıma dayalı sanayinin gelişmesi, milli gelire katkısı, istihdam oranına katkısı, ithalat verilerinin azalması ve ihracatın artırılması, genel olarak ülke kalkınmasında büyük rol oynaması nedeniyle işlevini sürdürmektedir [45]. Tarımda stratejik eylem planları ile güvenilir gıdaya ulaşım, tarımsal istikrarın sağlanması, kırsal bölgelerde yaşam şartlarının yükseltilmesi temel hedefi olan ülkemizin bölgesel ve küresel anlamda da tarım sektöründe söz sahibi olması amaçlanmaktadır. 2023 hedefleri arasında üretim alanında kendine yeten, ihracatçı, rekabet gücü fazla ve tarımda dünya genelinde söz sahibi olmak vardır [46].

Toplumun artan gıda ihtiyacının karşılanması adına sanayi kollarının gelişmesine katkı sağlamış ve insanlara istihdam olanağı sunmuştur. Böylece tarımsal nüfusta azalma görülürken sanayi, hizmet ve diğer endüstriyel alanlarda istihdam oranları giderek artış göstermiştir. Sanayi kuruluşlarının şehir merkezlerine yakın bölgelerde kurulması nedeniyle kırsal alandan kentlere göçler yaşanmıştır. Göçler nedeniyle tarımsal istihdam oranında büyük bir düşüş gözlemlenmiştir. TÜİK verilerine göre tarımsal alandaki istihdam oranları 1955 yılında %74,4, 2013 yılında %23,6, 2014 yılında %21,1 ve 2015 yılında %20,6 olarak gerçekleşmiştir. Tarımsal istihdamın azalmasındaki önemli etkenlerden birkaçı tarımda makineleşme nedeniyle işgücü talebinin azalması, toprakların bölünmesi, ve üretim maliyetlerindeki yükseliştir [44].

Tarım işlerinde çalışanların kırdan kente göçlerinde karşılaştıkları işgücü piyasasına uyum sorununu yok etmek için mesleki eğitim ve teknik beceri eğitimleri düzenlenerek istihdam oranını artırma ve kültürel olarak uyum konusundaki problemin çözülmesi için danışmanlık hizmetleri sunulmaktadır [45].

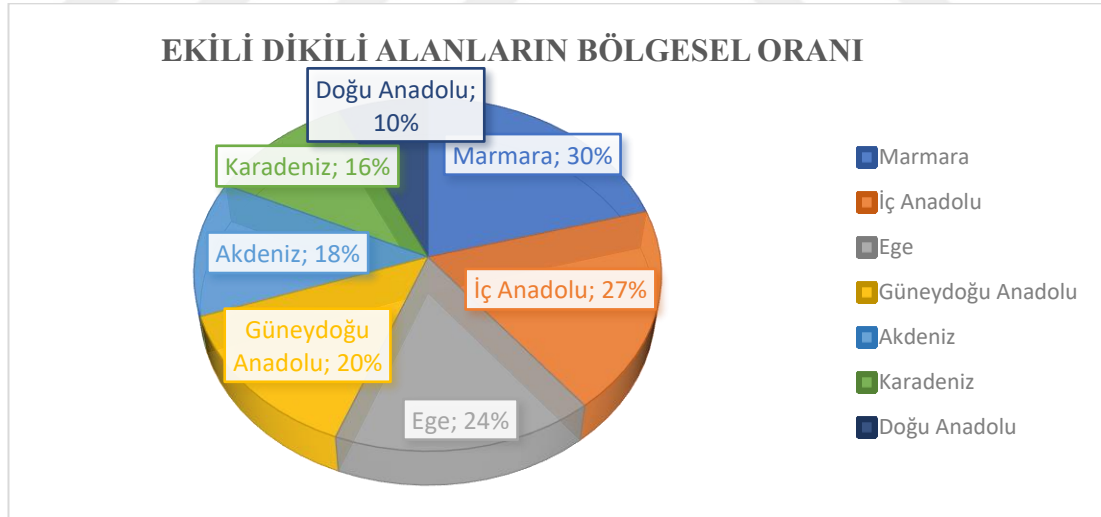
Ülkemizde tarım iklim ve yer şekilleri çeşitliliğine bağlı olarak gelişme göstermektedir. Engebeli ve dağlık arazilerin yoğunluğu fazladır bu yüzden engebeli alanlarda tarım dar bir kesimde yapılmaktadır.

Bu çeşitlilik nedeniyle üretilen ürünlerin kapladığı alanlar farklı orandadır. TÜİK verilerine göre 2015-16-17-18 yıllarındaki Türkiye’deki tarım alanları Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2 Tarım Alanları [101].

	Toplam tarım alanı	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler		Sebze bahçeleri alanı	Süs bitkileri alanı	Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı	Çayır ve mera arazisi
		Ekilen	Nadas				
2015	38.551	15.723	4.114	808	5	3.284	14.617
2016	38.328	15.575	3.998	804	5	3.329	14.617
2017	38.002	15.536	3.697	798	5	3.348	14.617
2018	37.817	15.436	3.513	784	5	3.462	14.617

Coğrafi özelliklerin çeşitlilik göstermesi nedeniyle bölgesel olarak ekili alanlar da farklılık gösterir. Türkiye’deki bölgesel farklılık oranı aşağıdaki Grafik 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Türkiye’de ekili dikili alanların bölgesel dağılım oranı [104].

Ülkemizde tarımda kayıt dışı çalışan oranı diğer sektörlere nazaran oldukça yüksektir. Tarımda kayıt dışı istihdam oranı 2013 senesinde %,83,28, 2014 senesinde %82,27, 2015 senesinde %81,16, 2016 da %82,09 ve 2017 de %83,33 olarak TÜİK verilerinde

belirtilmiştir. İktisadi faaliyet olarak bakıldığında “tarım, ormancılık ve balıkçılık” sektöründe 2017 yılında %83,33 kayıt dışı istihdam oranı vardır diye ifade edebiliriz. İstihdam oranlarının yaş ve cinsiyet olarak dağılımı aşağıdaki Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3 Mevsim etkisinden arındırılmış temel işgücü göstergeleri Kasım (2017-2018). [101] .(* çalışmayan ve eğitimde olmayan gençlerin toplam nüfustaki oranı).

	Toplam		Erkek		Kadın	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
15 ve 15+ yaştakiler	(Bin)					
Nüfus	60 223	60 896	29 824	30 101	30 399	30 795
İşgücü	31 790	32 295	21 503	21 793	10 287	10 502
İstihdam	28 515	28 314	19 612	19 354	8 904	8 960
Tarım	5 297	5 023	2 915	2 845	2 382	2 178
Tarım dışı	23 218	23 290	16 697	16 509	6 522	6 782
İşsiz	3 275	3 981	1 892	2 439	1 383	1 542
İş gücüne dahil olmayanlar	28 433	28 601	8 321	8 308	20 112	20 293
	(%)					
İşgücüne katılım oranı	52,8	53,0	72,1	72,4	33,8	34,1
İstihdam oranı	47,3	46,5	65,8	64,3	29,3	29,1
İşsizlik oranı	10,3	12,3	8,8	11,2	13,4	14,7
Tarım dışı işsizlik oranı	12,2	14,3	10,0	12,5	17,4	18,4
15-64 yaş grubu						
İşgücüne katılım oranı	58,0	58,4	78,0	78,5	37,9	38,3
İstihdam oranı	51,9	51,1	71,0	69,5	32,7	32,6
İşsizlik oranı	10,5	12,6	9,0	11,4	13,7	15,0
Tarım dışı işsizlik oranı	12,2	14,4	10,0	12,6	17,5	18,5
Genç nüfus 15-24 yaş						
İşsizlik oranı	19,3	23,6	16,2	21,3	25,0	27,7
Ne eğitim ne de istihdamda olanların oranı *	22,9	24,3	13,5	16,1	32,6	32,8

Kayıt dışı çalışan 33,6 % oranındadır. Bu oranda kadınların ve çocukların tarım sektöründe çalışmasının payı büyüktür. 15-64 yaş grubunda istihdam edilen kadınların oranı 2017 yılında %32,7 2018 yılında ise %32,6 olarak gerçekleşmiştir. Kadınlar tarım sektöründe çoğunlukla aile işçisi olarak çalışmaktadır.

Genel olarak tarım sektörü inşaat, madencilik ve diğer endüstriyel alanlarda iş sağlığı ve güvenliği açısından geride kalmıştır. Sektörün büyük çoğunluğu kendi adına veya yardımlaşma usulü ile çalışanlardan oluşmaktadır. Kayıt dışılığın oldukça yüksek olduğu tarım işlerinde çeşitli rahatsızlıklarla karşılaşan işçiler fiziksel ruhsal ve sosyal alanda olumsuz etkilenmektedir. İş sağlığı ve güvenliği konusunda gerekli eğitimlerinin olmaması nedeniyle kaza ve yaralanma oranları diğer sektörlere göre

yüksektir. Tarımın işlevselliği ve sürdürülebilirliği açısından çalışanların ve çalışma ortamının sağlık ve güvenliğine önem verilmelidir.

Tarım sektörünün iyileştirilmesi amacıyla geliştirilen politika hedefleri aşağıdaki gibidir [44];

- Tarımda istihdam şartları iyileştirilecek,
- Tarımsal işgücünün eğitim düzeyi ve mesleki yeterliliği arttırılacak,
- Kayıt dışı istihdamın önüne geçerek tarımsal istihdamda kayıt sağlanacak,
- Çocuk işçiliği önlenecek,
- Mevsimlik tarım işçilerinin yaşam şartları ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi, yer almaktadır.

3.2.İş Sağlığı ve Güvenliği

3.2.1.Dünya’da İş Sağlığı ve Güvenliği

3.2.1.1.Sanayi Devrimi Öncesi İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi

Avcı- toplayıcı toplumlardan tarım devrimiyle yerleşik hayata geçen toplumlar, insan oğlunun çalışma hayatına geçmesi önünde büyük bir dönüşüm ve gelişmeyi başlatmıştır. Üretim süreci devamında çeşitli üretim teknik ve biçimlerinin gelişmesinin önünü açmıştır. Ateşin bulunması, madencilik tekniklerinin geliştirilmesi, taşın ve toprağın işlenmesi, iş aletlerinin ve üretim araçlarının geliştirilmesi, buhar gücünden yararlanılması üretimin gelişmesinde önemli rol oynamıştır [47]. Tarım, avcılık- toplayıcılıktan daha basit bir yöntem içermemektedir ve daha fazla çaba gerektirir. Bu durum tarımda çalışanların ağır ve zorlu şartlar altında çalışmasından dolayı çeşitli sağlık sorunlarına sebebiyet vermiştir.

Sağlık ve güvenlikteki gelişmeler Antik Mısırlılara (M.Ö. 2600) kadar dayanmaktadır. Mimar ve mühendis olarak çalışmasının yanı sıra hekim ve rahip olan *İmhotep*, mısır piramitlerinin yapımı sırasında pek çok kişinin meydana gelen kazlar sonucu ölmesi veya yaralanmasına yönelik tespitlerde bulunmuştur [48]. Tıbbın babası olarak kabul edilen Hipokrat’tan yy’lar önce modern tıbbı kullanmış, tedavilerde revir olarak kullandığı oda bulunmuş ve modern tıbbı kullandığı ortaya çıkmış ancak mezarı hala

bulunmamıştır. Aynı zamanda piramitlerde çalışan işçilerde sıklıkla bel sorunları olduğu yönünde gözlemlerde bulunmuştur [49].

Babil İmparatorluğu'nun (M.Ö. 2000) kurucusu *Hammurabi*'nin hazırlamış olduğu iş sağlığı ve güvenliği hakkında hükümler bulunur [47].

- Müteahhidin sağlam yapmadığı binanın çökmesiyle bina sahibi hayatını kaybederse, binayı inşa eden kişi ölüm cezası alır; bina sahibinin oğlunun ölmesi durumunda, müteahhidin oğlu ölüm cezası alır; bina sahibinin kölesi ölmesi durumunda binayı yapan aynı seviyede bir köleyi bina sahibine vermesi gerekir,
- Yapılan binanın çökmesi durumunda, bina sahibinin malları hasar görürse müteahhit binayı yeniden yapması ve zararı karşılaması gerekir,
- Binanın inşaat kuralları dışında yapılan bir duvarının yıkılması durumunda, müteahhit tüm masrafları kendisi karşılayacak şekilde o duvarı sağlamlaştırmak zorundadır.

İş sağlığı ve güvenliği kavramıyla ilgili bilinen ilk yazılı kaynaklar; Antik Yunanlı *Heredot*'a dayanır. Çalışan sağlığı ve yapılan iş arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla yapılan ilk çalışmaların *Heredot* tarafından başlatıldığı düşünülmektedir. Ünlü tarihçi ve filozof, çalışanların verimini artırması ve için çalışanların yüksek enerji taşıyan besinlerle beslenmesi gerektiğini ilk kez vurgulamıştır [48].

Meslek hastalıkları ve iş kazalarından meydana gelen sonuçların ele alınması (M.Ö. 370) tarihinde *Hipokrat*'ın madenlerdeki kurşun zehirlenmesi üzerinde durması ve ilk kez kurşunun zararlı etkilerini ortaya koyan çalışmalar yürütmesiyle başlamıştır [50]. Kurşun yapısını tanımlayarak kabızlık, halsizlik, görme bozukluğu ve felçler gibi belirtilerin kurşun ile ilişkisini ortaya koymuştur. *Nicander*, Hipokrat'ın çalışmalarını daha fazla geliştirmiş ve çalışanların sadece sağlık ve güvenlik problemlerinin belirlenmesi ve tanımlanması değil, ayrıca zararlı etkilerden korunmalarına yönelik tedbirlerin alınması gerekliliği yönünde vurgular yapmıştır [48]. Romalı *Pliny* (M.Ö. 23-77) çalışma ortamı içinde bulunan tehlikeli tozlardan korunmak amacıyla başlarına torba geçirmelerini önermiş, kişisel korunma aracı olan deri maskeleri tasarlamıştır[50]. 37 kitaptan oluşan "Doğa Tarihi" (*Naturalis Historia*) isimli insanlık

tarihinin ilk ansiklopedisinde, tozlu mekanlarda çalışmanın risklerinin yanı sıra kurşun ve kükürdün zehirli etkilerini de belirlemiştir [51].

Alman hekim *Paracelsus* (1494-1541) hekim olarak maden işletmelerinde görev yapmış (Madenlerde Morbidite) “De Morbis Metallicis” adlı dünyadaki ilk işyeri hekimliği kitabını kaleme almıştır. Madende çalışan işçiler üzerinde akciğer hastalığının belirtilerini tanımlamış, zehirlerin kimyasal yapıları doz ve organizma arasındaki bağlantıyı saptamak üzerine çalışmalar yürütmüş, aynı zamanda maden işçilerinde görülen kurşun ve cıva zehirlenmelerinden bahsetmiştir [49].

Dr. Bernardino Ramazzini iş sağlığı kavramının kurucusu olarak bilir. Bilimsel esaslar doğrultusunda iş sağlığı ve güvenliği konusu hakkında 1713 yılında yazdığı “De Morbis Artificum Diatriba” (Meslek Hastalıkları) adlı kitabında meslek hastalıklarına sistematik şekilde yer vermiştir. Kitapta sağlık riskleri arasında kimyasal maddeler, ağır metaller, tozlu ortamlar, tekrarlanan ve şiddetli hareketler, hatalı duruş ve hastalık yapıcı diğer etkenler yer almıştır. Ayrıca bu etkenlerden korunmak amacıyla koruyucu güvenlik önlemleri alınması tavsiye etmiştir. *Ramazzini*, çalışma ortamlarından kaynaklanan olumsuz koşulların düzenlenmesi ile iş veriminin artacağını ifade etmiştir. Bugün ergonomi olarak bilinen işçinin çalışma şeklinin, iş ve işçi uyumunun, çalışanın sağlığı ve işçi uyumunun, çalışan sağlığı ve iş verimi üzerinde etkileri olduğu düşüncesini ilk kez dile getirmiştir [52].

Platon'un zanaatkarların iş koşullarından kaynaklı zararları ortaya çıkarması; *Galen*'in bakır madeninde çalışan işçilerde asit buharlarına maruziyeti tespit etmesi; *Aristoteles*'in gladyatör diyetini uygulamaya sunması; *Dioscorides*'in zehirleri sınıflandırması; *Ulrich Ellenborg* metal buharının zararlarını gözlem yoluyla tespit etmesi, olası risklerini ve koruyucu önlemlerini belirlemesi; *Agricola*'nın maden işçilerinde toz maruziyetine bağlı astım tablosunu saptaması; *Juvenal*'in spesifik olarak demircilerde gözlemlenen göz sorunlarını tespit etmesi, iş sağlığına yönelik ilgi çekici diğer örneklerdir [53].

3.2.1.2. Sanayi Devrimi Sonrası İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi

Doğa ve insan gücünün yerini makine ve buhar gücünün almasıyla Sanayi Devrimi 17.yy'ın ikinci yarısında ilk olarak İngiltere'de ortaya çıkmıştır. Buhar makinelerinin keşfi ile fabrikalar kurulmaya başlanmış, hızlı bir şekilde artış gösteren fabrikalarda birçok kişi istihdam edilmiştir. Küçük işletmelerinin yerini fabrikaların almasıyla birlikte insana gereksinim oldukça artmıştır. Sanayileşme ile birlikte tarım alanında çalışanlar toprağını terk ederek sanayi merkezlerine göç etmiştir. Ancak büyük insan topluluğunun barınmasına uygun alt yapının sağlanamaması sonucunda; sağlıksız koşullarda barınma, yetersiz beslenme, olumsuz çevre koşulları, uzun süre çalışma ve aşırı yorgunluk, salgın hastalıklar, sakatlıklar ve ölümler meydana gelmiştir.

Üretim sürecinde büyük makineler yer almış ve bunun sonucunda işverenlere ücret karşılığı çalışan işçi sınıfı ortaya çıkmış ve bu sınıf giderek artış göstermiştir. İşçilerin ağır çalışma koşulları, kadın ve çocuk işçi sorunu, işyerinde meydana gelen riskler ve meydana gelen kazalar birtakım sağlık ve güvenlik sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Bu durum, iş sağlığı ve güvenliği sorunlarının toplumsal bir sorun olarak insanların ilgisini çekmiştir [48].

Yaşanan bu hızlı makineleşme çalışanların yaşamlarını ve iş hayatını olumsuz etkilemiş, insanların tepkilerini makinelere yöneltmesine neden olmuştur. Ancak çok geçmeden sağlık ve güvenlik tedbirlerinin alınmamasından dolayı sorunların meydana geldiği anlaşılmıştır. Meydana gelen bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla, çalışan sağlığı ve iş güvenliğini sağlamak, yaşam koşullarını iyileştirmek amacıyla birden fazla tıbbi ve teknik, yasal çalışma yürütülmüş, işçi sağlığı ve güvenliği bu dönemde yapılan çalışmalar sonucunda bir bilim olarak geliştirilmiştir [47].

Sanayi ülkelerinde teknolojik gelişmelere paralel olarak gerçekleştirilen yasal düzenlemeler [54]:

- 1746 senesinde Goldschmied ilk koruyucu donanım olan dikiş sırasında iğne batmasını önleyici yüzük geliştirmiştir,
- 1970 senesinde ABD'de "Occupational Safety and Health Act" (OSHA) ilk bağımsız İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yürürlüğe girmiştir,

- 1972 senesinde Almanya’da İş Sağlığı ve Güvenliği ve Kaza Araştırma Merkezi “Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung” (BAU) kurulmuştur,
- 1973 senesinde işyeri hekimi ve işyeri güvenlik elemanı çalıştırılması zorunluluğu getiren genelge kabul edilmiştir,
- 1974 senesinde İngiltere’de “Health and Safety at Work Act” isimli bağımsız iş sağlığı ve güvenliği kanunu yayımlanmış,
- 7 Ağustos 1996 tarihinde Almanya’da İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu “Arbeitsschutzgesetz-ArbSchG” kabul edilmiştir.

Meslek hastalıkları ile yasal düzenlemenin dönüm noktasını *Percival Pott*, baca temizleme işçilerinin kansere yakalanması üzerine yürüttüğü çalışmalar sonucu İngiliz Parlamentosu’nda 1788 yılında Baca Temizleyicileri Yasası ve 1833’te İngiliz Fabrikaları Yasasının çıkarılmasını sağlamıştır. Gerçek manada iş sağlığı ve güvenliğinin dikkate alınması 19.yy’dan sonra olmuştur ve 1802 yılında Çıraklık Sağlık ve Ahlak Yasası çıkarılmış böylece çırakların kötü şartlar altında çalıştırılmasının önüne geçilmesi ve horlanmasına engel olunmaya çalışılmıştır. 1824 yılına kadar yasaklanan sendikal faaliyetler yasal hale getirilmiş ve kölelik sistemi kaldırılmıştır [51].

Avrupa tarihinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalar; çalışma saatinin 10 saate indirilmiş; fabrikalar yasaının çıkarılmasıyla 9 yaşın altında çocuk işçi çalıştırılması yasaklanmış; 18 yaş altında olanların gece çalıştırılması yasaklanmış; 1842’de çıkartılan yasa ile birlikte kadın ve çocuk işçilerin maden ocaklarında çalıştırılması yasaklanmış; 1844 yılında fabrikalarda işyeri hekimi bulundurma zorunluluğu getirilmiş; 1844 senesinde Fransa’da makine ve ateş bulundurulan fabrikalarda, 20’den fazla işçi çalıştırılan fabrikaların tamamında çocuk işçi çalışma koşulları özel şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca kazaya maruz kalan işçilere tazminat ödemesi 1885 yılında Almanya’da faaliyete geçmiştir [55].

Çalışma hayatındaki iş sağlığı ve güvenliğine bağlı problemlerin çözümü için çeşitli uluslararası örgütler kurulmuştur. Böylece iş sağlığı ve güvenliğinin gelişimi sağlanmış ve etkili faaliyetler yürütülmüştür. 1919 yılında kurulan Uluslararası Çalışma Örgütü “International Labour Organization” (ILO), 1946 yılında kurulan

Dünya Sağlık Örgütü “World Health Organization” (WHO), Avrupa Komisyonu İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı “European Agency for Safety and Health at Work” (OSHA) (2062/1994/1643/1995,1654/2003) iş sağlığı ve güvenliği alanındaki kuruluşlardır [49].

1919 yılında Versay Barış Antlaşması ile kurulan Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) 1946 senesinde Birleşmiş Milletler (BM) bünyesinde uzmanlık kuruluşu olarak yerini almıştır. Günümüzde en donanımlı ve yetkin yapıda bir kuruluş olarak faaliyet göstermektedir. Çalışma yaşamı ve sosyal koşullar ile ilgili uluslararası standartları oluşturması, ILO'nun en önemli çalışma alanlarından biridir. ILO'nun gerçekleştirdiği çok sayıda uluslararası sözleşme ve öneri kararlarından özellikle 70'e yakını iş sağlığı ve güvenliği alanındadır[56].

ILO, WHO ve bu kuruluşlar ile iş birliği içinde bulunan pek çok kuruluş, işçi sağlığı ve iş güvenliği alanında kayda değer çalışmalar yürütmüştür. Ülkemizin de üyesi olduğu ILO kimyasal maddeler için tespit ettiği “işyerindeki maruziyet değerleri” ve işçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili “uluslararası sözleşmeler” bu konudaki problemlerin çözümü için fayda sağlamıştır [51].

3.2.2. Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği

Türkiye’de sanayileşme Avrupa’nın aksine oldukça geç bir dönemde oluşmuş ve bu sebeple iş sağlığı ve güvenliği alanındaki düzenlemeler yavaş bir süreç içinde gelişme göstermiştir. Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği tarihçesini Osmanlı ve Cumhuriyet dönemleri olarak inceleyebiliriz.

3.2.2.1. Osmanlı Dönemi

Osmanlı İmparatorluğu zamanında fabrikalaşma ve sanayileşmenin yok denilecek kadar az olması, daha çok el işçiliğine yönelik üretim şeklinin var olması nedeniyle bu dönemde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Tanzimat öncesi dönemde esnaf ve zanaatkarların oluşturduğu *Lonca* (Orta Sandığı – Teavün Sandığı) adı verilen kuruluş yer almaktaydı. Dönem şartları içinde daha çok el ve kol gücüyle yapılan az riskli işler nedeniyle karşılaşılan sorunların görüldüğü loncalar ayrıca

usta-çırak ilişkisini düzenleyerek, günümüz işçi işveren ilişkisinin temellerini oluşturmuştur.

Tanzimat ve Meşrutiyet dönemi ile birlikte Avrupa ile ilişkileri artıran Osmanlı Devleti sanayileşme sürecine girmiştir. Sosyal ve kültürel etkileşimin yanı sıra ekonomik yönden de etkileşim içine giren Osmanlı Devleti'nde fabrikalaşma artış göstermiştir. Böylece el becerisi ile yapılan birçok iş sanayileşmenin içerisinde yerini almış ve iş sağlığı ve güvenliği alanındaki düzenlemeler bu dönemde ortaya çıkmıştır.

- 1865 yılında çıkarılan “*Dilaver Paşa Nizannamesi*” iş sağlığı ve güvenliği alanındaki ilk düzenlemedir. Ereğli ve Zonguldak kömür havzasında çalışan maden işçilerinin dinlenme, tatil zamanları, barınma, çalışma saatlerinin 10 saat olarak belirlenmesi ve madencilerin sağlık sorunları hakkında ne tür önlemler alınması gerektiği ile ilgili konuların düzenlendiği 100’e yakın maddenin yer aldığı görülmektedir ancak bu nizaname padişah onayı almamıştır. Ayrıca yine maden işçilerinin güvenliği ile ilgili hükümleri düzenleyen “*Maadin Nizannamesi*” madenlerde zorunlu çalışmayı ortadan kaldırarak çalışmanın ekonomik yönünün yanı sıra insani ve sosyal yönlerine de vurgu yapmıştır. Madenlerde görev yapan mühendisler kazaların önlenmesi amacıyla ihtiyaç duyulan malzemeleri işverenden talep edebilme hakkı tanınmış, madende doktor ve eczane bulundurulması, işçi ve ailelerine tazminat ödenmesi gibi birçok düzenleme yer almıştır [57]–[60].
- Ülkemizde işçi hakları kavramı 1800’lü yılların ikinci yarısında sanayileşme faaliyetlerinin yaygınlaşması ile ortaya çıkmıştır. 1871’de kurulan işçi örgütü “*Amele Perver Cemiyeti*” işçilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere kurulmuş bir hayır kurumu olarak düşünülebilir. Asıl işçi örgütlenmesi 1894-95’te “*Osmanlı Amele Cemiyeti*” veya “*Amele-i Osmani Cemiyeti*” adıyla Tophane fabrikalarında çalışan işçilerin kurmuş olduğu gizli cemiyettir ve kurucularının tutuklanması ve sürgün edilmesi nedeniyle bir yıl görevini sürdürebilmiştir. Ancak bu dönem içerisinde farklı bölge ve çeşitli iş kollarında çalışan işçilerin sendikalaşma faaliyetleri olmuştur [61].

3.2.2.2. Cumhuriyet Dönemi

Cumhuriyetin ilk yıllarında ülkede ağırlıklı olarak tarımsal üretim baş göstermekteydi ve tarlalarda çalışan işçiler genellikle kendi adına çalışan kişilerden oluşuyordu. Diğer zanaatlarda da yine el işçiliği ağırlıklı olarak sürdürülmekteydi. Daha sonraki süreçte ülke gelişimine katkı sağlayacak sanayileşmeye ve dolayısıyla iş sağlığı ve güvenliğine dair temel adımlar atılmıştır.

Sakarya Savaşı sırasında 10 Eylül 1921’de çıkartılan “*Ereğli Kömür Havzası Maden İşçisinin Hukukuna İlişkin 151 sayılı Kanun*”; 8 Haziran 1936’da çıkartılan 3008 sayılı İş Kanununda iş sağlığı ve güvenliği maddeleri yer almaktadır; 1967 senesinde 931 sayılı İş Kanununda modern hükümler yer almış ancak Anayasa Mahkemesi şekil yönünden iptal etmiştir; 1971 senesinde 1475 sayılı İş Kanunu da aynı modern ifadeleri belirtmiştir; 2003 senesinde 4857 sayılı İş Kanunu çıkartılmış ve iş sağlığı ve güvenliği hakkındaki maddeleri 1975 sayılı İş Kanunundan aktarılmıştır; 29 Haziran 2012’de 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu çıkartılmış ve 1 Ocak 2013’te uygulamaya başlanmıştır [103].

3.3. Sağlık ve Güvenlik Yönetimi ve Risk Değerlendirmesi

Tarım işlerinde çalışanlar, birim alandan daha fazla verim alabilmek için yeni yöntemler kullanır. Toprağın ne zaman ve ne ekileceği konusunda planlama yapar, hayvansal ve tarımsal üretimde karşılaşılabilecek hastalık riskleri varsa en aza indirilmesi, elde edilen ürünlerin kısa sürede bozulmasını önleyici şekilde depolanması ve işlenmesi için çaba sarf eder. İş sağlık ve güvenlik yönetimi de bu işler sırasında görev alan çalışanları korumayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Çalışma sırasında önemli olan önemli öğeler aşağıda verilmiştir [62]:

- **Politika:** Tarım işlerinde çalışanlar için iş sağlığı ve güvenliği politikası belirlenmelidir,
- **Organize Etme:** Politika belirlendikten sonra gerekli olan sağlık ve güvenlik kültürü hakkında çalışanlara bilgi verilmeli gerekli yerlerde destek verilmelidir,

- **Planlama ve Uygulama:** Sistem ve yaklaşımların risk değerlendirmesi ve kontrolü için hayata geçirilmesi,
- **Performans Ölçümü:** Belirlenen düzeye ulaşıp ulaşılmadığının kontrol edilmesi için ölçümler yapılması,
- **Tecrübeden Elde Edilen:** Yaşanılan tecrübelerin gereken iyileştirmeler için zemin oluşturması ve iyileştirmeler sırasında yararlanılması.

3.4.İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları ve İstatistikleri

İş kazasına yönelik literatürdeki tanımlardan bazıları şunlardır [63];

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) iş kazasını; önceden planlanamayan ve çoğu zaman yaralanmaya, makine ve teçhizatın zarar görmesine neden olan, ayrıca üretim sürekliliğini sekteye uğratan durumlar olarak tanımlar.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) iş kazasını; önceden planlanamayan beklenmedik olayların zarar ve yaralanmaya neden olması şeklinde tanımlar.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 3. maddesi iş kazasını; çalışanın ölümüne neden olan ya da vücut bütünlüğünü bedenen ve ruhen engelli hale getiren, işin yürütümü esnasında işyerinde meydana gelen olay şeklinde tanımlamaktadır.

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (SSGSSK) ile hangi olayların iş kazası olarak sayılacağı 13. Madde ile düzenlenmiştir:

- Sigortalının işyerinde çalıştığı sırada,
- İşçinin işveren yükümlülüğü altında sigortalı olarak çalıştığı işyerinde yaptığı iş nedeniyle,
- Sigortalının işyeri dışında çalışması için, asıl işi dışında farklı yere gönderildiği süre içerisinde,
- Çocuğuna süt vermek için emziren sigortalı kadına ayrılan zamanlarda,
- İşverenin sigortalı çalışana sağladığı taşıt ile işyerine geliş gidiş süresinde çalışana aniden veya daha sonra ruhen ve bedenen yaralayan olay, olarak tanımlanmıştır.

İş kazaların oluşmasında birçok etken vardır ancak 4 temel etkeni; doğal koşullar, bireysel nedenler, güvensiz ortam ve güvensiz davranışlar olarak sıralayabiliriz [64].

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 3.maddesinde meslek hastalığını; mesleki risklere maruz kalma sonucu meydana gelen hastalık,

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu 14.maddesinde meslek hastalığını; sigortalı çalışanın, yaptığı ya da çalıştığı işin niteliği nedeniyle sürekli tekrar eden iş şartlarından dolayı işçinin geçici -sürekli hastalık, ruhsal veya bedensel engellilik durumudur [65].

İş kazası aniden meydana gelirken, meslek hastalığında uzun süre maruz kalma durumu vardır. Yapılan tanımlamalar meslek hastalığının tekrarlı hareket sonucu meydana geldiğini göstermektedir ve iş kazası ile meslek hastalığını birbirinden ayıran temel özellik olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca işyerinde meydana gelen iş kazası ve meslek hastalıklarını işverenin 3 iş günü içinde SGK'ya bildirimde bulunması zorunludur. Meslek hastalıkları çeşitleri ve yükümlülük süreleri Tablo 3.4'te verilmiştir:

Tablo 3.4 Meslek hastalıkları çeşitleri ve bazı meslek hastalıklarının yükümlülük süreleri [66].

MESLEK HASTALIKLARI					
A Grubu: Kimyasal maddeler		B Grubu: Mesleki cilt hastalıkları	C Grubu: Pnömonyozlar ve diğer mesleki solunum sistemi hastalıkları	D Grubu: Mesleki bulaşıcı hastalıklar	E Grubu: Fiziki etkenlerle meydana gelen hastalıklar
Bazı Meslek Hastalıklarının Yükümlülük Süreleri (Bazı Örnekler)					
Etken ...grubu		Yükümlülük Süresi	Etken ...grubu	Yükümlülük Süresi	*Gürültü Zararlarının meslek hastalığı olabilmesi için gürültülü yerde en az iki yıl, gürültü şiddeti sürekli 85 db'in üstünde en az 30 gün çalışılması gereklidir.
Arsenik (A)	Akut	1 ay	Slikoz	10 yıl	
	Kronik	1 yıl	Asbestoz (C)	10 yıl	
Cıva (A)	Akut	15 gün	Sideroz (C)	5 yıl	
	Kronik	1 yıl	İşitme kaybı	6 ay	
Kurşun (A)	Akut	1 ay	Eklem zararı	2 yıl	
	Kronik	3 yıl			
D Grubu Mesleki Bulaşıcı Hastalıklar					
Tropikal Hastalıklar		Hayvanlardan İnsana Bulaşan Hastalıklar			

Malarya Veba Lepra	Bruselloz Tetanoz Şarbon Salmonella	Kuduz Şap Çiçek Ruam
--------------------------	----------------------------------------------	-------------------------------

İş kazası ve meslek hastalığı konusunda resmi kayıtların tutulmasından sorumlu kurum SGK'dır. Yıllık istatistikler olarak her yıl resmi internet sayfasında yayınlanmaktadır. Böylece bir önceki yıllarla karşılaştırma olanağı sunmaktadır. Verileri ayrıntılı şekilde vermesi nedeniyle pek çok kuruma önemli bir kaynak sunmakta ve yapılacak olan çalışmalarda yol gösterici rolü üstlenmektedir. En son 2017 yılına ait veriler 10 Kasım 2018 tarihinde yayınlanmıştır.

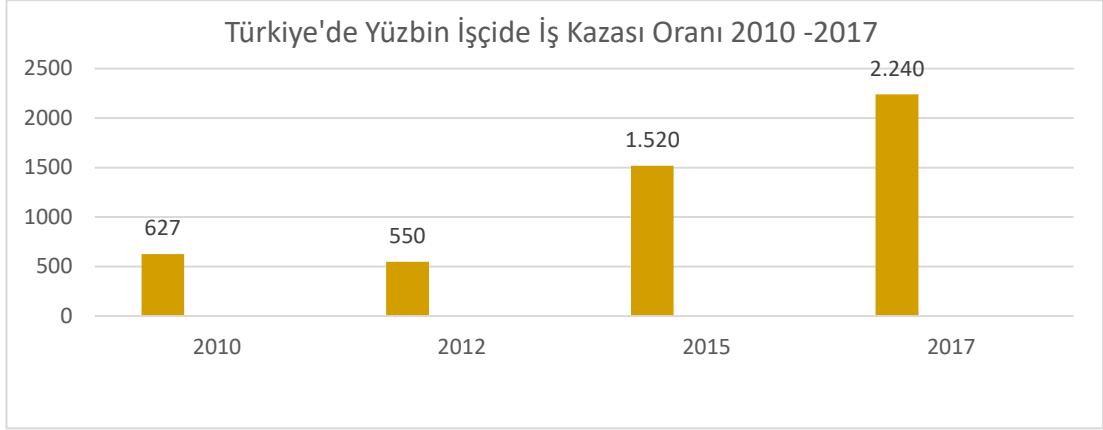
SGK kapsamında yer alan nüfus dağılımı Tablo 3.5'te yer almaktadır:

Tablo 3.5 Türkiye sosyal güvenlik kapsamı [102].

	2015	2016	2017	2016-2017 değişim (%)
Türkiye nüfusu (TÜİK)	78.741.053	79.814.871	80.810.525	1.2
Aktif sigortalılar	20.773.227	21.131.838	22.280.463	5.4
Pasif sigortalılar "aylık alan"	10.808.165	11.052.334	11.418.722	3.3
Bağımlılar	34.786.174	34.933.242	35.522.389	1.7
Özel sandıklar	386.572	392.201	406.856	3.7
Sigortalı nüfusun ülke nüfusuna oranı	85,5%	85,5%	87,1%	3.2
Aktif/Pasif oranı	1,92	1,91	1,95	2,1

Sigortalı sınıfı 3'e ayrılmaktadır; 4-1/a 4857 sayılı İş Kanunu'na bağlı çalışan "işçi" sınıfıdır, 4-1/b grubunda yer alan "bağımsız" çalışanlardır ve 4-1/c 657 sayılı Devlet Memurları Yasası'na bağlı "kamu çalışanı" sınıfında yer alır.

Türkiye'de iş kaza sayılarının yıllara göre dağılımı Grafik 3.2'de gösterilmiştir:



Şekil 3.2 Türkiye’de iş kazası sayısı [102].

Grafikte verilen bilgilere göre 2010 yılında 627, 2012 yılında 550, 2015 yılında 1.520 ve 2017 yılında 2.240 iş kazası meydana gelmiştir. Bu verilerin artmasında 2013 yılında yapılan iş kazası bildirim düzenlemesi önemli bir faktördür. Yapılan siyasi teknolojik değişikliklere rağmen kaza oranları yüksek seyretmektedir.

İş kazası sıklık ve ağırlık hızlarının 2015-17 yılları arasındaki dağılımı Tablo 3.6’da verilmiştir:

Tablo 3.6 İş kazası sıklık ve ağırlık hızları 2015 – 2017 [102].

Kategori		2015	2016	2017
İş kazası geçiren sigortalı sayısı		241.547	286.068	359.653
Yıllık toplam prim tahakkuk eden gün sayısı (x1.000)		4.462.091	4.524.502	4.524.384
İş kazası sıklık hızı	1.000.000 iş saati	6,77	7,9	9,94
	100 kişide	1,52	1,78	2,24
Geçici iş göremezlik süresi (gün)		2.992.070	3.453.702	3.996.873
Sürekli iş göremezlik derece toplamı		103.833	134.403	252.916
Ölüm vakası sayısı		1.252	1.405	1.633
İş kazası ağırlık hızı	Gün	565	665	973
	Saat	0,45	0,53	0,778

Tablo genel olarak incelendiğinde iş kazası sıklık hızı 2015’te 6,77 iken 2017 yılında 9,94’ e yükselmiştir. Ayrıca iş kazası ağırlık hızı 2015 yılında 565, 2017 yılında ise 973’e yükselmiştir. Ölüm vaka sayılarında da artışı görmek mümkündür. Yapılan düzenlemelere rağmen iyileşme beklenen alanlarda hala artış görmekteyiz.

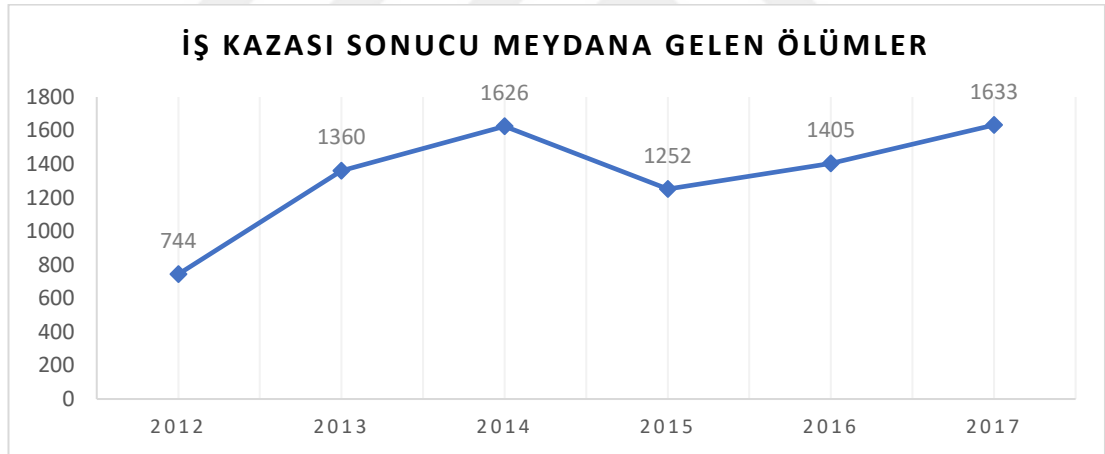
SGK istatistiklerine göre 2015-17 yılları arasında Türkiye’de iş kazaları ve meslek hastalıkları Tablo 3.7’de verilmiştir:

Tablo 3.7 SGK istatistiklerine göre Türkiye’de iş kazaları ve meslek hastalıkları 2015-2017 [102].

Yıllar	Meslek hastalığı sayısı	Meslek hastalığı nedeniyle ölüm sayısı	İş kazası nedeniyle ölüm sayısı	İş kazası ve meslek hastalığı sonucu ölüm sayısı
2015	510	0	1252	1252
2016	597	0	1405	1405
2017	691	0	1633	1633

Tabloda meslek hastalıkları nedeniyle ölüm verilerine ulaşılamadığı görülmektedir. Bu yüzden iş kazaları verilerini dikkate almak daha sağlıklı olacaktır. İş kazalarının yıldan yıla artış gösterdiğini tablodan anlayabiliyoruz.

2012-2017 yılları arasında meydana gelen ölümler aşağıdaki Grafik 3.3’te gösterilmiştir:



Şekil 3.3 Türkiye’de iş kazası nedeniyle meydana gelen ölümler [102].

2017 yılında iş kazası nedeniyle ölen 4-1/a kapsamındaki işçilerin bazı ekonomik faaliyet ve cinsiyet dağılımı Tablo 3.8’de verilmiştir:

Tablo 3.8 2017 yılında iş kazası sonucu ölen işçilerin (4-1/a) bazı ekonomik faaliyet ve cinsiyet dağılımı [102].

No	Ekonomik Faaliyet	İş kazası Sonucu Ölüm		
		Erkek	Kadın	Toplam
01	Bitkisel ve hayvansal üretim ve avcılık hizmetleri	20	1	21
02	Ormancılık ve tomrukçuluk	8	0	8
03	Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği	2	0	2
20	Kimyasal ürün imalatı	10	0	10
85	Eğitim	10	1	11
56	Yiyecek ve içecek hizmetleri	25	3	28
41	Bina inşaatı	338	2	340
05	Kömür ve linyit çıkartılması	31	0	31

2017 yılında 4-1/a kapsamındaki sigortalılardan kazaya sebebiyet veren olaylar ve iş kazası sonucu ölenlerin sayısı Tablo 3.9’da verilmiştir:

Tablo 3.9 4-1/a kapsamındaki sigortalılardan kazaya sebebiyet veren olayları ve iş kazası sonucu ölen sayısı [102].

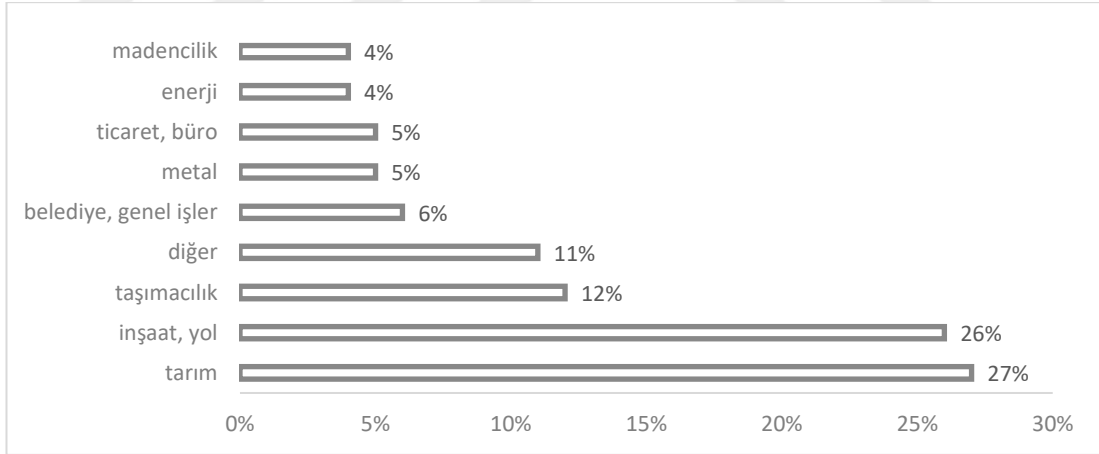
No	Olayı normal seyrinden saptıran ve kazaya neden olan olay	İş göremezlik süresine göre iş kazası geçiren sigortalı sayısı			İş kazası sonucu ölen
		Kaza günü (çalışır)	Kaza günü (iş göremez)	Toplam	Toplam
10	Elektrik sorunları, patlama, yangın nedeniyle	2.418	1.743	4.161	104
20	Taşıma, devrilme, sızma, buharlaşma, emisyon saptması	7.913	7.517	15.430	107
40	Bir makinenin, taşıma aracının veya işletme ekipmanının, elle kullanılan alet, nesne, hayvanın denetimden çıkması	24.128	28.119	52.247	195
50	Kayma veya tökezleme – düşme, kişilerin düşmesi	23.808	29.512	53.320	294
60	Fiziki baskı olmadan beden hareketi (dış yaralanmaya yol açan)	14.088	14.806	28.894	19
70	Fiziki baskıyla veya fiziki baskı altında beden hareketi (yaralanmaya yol açan)	7.291	8.630	15.921	18
80	Şok, korku, vahşet, saldırganlık, tehdit	2.368	702	3070	19
99	Diğer	92.310	65.082	157.392	748

2017 yılında 4-1/a kapsamındaki sigortalıların iş kazası geçiren sayısı ve iş kazası sonucu ölenlerin meslek grupları ve cinsiyet dağılımı Tablo 3.10’da verilmiştir:

Tablo 3.10 4-1/a kapsamındaki sigortalılardan iş kazası geçirenler ile iş kazası sonucu ölenlerin meslek grupları ve cinsiyet dağılımı [102].

Meslek Grupları (ISCO 08)	İş Kazası Geçiren Sigortalı Sayısı			İş kazası sonucu ölen sayısı
	Erkek	Kadın	Toplam	Toplam
0-Silahlı kuvvetlerle ilgili meslekler	194	14	208	1
1-Yöneticiler	4.017	858	4.875	27
2-Profesyonel meslek mensupları	3.006	3.595	6.601	28
3-Teknisyenler, yardımcı personel	10.353	2.382	12.735	62
4-Büro hizmetinde çalışan eleman	5.064	3.237	8.301	35
5-Hizmet ve satış elemanları	18.224	8.153	26.377	107
6-Nitelikli tarım, ormancılık ve su ürünleri çalışmaları	609	132	741	7
7-Sanaatkarlar ve ilgili alanda çalışanlar	31.193	1.443	32.636	142
8-Tesis ve makine operatörleri ve montajcılar	66.254	7.035	73.289	385
9-Nitelik gerektirmeyen meslekler	160.706	31.827	192.533	835

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Meclisinin yapmış olduğu Nisan 2016 yılındaki çalışma sonrasında ölümlü iş kaza oranları sektörel dağılımı Grafik 3.4'te gösterilmiştir:



Şekil 3.4 Ölümle sonuçlanan iş kaza oranlarının sektörel dağılımı [67].

Grafikte görüldüğü üzere en yüksek oran tarım sektöründedir. Diğer endüstri sektörlerindeki ölümlü kazalar sırasıyla yer almaktadır.

3.5.Tarımda Ekonomik Faaliyet Sınıflaması

Tarım sektöründeki ekonomik faaliyet sınıflamasını 3 temel başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar; Bitkisel ve hayvansal üretim, ormancılık ve tomrukçuluk, balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğidir. Ayrıca bu faaliyetler uygulama bölümünde alternatif olarak kullanılacaktır.

Tarım, iş kaza oranının yüksek olduğu bir sektördür. Faaliyet kolu olarak iş kazalarını ve iş kazası sonucu ölümleri daha önce değerlendirmiştik. 2017 yılında kaza anında sigortalının yürütmekte olduğu tarım faaliyetleri ile ilgili Tablo 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3.11 4-1/a kapsamındaki sigortalıların iş kazası sonucu ölenlerin yürütülen faaliyet koluna göre dağılımı [101].

Kod No	Yürütülen faaliyet	İş kazası sonucu ölen işçi sayısı
30	Tarımla ilgili meslek türü, ormancılık, bahçecilik, balık çiftliği, canlı hayvanlarla çalışma	18
31	Toprağın işlenmesi	2
32	Sebzelerle, bahçecilik ile ilgili meslek türü	2
33	Canlı hayvanlarla ilgili meslek türü	2
34	Ormancılıkla ilgili meslek türü	8
35	Balık çiftliği, balıkçılık ile ilgili meslek türü	1
39	Yukarıda listelenmemiş diğer 30 çeşit kaza anında kazazedenin yaptığı faaliyet	3

2017 yılında 4-1/a kapsamındaki sigortalıların iş kazası sonucu ölenlerin çalıştığı çevreye göre dağılımı Tablo 3.12’de yer almaktadır:

Tablo 3.12 4-1/a kapsamındaki sigortalıların iş kazası sonucu ölenlerin çalıştıkları çevreye göre dağılımı [101].

Kod No	Çalışılan çevre	İş kazası sonucu ölen işçi sayısı
030	Çiftçilik, yetiştiricilik, balık çiftliği, orman alanı	24
031	Yetiştirme alanı	3
032	Çiftlik alanı-toprak ürünleri	5
033	Çiftlik alanı- ağaç ve çalı ürünleri	1
034	Ormancılık alanı	9

035	Balık çiftliği alanı, balıkçılık, deniz ürünleri (gemi veya tekne üzerinden olmayan)	1
036	Bahçe, park, botanik bahçe, hayvanat bahçesi	1
039	Yukarıda listelenmemiş diğer 030 tür çalışılan çevre	4

Tarım sektöründe kendi adına çalışanların oranı oldukça yüksektir. Tabloda da görüldüğü gibi tarımsal faaliyetlerin çoğu tek kişinin idaresindedir. Daha sonra 1-9 kişi arasındaki çalışan sayısının yüksek olduğu görülür. Yani bu veriler bize tarım işlerinde yürütülen faaliyetlerin mikro ölçekte olduğunu gösterir. Mevsimlik işçi sayılarının fazla olması, çalışanların kayıtlarının düzgün bir şekilde tutulamaması nedeniyle istatistikler bu doğrultuda çıkmaktadır.

İşyerlerinin faaliyet grubu ve işyeri büyüklüğüne göre dağılımı 2017 yılı istatistiği Tablo 3.13'te verilmiştir:

Tablo 3.13 4-1/a kapsamındaki işyerlerinin faaliyet grubu ve işyeri büyüklüğüne göre dağılımı [101].

İş Yeri Büyüklüğü	Bitkisel ve hayvansal üretim	Ormancılık ve tomrukçuluk	Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği
1	6.850	910	332
2-3	4.738	811	309
4-6	2.037	533	205
7-9	844	249	94
10-19	1.172	417	125
50-99	196	119	14
100-249	89	51	7
250 ve 250+	16	8	0

2017 yılında sektörde iş kazalarının NACE koduna göre dağılımı Grafik 3.5'te verilmiştir:



Şekil 3.5 Sektörde iş kazalarının NACE koduna göre dağılımı [102].

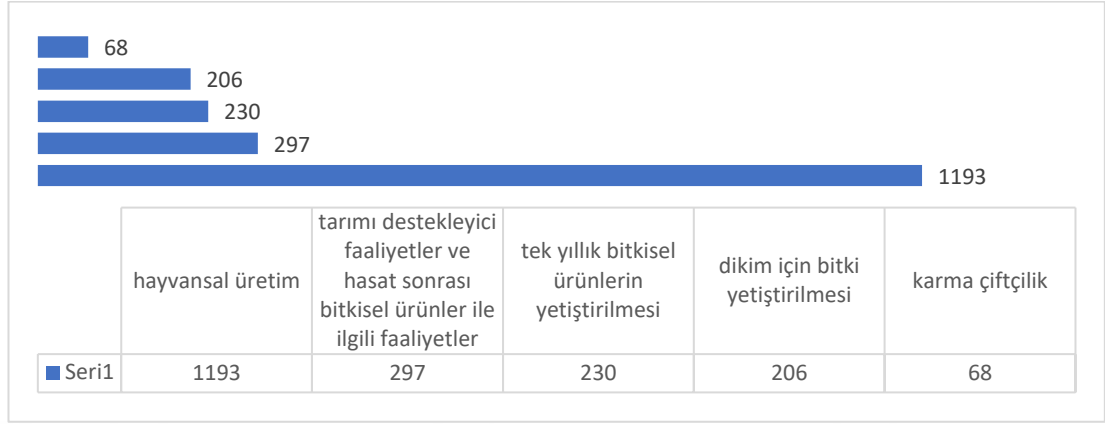
Kazaların %74'ü bitkisel ve hayvansal üretim ile avcılık ve ilgili hizmet faaliyetlerinde; %16'sı ormancılık ile endüstriyel ve yakacak odun üretimi, %10'u balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinde görülmüştür.

3.5.1.Bitkisel ve Hayvansal Üretim

Ülkemiz coğrafi konumu ve ekolojik koşulları nedeniyle dünya ülkeleri arasında tarımsal tür/çeşit zenginliği açısından çok önemli bir konumdadır. Bitkisel ve hayvansal faaliyetlerle ilgili yapılan çalışmalarda risk faktörü diğer faaliyetlere göre daha yüksektir. Yaralanma ve sakatlıklara sebebiyet veren çeşitli el aletleri ve makinelerin kullanılması, bulaşıcı hastalıklara yakalanma oranının fazla olması, hayvanlar tarafından ısırılma ve çarpmaları sonucu sakatlanma, açık alanda çalışma dolayısıyla fiziksel koşulların etkisi, toz maruziyeti nedeniyle akciğer rahatsızlıklarına yakalanma oranının fazla olması, gürültü ve titreşim kaynaklarının fazla olması vb. durumlar nedeniyle kaza oranı oldukça yüksektir.

Tarım işlerinde kadın, çocuk ve mevsimlik işçi oranının fazla olması ve eğitim konusunda yetersiz olmaları nedeniyle tarımsal kazalar yüksektir. Çalışanlar pek çok rahatsızlıkla karşı karşıya kalır. Kas, eklem, omurga rahatsızlıkları bunların başında gelir. En fazla el ve bilek yaralanmaları meydana gelir, kayma- düşme ve hayvan çarpması nedeniyle vücutta kırıklar oluşur. Toz ve polenler alerjik hastalıklara ve akciğer sorunlarına yol açabilir. Ayrıca tarım alanlarına traktörle gidilmesi ve yolda meydana gelen trafik kazaları nedeniyle birçok kişi hayatını kaybetmektedir.

Bitkisel ve hayvansal üretim faaliyetlerinde 2017’de meydana gelen iş kazaları dağılımı Grafik 3.6’da gösterilmiştir.

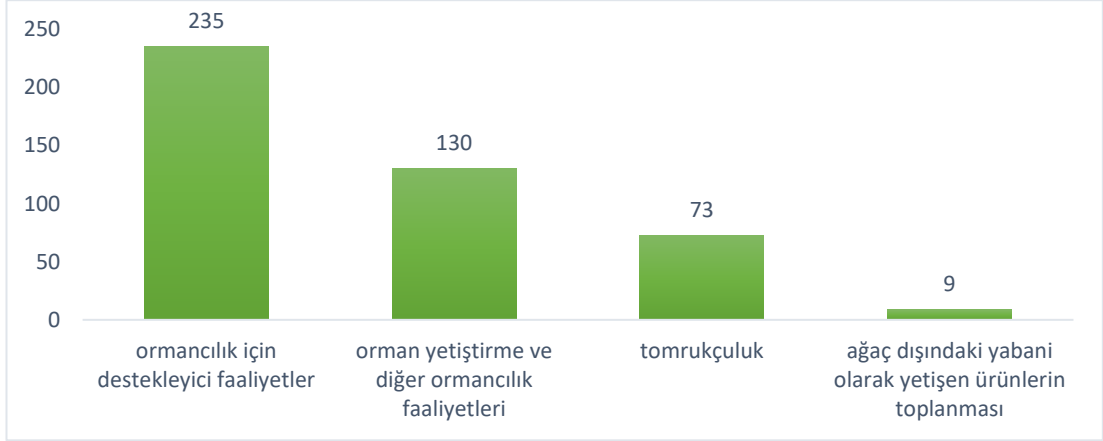


Şekil 3.6 İş kazalarının bitkisel ve hayvansal üretimdeki dağılımı [102].

3.5.2.Ormancılık ve Tomrukçuluk

Türkiye’de ormancılık ve tomrukçuluk faaliyetlerindeki kaza risk oranı yüksektir. Orman arazilerinin sarp ve zorlu yapısı nedeniyle çalışanların kaza riski oranı artıyor. Çoğunlukla elektrikli testere kullanılması nedeniyle titreşime maruz kalma oranı yüksektir. Kesim sırasında yanlış tarafta bulunan işçinin üzerine ağacın devrilmesi sonucu olay, yaralanma veya ölümlerle sonuçlanmaktadır. Ayrıca ortaya çıkan toz ve gazlar, yabancı bitkilerin polenleri solunum yolu hastalıklarına ve alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır. Çalışanlarda arazi yapısı ve ortamda bulunan etmenler nedeniyle, sinir sistemi hastalıkları, eklem kas rahatsızlıkları ve solunum yolu hastalıkları gözlenir. Eğimli arazide kayma ve düşmeler nedeniyle kırıklar ve burkulmalar meydana gelir. Koruyucu gözlük kullanılmaması durumunda yabancı cisim batma riski oldukça fazladır. Yaşam koşulları nedeniyle yabancı hayvanların saldırısına uğrama riski yüksektir [68].

Çalışanların mevsimlik ve geçici olması, eğitim konusunda sıkıntılar doğurmaktadır. Yapılan işin ciddiyetinin farkında olmayan çalışanlarda iş kazası görülme olasılığı artar. Ormancılık ve tomrukçuluk faaliyetinde 2017 yılında meydana gelen iş kazaları Grafik 3.7’de gösterilmektedir:

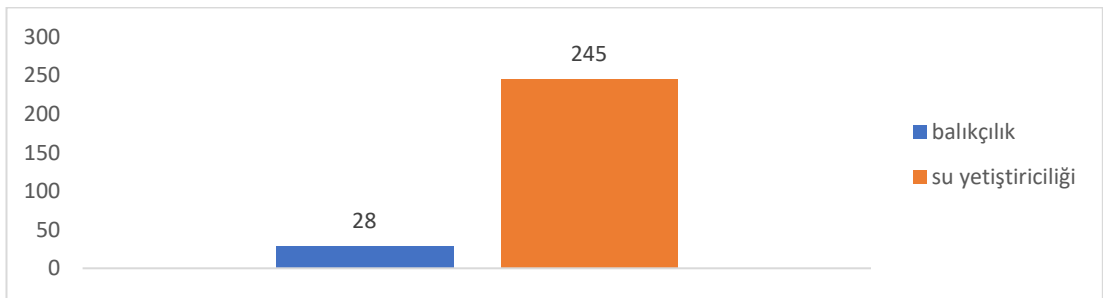


Şekil 3.7 Ormancılık ve tomrukçuluk faaliyetinde meydana gelen iş kazaları [102].

3.5.3. Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği

Üç tarafı denizlerle çevrili olan ve ayrıca ülke genelinde birden fazla göl ve akarsuların olduğu Türkiye’de balıkçılık ve su yetiştiriciliği alanında çok fazla bir gelişme yoktur ve tüketim ihtiyacını karşılayamamaktadır.

Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinde çalışanlar çeşitli risklerle karşı karşıya kalır. Sulardaki kimyasallar ve deniz ürünlerindeki kimyasal ve biyolojik faktörler çalışanların zehirlenmesine neden olabilir. Balıkçılıkta kullanılan avcılık malzemeleri çalışanların hatası sonucu kaza ve yaralanmaya sebep olur. Doğa olaylarından oldukça etkilenen faaliyet kolunda fiziksel risk etmenleri kaza oranlarında önemli bir yer edinir. Çalışanların eğitilmiş ve bilinçle hareket eden bireylerden oluşması çok önemlidir. Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetinde 2017 yılında meydana gelen kaza dağılımı Grafik 3.8’de verilmiştir:



Şekil 3.8 Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetinde iş kazaları dağılımı [102]

3.6.Tarımda İş Sağlığı ve Güvenliği

Dünya'daki en tehlikeli sektörler arasında yer alan tarım sektöründe, çalışanlar buldukları ortam nedeniyle endüstride çalışanlarla benzer özellikte birçok olumsuz sağlık ve güvenlik sorunuyla karşılaşabilmektedir. Bu olumsuz problemler iş sırasında anlık meydana gelirse “kaza”; belirli bir süreç içinde oluşan ise “hastalık” olarak tanımlanabilir. Genellikle geleneksel yöntemlerle çalışılması, bireylerin eğitimsiz ve korunmasız olması tehlike ve risklerin oluşumunu etkilemektedir.

Çalışanların 50 kişi altında olması ve genellikle aile işletmeleri şeklinde yapılanması nedeniyle 4857 sayılı İş Kanunu kapsamında yer almaz. Ayrıca mevsimlik geçici işçilerin ülkemizde oldukça büyük bir yer kaplaması nedeniyle iş sağlığı ve güvenliğinden istenilen derecede yararlanmak mümkün değilken, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile birlikte kapsam içine alınmıştır. Ancak günümüzde tarım işçilerinin iş sağlığı konusundaki hizmetlere ulaşımı önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır [45].

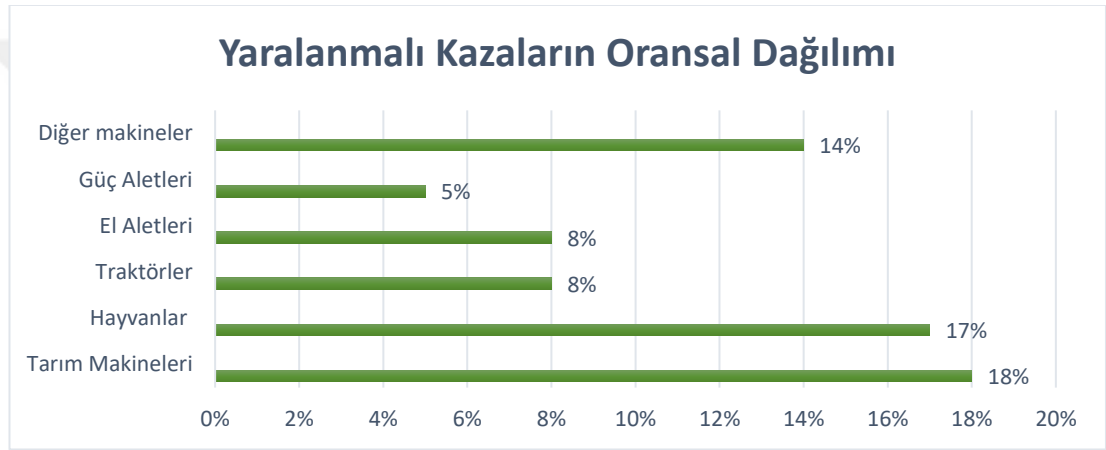
Tarım işlerinde sağlık ve güvenlik sorunu nedeniyle sıklıkla kazaya neden olan riskler aşağıda özetlenmiştir:

- ♦ Makine, alet ve traktör kazaları sonucu oluşabilecek riskler,
- ♦ Termal konfor ve toz maruziyeti,
- ♦ Pestisit ve diğer kimyasal maruziyeti,
- ♦ Biyolojik maddelerle temas,
- ♦ Bulaşıcı hastalıklar,
- ♦ Gürültü ve titreşim maruziyeti,
- ♦ Tekrarlanan hareketler sonucu mekanik ve termal stres,
- ♦ Hayvan çarpması ve ısırması,
- ♦ Psiko- sosyal etmenler,
- ♦ Elektrik çarpması ve yıldırım düşmesi,
- ♦ Kayma ve düşme,
- ♦ Sağlıksız yaşam koşulları (sigara, alkol kullanımı ve sağlıksız beslenme),
- ♦ Uzun çalışma süreleri,

- ◆ Arazinin engebeli yapısı,
- ◆ Ergonomik risk faktörleri,
- ◆ Eğitim, bilgi ve planlama eksikliği,
- ◆ KKD kullanılmaması sonucu oluşan riskler,
- ◆ Doğal afetler, olarak sıralayabiliriz.

3.6.1. Tarım Sektöründe Kazaya Sebep Olan Etmenler

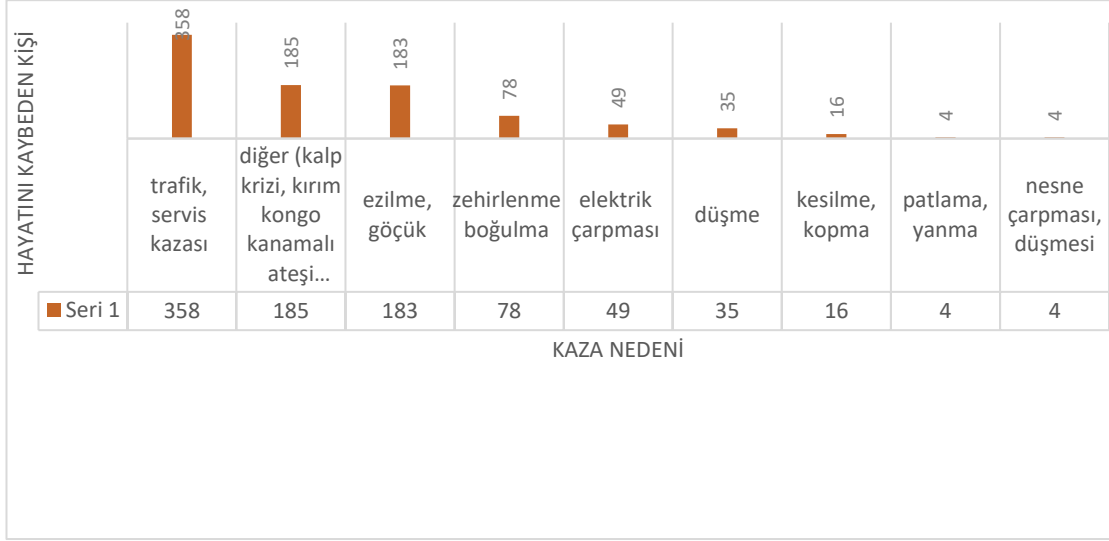
Ahioğlu'nun yapmış olduğu çalışmada tarım sektöründe yaralanmalı kazaların oransal dağılımı aşağıdaki Grafik 3.9'da gösterilmektedir.



Şekil 3.9 Yaralanmalı kazaların oransal dağılımı [69].

En yüksek kaza oranı %18 ile tarım makinelerinde gerçekleşmiştir. %17 ile hayvanlar, diğer makineler, el aletleri ve traktörler bu sırayı takip etmiştir. En düşük kaza oranı güç aletleri kullanımı sırasında meydana gelmiştir.

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Meclisinin yapmış olduğu çalışmalar sonucu tarım sektöründeki kazaların nedenleri Grafik 3.10'da sıralanmaktadır:



Şekil 3.10 Tarımda 2013-14-15 yıllarında ölümle sonuçlanan iş kazası nedenleri [67].

3.6.1.1. Makine ve El Aletleri

Tarımsal işlerde meydana gelen kazaların büyük çoğunluğu, tarım makineleri ve el aletleri kullanımı nedeniyle gerçekleşmektedir. Keskin köşelerinin olması, zincir, hareketli millerinin ve bıçaklarının olması riski artıran unsurlardır. Tarımsal üretimin başlangıcından bitimine kadar uzun bir süreç içinde kullanılmasının yanında ayrıca taşıma amacıyla da kullanılmaktadır. Taşıma sırasında traktör devrilmesi sonucu ölümler oldukça fazladır.

Bitkisel ve hayvansal üretimde kullanılan aletleri ve makineleri; traktör, ekim, gübre dağıtma, çapa, ilaçlama, hasat ve harman makineleri, taşıma, balya, öğütücü ve karıştırıcılar; orak, kazma, kürek, çapa olarak sıralayabiliriz. Ayrıca orman ürünlerinde elektrikli testere balta; balıkçılık sektöründe olta, zıpkın vb. malzemeler kullanılmaktadır. Kullanılan makinelerin dişli kısımlarının açıkta kalması, koruyucu parçaların yerinden çıkarılması ve sonrasında işlemi kısıtladığı gerekçesiyle yerine takılmaması kaza oranını artırmaktadır [70], [71]. Burada görüldüğü üzere çalışanların eğitimsiz olması makinelerin özelliklerinin bilinmemesi ve koruyucu önlem alınmaması tehlikelere yol açmakta ve hayati risk oluşturmaktadır.

Tarım makinelerinden kaynaklanan riskler; sıkışma ezilme, makinenin içine düşme, parçalanma, kesme/kesilme titreşim, gürültü, açık parçalara yakalanma/dolanma,

makinelerin devrilmesi, makinelerin elektrik çarpması ve yanma şeklinde meydana gelir [2], [45].

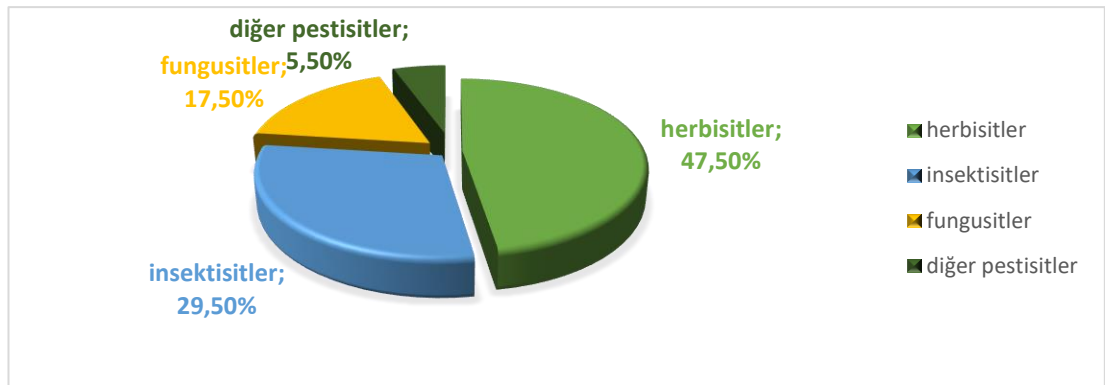
3.6.1.2. Kimyasal Riskler

Tarımda kullanılan kimyasal ilaçlar bir diğer önemli iş sağlığı ve güvenliği risk faktörünü oluşturmaktadır. Pestisit kullanımı sonucu zararlılar azalırken ürün kalitesi artar ancak insan sağlığını ve çevreyi zarara uğratar. Su kaynaklarını ve toprağı kirletir.

Kullanılan zirai ilaçlardan bazıları şunlardır [67]:

- ◆ İnsektisitler: böcekler için
- ◆ Herbisitler: otlar için
- ◆ Bakterisitler: bakteriler için
- ◆ Nematisitler: bakteri parazitleri için
- ◆ Fungusitler: küf öldürmek için
- ◆ Rodentisitler: kemirgenler için
- ◆ Malusitler: yumuşakçalar için
- ◆ Avisitler: kuşlar için kullanılan zirai ilaçlar sınıfında yer alır.

Dünya genelinde zirai ilaç kullanımı Avrupa'da %45 Amerika'da %25 geriye kalan kısım ise %25 oranındadır. Aşağıdaki Grafik 3.11'de pestisit kullanımı yer almaktadır [72].



Şekil 3.11 Dünya'da pestisit kullanımı [72].

İlaçların kullanımı sırasında koruyucu eldiven, maske, kıyafet kullanılmaması nedeniyle ilaçların solunması, deri ile teması, gözlerin korumasız olması zehirlenmelere yol açmaktadır. Önemli bir diğer sorun ise ilaçların gerektiğinden fazla kullanılması ve tarım ürünlerinin yenilmesi sonucu, sindirim yolu ile zehirlenmeler meydana gelmektedir.

Kimyasal zehirlenmeler sonucunda yaşanan sağlık sorunları; baş dönmesi, halsizlik, baş ağrısı, bulantı kusma, alerjik reaksiyonlar, çarpıntı, yüksek ateş, refleks güçlüğü, ishal, bayılma, morarma, koma, karın ağrısı, nefes darlığı ve gözde kızarma yanma şeklinde görülmektedir ancak ileri seviyede zehirlenmeler kanser ile sonuçlanabilmektedir [72]. Korunmak amacıyla gerekli eğitimlerin verilmesi ve KKD kullanılması zorunludur.

3.6.1.3.Biyolojik Riskler

Tarım işlerinde hayvan ve bitki kaynaklı bakteri ve parçacıklar nedeniyle Brusellosis, Tularaemia, Salmonellosis, Tinia capitis, Orf, Rabies gibi hayati risk oluşturan hastalıklar ve alerjik reaksiyonlar meydana gelir. Çalışanların hayvansal ve bitkisel atıklarla direk temasının engellenmesi ile korunma sağlanabilir. Gerekli eğitimlerle ve KKD ile risklerden korunmak mümkündür [73].

3.6.1.4.Hayvan Çarpması ve Isırması

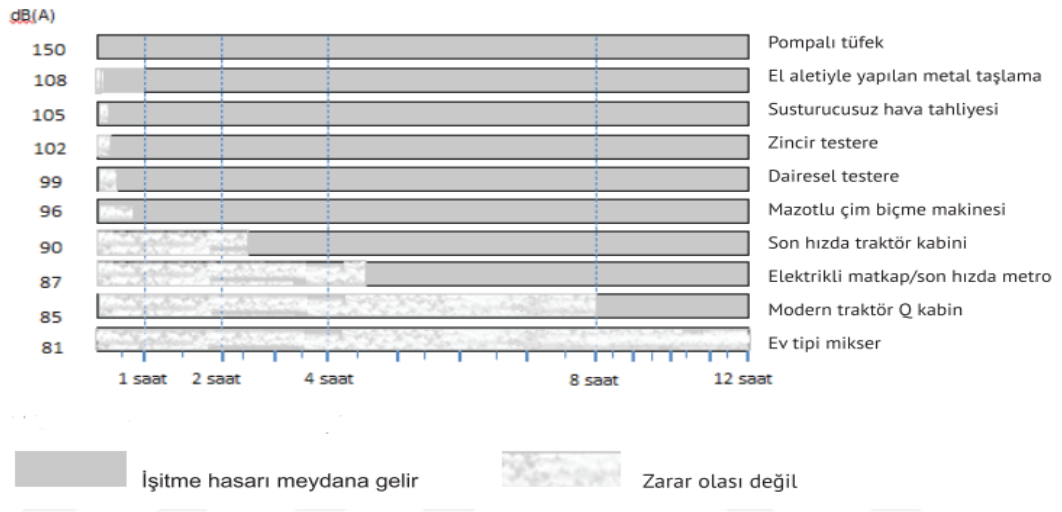
Çoğunlukla hayvancılık sektöründe meydana gelmesinin yanında eski tarım yöntemleri ile çalışılan yerlerde çift sürme işlemi hayvanlar aracılığı ile sağlanmaktadır. Hayvanların çarpması, tepmesi, çiftçilerin yanlış davranışları ve kör noktada bulunmak nedeniyle yaralanma ve sakatlıklar hatta ölümlerle sonuçlan olaylar meydana gelmektedir [2], [8].

Hayvan ısırıkları daha çok yılan, akrep ve arı gibi çeşitli yabani hayvan tarafından yaralanmaları ifade etmektedir.

3.6.1.5.Gürültü ve Titreşim

Tarımda kullanılan traktör, çapa ve ilaçlama makineleri gürültü ve titreşimin ana kaynaklarını oluşturmaktadır. Gürültü nedeniyle çalışanlarda; işitme kaybı, iletişim

güçlüğü, kalp rahatsızlıkları, stres, zihinsel ve bedensel yorgunluk, baş ağrısı ve dikkat bozukluğu meydana gelir. Makinelerle sürekli 90 dB(A)'in üzerinde çalışılması nedeniyle bu rahatsızlıkların etkisi artmaktadır. O yüzden gerekli olan koruma önlemlerini almak ortaya çıkabilecek etkilerin azaltılmasında önemli rol oynar. Bunlar; traktör kabinlerinin gürültü düzeyini azaltacak biçimde yapılması ve kulaklık kullanılmasıdır [5], [9]. Karakteristik gürültü düzeyleri Grafik 3.12'de gösterilmektedir:



Şekil 3.12 Karakteristik gürültü düzeyleri [62].

Titreşim nedeniyle ise; duyu kaybı, beyaz parmak hastalığı, kas rahatsızlığı, eklem ve bel rahatsızlıkları, mide ve sinir sistemi hastalıkları meydana gelir. Titreşimin etkisini azaltmak için temel önlem kaynağında etkiyi azaltmak olacaktır ve bunun için yalıtım kullanılması gerekir. Diğer bir önlem ise titreşim etkisini azaltan el koruyucuları kullanmaktır [12], [45].

3.6.1.6. Ergonomik Risk Faktörleri

İş ile insan uyumunu esas alan ergonomi, rahat ve verimli çalışmayı sağlamaktadır. Tarımda kullanılan makineler insan boyutlarına göre düzenlenebilir şekilde olmalıdır. Eğer ayarlanamazsa tekrarlanan hareketler sonucunda kas iskelet sistemi hastalıklarına ve ciddi yaralanma ve sakatlıklara neden olabilir [73].

Ağır eşyaların güvenlik önlemi alınmadan uygunsuz şekilde taşınması, duruş bozukluğu, kullanılan teçhizatın gürültü ve titreşimi, kolların omuz hizasının üstünde çalışılması, açık alanda çalışma sonucu olumsuz hava koşulları, hızlı çalışma ve uzun süre olumsuz etmenlere maruz kalma nedeniyle bel, boyun, el bileği, sırt, omuz, diz ve kalça olumsuz etkilenir [74].

Ergonomik risklerden korunmak amacıyla [45];

- Tekrarlayan hareketlerde belli sürelerle dinlenmek,
- Omuz seviyesinden aşağıda çalışılması,
- Eğilerek değil çömelme şeklinde doğru pozisyonda çalışma ve eşya taşımak,
- Yapılan işe uygun şekilde uzaklık,
- Ağır yüklerin parçalanarak taşınması,
- Çalışanların tek bir iş alanında değil rotasyonla alıştırılması,
- Gereкли taşıma aletleri kullanılması,
- Özetle işin insana uygun olması sağlanmalıdır.

3.6.1.7.Kayma ve Düşme

İskeleler, balya yığınları ve merdivenler kayma ve düşmenin yoğun olduğu ayrıca ciddi yaralanmaların önemli bir nedenidir. Balyaları yığın yaparken istifleyici yerine insanların kullanılması, yükleme sırasında römorkların bulunduğu zeminin uygun olmaması, taşıma sırasında yüklerin üzerinde insan bulunması kaza risklerini artırmaktadır. Merdiven ve iskelelerin seyyar olması, bakımlarının yapılmaması, zeminlerinin sağlam olamaması, yüksekte çalıştırılacak işçinin işe uygun eğitimi almaması ve bedensel ölçülerin işe uygun olamaması nedeniyle kaza riski artar [5], [62].

3.6.1.8.Psiko-sosyal Etmenler

Tarım işlerinin ağır şartlarda çalışması ve yaşam koşullarının zorlayıcı olması, işlerin hemen halledilmesi konusundaki baskılar nedeniyle aşırı stres altında kalmaktadırlar. Çalışma koşulları bedensel ve ruhsal sağlığın asıl belirleyicisidir. Tarım işleri fiziksel, biyolojik, kimyasal ve ergonomik riskler nedeniyle psikolojik olarak olumsuz etkilenir. Tarım işilerindeki psikolojik kökenli hastalıklar nedeniyle iş verimliliği

azalır, iş arkadaşları ve aile içindeki iletişimde sıkıntılar ve huzursuzluklar meydana gelir.

Risklerin azaltılması için çalışanlara eğitim verilmesi ve bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca psiko- sosyal risklerin kaynağına ulaşıp orada yok edilmesi için risk faktörlerinin iyi değerlendirilmesi ve önlemlerin alınması gerekmektedir.

3.6.1.9.Eğitim, Bilgi ve Planlama Eksikliği

Tarımsal verimlilik ile eğitim düzeyi ve gelişmişlik arasında paralel bir ilişki vardır. Çiftçilerin teknik anlamda yeterliliğinin sağlanması ile daha fazla verim alınmaktadır ve daha az iş kazası meydana gelmektedir. Ülkelerin tarımsal verimliliğini etkilemesinden dolayı eğitim seviyesinin artırılması gerekmektedir. Çalışanların eğitim seviyesinin düşük olması nedeniyle birçok kişi yanlış bilgi ve uygulama sonucu hayatını kaybetmektedir. Tarımsal alanda kadın ve çocuk işçilerin çalıştırılması ise bu ilişkiyi olumsuz etkileyen bir diğer önemli faktördür. [75], tarım işçileri arasında kadın çalışanların durumunu şu şekilde ifade etmektedir; kadın çalışanlar koruma -odaklı, dikkat artırıcı biçimde eğitime yoğunlaşmalıdır. Felsefi olarak kadına yüklenen misyon en iyi harekete geçiren, haber ve bilgi ileten kişidir. Dolayısıyla kadın eğitilirse tüm aile eğitilir.

Araç gereçlerin, makinelerin, kimyasal ilaçların, kullanılması hakkında gerekli bilgilerin verilmesi, koruyucu önlemlerin alınması, kaza riski olan durumların bildirilmesi ve önceden yapılacak planlama ile risklerin önüne geçilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca yasal sorumlulukları ve ilk yardım konusunda bilgilendirilmeleri gerekmektedir.

3.6.1.10.Kişisel Koruyucu Donanım KKD Kullanılmaması

Kişisel koruyucu donanım çalışanların en son başvuracakları yöntem olmalıdır. Tüm risklerin kaynağında en aza indirilmesi gerekir. Eğer kaynağında koruma yetersiz olursa KKD' a başvurulabilir. Çünkü sanıldığı gibi aksine KKD temin etmek, bakımını yapmak oldukça külfet oluşturur.

Tarım işçileri için zararlı olan etmenleri daha az olanla değiştirmek için gürültü, toz, titreşim ve diğer alanlarda öncelikle kaynağında koruma yapılmalıdır. Daha sonra ortam iyileştirilmesi için çalışılır. Örneğin; tahıl ambarlarının depoların, asansörlerin tozdan korunması için çevreleme yapılması ile işçilerin maruziyeti azaltılır [62].

Gürültü düzeyini azaltacak kulaklıkların kullanılması, titreşim etkisini azaltmak için yalıtımlı eldiven kullanılması, toz ve gazlardan korunmak için solunum maskeleri ve koruyucu gözlük kullanılması, yüksekte çalışanlar için bel kemeri, balıkçılık ve hayvancılıkta çizmeler tulum kullanılması tavsiye edilen KKD arasında yer almaktadır.

3.6.1.11.Termal Konfor ve Toz Maruziyeti

Tarım işlerinin açık alanlarda yapılması nedeniyle aşırı nemli, sıcak, kurak, rüzgârlı ve soğuk hava koşulları çalışanları bedensel, zihinsel ve psikolojik olarak ciddi şekilde olumsuz etkiler. Isı, nem ve hava akımı gibi hava koşullarının işçiler için belli bir rahatlık sağlamasına termal konfor adı verilir. Uygun ortam sıcaklığının 18-24 °C olması gerekmektedir ancak 24 °C'nin üzerine çıkıldıkça fiziksel ve zihinsel yorgunluğun artmasına neden olur. Ortamdaki nem oranı ise %30-%70 arasında optimum düzeydedir [45].

Çalışanlarda ısı çarpması, ısı krampları, halsizlik, yorgunluk, baş ağrısı, mide bulantısı, soğuk ısırgığı, dikkat bozukluğu ve aşırı terleme görülebilir. Bu etkilerin önüne az da olsa geçebilmek için gerekli olan şapka, eldiven, uygun giysi vb. KKD kullanılması gerekmektedir.

Bir diğer önemli risk faktörü toz maruziyetidir. Biyolojik tozların ortaya çıkması nedeniyle akciğer, göz ve deride ciddi sağlık sorunları meydana gelir. Tozlarla kaba-yeşil yem, hububat depoları ve hayvan depolarında daha çok karşılaşılır. Ayrıca sera, ambar ve silo gibi kapalı çalışma alanlarında zehirli gaz ve tozlara maruziyet artar [74].

3.6.1.12.Sağlıksız Yaşam Koşulları (sigara, alkol kullanımı ve sağlıksız beslenme)

Tarım çalışanlarının çoğu sağlıksız ortamda yaşamını sürdürmeye çalışmaktadır. Temiz giysi ve sağlıklı yiyeceğe ulaşmakta büyük sıkıntı yaşamaktadır. Gıda

maddelerinin sıcak hava koşulları nedeniyle çabuk bozulması zehirlenmelere yol açar. Tarım işçisinin mevsimlik olarak çalışması bu koşulların ortaya çıkmasında daha çok etkilidir. Ayrıca çalışanların sigara ve alkol kullanması nedeniyle dikkat bozukluğu meydana gelir, bu da olası kaza risklerini ortaya çıkarır [4], [6].

3.6.1.13. Elektrik Çarpması ve Yıldırım Düşmesi

Tarım işlerinde çalışılan bölgenin yüksek gerilim hatlarının geçtiği bölgede yer alması nedeniyle kaza riski artmaktadır. Makinelerin elektrik kaçırması, kablolarda kaçak olması yaralanmalara yol açmaktadır. Bir diğer risk faktörü ise yıldırım düşmesidir. Açık alanda olumsuz hava koşulları sonucunda çalışanların ciddi yaralanmasına ve ölümüne neden olmaktadır. Yalnızca çalışanların değil ayrıca yüzlerce hayvanın ölmesine yol açacak şiddette yıldırım düşmesi meydana gelebilir. Tarım alanlarında ve ormanlık alanda yangınlara sebebiyet verebilir.

3.6.1.14. Uzun Çalışma Süreleri

Tarım işlerinde çalışma sürelerinin uzun sürmesi, dinlenme sürelerinin yetersiz olması nedeniyle yorgunluk oluşmaktadır. Ağır işler nedeniyle çalışanlarda bedensel, zihinsel ve ruhsal bozukluklar ortaya çıkmaktadır.

3.6.1.15. Mekanik ve Termal Stres

Çalışanların olumsuz iklim koşullarında, sürekli beden gücü ile çalışması ve tekrar eden hareketler nedeniyle çeşitli rahatsızlıklar meydana gelmektedir. Bunlar; tendon zorlanması, aşırı yüklenme sonucu ellerin ve tüm vücudun titremesi, tekrar eden hareketler sonucu karpal tünel sendromu, makine sesleri nedeniyle işitme kaybı, olumsuz iklim koşullarında uzun süre dışarıda çalışmaya bağlı oluşan; sıcak krampları, ısı çarpması, hipotermi, soğuk ısırığı gibi birçok tehlike meydana gelebilir [69]. Etkilerin azaltılması için önce kaynağında daha sonra ortam ve kişisel koruyucu donanımların sağlanması ile risk faktörleri en aza indirilebilir.

3.6.2.Dünyada Tarım Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği

Tarım sektöründe ülkemizde olduğu kadar dünyada da büyük sorunlar yer almaktadır. Diğer endüstri sektörlerinin yanı sıra tarım işleri içerisinde daha fazla risk faktörü bulunur. [68]'nin yapmış olduğu çalışmada; tarım, ABD'de inşattan sonraki en tehlikeli ve ölümcül kazalar içerisinde en tehlikeli sektördür. İngiltere'de ölümcül kazalar ve mesleki hastalıklar açısından en kötü sektör olarak tanımlanır.

Tarım işlerinde çalışanların eğitim yetersizliği nedeniyle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde iş sağlığı ve güvenliği kültüründen yoksun olmasına neden olmaktadır. Ayrıca bu ülkelerde örgütsel, planlı çalışmanın olmaması, kadın ve çocuk işçinin fazla olması, mevsimlik tarım işçi yoğunluğunun fazla olması iş sağlığı ve güvenliği kültürünün oluşmasını engelleyen diğer faktörlerdir.

Dünya'da meydana gelen iş kazalarının yarısının tarım sektöründe olduğu tahmin edilmektedir. Kaza faktörünü en çok ortaya çıkaran iki temel etken tarım makineleri ve kimyasal ilaçlardır. Dünyadaki çok az bir kesim çalışma koşulları denetimine tabi tutulmaktadır ancak bunlar da yasal haklar bakımından oldukça kısıtlıdır [75].

3.7.Kazaların Raporlanması

İş kazası ve meslek hastalığı sonucu 3 iş günü içinde SGK'ya bildirimde bulunulur. Bildirimler internet ortamında yapılır. Tarım işlerinde bildirim yapılacak rahatsızlıklardan bazıları şunlardır [62]:

- ❖ Hayvan hastalıkları,
- ❖ Toz ve hayvan maruziyeti nedeniyle astım,
- ❖ Tekrarlanan hareketler sonucu el ve ön kollarda kramp,
- ❖ Pestisit sonucu ortaya çıkan durumlar,
- ❖ Tarımda kullanılan bazı ürünler ve bitkilerle çalışma nedeniyle oluşan dermatit,
- ❖ Tarımdaki küf ve sporlara maruziyetten dış kaynaklı alveolit (çiftçilerin akciğerleri dahil).

3.8.Kaza Maliyeti ve Hastalıkların Genel Tablosu

İş sağlığı ve güvenliği konusunda bireyler kazalardan korunmanın temel adımı olarak kişisel koruyucu donanım kullanılmasının yeterli olacağını düşünmektedir. Ancak önemli olan kişilerde güvenlik bilincini oluşturmaktır. Böylece yanlış olan ve hataya sebebiyet verebilecek tüm olumsuzluklara karşı önceden önlem alabilecek ve gerekli eyleme geçecektir. Bu bilincin gelişmesi için gerekli eğitim ve denetim sağlanmalıdır [76].

İş kazaları ve meslek hastalıklarının kayıtları ve maliyet değerlendirmesi;

- Hastalık nedeniyle işçiye yapılacak ödeme ve yeni personel alımı ve eğitimi maliyeti,
- Makine ve binalarda amortisman maliyeti,
- İdari maliyetler; temizlik tamir vb.,
- Personelin işten ayrılması ve yerine gelen kişinin işe hâkim olamaması sonucu uğranılacak zarar maliyeti,
- Sigorta maliyeti, yasal maliyetler, bunlara örnek sayılabilir. Ancak iş sağlığı ve güvenliği konusunda kendisini geliştirmiş olan işveren, bu maliyetlerden uzaklaşarak kar artışına gidebilir.

Nitelikli tarım, ormancılık ve su ürünleri çalışanları arasında 4-1/a maddesi kapsamında 2017 yılında sigortalı 609'u erkek ve 132'si kadın toplam iş kazası geçiren 741 kişi vardır. İş kazası sonucu kadın -erkek toplam ölüm sayısı ise 7'dir. Bitkisel ve hayvansal üretim ile avcılık ve ilgili hizmet faaliyetlerinde toplam geçici iş göremezlik süresi (ayakta ve yatarak) erkeklerde 21.846, kadınlarda ise 5.881; ormancılık ve tomrukçuluk faaliyetinde geçici iş göremezlik süresi (ayakta ve yatarak) erkeklerde 6.338, kadınlarda 466; balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği iş göremezlik süresi (ayakta ve yatarak) erkeklerde 3.302, kadınlarda 142 günlük geçici iş göremezlik durumu yaşanmıştır.

3.9.Tarımda Güvenlik ve Sağlık Hakkında 184 Sayılı Sözleşme

Tarımda İş Güvenliği ve İş Sağlığı sözleşmesi 21 Haziran 2001 yılında kabul edilmiştir. Tarım işçilerinin güvenlik ve sağlık konularında bilgilendirilmesinin yanı sıra teknolojik kaynaklı risk faktörleri hakkında da bilgilendirilme, eğitim ve danışma olanağı sağlanmıştır.

Çalışanlara bazı haklar da tanınmıştır bunlar; iş güvenliği temsilcilerini ve komitelerdeki temsilcileri seçme hakkı, işyerindeki güvenlik ve sağlık çalışmalarına katılma, denetleme, hayati risk oluşturacak tehlikelerden kaçınmak ve tehlikeyi gerekli mercilere bildirmektir. Ayrıca 184 sayılı güvenlik sözleşmesinde eksik olan taraflarda çalışmalar yapılması bekleniyor. Bu çalışmalara örnek olarak; kimyasal kullanımı, malzeme kullanımı, ergonomik risk faktörlerine karşı koruyucu ve önleyici adımlar atılması, makine kullanımının ve güvenliğinin sağlanması, uzun çalışma süreleri hakkında düzenlemeler yapılması beklenmektedir [73].

3.10.Kadın/Çocuk/Mevsimlik İşçi

Tarım işlerinde kadınlar daha çok ücretsiz, aile işçisi olarak çalışmaktadır. Tarımdaki gelirin azalması ile birlikte erkekler diğer iş kollarına yönelmiş ve kadınların bu sektörde daha fazla yer almasına neden olmuştur. Türkiye'deki kadın çalışan oranı %80 civarında yer alır. Kadınların sadece tarım işleriyle uğraşmaması ayrıca ailenin temel ihtiyaçlarıyla da ilgilenmesi onları ağır hayat koşulları ile boğuşmak zorunda bırakmaktadır. Eğitim olanaklarının yetersiz olduğu kırsal kesimlerde kadınlar sosyal olarak pek çok sıkıntıyla karşılaşır. Sağlık ve güvenlik bilgisine yeterince ulaşamaması kaza oranlarını artırır ve tarımdan elde edilecek verimin azalmasına sebep olur. Tarımda kadın çalışanlar çok dikkate alınmasa da asıl iş yükü onların üzerindedir. Bu yüzden ilk olarak kadın çalışanlar için eğitim çalışmaları yapılmalıdır [77].

Ülkemizde en çok can kaybı çocuk işçilerin güvensiz şekilde çalıştırılması nedeniyle meydana gelmektedir. Tarım işlerinin ağır olması ve uzun çalışma süreleri çocukların yaralanma, sakatlık ve ölüm riskini artırmaktadır. En önemli problem ise çocukların eğitim hakkından yoksun bırakılmasıdır. Özellikle mevsimlik işçi göçü yapan ailelerin

çocukları ya okulu tamamen bırakmak zorunda kalıyor ya da düzensiz bir şekilde eğitim almaya devam ediyor.

Ülkemizde tarımda çalışan çocuk işçi oranı %50'dir. Çocukların tarım işlerinde karşılaştıkları tehlikeler; yabani hayvanlar ve bitkiler, tarımsal el aletleri ve makineler, olumsuz hava koşulları, ağır çalışma koşulları ve uzun çalışma süreleri, yetersiz beslenme ve sağlıksız barınma koşullarıdır. Bu tehlikelerden çocuklarımızı korumak için gerekli yasal çalışmaların yapılması iş sağlığı ve güvenliği konusunda yapılacak en önemli adım olacaktır [77].

Mevsimlik tarım göçleri, çoğunlukla işleyecek torağı olmayan veya yeterli düzeyde elde edilemeyen topraklardan işgücü talebinin yüksek olduğu bölgelere işçilerin yapmış olduğu göç hareketidir. Belirli dönemlerde çalışmaya giden işçilerin en büyük sıkıntısı barınmadır. Çoğunlukla çadır ve konteynerlerde hayatlarını sürdürmeye çalışan işçiler, temiz giysi, sağlıklı yemek, temizlik konularında büyük sorunlar yaşar. Hijyen koşullarının kötü olması nedeniyle bulaşıcı hastalık riski artmaktadır. Temiz içme kullanma suyunun olmaması, biriken atıklar, uzun çalışma süreleri, olumsuz iklim koşulları, yabani hayvan ısırması ve zehirlenmesi, tarlalara ulaşımında traktörlerin kullanılması ve traktör kazaları ve çalışma sırasında meydana gelen diğer iş kazaları mevsimsel tarım işçilerinin en sık karşılaştıkları sağlık sorunları ve iş kazalarıdır [78].

Mevsimlik işçiler içerisinde kadın ve çocuklar yine en fazla etkilenen gruptur. Kadınların ve çocukların fiziksel olarak ağır şartlarda çalışmaya uygun olmaması nedeniyle çalışma sırasında büyük risk altındadır. Ayrıca eğitim olanaklarına ulaşmakta sorunlar yaşanmaktadır. Mevsimlik işçilerin kayıt altında tutulmasının zorlukları nedeniyle tam olarak çalışan sayısı bilinmemektedir ve eğitim oranının düşük olması nedeniyle çalışanlar gerekli sağlık ve güvenlik hizmetlerinden yeterince faydalanamamaktadır. Sonuç olarak mevsimlik işçilerin korunması ve topluma kazandırılabilmesi için gerekli düzenlemelerin yapılması gereklidir.

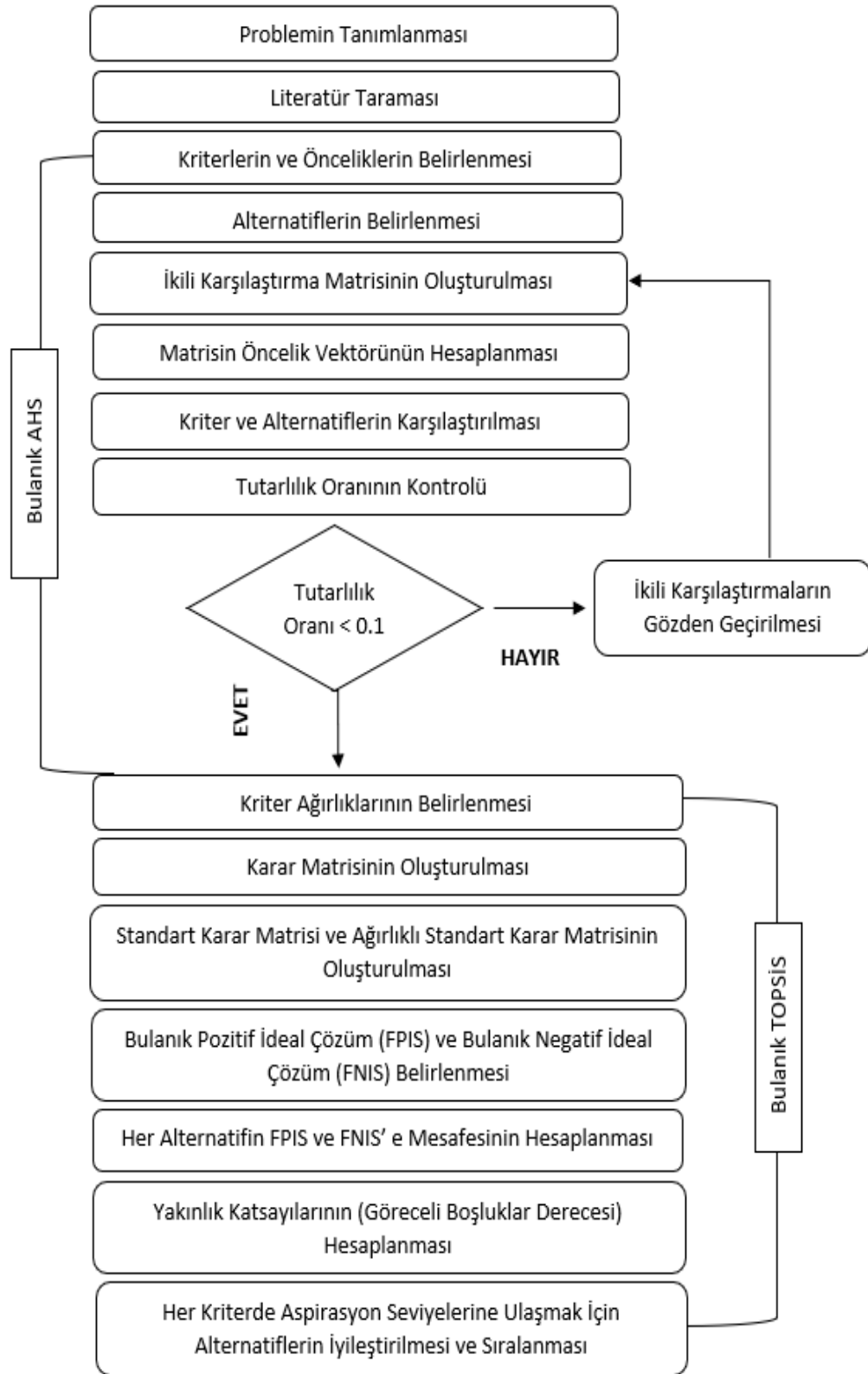
BÖLÜM 4

MATERYAL VE YÖNTEM

Tarım işlerinin kazaya sebep olan etmenler bağlamında Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık TOPSİS ile incelenmesi, kriterlerin önceliklendirilmesi, ve kazaya sebep olan faktörlere karşı gerekli tedbirlerin alınması amacıyla çalışmanın uygulama aşamaları Şekil 4.1’de gösterilmektedir. İlk olarak problemin tanımlaması yapılmış ve literatür araştırması ile çalışmada kullanılacak kriterler ve alternatifler belirlenmiştir.

Bir sonraki adımda Bulanık AHS süreci yer almaktadır. Bulanık AHS yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanmış öncelik değerleri bulunmuştur, ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş, matris yardımıyla öncelik vektörü hesaplaması yapılmıştır. Kriter ve alternatiflerin karşılaştırılması sonrasında tutarlılık oranının sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiştir. Tutarlılık oranının sağlanması ile birlikte Bulanık TOPSİS yöntemi adımlarına geçilmiştir.

Kriter ağırlıklarının belirlenmesi, karar matrisinin oluşturulması sonrasında standart karar matrisi ve ağırlıklı standart karar matrisi meydana gelmiştir. Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi ve alternatiflerin ideal çözümlere uzaklığı hesaplanmıştır. Son iki adımda ise yakınlık katsayılarının hesaplanması ile alternatiflerin iyileştirilmesi ve sıralanması yer almaktadır.



Şekil 4.1 Uygulama sürecinin aşamaları

Çok kriterli karar verme, karar birimlerinin alt dalıdır. Karar sürecini kriterlere göre modelleme ve analiz etme sürecine dayanmaktadır. İnsanların çeşitli kaynaklarda farklı ve çeşitli bilgileri optimum bir şekilde değerlendirememesinden dolayı geliştirilmiştir [79]. Birbiri ile çelişen kriterlerin bulunduğu bir karar verme problemine çok kriterli karar verme problemi denilmektedir.

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri çoğunlukla benzer ölçekle ölçülemeyen ve birbirinden farklı birden fazla kriterin olduğu, tüm kriterleri sağlayan bir çözümün olmadığı sorunların çözümü için kullanılır.

Geleneksel ÇKKV yöntemlerinde kriterler ve alternatifler ölçülürken net ifadeler kullanılır ama gerçek hayat sorunlarının birçoğunda insanların verdiği kararlar belirsizlikler ve öznellikler içermektedir bu yüzden kesin değerlerle ifade etmek oldukça güçtür. Özellikle nicel olmayan bilgi, eksik bilgi, elde edilemeyen bilgi ve kısmi bilgisizlik gibi türde ortaya çıkmaktadır [80]. Bu tür durumlarda Bulanık kümeler teorisi dikkate alınarak öznel yargılar bulanık çok kriterli karar verme (BÇKKV) yöntemleri ile sayısal kriterlerle değerlendirilebilmektedir. BÇKKV tekniği nitel kriterlerin sayısal olarak ölçülmesini sağlar. Bulanık AHS ve Bulanık TOPSİS in en önemli özelliği kriter seçimi ve sıralamasında sundukları basitliktir.

Uygulamalarda sıklıkla kullanılan BÇKKV yöntemleri şunlardır [40]:

- Bulanık Ağırlıklı Toplam Yöntemi
- Bulanık Ağırlıklı Çarpım Yöntemi
- Bulanık TOPSİS Yöntemi
- Bulanık PROMETHEE Yöntemi
- Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi

Karar verme aşaması; problemin tanımı, kriterlerin belirlenmesi, alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesini ve önceliklendirilmesini içerir, oldukça karmaşık bir süreçtir. Karar sürecini kontrol etmek karar sürecinin şekillenmesi ve incelenmesini mümkün kılan, karar aşamasını etkileyecek tüm bilgilerin yeterli şekilde değerlendirilmesini sağlayacak sistematik yaklaşımlar sunulması için ÇKKV yöntemleri geliştirilmiştir [81].

Karar verme aşamasına bilimsel tekniklerin dahil edilmesi sonuçların daha güvenilir olmasına ve öznel kararlardan uzaklaşılmasına yardımcı olur. Çeşitli karar problemleri ile karşılaşan yöneticiler için zor problemlerden biri de alternatifler kümesinden uygun alternatifin seçilmesidir. Bu seçim prosedürüne çelişen ve çok sayıda kriter dahil olduğundan geleneksel seçim prosedürlerinin kullanılması gerçekçi bir çözüm sunmaz, bu nedenle BÇKKV yöntemleri günümüzde birçok alanda ve çalışmalarda kullanılmaktadır [82].

4.1.Bulanık Küme Teorisi

Bulanık küme teorisi ilk olarak Lofi Zadeh'in 1965 yılında yazmış olduğu "bulanık kümeler" adlı makalesine dayanmaktadır. Bulanık kümeler, insan anlayışı bilgisi ve dünya ile ilgili belirsiz kavramları matematiksel olarak modellemek için önemli bir araçtır. Az, orta, düşük, sık, çok, birçok gibi dilbilimsel yapılar ile dereceli veri modellemesini gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla olayların modellenmesinde gerçekçi ve doğala daha yakın veriler elde edilir [40]. Yani buradan da anlaşılacağı üzere belirsiz verilerin işlenebilmesi ve kesin rakamlar ile ifadesi mümkün olmayan belirsizlik durumlarında karar vermeyi kolaylaştırarak sonuca götürmektedir.

BÇKKV yöntemlerinden kalitatif veya tam olmayan bilgilerin üstesinden gelmek amacıyla kullanılır. Bu tekniklerden biri olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci AHS, kriter ağırlıklarının bulunmasında ikili karşılaştırma imkânı sağlar ayrıca dilsel değişkenlerin kullanılmasına olanak sağlar [80].

4.2.Bulanık Sayılar

Bulanık küme teorisinde kesin değerler yerine dilsel değişkenler kullanılır ayrıca dilsel değişkenler sayısal olarak ifade edilmesi güç durumlarda kolaylık sağlar ve bulanık sayılara dönüştürülerek çözümlenmeler yapılır. Sonuç olarak, dilsel değişkenleri ifade etmek, karar vericinin öznel yargılarını nicel bir şekilde tanımlamak için bulanık sayılara ihtiyacımız vardır. Normal ve konveks bulanık kümeye bulanık sayılar denir ve en fazla kullanılan bulanık sayılar üçgen ve yamuk bulanık sayılardır [83]. Bulanık küme içinde yer alan bütün bilgiler, bulanık kümenin üyelik fonksiyonu ile temsil edilir.

4.2.1. Üyelik Fonksiyonları

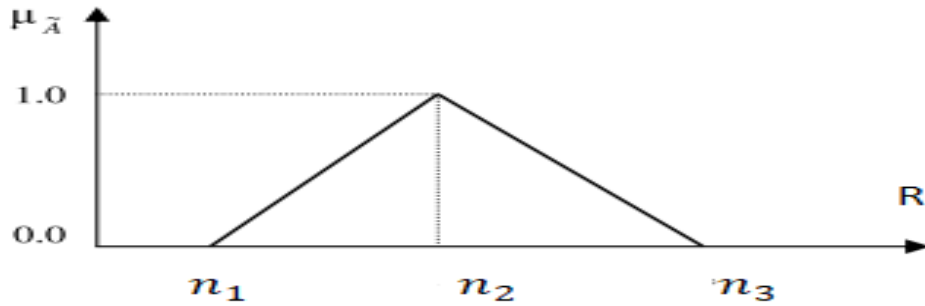
Bulanık küme her bir elemanı 0 ile 1 arasında olan üyelik derecesine sahip sürekli bir fonksiyon olarak $\tilde{A} = x \in R | \mu_{\tilde{A}}(x)$ şeklinde ifade edilir. Bu denklemde x , reel doğru üzerindeki $R: -\infty < x < +\infty$ sayıyı ve $\mu_{\tilde{A}}(x)$ üyelik fonksiyonunu temsil eder. $[0,1]$ aralığındaki sayılarla üyelik fonksiyonu ifade edilir [84].

4.2.1.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

$\tilde{A} = (n_1, n_2, n_3)$ olarak belirtilen üçgensel bulanık sayılar aşağıda ifade edildiği şekilde gösterilir;

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < n_1 \text{ veya } x > n_3 \\ \frac{x-n_1}{n_2-n_1}, & n_1 \leq x \leq n_2 \\ \frac{n_3-x}{n_3-n_2}, & n_2 \leq x \leq n_3 \end{cases} \quad (4.1)$$

Üçgensel bulanık sayılar Şekil 4.2’de gösterilmiştir:



Şekil 4.2 Üçgensel bulanık sayı [85].

\tilde{A} bulanık sayısının taban ve tavan değerleri; l ve u , orta değeri ise m olarak ifade edilirse, k pozitif bir sayıyı ifade etmektedir. İki bulanık üçgen sayı (\tilde{A}_1 ve \tilde{A}_2) işlemlerinden bazıları aşağıda verilmiştir [86]:

$$\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (l_1 + l_2; m_1 + m_2; u_1 + u_2) \text{ Toplama işlemi,} \quad (4.2)$$

$$\tilde{A}_1 \ominus \tilde{A}_2 = (l_1 - l_2; m_1 - m_2; u_1 - u_2) \text{ Çıkarma işlemi,} \quad (4.3)$$

$$\widetilde{A}_1 \otimes \widetilde{A}_2 = (l_1, l_1; m_1, m_2; u_1, u_2) \text{ Çarpma işlemi,} \quad (4.4)$$

$$\widetilde{A}_1 \oslash \widetilde{A}_2 = \left(\frac{l_1}{l_2}; \frac{m_1}{m_2}; \frac{u_1}{u_2} \right) \text{ Bölme işlemi,} \quad (4.5)$$

$$\widetilde{A}_1^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}; \frac{1}{m_1}; \frac{1}{l_1} \right) \text{ Ters işlem.} \quad (4.6)$$

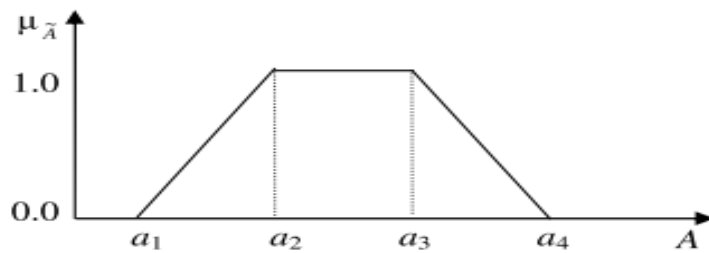
$$\widetilde{A}_1 \otimes k = (l_1, l_2, l_3).k \text{ Sabit sayılarla çarpma işlemi.} \quad (4.7)$$

Bir üçgen bulanık sayıyı “n” (n_1, n_2, n_3) şeklinde belirtirsek, m ve n pozitif bulanık sayılar, r pozitif reel sayı olmak üzere, Verteks yöntemi ile bulanık sayılar arasındaki uzaklık bulunur. $m = m_1, m_2, m_3$ ve $n = n_1, n_2, n_3$ iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklığı verteks yöntemi ile hesaplanması aşağıdaki gibidir [85]:

$$d(m, n) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (4.8)$$

4.2.1.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk bulanık sayılar en çok kullanılan bulanık sayı çeşitleri arasında yer almaktadır. Çok kullanılmasının ardında, üçgen bulanık sayıların yamuk bulanık sayıların özel şeklini oluşturması ve dilsel değişkenlerle basit şekilde anlaşılabilmesidir [40]. Yamuk bulanık sayı Şekil 4.3’te gösterilmiştir:



Şekil 4.3 Yamuk bulanık sayı [87].

Şekilde görüldüğü gibi dört parametreden oluşur; a_1 ve a_4 , bulanık kümenin alt ve üst sınır değerleri, a_2 ve a_3 tam üyelikli sayılar kümesinin sınırlarını göstermek amacıyla aşağıdaki gibi tanımlanır [1]:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \text{ veya } x > a_4 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{x-a_4}{a_3-a_4}, & a_3 \leq x \leq a_4 \end{cases} \quad (4.9)$$

İki yamuk bulanık sayı arasındaki işlemler $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$, r pozitif bir sayı olmak üzere;

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3, a_4) + (b_1, b_2, b_3, b_4) \text{ Toplama işlemi,} \quad (4.10)$$

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3, a_4) - (b_1, b_2, b_3, b_4) \text{ Çıkarma işlemi,} \quad (4.11)$$

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3, a_4) \cdot (b_1, b_2, b_3, b_4) \text{ Çarpma işlemi,} \quad (4.12)$$

$$\tilde{A} \oslash \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3, a_4) / (b_1, b_2, b_3, b_4) \text{ Bölme işlemi,} \quad (4.13)$$

$$\tilde{A}^{-1} = (a_1, a_2, a_3, a_4)^{-1} \text{ Ters işlem,} \quad (4.14)$$

$$\tilde{A} \otimes r = (a_1, a_2, a_3, a_4) \cdot r \text{ Sabit sayılarla çarpma işlemi.} \quad (4.15)$$

Bir pozitif yamuk bulanık sayıyı “ n ” (n_1, n_2, n_3, n_4) şeklinde belirtirsek, m ve n pozitif bulanık sayılar olmak üzere, Verteks yöntemi ile bulanık sayılar arasındaki uzaklık bulunur. $m = m_1, m_2, m_3, m_4$ ve $n = n_1, n_2, n_3, n_4$ iki pozitif yamuk bulanık sayı arasındaki uzaklığı verteks yöntemi ile hesaplanması aşağıdaki gibidir [1]:

$$\tilde{d}(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{4}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2 + (m_4 - n_4)^2]} \quad (4.16)$$

4.3. Bulanık Matris

En az bir elemanı bulanık sayıdan oluşan matristir. Aşağıdaki formülde gösterildiği gibi $\forall i, j$ için $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ pozitif bulanık sayılardan oluşur [85]:

$$\begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (4.17)$$

4.4.α- Kesim

\tilde{n} bulanık sayısının α - kesimi şu şekildedir [1];

$$\tilde{n}^\alpha = \{x_i: \mu_{\tilde{n}}(x_i) \geq \alpha, x_i \in X\}.$$

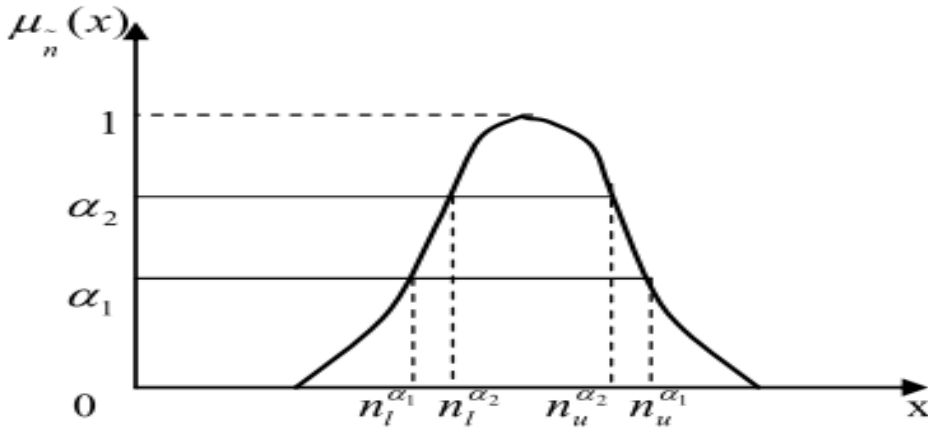
\tilde{n} , X evreninde boş olmayan, kapalı ve sınırlı aralıkta bulunan bulanık sayı olan ve \tilde{n}_l^α kapalı aralıktaki alt sınırı \tilde{n}_u^α ise üst sınırını belirtmektedir ve $\tilde{n}^\alpha = \left[\begin{array}{cc} \sim\alpha & \sim\alpha \\ n_l & n_u \end{array} \right]$ olarak gösterilmektedir. \tilde{n} bulanık sayısının α - kesimi;

$$\tilde{n}^{\alpha_1} = \left[\begin{array}{cc} \sim\alpha_1 & \sim\alpha_1 \\ n_l & n_u \end{array} \right], \tilde{n}^{\alpha_2} = \left[\begin{array}{cc} \sim\alpha_2 & \sim\alpha_2 \\ n_l & n_u \end{array} \right]. \quad (4.18)$$

Şeklinde ifade edilmektedir.

$\alpha_2 \geq \alpha_1$, olursa $\tilde{n}_l^{\alpha_2} \geq \tilde{n}_l^{\alpha_1}$ ve $\tilde{n}_u^{\alpha_1} \geq \tilde{n}_u^{\alpha_2}$ olur.

\tilde{n} Bulanık sayısının α - Kesimi Şekil 4.4'te verilmiştir:



Şekil 4.4 \tilde{n} Bulanık sayısının α - Kesimi [85].

4.5. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Thomas L. Saaty tarafından 1977 de geliştirilen Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) metodu birden fazla kriter içeren karmaşık karar problemlerinin çözümünde kullanılan metottur. Bulanık AHS, karar vericilerin karışık karar problemlerini,

problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi açıklayan bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir. Metodun önemli özelliği karar vericinin hem objektif hem de öznel düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir. Bilginin, deneyimin ve bireyin düşüncelerinin mantıksal bir şekilde bir araya getirildiği bir metottur. Bulanık AHS oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir ayrıca pek çok karar probleminde aktif olarak kullanılmaktadır [88].

Bulanık AHS, her kriterin birbirine göre önem derecesini belirlemek amacıyla karar vericilere ihtiyaç duyar. Sonra her kriter kullanılarak, karar alternatifleri arasından bir tercih yapılır. Bulanık AHS karar alternatiflerini önem sırasına göre sıraya koyar. Bulanık AHS; bireylere ve gruplara, karar verme sürecindeki nitel ve nicel faktörleri birleştirir ve güçlü, kolay anlaşılabilir bir yönetim bilimidir. Bulanık AHS, pek çok sayıda alternatif arasından seçim ve sıralama yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunabildiği, çok kriterli, çok amaçlı, belirlilik veya belirsizlik durumunda karar vermede kullanılır [89].

Bulanık AHS, problemi daha kolay anlaşılabilir ve objektif değerlendirmeye katkı sağlayabilecek alt problemlere ayırıştırır. Yapılan objektif değerlendirmeler sayısal değerlere dönüştürülür, her alternatif sayısal bir ölçek üzerinde sıralamak için işleme alınır. Bulanık AHS' nin kullanıldığı karar verme aşamasında aşağıdaki adımlar izlenir [79]:

- ❖ Problem tanımlanır ve hiyerarşik yapı oluşturulur,
- ❖ Uzmanlardan ve karar vericilerden ikili karşılaştırma esasına göre bilgi toplanır,
- ❖ İkili karşılaştırmalardan elde edilen veriler, köşegen elemanları 1 olan kare matrisine dönüştürülür. Bu matrise ikili karşılaştırma matrisi denir,
- ❖ Alternatiflerin öncelik değerlerini bulmak için ikili karşılaştırma matrisinin sentezleme işlemi yapılır,
- ❖ Tutarlılık indeksi hesaplanır,
- ❖ Bileşik görelilik öncelik değerleri hesaplanır.

AHS prosedürü ikili karşılaştırmalar ve karar verme problemlerinin kapsadığı maddelerin hiyerarşik yapısından oluşmaktadır ve birçok farklı alanda uygulanmıştır; çok kriterli karar verme, planlama, proje karşılaştırması, bilgi sistem tasarımı vb. [90].

Olağan bulanık AHS yöntemleri, çeşitli yazarlar tarafından önerilmiştir. Bu yöntemler, bulanık küme teorisi ve hiyerarşik yapı analizi kavramlarını kullanarak alternatif seçim ve gerekçelendirme problemine sistematik yaklaşımlardır. Karar vericiler genellikle aralarında karar vermenin, sabit değer yargılarından çok daha güvende olduğunu bulmaktadır. Bunun nedeni, genellikle, karşılaştırma sürecinin belirsiz doğası nedeniyle, tercihlerini açıkça ifade edememesidir [90].

[91] yapılan çalışmalarda önerilen çeşitli bulanık AHS yöntemlerini şu şekilde özetlemiştir:

Van Laarhoven ve Pedrycz 1983 yılında bulanık AHS konusundaki ilk teorik çalışmayı gerçekleştirmiş ve çalışmada üçgensel bulanık ağırlıkları, üçgensel bulanık karşılaştırma matrisinden elde etmek için bulanık logaritmik en küçük kareler tekniğini kullanmışlardır. Doğrusal denklemlerde her zaman çözüm bulunamamakla birlikte çoklu karar verici önerileri matrisle modellenmiştir.

Buckley 1985 yılında geometrik ortalama yönteminden yararlanarak bulanık ağırlık hesaplaması yapmıştır. Çok fazla hesaplama gerektiren bir yöntemdir ve sadece bir çözümü garantilemektedir ancak bulanık duruma genişletmek kolaydır. Yamuk üyelik fonksiyonları ile karşılaştırma oranlarının bulanık önceliğini belirlemiştir.

Boender vd. 1989 yılında Van Laarhoven ve Pedrycz'in bulduğu yöntemi geliştirmiş ve lokal önceliğin normalize edilmesi için güçlü bir yaklaşım ele almışlardır. Bu yöntemde de çok fazla işlem gerekmektedir ama çoklu karar verici görüşlerini modelleyebilmektedir.

Cheng 1996 yılında karar vermenin zorluğu sorununa ek olarak, birden fazla verinin kaybolmasına ve çok daha fazla bulanıklığa sebep olan birçok bulanık aritmetik işlem kullanmıştır. Avantajı hesaplamının çok fazla olmamasıdır ancak teknik olarak olasılık ve olabirliğe dayanmaktadır. Üçgensel bulanık sayılarla ifade edilen, her sistemin derecesi her ölçüte göre tatmin derecesi tam sayılarla sıralanmıştır.

Tablo 4.1'de BAHS yöntemlerinin karşılaştırılması yer almaktadır:

Tablo 4.1 Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemlerinin karşılaştırılması [91].

Kaynak	Yöntemin Ana Özelliği	Avantaj (A) ve Dezavantajları (D)
Van Laarhoven ve Pedrycz "1983"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Saaty'nin AHS yönteminin üçgen bulanık sayılar ile genişletilmiş halidir. ➤ Bulanık ağırlıkların ve bulanık performans skorlarının bulunmasında Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler yöntemi kullanılır. 	<p>(A)Karar vericilerin görüşleri karşılaştırma matrisi ile modellenebilir.</p> <p>(D)Doğrusal denklemlerde her zaman bir çözüm yoktur.</p> <p>(D)Küçük bir problem için bile çok fazla sayısal hesaplama gerektirir.</p> <p>(D)Sadece üçgen bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.</p>
Buckley "1985"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Saaty'nin AHS metodunun ikizkenar yamuk bulanık sayılar ile genişletilmesidir. ➤ Bulanık ağırlıkları ve bulanık performans skorlarını elde etmek amacıyla geometrik ortalama yönteminin kullanılmasıdır. 	<p>(A)Bulanık durumuna genişletmek kolaydır.</p> <p>(A)Karşılıklı karşılaştırma matrisine tek bir çözümü garanti eder.</p> <p>(D)Çok fazla sayısal hesaplama gerektirir.</p>
Boender vd. "1989"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Van Laarhoven ve Pedrycz'in modelinin genişletilmiş halidir. ➤ Yerel önceliklerin normalizasyonunda daha sağlam yaklaşım sunar. 	<p>(A)Çok sayıda karar vericinin görüşleri modellenebilir.</p> <p>(D)Çok fazla sayısal hesaplama gerektirir.</p>
Chang "1996"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sentetik derece değerleri ➤ Basit seviye sıralaması ➤ Birleşik toplam sıralama 	<p>(A)Daha az sayısal hesaplama gerektirir.</p> <p>(A)Klasik AHS'nin adımlarını izler ve ek işlem gerektirmez.</p> <p>(D)Sadece üçgen bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.</p>
Cheng "1996"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bulanık standartlar geliştirir. ➤ Performans skorlarını üyelik fonksiyonu ile gösterir. ➤ Toplam ağırlığın hesaplanmasında entropi kavramlarını kullanır. 	<p>(A)Sayısal hesaplama ihtiyacı çok fazla değildir.</p> <p>(D)Entropi olasılık dağılımı bilindiği zaman kullanılır. Yöntemi hm olasılık hem de olabirlik ölçütlerine dayanır.</p>

4.5.1. Buckley Yaklaşımı

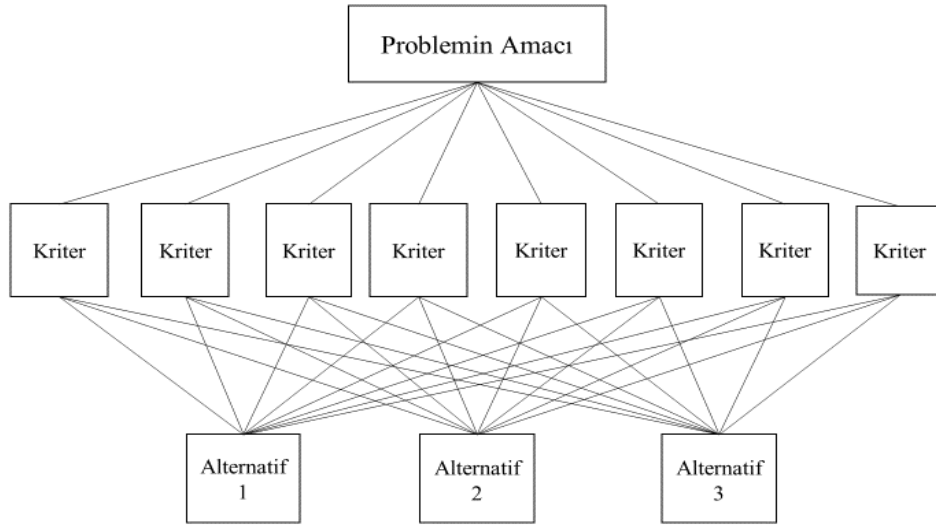
Buckley, Saaty'nin AHS metodunun bir diğer uzantısını r_{ij} bulanık karşılaştırma oranı ile geliştirerek Van Laarhoven ve Pedrycz 'nin yöntemlerinde bulunan iki probleme dikkat çekmiştir. Bunlar lineer denklemlerin sadece bir çözüm içermemesi ve üssel bulanık sayıların kullanılması gerektiğidir [92].

Buckley, yeni bir model geliştirerek geometrik ortalama ile performans puanları ve bulanık sayıları hesaplamıştır. Üçgen bulanık sayıların kullanılmasında eksik veriler olabileceği ve birden fazla sonuç ortaya çıkması nedeniyle sağlıklı veriler elde edilemeyeceğini belirtmiştir. Ayrıca üçgen bulanık sayılarla yapılan işlem sonuçlarının yine üçgen bulanık sayı çıkmama olasılığı nedeniyle yaklaşık değer kullanılacak olması verilerin doğruluğu konusunda sıkıntı oluşturmaktadır. Ancak Buckley'in geliştirdiği yöntemde ağırlıklar için bir yöntem kullanılması veri kaybının önüne geçmektedir [93].

Buckley'in yöntemini içeren yaklaşımın analiz adımları aşağıda ele alınmıştır [94];

-Problem Tanımı ve Hiyerarşinin Oluşturulması;

Tipik BAHS karar probleminde bir dizi alternatif, $M_i (i = 1, 2, \dots, m)$ ve bir dizi değerlendirme kriteri $C_j (j = 1, 2, \dots, n)$, her bir çift kriterin nispi önemini temsil eden bir dilsel yargılama r_{ij} ve ağırlık vektörü $w = w_1, w_2, \dots, w_n$ bulunmaktadır. Tüm önemli kriterleri ve karar problemiyle ilişkisini belirlemede hiyerarşi adımı çok önemlidir. Çünkü seçilecek kriterler nihai sonucu etkileyebilmektedir. Hiyerarşinin yapısı yukarıdan aşağıya doğru; problemin amacı, orta seviyede (kriterler ve sonraki seviyelere bağlı alt kriterler), alt seviyede (alternatif listesi) olarak sıralanmaktadır. Şekil 4.5'te karar hiyerarşisi yer almaktadır:



Şekil 4.5 Karar hiyerarşisi

Hiyerarşi öğelerinin en üst düzeyinde sadece problemin amacı (nihai hedefi) bulunur ve bu genel bir amacı ortaya koyar. Kriterlerde farklı öğeler yer alabilir ancak önem düzeyleri farklı ise alt üst kriter olarak ayrılmalıdır.

-Bulanık İkili Karşılaştırmaların Değerlendirilmesi;

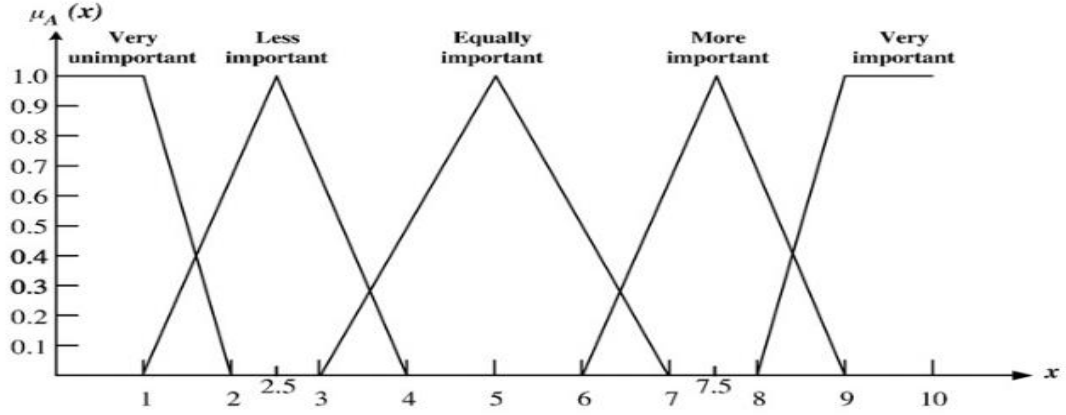
İlk olarak hiyerarşi oluşturulur, ikili karşılaştırması değerlendirilmesi yapılır. Hiyerarşi seviyesindeki tüm kriterler, üst seviyedeki kriterler ile karşılaştırılır ve dilsel terimler kullanılarak ikili karşılaştırma yapılır. Chen'in tanımlamasına göre beş dilsel terim; çok önemsiz (VU) very unimportant, az önemli (LI) less important, eşit önem (EI) equally important, daha önemli (MI) more important ve çok önemli (VI) very important olarak 0-10 arasındaki değerlerde bulanık karşılaştırma matrislerini geliştirmek için kullanılır. Beş dilsel değişken, aşağıdaki tabloda ve şekildeki üyelik fonksiyonları ile tanımlanmaktadır.

\tilde{A} her çift elemanın bulanık göreceli önemini temsil eden bulanık karşılaştırma matrisi,

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{r}_{12} & \cdots & \tilde{r}_{1n} \\ \tilde{r}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{r}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{r}_{n1} & \tilde{r}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \text{şeklinde verilmiştir.} \quad (4.19)$$

Buckley yönteminde, negatif dilsel ifade ilgili pozitif dilsel ifadenin bulanık sayısının tersine ve tersine çevrilmiş sırasına göre ele alınır.

Dilsel değerler için üyelik fonksiyonları Şekil 4.6’da gösterilmiştir:



Şekil 4.6 Dilsel değerler için üyelik fonksiyonları [94].

Şekilde, “Çok Önemli” ve “Çok Önemli” nin yarı yamuk üyelik fonksiyonları ile temsil edilmektedir; geri kalan seviyeler simetrik üçgen üyelik fonksiyonları ile tanımlanır.

B kriteri ile karşılaştırılan A kriterinin “daha önemli” olarak vurgulanan bulanık sayısı (6,7.5,9)’dir, bu yüzden negatif dilsel ifadeler “az önemli” olarak tanımlanır (1/9, 1/7.5, 1/6). Dolayısıyla karşılıklı matris oluşturulurken bu tür sıkıcı manipülasyonlardan kaynaklanan hatalardan kaçınmak için dikkatli kontroller yapılması gerekir. Bu zorluğun üstesinde gelmek için her negatif karşılıklı eleman kendi temsili bulanık sayısı ile karakterize edilir.

Şekilde gösterilen beş üyelik işlevi denklemler ile matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$X(\alpha)_{VU} = \begin{cases} X_{\alpha,L} = 0 \\ X_{\alpha,M} = \frac{0.5+(X_{\alpha,L})[X_{\alpha,L}-1](0.33+0.17\alpha)+1]}{1+(0.5X_{\alpha,L}-0.5)(1+\alpha)} \\ X_{\alpha,R} = 2 - \alpha \end{cases} \quad (4.20)$$

$$X(\alpha)_{LI} = \begin{cases} X_{\alpha,L} = 1 + 1.5\alpha \\ X_{\alpha,M} = 2.5 \\ X_{\alpha,R} = 4 - 1.5\alpha \end{cases} \quad (4.21)$$

$$X(\alpha)_{EI} = \begin{cases} X_{\alpha,L} = 3 + 2\alpha \\ X_{\alpha,M} = 5 \\ X_{\alpha,R} = 7 - 2\alpha \end{cases} \quad (4.22)$$

$$X(\alpha)_{MI} = \begin{cases} X_{\alpha,L} = 6 + 1.5\alpha \\ X_{\alpha,M} = 7.5 \\ X_{\alpha,R} = 9 - 1.5\alpha \end{cases} \quad (4.23)$$

$$X(\alpha)_{VI} = \begin{cases} X_{\alpha,L} = 8 + \alpha \\ X_{\alpha,M} = 8 + \frac{1.5 + (9 - X_{\alpha,L})(9 - X_{\alpha,L})(0.67 + 0.17\alpha) + 0.5}{1 + (4.5 - 0.5X_{\alpha,L})(1 + \alpha)} \\ X_{\alpha,R} = 10 \end{cases} \quad (4.24)$$

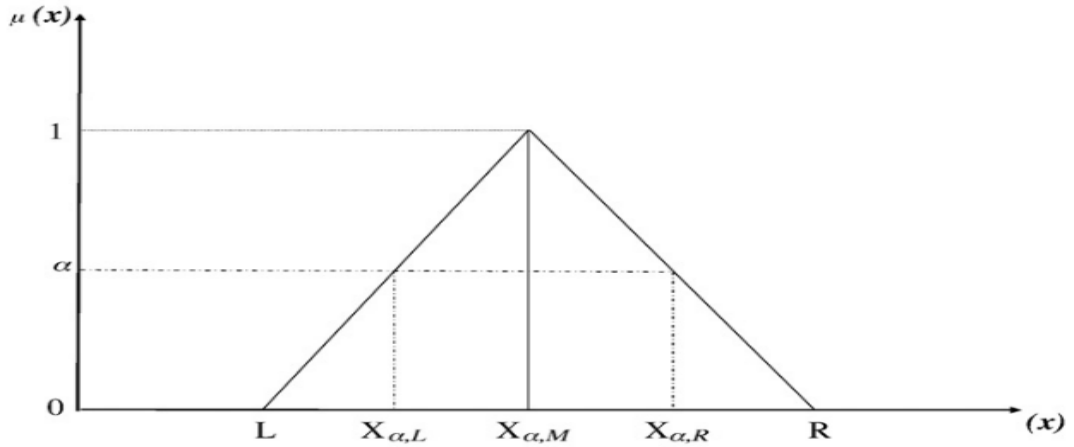
Bu denkleme göre bulanık karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & (X_{12,L}X_{12,M}X_{12,U}) & \cdots & (X_{1n,L}X_{1n,M}X_{1n,U}) \\ (X_{21,L}X_{21,M}X_{21,U}) & 1 & \cdots & (X_{2n,L}X_{2n,M}X_{2n,U}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (X_{n1,L}X_{n1,M}X_{n1,U}) & \cdots & \cdots & 1 \end{bmatrix}. \quad (4.25)$$

Örneğin, Denklem'de $(X_{12,L}, X_{12,M}, X_{12,U})$, düşük orta ve yüksek değer olarak gösterilmektedir ve 1. element, 2. element ile karşılaştırıldığında daha yüksek seviyededir. Bulanık ağırlık hesaplamalarını kolaylaştırmak için, \tilde{A} matrisi ayrıca üç asıl matris halinde de ayrıştırılır: alt sınır matris (A_L), büyük olasılıklı matris, (A_M) ve üst sınır matrisi (A_U). A_U ile ilgili olarak, örnek tanımlama şu şekildedir;

$$\begin{bmatrix} 1 & X_{21,U} & \cdots & X_{1n,U} \\ X_{21,U} & 1 & \cdots & X_{2n,U} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1,U} & \cdots & \cdots & 1 \end{bmatrix}. \quad (4.26)$$

α – Kesim altındaki üçgen bulanık aralıklar Şekil 4.7’de gösterilmiştir:



Şekil 4.7 α –Kesim altındaki üçgen bulanık aralıklar [94].

Şekilde, verilen bir değere ilişkin üçgen bulanık bir sayının ($X_{\alpha,L}, X_{\alpha,M}, X_{\alpha,R}$) ile gösterilebileceğini göstermektedir. $X_{\alpha,L}, X_{\alpha,M}, X_{\alpha,R}$ sırasıyla bulanık sayının en muhtemel değerini, minimum değerini ve maksimum değerini temsil eder.

Karar verme süreci ile ilgili belirsizlik derecelerini yansıtmak amacıyla α -kesim kavramı uygulanır. Bir başka yöntemin Buckley yöntemine göre geliştirilmesidir. α değeri 0 - 1 arasındadır ve $\alpha = 0$, $\alpha = 1$, belirsizlik derecesinin en büyük ve en küçük olduğunu belirtir. Uygulamalarda $\alpha = 0$, $\alpha = 0.5$ ve $\alpha = 1$ sırasıyla kötümser, ılımlı ve iyimser görünüme sahip olan karar verme koşullarını belirtmek için kullanılır.

-Element Ağırlığı Hesaplama

Normalizasyon Geometrik Ortalama (NGM) yönteminde Buckley modeli yerel ağırlıkları hesaplamak için uygulanır ve aşağıda verilmiştir; [95]

$$W_i = \frac{\varphi_i}{\sum_{i=1}^n \varphi_i}, \forall_i \quad (4.27)$$

$$\varphi_i = (\prod_{j=1}^n r_{ij})^{1/n}, i,j=1,2,\dots,n; \text{ her satırın geometrik ortalaması} \quad (4.28)$$

Yukarıdaki denklemlerde φ_i , kriterin geometrik ortalamasıdır. r_{ij} i kriteri ile j kriteri arasındaki karşılaştırma değeridir. w_i , kriterin ağırlığıdır, burada $w_i > 0$ ve $\sum_{i=1}^n w_i = 1, 1 \leq i \leq n$ şeklinde tanımlanır ve Buckley'in hesaplama algoritması bir veya birden

fazla karar verici olması halinde uygulanır. Tek karar verici çözüm adımları şu şekildedir [92]:

- Karar vericilerin fikri alınıp, yamuk bulanık sayılarla karşılaştırma matrisi oluşturulur,
- Bulanık W_i ağırlık vektörü hesaplanır ve her sıra için geometrik ortalama bulunur: $g_i = (r_{i1} \otimes \dots \otimes r_{in})^{\frac{1}{n}}$, $\forall i$
Bulanık Ağırlık vektörü W_i ; $W_i = g_i \otimes (g_1 \oplus \dots \oplus g_n)^{-1}$ olarak hesaplanır.
- Bulanık ağırlıklar e bulanık performans dereceleri, BÇKKV probleminde de görüldüğü gibi birleştirilir buna bulanık fayda değeri ismi verilir;
- $U_i = \sum_{j=1}^n w_i r_{ij}$, $\forall i, j$

Buckley modelinde bulanık toplama ve bulanık çarpma, karmaşık olan ve önemli hesaplama zamanları gerektiren grup kararından bulanık ağırlıkları türetmek için kullanılır. Bunun yerine önerilen model, basitliği ve verimliliği nedeniyle bulanık maksimum-minimum operatörü ve ağırlık merkezi (COG) center of gravity tekniklerini kullanır.

$$\mu_A(X) = \max\{\min[\mu_1(X), \mu_2(X), \dots, \mu_n(X)]\} \quad (4.29)$$

$\mu_A(X)$, x alt ögesinin kümelenmiş A kümesindeki üyelik değeridir; $\mu_1(X), \mu_2(X), \dots, \mu_n(X)$ sırasıyla 1., 2., ... ve n. dereceyi temsil eden üyelik notlarıdır.

Ağırlık merkezi yöntemi aşağıda verilmiştir [96];

$$z^* = \frac{\int \mu(z).z.dz}{\int \mu(z).dz} \quad (4.30)$$

$\mu(z)$ üye değeridir; z^* ağırlıklı ortalamadır.

Buna göre, alt kriter toplam ağırlığı, S_l ;

$$S_l = \sum_{i=1}^L W_k \times S_{lk} \quad (4.31)$$

W_k k'nın ana kriter ağırlığıdır, S_{lk} l alt kriter ağırlığı ile k ana kriter ağırlığının yerel ağırlığıdır. Alt kriter R_m ;

$$R_m = \sum_{m=1}^M S_l \times R_{ml} \quad (4.32)$$

Normalize edilen ağırlık vektörleri;

$$W' = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^r, \quad W; \text{ bulanık olmayan sayı} \quad (4.33)$$

$M=(l, w, u)$ olarak verilen bulanık sayılar;

$$M_i = \frac{l_{wi} + m_{wi} + u_{wi}}{3}, \text{ durulaştırılır.} \quad (4.34)$$

Durulaştırılan M_i değeri bulanık sayı olmadığı için normalleştirilir;

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (4.35)$$

4.6. Bulanık TOPSİS

Bulanık TOPSİS metodu (Fuzzy Tecnique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yoon ve Hwang tarafından 1981 yılında geliştirilmiştir. Bulanık TOPSİS sınırlı alternatifler arasından çözüm belirlemeye yönelik çok kriterli karar verme metodlarından birisidir. Bulanık TOPSİS' in temel prensibi, seçilen alternatifin pozitif ideal çözüme (PIS) en kısa mesafede ve negatif ideal çözüme (NIS) en uzak mesafede olmasıdır [36]. Daha sonra, pozitif ideal çözüme azami benzerlik gösteren alternatif seçilir.

TOPSİS yöntemi bulanık ortamdaki verilerin belirsizliğini yakalanması konusunda bazı kısıtlamalara sahiptir ayrıca bulanıklığın ve belirsizliğin birçok karar verme probleminin özelliği olduğu bilinmektedir. Bu sebeple, bulanık ortam altında karar alma sürecindeki bir belirsizliğe etki edebilir. Bulanık ortam altında ÇKKV problemini çözmek ve karar vericilerin değerlendirmesinde kesin olarak ifade etmek, klasik TOPSİS yönteminden daha uygun ve etkilidir [97], [98]. Bulanık TOPSİS yöntemlerinin karşılaştırılması Tablo 4.2'de verilmiştir:

Tablo 4.2 Bulanık TOPSİS yöntemlerinin karşılaştırılması [99].

Kaynak	Kriter Ağırlığı	Bulanık Sayı Çeşidi	Sıralama Yöntemi	Normalizasyon Yöntemi
Chen ve Hwang “1992”	Bulanık Sayılar	Yamuk	Lee ve Li’nin genel ortalama yöntemi	Doğrusal normalizasyon
Chen “2000”	Bulanık Sayılar	Üçgen	Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümler (1,1,1) ve (0,0,0) olarak alınmıştır.	Doğrusal normalizasyon
Chu “2002”	Bulanık Sayılar	Üçgen	Liou ve Wang’ın “1992” sıralama yöntemi	Yenilenmiş Manhattan uzaklığı
Tsaur vd. “2002”	Bulanık Sayılar	Üçgen	Zhao ve Govind’in “1991” ağırlık merkezi yöntemi	Vektör normalizasyonu
Zhang ve Lu “2003”	Bulanık Sayılar	Üçgen	Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümler (1,1,1) ve (0,0,0) olarak alınmıştır.	Manhattan uzaklığı
Chu ve Lin “2003”	Bulanık Sayılar	Üçgen	Kaufmann ve Gupta’nın “1988” önerdiği ortalama yöntemi	Doğrusal normalizasyon
Chen vd. “2006”	Bulanık Sayılar	Yamuk	Bulanık pozitif ideal çözüm maksimum değerler ve negatif ideal çözüm minimum değerler	Doğrusal normalizasyon

Bulanık TOPSİS metodunda kullanılan bazı normalizasyon yöntemleri Tablo 4.3’te yer almaktadır:

Tablo 4.3 Bulanık TOPSİS metodunda kullanılan bazı normalizasyon yöntemleri [100].

1. Vektör Normalizasyonu: $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}, i=1, \dots, m; j=1, \dots, n.$
2. Doğrusal Normalizasyon (1): $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*}, i=1, \dots, m; j=1, \dots, n; x_j^* = \max_i \{x_{ij}\}$ fayda özellikleri için $r_{ij} = \frac{\tilde{x}_j}{x_j^*}, i=1, \dots, m; j=1, \dots, n; x_j^* = \min_i \{x_{ij}\}$ $r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{x_j^*}, i=1, \dots, m; j=1, \dots, n; x_j^* = \max_i \{x_{ij}\}$ maliyet özellikleri için
3. Doğrusal Normalizasyon (2): $r_{ij} = \frac{x_{ij} - \tilde{x}_j}{x_j^* - \tilde{x}_j}$ fayda özellikleri için $r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^*}{x_j^* - \tilde{x}_j}$ maliyet özellikleri için
4. Doğrusal Normalizasyon (3): $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, i=1, \dots, m; j=1, \dots, n.$
5. Monotonik Olmayan Normalizasyon: $e^{-\frac{z^2}{2}}, z = \frac{(x_{ij} - x_j^0)}{\sigma_j}; x_j^0$ en uygun değer ve σ_j ise j th özelliğine göre alternatif puanların standart sapmasıdır.

Çalışmamızda, (Chen vd, 2006) tarafından geliştirilmiş olan Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır.

Bu yöntemde ilk olarak karar verici grup oluşturulur $E = \{KV_1, KV_2, \dots, KV_n\}$. KV'ler karar kriterlerinin önem ağırlığını ve kriter değerlerini sayısal ifade edebilmek amacıyla üçgen üyelik fonksiyonlarını kullanır.

Mevcut alternatifler $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ve bu alternatifleri değerlendirmek için kullanılacak kriterler $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$ belirlenir. Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılacak olan sözel değişkenler kararlaştırılır ve sözel değişkenlerle alternatif ve kriterler değerlendirilir.

Bulanık TOPSİS yönteminin adımları ayrıntılı biçimde aşağıda verilmiştir: [1].

Karar Vericilerin KV karar kriterleri ve alternatiflere yönelik yapmış olduğu değerlendirme adımları;

$\widetilde{W}_j = (W_{jk1}, W_{jk2}, W_{jk3}, W_{jk4})$ ve $\widetilde{X}_{ij} = (a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk}, d_{ijk})$ olsun ($i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$). KV'lerin kriterlere yönelik adayları değerlendirilmesiyle bulanık kriter değerleri $\widetilde{X}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ olarak gösterilir.

$$a_{ij} = \min\{a_{ijk}\}, b_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k b_{ijk}, k_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k k_{ijk}, d_{ij} = \max\{d_{ijk}\} \quad (4.36)$$

olarak hesaplanır. Aynı şekilde karar kriteri önem ağırlıkları

$$\widetilde{W}_j = (W_{j1}, W_{j2}, W_{j3}, W_{j4}) \text{ şeklinde gösterilir.} \quad (4.37)$$

$$W_{j1} = \min\{w_{jk1}\}, w_{j2} = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k w_{jk2}, w_{j3} = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k w_{jk3},$$

$$w_{j4} = \max\{w_{jk4}\} \text{ formülleri ile hesaplanır.} \quad (4.38)$$

Bulanık ÇKKV problemi matrisi şu şekilde gösterilir;

$$\widetilde{D} = \begin{bmatrix} K_1 & K_2 & \dots & K_n \\ \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}, \widetilde{W} = [\widetilde{w}_1 \quad \widetilde{w}_2 \quad \dots \quad \widetilde{w}_n]. \quad (4.39)$$

Bu denklemde $\widetilde{X}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ ve $\widetilde{W}_j = (W_{j1}, W_{j2}, W_{j3}, W_{j4})$

pozitif yamuk bulanık sayılardır \widetilde{D} , bulanık karar matrisi \widetilde{W} ise bulanık ağırlıklar matrisidir. Karar kriterleri fayda ve maliyet kriterleri şeklinde gruplandırılır. Normalize edilen bulanık karar matrisi şu şekilde olur:

$$\widetilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (4.40)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{d_j^*}, \frac{b_{ij}}{d_j^*}, \frac{c_{ij}}{d_j^*}, \frac{d_{ij}}{d_j^*} \right), d_j^* = \max d_{ij}, j \in B, \quad (4.41)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{d_{ij}}, \frac{a_j^-}{d_{ij}}, \frac{a_j^-}{d_{ij}}, \frac{a_j^-}{d_{ij}} \right), a_j^- = \min a_{ij}, j \in C, \quad (4.42)$$

şeklinde hesaplanır.

Karar kriterleri farklı ağırlığa sahip olabilir, bu yüzden normalize edilmiş bulanık karar matrisinin belirlenmesinin ardından ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin bulunması gerekir. Bu matris;

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i=1,2,\dots,m ; j=1,2,\dots,n \quad (4.43)$$

Elemanları;

$$\tilde{V}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{w}_j \quad (4.44)$$

şeklinde bulunur. Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisinden sonra bulanık pozitif ideal çözüm (FPIS, A^*) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS, A^-) şeklinde tanımlanır.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad (4.45)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (4.46)$$

Burada $i=1,2,\dots,m$; ve $j=1,2,\dots,n$ olmak üzere,

$$\tilde{v}_1^* = \max \{v_{ij4}\} \text{ ve } \tilde{v}_1^- = \min \{v_{ij1}\} \quad (4.47)$$

Her bir alternatifin FPIS ve FNIS' e olan uzaklığı sırasıyla $i=1,2,\dots,m$ olmak üzere ve $d_v(\cdot, \cdot)$ iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermek için;

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4.48)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4.49)$$

formülü kullanılarak hesaplanır. Daha sonra alternatiflerin yakınlık katsayıları hesaplanır ve alternatif sıralaması belirlenir. Alternatif yakınlık katsayıları (C_i) olarak hesaplanır.

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4.50)$$

Pozitif ideal çözüme uzaklığa \tilde{A}^* ve negatif ideal çözüme \tilde{A}^- uzaklığa eş zamanlı olarak dikkat edilir. $CC_i = 1$ ise $A_i = \tilde{A}^*$ ve $CC_i = 0$ ise $A_i = \tilde{A}^-$ dir. Buradan anlaşılacağı gibi alternatif yakınlık katsayısı “1” e eşit olduğunda alternatifin değeri bulanık pozitif ideal çözüme, “0” a eşit olduğunda bulanık negatif ideal çözüme eşittir. Daha sonra karar verici sözel değişkenleri dikkate alarak seçmiş olduğu en yüksek yakınlık katsayısı olan alternatifin değerlendirmesini yapar. Sözel değişkenler aşağıdaki Tablo 4.4’te verilmiştir [1]:

Tablo 4.4 Yakınlık katsayısı nedeniyle seçilen alternatifin kabul durumu

Yakınlık Katsayısı (CC_i)	Durum Değerlendirmesi
$CC_i \in [0,0.2)$	Kabul edilmesi önerilemez.
$CC_i \in [0.2,0.4)$	Yüksek risk ile kabul edilebilir.
$CC_i \in [0.4,0.6)$	Düşük risk ile kabul edilebilir.
$CC_i \in [0.6,0.8)$	Kabul edilebilir.
$CC_i \in [0.8,1.0]$	Kabul edilebilir ve kesinlikle tercih edilebilir.

Kısaca yöntem algoritması şu şekildedir;

1. Karar verici grup oluşturularak karar kriterleri belirlenir.
2. Dilsel değişkenler kullanılarak karar kriterleri ve alternatifler değerlendirilir.
3. Dilsel değişkenler pozitif yamuk bulanık sayılara çevrilerek kriter ağırlıkları ve kriter değerleri bulunur.
4. Bulanık karar matrisi ve bulanık ağırlıklar matrisi hesaplanır.
5. Normalize edilen bulanık karar matrisi oluşturulur.
6. Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi hesaplanır.
7. Pozitif ideal çözüm FPIS ve negatif ideal çözüm FNIS hesaplanır.
8. Tüm alternatifin FPIS ve FNIS’e olan uzaklığı hesaplanır.
9. Son olarak alternatiflerin yakınlık katsayıları hesaplanır ve alternatifler sıralanır.

BÖLÜM 5

UYGULAMA

Bulanık AHS ve Bulanık TOPSİS uygulamasında ilk adım, kullanılacak kriter ve alternatiflerin belirlenmesidir. Kriter ve alternatifler literatür incelemesi yapılarak belirlenmiştir. Uygulamada kullanılacak kriterlere Bölüm 3.6.1.Tarım Sektöründe Kazaya Sebep Olan Etmenler başlığı altında ayrıntılı biçimde yer verilmiştir. Alternatifler, Bölüm 3.5.Tarımda Ekonomik Faaliyet Sınıflaması başlığı altında ayrıntılı şekilde yer almaktadır. Çalışmada alanında uzman üç karar verici seçilmiştir. 3 uzman karar vericiden elde edilen toplam verilerle karar matrisi oluşturulmuş ve Tablo 5.1’de gösterilmiştir. Bu tabloda kriter ve alternatifler değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada tarım sektörlerinde kazaya sebep olan öncelikli kriterin belirlenmesi için hiyerarşik bir model oluşturularak, (Buckley 1985) tarafından geliştirilen Bulanık AHS yöntemi ile üçgensel bulanık sayılar kullanılarak öncelik vektörü hesaplanacak daha sonra (Chen vd. 2006) tarafından geliştirilen Bulanık TOPSİS yöntemi ile alternatif ağırlıkları hesaplanacaktır.

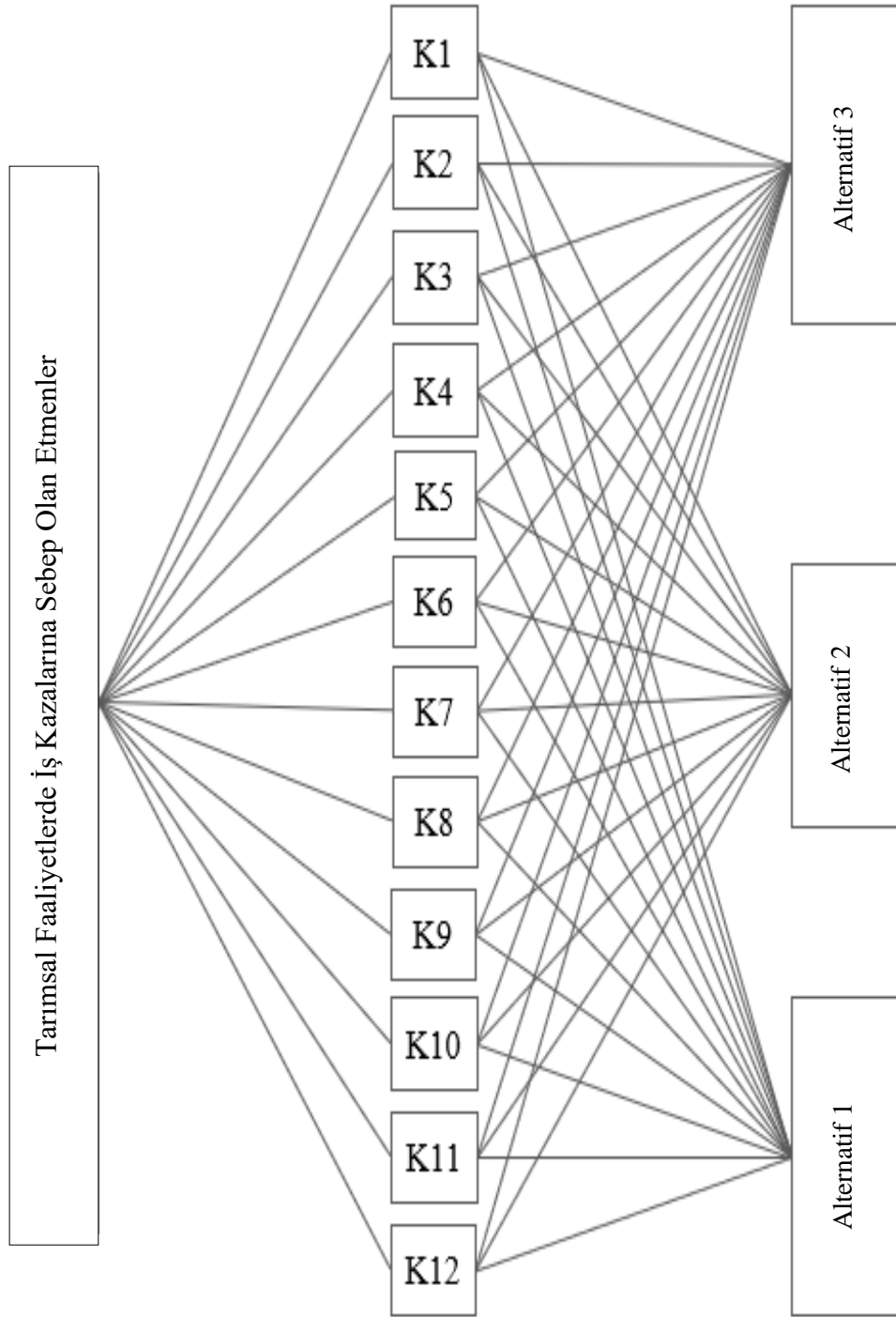
Çalışmada ikili karşılaştırma değerleri dilsel (sözel) bir şekilde ifade edilmiştir. BAHS yöntemi kullanılarak sözel belirsizliğin daha iyi ifade edilmesi, Bulanık TOPSİS metodu kullanılarak tarım sektörlerinde kazaya sebep olan öncelikli kriterin bulunması amaçlanmıştır.

5.1.Bulanık AHS ve Bulanık TOPSİS Yaklaşımının Aşamaları

5.1.1. Bulanık AHS Uygulama Aşamaları

Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan etmenlerin sektörlerle olan ilişkisinin belirlenmesi amacıyla uzman sektör karar vericileri ile yapılan ikili görüşmeler neticesinde ikili şekilde karşılaştırılan kriter matrisi Tablo 5.1’de gösterilmiştir.

Şekil 5.1’de uygulamada kullanılacak karar hiyerarşisi yer almaktadır:



Şekil 5.1 Karar hiyerarşisi

Kriterler:

K1: Tarım Makineleri ve El Aletleri

K2: Kimyasal Etmenler

K3: Hayvan Çarpması ve Isırması

K4: Biyolojik Etmenler

K5: Ergonomik Risk Faktörleri

K6: Termal Konfor Etmenleri ve Toz Maruziyeti

K7: Psiko -sosyal Etmenler

K8: Kayma ve Düşme

K9: Gürültü ve Titreşim

K10: Eğitim, Bilgi ve Planlama Eksikliği

K11: Uzun Çalışma Süresi

K12: KKD Kullanılmaması

Alternatifler:

Alternatif 1 (A1): Bitkisel ve Hayvansal Üretim

Alternatif 2 (A2): Ormancılık ve Tomrukçuluk

Alternatif 3 (A3): Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği

KRİTER	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
K1	(1,1,1)	(3,4,5)	(7,8,9)	(4,5,6)	(1,2,3)	(2,3,4)	(8,9,10)	(6,7,8)	(1,2,3)	(5,6,7)	(6,7,8)	(4,5,6)
K2		(1,1,1)	(6,7,8)	(1,2,3)	(1/5,1/4,1/3)	(0,5,1,1,5)	(7,8,9)	(4,5,6)	(1/3,1/2,1)	(2,3,4)	(5,6,7)	(1,2,3)
K3			(1,1,1)	(1/5,1/4,1/3)	(1/9,1/8,1/7)	(1/8,1/7,1/6)	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1/7,1/8,1/9)	(1/4,1/3,1/2)	(0,5,1,1,5)	(1/5,1/4,1/3)
K4				(1,1,1)	(1/6,1/5,1/4)	(1/5,1/4,1/3)	(7,8,9)	(5,6,7)	(1/3,1/4,1/5)	(2,3,4)	(4,5,6)	(1/3,1/2,1)
K5					(1,1,1)	(2,3,4)	(8,9,10)	(5,6,7)	(1,2,3)	(4,5,6)	(6,7,8)	(3,4,5)
K6						(1,1,1)	(7,8,9)	(6,7,8)	(1/3,1/2,1)	(5,6,7)	(6,7,8)	(2,3,4)
K7							(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/10,1/9,1/8)	(1/5,1/4,1/3)	(1,2,3)	(1/9,1/8,1/7)
K8								(1,1,1)	(1/8,1/7,1/6)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(1/6,1/5,1/4)
K9									(1,1,1)	(4,5,6)	(7,8,9)	(2,3,4)
K10										(1,1,1)	(3,4,5)	(1/6,1/5,1/4)
K11											(1,1,1)	(1/7,1/6,1/5)
K12												(1,1,1)

Tablo 5.1 Sektörlerde iş kazalarına neden olan kriterlerin karşılaştırma matrisi

İkili karşılaştırma sonrasında her bir kriterin bulanık karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalaması Denklem 4.28'e göre bulunmuş ve Tablo 5.2'de verilmiştir.

$$\mathcal{G}_1 = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[(1 * 3 * 7 * 4 * 1 * 2 * 8 * 6 * 1 * 5 * 6 * 4)^{1/12}; (1 * 4 * 8 * 5 * 2 * 3 * 9 * 7 * 2 * 6 * 7 * 5)^{1/12}; (1 * 5 * 9 * 6 * 3 * 4 * 10 * 8 * 3 * 7 * 8 * 6)^{1/12} \right]$$

$$\mathbf{r}_1 = [3, 153; 4, 140; 5, 028]$$

$$\mathcal{G}_2 = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{5} * 1 * 6 * 1 * \frac{1}{5} * 0.5 * 7 * 4 * \frac{1}{3} * 2 * 5 * 1 \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{4} * 1 * 7 * 2 * \frac{1}{4} * 1 * 8 * 5 * \frac{1}{2} * 3 * 6 * 2 \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{3} * 1 * 8 * 3 * \frac{1}{3} * 1.5 * 9 * 6 * 1 * 4 * 7 * 3 \right)^{1/12} \right]$$

$$\mathbf{r}_2 = [1, 223; 1, 711; 2, 640]$$

$$\mathcal{G}_3 = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{9} * \frac{1}{8} * 1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{9} * \frac{1}{8} * 2 * \frac{1}{3} * \frac{1}{9} * \frac{1}{4} * 0.5 * \frac{1}{5} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{8} * \frac{1}{7} * 1 * \frac{1}{4} * \frac{1}{8} * \frac{1}{7} * 3 * \frac{1}{2} * \frac{1}{8} * \frac{1}{3} * 1 * \frac{1}{4} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{7} * \frac{1}{6} * 1 * \frac{1}{3} * \frac{1}{7} * \frac{1}{6} * 4 * 1 * \frac{1}{7} * \frac{1}{2} * 1.5 * \frac{1}{3} \right)^{1/12} \right]$$

$$\mathbf{r}_3 = [0, 253; 0, 322; 0, 416]$$

$$\mathcal{G}_4 = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{6} * \frac{1}{3} * 3 * 1 * \frac{1}{6} * \frac{1}{5} * 7 * 5 * \frac{1}{5} * 2 * 4 * \frac{1}{3} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{5} * \frac{1}{2} * 4 * 1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{4} * 8 * 6 * \frac{1}{4} * 3 * 5 * \frac{1}{2} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{4} * 1 * 5 * 1 * \frac{1}{4} * \frac{1}{3} * 9 * 7 * \frac{1}{3} * 4 * 6 * 1 \right)^{1/12} \right]$$

$$\mathbf{r}_4 = [0, 827; 1, 050; 1, 391]$$

$$\mathcal{G}_5 = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{3} * 3 * 7 * 4 * 1 * 2 * 8 * 5 * 1 * 4 * 6 * 3 \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{2} * 4 * 8 * 5 * 1 * 3 * 9 * 6 * 2 * 5 * 7 * 4 \right)^{1/12}; \left(1 * 5 * 9 * 6 * 1 * 4 * 10 * 7 * 3 * 6 * 8 * 5 \right)^{1/12} \right]$$

$$\mathbf{r}_5 = [2, 716; 3, 520; 4, 412]$$

$$\mathcal{G}_6 = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{4} * 0.5 * 6 * 3 * \frac{1}{4} * 1 * 7 * 6 * \frac{1}{3} * 5 * 6 * 2 \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{3} * 1 * 4 * 4 * \frac{1}{3} * 1 * 8 * 7 * \frac{1}{2} * 6 * 7 * 3 \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{2} * 1.5 * 8 * 5 * \frac{1}{2} * 1 * 9 * 8 * 1 * 7 * 8 * 4 \right)^{1/12} \right]$$

$$\mathbf{r}_6 = [1, 670; 2, 171; 2, 809]$$

$$\mathcal{G}_7 = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{10} * \frac{1}{9} * \frac{1}{4} * \frac{1}{9} * \frac{1}{10} * \frac{1}{9} * 1 * \frac{1}{4} * \frac{1}{10} * \frac{1}{5} * 1 * \frac{1}{9} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{9} * \frac{1}{8} * \frac{1}{3} * \frac{1}{8} * \frac{1}{9} * \frac{1}{8} * 1 * \frac{1}{3} * \frac{1}{9} * \frac{1}{4} * 2 * \frac{1}{8} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{8} * \frac{1}{7} * \frac{1}{2} * \frac{1}{7} * \frac{1}{8} * \frac{1}{7} * 1 * \frac{1}{2} * \frac{1}{8} * \frac{1}{3} * 3 * \frac{1}{7} \right)^{1/12} \right]$$

$$\mathbf{r}_7 = [0, 187; 0, 226; 0, 276]$$

$$\mathcal{G}_8 = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{8} * \frac{1}{6} * 1 * \frac{1}{7} * \frac{1}{7} * \frac{1}{8} * 2 * 1 * \frac{1}{8} * \frac{1}{3} * 1 * \frac{1}{6} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{7} * \frac{1}{5} * 2 * \frac{1}{6} * \frac{1}{6} * \frac{1}{7} * 3 * 1 * \frac{1}{7} * \frac{1}{2} * 2 * \frac{1}{5} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{6} * \frac{1}{4} * 3 * \frac{1}{5} * \frac{1}{5} * \frac{1}{6} * 4 * 1 * \frac{1}{6} * 1 * 3 * \frac{1}{4} \right)^{1/12} \right]$$

$$\mathbf{r}_8 = [0, 308; 0, 404; 0, 522]$$

$$\mathcal{G}_9 = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{3} * 1 * 7 * 3 * \frac{1}{3} * 1 * 8 * 6 * 1 * 4 * 7 * 2 \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{2} * 2 * 8 * 4 * \frac{1}{2} * 2 * 9 * 7 * 1 * 5 * 8 * 3 \right)^{1/12}; \left(1 * 3 * 9 * 5 * 1 * 3 * 10 * 8 * 1 * 6 * 9 * 4 \right)^{1/12} \right]$$

$$r_9 = [2, 072; 2, 809; 3, 718]$$

$$\mathcal{G}_{10} = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{7} * \frac{1}{4} * 2 * \frac{1}{4} * \frac{1}{6} * \frac{1}{7} * 3 * 1 * \frac{1}{6} * 1 * 3 * \frac{1}{6} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{6} * \frac{1}{3} * 3 * \frac{1}{3} * \frac{1}{5} * \frac{1}{6} * 4 * 2 * \frac{1}{5} * 1 * 4 * \frac{1}{5} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{5} * \frac{1}{2} * 4 * \frac{1}{2} * \frac{1}{4} * \frac{1}{5} * 5 * 3 * \frac{1}{4} * 1 * 5 * \frac{1}{4} \right)^{1/12} \right]$$

$$r_{10} = [0, 466; 0, 604; 0, 774]$$

$$\mathcal{G}_{11} = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{8} * \frac{1}{7} * 0.5 * \frac{1}{6} * \frac{1}{8} * \frac{1}{8} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * \frac{1}{9} * \frac{1}{5} * 1 * \frac{1}{7} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{7} * \frac{1}{6} * 1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{7} * \frac{1}{7} * \frac{1}{2} * \frac{1}{2} * \frac{1}{8} * \frac{1}{4} * 1 * \frac{1}{6} \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{6} * \frac{1}{5} * 1.5 * \frac{1}{4} * \frac{1}{6} * \frac{1}{6} * 1 * 1 * \frac{1}{7} * \frac{1}{3} * 1 * \frac{1}{5} \right)^{1/12} \right]$$

$$r_{11} = [0, 211; 0, 266; 0, 349]$$

$$\mathcal{G}_{12} = \left(\prod_{j=1}^n r_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} = \left[\left(\frac{1}{6} * \frac{1}{3} * 3 * 1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{4} * 7 * 4 * \frac{1}{4} * 4 * 5 * 1 \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{5} * \frac{1}{2} * 4 * 2 * \frac{1}{4} * \frac{1}{3} * 8 * 5 * \frac{1}{3} * 5 * 6 * 1 \right)^{1/12}; \left(\frac{1}{4} * 1 * 5 * 3 * \frac{1}{3} * \frac{1}{2} * 9 * 6 * \frac{1}{2} * 6 * 7 * 1 \right)^{1/12} \right]$$

$$r_{12} = [1, 012; 1, 314; 1, 727]$$

Tablo 5.2 Tarım sektörlerinde iş kazalarına sebep olan kriterlerin bulanık karşılaştırma değerinin geometrik ortalaması

KRİTERLER	<i>gi</i>		
K1	3,153	4,140	5,028
K2	1,223	1,711	2,264
K3	0,253	0,322	0,416
K4	0,827	1,050	1,391
K5	2,716	3,520	4,412
K6	1,670	2,171	2,809
K7	0,187	0,226	0,276
K8	0,308	0,404	0,522
K9	2,072	2,809	3,718
K10	0,466	0,604	0,774
K11	0,211	0,266	0,349
K12	1,012	1,314	1,727
TOPLAM	14,104	18,542	23,692
-1. Kuvveti	0,071	0,054	0,043
Increasing Order	0,043	0,054	0,071

Kriterlerin bulanık ağırlıkları Denklem 4.27'ye göre hesaplanmış ve Tablo 5.3'te gösterilmiştir. Örnek çözüm:

$$w_1 = [(3,153 * 0,043); (4,140 * 0,054); (5,028 * 0,071)] = [0,133; 0,223; 0,356]$$

$$w_2 = [(1,223 * 0,043); (1,711 * 0,054); (2,264 * 0,071)] = [0,052; 0,092; 0,161]$$

$$w_3 = [(0,253 * 0,043); (0,322 * 0,054); (0,416 * 0,071)] = [0,011; 0,017; 0,030]$$

$$w_4 = [(0,827 * 0,043); (1,050 * 0,054); (1,391 * 0,071)] = [0,035; 0,057; 0,099]$$

$$w_5 = [(2,716 * 0,043); (3,520 * 0,054); (4,412 * 0,071)] = [0,115; 0,190; 0,313]$$

$$w_6 = [(1,670 * 0,043); (2,171 * 0,054); (2,809 * 0,071)] = [0,071; 0,117; 0,199]$$

$$w_7 = [(0,187 * 0,043); (0,226 * 0,054); (0,276 * 0,071)] = [0,008; 0,012; 0,020]$$

$$w_8 = [(0,308 * 0,043); (0,404 * 0,054); (0,522 * 0,071)] = [0,013; 0,022; 0,037]$$

$$w_9 = [(2,072 * 0,043); (2,809 * 0,054); (3,718 * 0,071)] = [0,087; 0,152; 0,264]$$

$$w_{10} = [(0,466 * 0,043); (0,604 * 0,054); (0,774 * 0,071)] = [0,020; 0,033; 0,055]$$

$$w_{11} = [(0,211 * 0,043); (0,266 * 0,054); (0,349 * 0,071)] = [0,009; 0,014; 0,025]$$

$$w_{12} = [(1,012 * 0,043); (1,314 * 0,054); (1,727 * 0,071)] = [0,043; 0,071; 0,123]$$

Tablo 5.3 Tarım sektörlerinde iş kazalarına sebep olan ana kriterlerin göreceli bulanık ağırlıkları

KRİTERLER	w_i		
	K1	0,133	0,223
K2	0,052	0,092	0,161
K3	0,011	0,017	0,030
K4	0,035	0,057	0,099
K5	0,115	0,190	0,313
K6	0,071	0,117	0,199
K7	0,008	0,012	0,020
K8	0,013	0,022	0,037
K9	0,087	0,152	0,264
K10	0,020	0,033	0,055
K11	0,009	0,014	0,025
K12	0,043	0,071	0,123

Kriterlerin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değerleri sırasıyla Denklem 4.34 ve Denklem 4.35'e göre yapılarak Tablo 5.4'te yer verilmiştir.

$$M_1 = \frac{0,133 + 0,223 + 0,356}{3} = 0,238 ; N_1 = \frac{0,238}{1,091} = 0,217$$

$$M_2 = \frac{0,052 + 0,092 + 0,161}{3} = 0,101 ; N_2 = \frac{0,101}{1,091} = 0,092$$

$$M_3 = \frac{0,011 + 0,017 + 0,030}{3} = 0,019 ; N_3 = \frac{0,019}{1,091} = 0,017$$

$$M_4 = \frac{0,035 + 0,057 + 0,099}{3} = 0,063 ; N_4 = \frac{0,063}{1,091} = 0,058$$

$$M_5 = \frac{0,115 + 0,190 + 0,313}{3} = 0,205 ; N_5 = \frac{0,205}{1,091} = 0,188$$

$$M_6 = \frac{0,071 + 0,117 + 0,199}{3} = 0,128 ; N_6 = \frac{0,128}{1,091} = 0,118$$

$$M_7 = \frac{0,008 + 0,012 + 0,020}{3} = 0,013 ; N_7 = \frac{0,013}{1,091} = 0,012$$

$$M_8 = \frac{0,013 + 0,022 + 0,037}{3} = 0,023 ; N_8 = \frac{0,023}{1,091} = 0,021$$

$$M_9 = \frac{0,087 + 0,152 + 0,264}{3} = 0,167 ; N_9 = \frac{0,167}{1,091} = 0,153$$

$$M_{10} = \frac{0,020 + 0,033 + 0,055}{3} = 0,035 ; N_{10} = \frac{0,035}{1,091} = 0,032$$

$$M_{11} = \frac{0,009 + 0,014 + 0,025}{3} = 0,016 ; N_{11} = \frac{0,016}{1,091} = 0,014$$

$$M_{12} = \frac{0,043 + 0,071 + 0,123}{3} = 0,078 ; N_{12} = \frac{0,078}{1,091} = 0,072$$

Tablo 5.4 Tarım sektörlerinde iş kazalarına sebep olan kriterlerin durulaştırılmış / normleştirilmiş değerleri

KRİTERLER	M_i	N_i
K1	0,238	0,217
K2	0,101	0,092
K3	0,019	0,017
K4	0,063	0,058
K5	0,205	0,188
K6	0,128	0,118
K7	0,013	0,012
K8	0,023	0,021
K9	0,167	0,153
K10	0,035	0,032
K11	0,016	0,014
K12	0,078	0,072

Her bir kriter alternatiflerle karşılaştırılarak işlemleri Denklem 4.28;4.27;4.34;4.35'e göre yapılmış ve tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo 5.5 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan tarım makineleri ve el aletleri kriterinin karşılaştırma matrisi

Tarım Makineleri ve El Aletleri	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(7,8,9)	(4,5,6)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(1,2,3)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.6 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan tarım makineleri ve el aletleri kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	3,036	3,419	3,779
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,480	0,629	0,735
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,381	0,464	0,629
TOPLAM	3,898	4,514	5,163

Tablo 5.7 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan tarım makineleri ve el aletleri kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,588	0,757	0,969
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,093	0,139	0,193
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,073	0,102	0,161

Tablo 5.8 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan tarım makineleri ve el aletleri kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,771	0,751
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,142	0,138
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,112	0,109

Tablo 5.9 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kimyasal etmenler kriterinin karşılaştırma matrisi

Kimyasal Etmenler	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(6,7,8)	(1/3,1/2,1)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(3,4,5)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.10 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kimyasal etmenler kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	1,259	1,518	2
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,721	0,829	0,941
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,584	0,793	1
TOPLAM	2,565	3,141	3,941

Tablo 5.11 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kimyasal etmenler kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,319	0,483	0,779
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,182	0,264	0,366
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,148	0,252	0,389

Tablo 5.12 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kimyasal etmenler kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,527	0,496
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,271	0,255
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,263	0,248

Tablo 5.13 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan hayvan çarpması ve ısırması kriterinin karşılaştırma matrisi

Hayvan Çarpması ve Isırması	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(7,8,9)	(5,6,7)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(1,2,3)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.14 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan hayvan çarpması ve ısırması kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	3,271	3,634	3,979
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,480	0,629	0,735
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,362	0,436	0,584
TOPLAM	4,114	4,700	5,317

Tablo 5.15 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan hayvan çarpması ve ısırması kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,615	0,773	0,967
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,090	0,134	0,183
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,068	0,092	0,142

Tablo 5.16 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan hayvan çarpması ve ısırması kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,785	0,768
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,135	0,132
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,101	0,098

Tablo 5.17 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan biyolojik etmenler kriterinin karşılaştırma matrisi

Biyolojik Etmenler	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(5,6,7)	(2,3,4)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(1,2,3)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.18 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan biyolojik etmenler kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	2,154	2,620	3,036
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,522	0,693	0,843
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,436	0,550	0,793
TOPLAM	3,113	3,864	4,673

Tablo 5.19 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan biyolojik etmenler kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,460	0,678	0,975
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,111	0,179	0,270
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,093	0,142	0,254

Tablo 5.20 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan biyolojik etmenler kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,704	0,667
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,187	0,177
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,163	0,154

Tablo 5.21 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan ergonomik risk faktörleri kriterinin karşılaştırma matrisi

Ergonomik Risk Faktörleri	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(5,6,7)	(3,4,5)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(1,2,3)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.22 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan ergonomik risk faktörleri kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	2,466	2,884	3,271
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,522	0,693	0,843
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,405	0,500	0,693
TOPLAM	3,394	4,077	4,807

Tablo 5.23 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan ergonomik risk faktörleri kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,512	0,707	0,963
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,108	0,170	0,248
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,084	0,122	0,204

Tablo 5.24 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan ergonomik risk faktörleri kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,727	0,699
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,175	0,168
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,137	0,131

Tablo 5.25 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan termal konfor etmenleri ve toz maruziyeti kriterinin karşılaştırma matrisi

Termal Konfor Etmenleri ve Toz Maruziyeti	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(8,9,10)	(6,7,8)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(4,5,6)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.26 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan termal konfor etmenleri ve toz maruziyeti kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	3,634	3,979	4,308
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,736	0,822	0,908
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,275	0,305	0,346
TOPLAM	4,646	5,106	5,564

Tablo 5.27 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan termal konfor etmenleri ve toz maruziyeti kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,653	0,779	0,927
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,132	0,160	0,195
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,049	0,059	0,074

Tablo 5.28 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan termal konfor etmenleri ve toz maruziyeti kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,786	0,778
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,162	0,161
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,061	0,060

Tablo 5.29 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan psiko-sosyal etmenler kriterinin karşılaştırma matrisi

Psiko-sosyal Etmenler	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,2,3)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(4,5,6)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.30 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan psiko-sosyal etmenler kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	1,259	1,817	2,289
Ormancılık ve Tomrukçuluk	1	1,185	1,442
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,381	0,464	0,629
TOPLAM	0,381	0,464	0,629

Tablo 5.31 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan psiko-sosyal etmenler kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,288	0,524	0,866
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,229	0,341	0,546
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,087	0,133	0,238

Tablo 5.32 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan psiko-sosyal etmenler kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,559	0,515
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,372	0,343
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,153	0,141

Tablo 5.33 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kayma ve düşme kriterinin karşılaştırma matrisi

Kayma ve Düşme	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(4,5,6)	(1,2,3)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(2,3,4)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.34 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kayma ve düşme kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	1,587	2,154	2,620
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,693	0,843	1
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,436	0,550	0,793
TOPLAM	2,717	3,548	4,414

Tablo 5.35 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kayma ve düşme kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,359	0,607	0,964
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,157	0,237	0,367
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,098	0,155	0,292

Tablo 5.36 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kayma ve düşme kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,643	0,596
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,254	0,235
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,182	0,168

Tablo 5.37 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan gürültü ve titreşim kriterinin karşılaştırma matrisi

Gürültü ve Titreşim	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(7,8,9)	(6,7,8)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(4,5,6)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.38 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan gürültü ve titreşim kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	3,476	3,825	4,160
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,763	0,854	0,949
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,275	0,305	0,346
TOPLAM	4,514	4,986	5,456

Tablo 5.39 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan gürültü ve titreşim kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,637	0,767	0,921
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,139	0,171	0,210
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,050	0,061	0,076

Tablo 5.40 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan gürültü ve titreşim kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,775	0,766
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,173	0,171
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,062	0,062

Tablo 5.41 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına eğitim, bilgi ve planlama eksikliği kriterinin karşılaştırma matrisi

Eğitim, Bilgi ve Planlama Eksikliği	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(6,7,8)	(4,5,6)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(1,2,3)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.42 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan eğitim, bilgi ve planlama eksikliği kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	2,884	3,271	3,634
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,500	0,658	0,793
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,381	0,464	0,629
TOPLAM	3,766	4,393	5,057

Tablo 5.43 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan eğitim, bilgi ve planlama eksikliği kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,570	0,744	0,965
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,098	0,149	0,210
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,075	0,105	0,167

Tablo 5.44 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan eğitim, bilgi ve planlama eksikliği kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,759	0,738
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,153	0,148
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,116	0,112

Tablo 5.45 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan uzun çalışma süresi kriterinin karşılaştırma matrisi

Uzun Çalışma Süresi	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(8,9,10)	(3,4,5)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(1,2,3)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.46 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan uzun çalışma süresi kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	2,884	3,301	3,684
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,464	0,605	0,721
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,405	0,500	0,693
TOPLAM	3,754	4,407	5,098

Tablo 5.47 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan uzun çalışma süresi kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,565	0,749	0,981
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,091	0,137	0,192
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,079	0,113	0,184

Tablo 5.48 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan uzun çalışma süresi kriterinin durulaştırılmış ve normalleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,765	0,742
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,140	0,135
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,125	0,122

Tablo 5.49 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan KKD kullanılmaması kriterinin karşılaştırma matrisi

KKD Kullanılmaması	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	Ormancılık ve Tomrukçuluk	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	(1,1,1)	(6,7,8)	(3,4,5)
Ormancılık ve Tomrukçuluk		(1,1,1)	(1,2,3)
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği			(1,1,1)

Tablo 5.50 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan KKD kullanılmaması kriterinin bulanık karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması

	<i>g_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	2,620	2,884	3,271
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,522	0,693	0,793
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,405	0,500	0,693
TOPLAM	3,548	4,077	4,758

Tablo 5.51 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan KKD kullanılmaması kriterinin bulanık ağırlıkları

	<i>w_i</i>		
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,550	0,707	0,921
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,109	0,170	0,223
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,085	0,122	0,195

Tablo 5.52 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan KKD kullanılmaması kriterinin durulaştırılmış ve normleştirilmiş değeri

	<i>M_i</i>	<i>N_i</i>
Bitkisel ve Hayvansal Üretim	0,726	0,706
Ormancılık ve Tomrukçuluk	0,167	0,163
Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği	0,134	0,130

Tablo 5.53 Tarımsal faaliyetlerde iş kazalarına sebep olan kriterlerin normalize değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
A1	0,751	0,496	0,768	0,667	0,699	0,778	0,515	0,596	0,766	0,738	0,742	0,706
A2	0,133	0,255	0,132	0,177	0,168	0,161	0,343	0,235	0,171	0,148	0,135	0,163
A3	0,109	0,248	0,101	0,154	0,131	0,060	0,141	0,168	0,062	0,112	0,122	0,130

Bu tabloda, her kriterin nomalize değerleri gösterilmektedir. Daha sonra Tablo 5.4'teki normalize değerler ile her bir kriterin normalize değer ağırlıklarına Tablo 5.54'te verilmiştir.

Tablo 5.54 Değişkenlere göre kriter ağırlıkları

	Ağırlıkları	A1	A2	A3
K1	0,217	0,751	0,133	0,109
K2	0,092	0,496	0,255	0,248
K3	0,017	0,768	0,132	0,101
K4	0,058	0,667	0,177	0,154
K5	0,188	0,699	0,168	0,131
K6	0,118	0,778	0,161	0,060
K7	0,012	0,515	0,343	0,141
K8	0,021	0,596	0,235	0,168
K9	0,153	0,766	0,171	0,062
K10	0,032	0,738	0,148	0,112
K11	0,014	0,742	0,135	0,122
K12	0,072	0,706	0,163	0,13
		0,705	0,170	0,118
%		71%	17%	12%

Tüm kriter ve alternatiflerin değerlendirilmesi sonucunda, bitkisel ve hayvansal üretim %71 oranda en riskli sektör olarak bulunmuştur. Sektörler arasında %17 oranla ormancılık ve tomrukçuluk, %12 oranla balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği, sırasıyla yer almıştır.

5.1.2.Bulanık TOPSİS Uygulama Aşamaları

Bulanık AHS yöntemi ile her kriter için ağırlıklar belirlenerek, sektör karar vericileri ile yapılan ikili görüşmeler sonucunda kriterlerin alternatifler ile olan ilişkisi Tablo 5.55' deki verilere göre değerlendirilerek Tablo 5.56 elde edildi. Daha sonra Tablo 5.57'de dilsel değişkenler sayısal olarak ifade edildi ve karar matrisi Tablo 5.58 oluşturuldu.

Tablo 5.55 Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan dilsel değişkenler [85].

Dilsel Değişkenler	Bulanık Ölçek
Çok Düşük	(0,1,2)
Düşük	(1,2,3)
Orta Düşük	(2,3,5,5)
Orta	(4,5,6)
Biraz Yüksek	(5,6,5,8)
Yüksek	(7,8,9)
Çok Yüksek	(8,9,10)

Tablo 5.56 Belirlenen kriterlere göre karar vericilerin dilsel ifadeleri

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	
KV1	A1	ÇY	Y	D	Y	Y	Y	D	O	ÇY	ÇD	ÇY	ÇD
	A2	ÇY	OD	D	OD	Y	Y	BY	BY	ÇY	D	Y	D
	A3	Y	Y	BY	Y	OD	BY	D	OD	O	OD	O	ÇD
KV2	A1	ÇY	ÇY	OD	D	Y	ÇY	ÇD	OD	BY	BY	ÇD	O
	A2	Y	Y	D	ÇD	Y	ÇY	ÇD	O	Y	O	D	BY
	A3	Y	BY	D	D	BY	Y	ÇD	D	O	BY	ÇD	O
KV3	A1	BY	BY	OD	O	ÇY	Y	ÇD	D	ÇY	O	ÇD	Y
	A2	Y	O	D	O	ÇY	BY	ÇD	D	ÇY	ÇY	D	ÇY
	A3	BY	BY	OD	OD	Y	Y	D	OD	Y	O	ÇD	Y

Tablo 5.57 Belirtilen kriterlere göre dilsel ifadelerin bulanık sayı değerleri

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	
KV1	A1	(8,9,10)	(7,8,9)	(1,2,3)	(7,8,9)	(7,8,9)	(7,8,9)	(1,2,3)	(4,5,6)	(8,9,10)	(0,1,2)	(8,9,10)	(0,1,2)
	A2	(8,9,10)	(2,3,5,5)	(1,2,3)	(5,6,5,8)	(7,8,9)	(7,8,9)	(5,6,5,8)	(5,6,5,8)	(8,9,10)	(1,2,3)	(7,8,9)	(1,2,3)
	A3	(7,8,9)	(7,8,9)	(5,6,5,8)	(7,8,9)	(2,3,5,5)	(5,6,5,8)	(1,2,3)	(2,3,5,5)	(4,5,6)	(2,3,5,5)	(4,5,6)	(0,1,2)
KV2	A1	(8,9,10)	(8,9,10)	(2,3,5,5)	(1,2,3)	(7,8,9)	(8,9,10)	(0,1,2)	(2,3,5,5)	(5,6,5,8)	(5,6,5,8)	(0,1,2)	(4,5,6)
	A2	(7,8,9)	(7,8,9)	(1,2,3)	(0,1,2)	(7,8,9)	(8,9,10)	(0,1,2)	(4,5,6)	(7,8,9)	(4,5,6)	(1,2,3)	5,6,5,8
	A3	(7,8,9)	(5,6,5,8)	(1,2,3)	(1,2,3)	(5,6,5,8)	(7,8,9)	(0,1,2)	(1,2,3)	(4,5,6)	(5,6,5,8)	(0,1,2)	(4,5,6)
KV3	A1	(5,6,5,8)	(5,6,5,8)	(2,3,5,5)	(4,5,6)	(8,9,10)	(7,8,9)	(0,1,2)	(1,2,3)	(8,9,10)	(4,5,6)	(0,1,2)	(7,8,9)
	A2	(7,8,9)	(4,5,6)	(1,2,3)	(4,5,6)	(8,9,10)	(5,6,5,8)	(0,1,2)	(1,2,3)	(8,9,10)	(5,6,5,8)	(1,2,3)	(8,9,10)
	A3	(5,6,5,8)	(5,6,5,8)	(2,3,5,5)	(2,3,5,5)	(7,8,9)	(7,8,9)	(1,2,3)	(2,3,5,5)	(7,8,9)	(4,5,6)	(0,1,2)	(7,8,9)

Tablo 5.58 Karar Matrisi (X_{ij}).

	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3		
K1	7,000	8,166	9,333	7,333	8,333	9,333	6,333	7,500	8,666
K2	6,666	7,833	9,000	4,333	5,500	6,666	5,666	7,000	8,333
K3	1,666	3,000	4,333	1,000	2,000	3,000	2,666	4,000	5,333
K4	4,000	5,000	6,000	3,000	4,166	5,333	3,333	4,500	5,666
K5	7,333	8,333	9,333	7,333	8,333	9,333	4,666	6,000	7,333
K6	7,333	8,333	9,333	6,666	7,833	9,000	6,333	7,500	8,666
K7	0,333	1,333	2,333	1,666	2,833	4,000	0,666	1,666	2,666
K8	2,333	3,500	4,666	3,333	4,500	5,666	1,666	3,000	4,333
K9	7,000	8,166	9,333	7,666	8,666	9,666	5,000	6,000	7,000
K10	3,000	4,166	5,333	3,333	4,500	5,666	3,666	5,000	6,333
K11	2,666	3,666	4,666	3,000	4,000	5,000	1,333	2,333	3,333
K12	3,666	4,666	5,666	4,666	5,833	7,000	3,666	4,666	5,666

Normalleştirilmiş karar matrisi Denklem 36 ile oluşturulmuş ve örnek işlemler aşağıda verilmiştir:

$$l_{r\bar{1}1} = \frac{(7,000)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,333)^2 + (8,666)^2}} = 0,443$$

$$m_{r\bar{1}1} = \frac{(8,166)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,333)^2 + (8,666)^2}} = 0,517$$

$$u_{r\bar{1}1} = \frac{(9,333)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,333)^2 + (8,666)^2}} = 0,591$$

$$l_{r\bar{2}1} = \frac{(6,666)}{\sqrt{(9,000)^2 + (6,666)^2 + (8,333)^2}} = 0,477$$

$$m_{r\bar{2}1} = \frac{(7,833)}{\sqrt{(9,000)^2 + (6,666)^2 + (8,333)^2}} = 0,561$$

$$u_{r\bar{2}1} = \frac{(9,000)}{\sqrt{(9,000)^2 + (6,666)^2 + (8,333)^2}} = 0,644$$

$$l_{r\bar{3}1} = \frac{(1,666)}{\sqrt{(4,333)^2 + (3,000)^2 + (5,333)^2}} = 0,222$$

$$m_{r\bar{3}1} = \frac{(3,000)}{\sqrt{(4,333)^2 + (3,000)^2 + (5,333)^2}} = 0,400$$

$$u_{r\bar{3}1} = \frac{(4,333)}{\sqrt{(4,333)^2 + (3,000)^2 + (5,333)^2}} = 0,577$$

$$l_{r\bar{14}1} = \frac{(4,000)}{\sqrt{(6,000)^2 + (5,333)^2 + (5,666)^2}} = 0,407$$

$$m_{r\bar{4}1} = \frac{(5,000)}{\sqrt{(6,000)^2 + (5,333)^2 + (5,666)^2}} = 0,508$$

$$u_{r\bar{4}1} = \frac{(6,000)}{\sqrt{(6,000)^2 + (5,333)^2 + (5,666)^2}} = 0,610$$

$$l_{r\bar{5}1} = \frac{(7,333)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,333)^2 + (7,333)^2}} = 0,485$$

$$m_{r\bar{5}1} = \frac{(8,333)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,333)^2 + (7,333)^2}} = 0,551$$

$$u_{r\bar{5}1} = \frac{(9,333)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,333)^2 + (7,333)^2}} = 0,618$$

$$l_{r\bar{6}1} = \frac{(7,333)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,000)^2 + (8,666)^2}} = 0,470$$

$$m_{r\bar{6}1} = \frac{(8,333)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,000)^2 + (8,666)^2}} = 0,534$$

$$u_{r\bar{6}1} = \frac{(9,333)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,000)^2 + (8,666)^2}} = 0,598$$

$$l_{r\bar{7}1} = \frac{(0,333)}{\sqrt{(2,333)^2 + (4,000)^2 + (2,666)^2}} = 0,062$$

$$m_{r\bar{7}1} = \frac{(1,333)}{\sqrt{(2,333)^2 + (4,000)^2 + (2,666)^2}} = 0,249$$

$$u_{r\bar{7}1} = \frac{(2,333)}{\sqrt{(2,333)^2 + (4,000)^2 + (2,666)^2}} = 0,436$$

$$l_{r\bar{8}1} = \frac{(2,333)}{\sqrt{(4,666)^2 + (5,666)^2 + (4,333)^2}} = 0,273$$

$$m_{r\overline{81}} = \frac{(3,500)}{\sqrt{(4,666)^2 + (5,66)^2 + (4,333)^2}} = 0,410$$

$$u_{r\overline{81}} = \frac{(4,666)}{\sqrt{(4,666)^2 + (5,66)^2 + (4,333)^2}} = 0,547$$

$$l_{r\overline{91}} = \frac{(7,000)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,666)^2 + (7,000)^2}} = 0,462$$

$$m_{r\overline{91}} = \frac{(8,166)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,666)^2 + (7,000)^2}} = 0,539$$

$$u_{r\overline{91}} = \frac{(9,333)}{\sqrt{(9,333)^2 + (9,666)^2 + (7,000)^2}} = 0,616$$

$$l_{r\overline{101}} = \frac{(3,000)}{\sqrt{(5,333)^2 + (5,666)^2 + (6,333)^2}} = 0,299$$

$$m_{r\overline{101}} = \frac{(4,166)}{\sqrt{(5,333)^2 + (5,666)^2 + (6,333)^2}} = 0,415$$

$$u_{r\overline{101}} = \frac{(5,333)}{\sqrt{(5,333)^2 + (5,666)^2 + (6,333)^2}} = 0,531$$

$$l_{r\overline{111}} = \frac{(2,666)}{\sqrt{(4,666)^2 + (5,000)^2 + (3,333)^2}} = 0,350$$

$$m_{r\overline{111}} = \frac{(3,666)}{\sqrt{(4,666)^2 + (5,000)^2 + (3,333)^2}} = 0,481$$

$$u_{r\overline{111}} = \frac{(4,666)}{\sqrt{(4,666)^2 + (5,000)^2 + (3,333)^2}} = 0,613$$

$$l_{r\overline{121}} = \frac{(3,666)}{\sqrt{(5,666)^2 + (7,000)^2 + (5,666)^2}} = 0,344$$

$$m_{r\overline{121}} = \frac{4,666}{\sqrt{(5,666)^2 + (7,000)^2 + (5,666)^2}} = 0,438$$

$$u_{r\overline{121}} = \frac{(5,666)}{\sqrt{(5,666)^2 + (7,000)^2 + (5,666)^2}} = 0,532$$

Tablo 5.59 Normalleştirilmiş bulanık karar matrisi.

	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3		
	lr	mr	ur	lr	mr	ur	lr	mr	ur
K1	0,443	0,517	0,591	0,464	0,527	0,591	0,401	0,474	0,548
K2	0,477	0,561	0,644	0,310	0,393	0,477	0,405	0,501	0,596
K3	0,222	0,400	0,577	0,133	0,266	0,400	0,355	0,533	0,711
K4	0,407	0,508	0,610	0,305	0,424	0,542	0,339	0,457	0,576
K5	0,485	0,551	0,618	0,485	0,551	0,618	0,309	0,397	0,485
K6	0,470	0,534	0,598	0,427	0,502	0,577	0,406	0,480	0,555
K7	0,062	0,249	0,436	0,311	0,530	0,748	0,124	0,311	0,499
K8	0,273	0,410	0,547	0,391	0,527	0,664	0,195	0,351	0,508
K9	0,462	0,539	0,616	0,506	0,572	0,638	0,330	0,396	0,462
K10	0,299	0,415	0,531	0,332	0,448	0,564	0,365	0,498	0,631
K11	0,350	0,481	0,613	0,394	0,525	0,657	0,175	0,306	0,438
K12	0,344	0,438	0,532	0,438	0,548	0,657	0,344	0,438	0,532

Normalleştirme işleminden sonra tarım sektörlerinde iş kazalarına sebep olan kriterlerin göreceli bulanık ağırlıkları Denklem 4.44 formülü kullanılarak, Tablo 5.60'taki veriler ile ağırlıklı normalize matris elde edilir. Örnek işlemler aşağıda verilmiştir:

$$(l_{r\bar{1}1} * l_{\bar{w}1}; m_{r\bar{1}1} * m_{\bar{w}1}; u_{r\bar{1}1} * u_{\bar{w}1})$$

$$(l_{v\bar{1}1}, m_{v\bar{1}1}, u_{v\bar{1}1}) = (0,443 * 0,133; 0,517 * 0,223; 0,591 * 0,356) = (0,058; 0,115; 0,210)$$

$$(l_{v\bar{2}1}, m_{v\bar{2}1}, u_{v\bar{2}1}) = (0,477 * 0,052; 0,561 * 0,092; 0,644 * 0,161) = (0,024; 0,051; 0,103)$$

$$(l_{v\bar{3}1}, m_{v\bar{3}1}, u_{v\bar{3}1}) = (0,222 * 0,011; 0,400 * 0,017; 0,577 * 0,030) = (0,002; 0,006; 0,017)$$

$$(l_{v\bar{4}1}, m_{v\bar{4}1}, u_{v\bar{4}1}) = (0,407 * 0,035; 0,508 * 0,057; 0,610 * 0,099) = (0,014; 0,029; 0,060)$$

$$(l_{v\bar{5}1}, m_{v\bar{5}1}, u_{v\bar{5}1}) = (0,485 * 0,115; 0,551 * 0,190; 0,618 * 0,313) = (0,055; 0,104; 0,193)$$

$$(l_{v\bar{6}1}, m_{v\bar{6}1}, u_{v\bar{6}1}) = (0,470 * 0,071; 0,534 * 0,117; 0,598 * 0,199) = (0,333; 0,062; 0,119)$$

$$(l_{v\bar{7}1}, m_{v\bar{7}1}, u_{v\bar{7}1}) = (0,062 * 0,008; 0,249 * 0,012; 0,436 * 0,020) = (0,000; 0,002; 0,008)$$

$$(l_{v\bar{8}1}, m_{v\bar{8}1}, u_{v\bar{8}1}) = (0,273 * 0,013; 0,410 * 0,022; 0,547 * 0,037) = (0,003; 0,009; 0,020)$$

$$(l_{v\bar{9}1}, m_{v\bar{9}1}, u_{v\bar{9}1}) = (0,462 * 0,087; 0,539 * 0,152; 0,616 * 0,264) = (0,040; 0,081; 0,162)$$

$$(l_{v\bar{10}1}, m_{v\bar{10}1}, u_{v\bar{10}1}) = (0,299 * 0,020; 0,415 * 0,033; 0,531 * 0,055) = (0,005; 0,013; 0,029)$$

$$(l_{\tilde{v}11}, m_{\tilde{v}11}, u_{\tilde{v}11}) = (0,350 * 0,009; 0,481 * 0,014; 0,613 * 0,025) = (0,003; 0,006; 0,015)$$

$$(l_{\tilde{v}12}, m_{\tilde{v}12}, u_{\tilde{v}12}) = (0,344 * 0,043; 0,438 * 0,071; 0,532 * 0,123) = (0,014; 0,031; 0,065)$$

Tablo 5.60 Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3		
	W			W			W		
K1	0,058	0,115	0,210	0,061	0,117	0,210	0,053	0,105	0,195
K2	0,024	0,051	0,103	0,016	0,036	0,076	0,021	0,046	0,096
K3	0,002	0,006	0,017	0,001	0,004	0,012	0,003	0,009	0,021
K4	0,014	0,029	0,060	0,010	0,024	0,053	0,011	0,026	0,057
K5	0,055	0,104	0,193	0,055	0,104	0,193	0,035	0,075	0,152
K6	0,033	0,062	0,119	0,030	0,058	0,114	0,028	0,056	0,110
K7	0,000	0,002	0,008	0,002	0,006	0,014	0,000	0,003	0,009
K8	0,003	0,009	0,020	0,005	0,011	0,024	0,002	0,007	0,018
K9	0,040	0,081	0,162	0,044	0,086	0,168	0,028	0,060	0,121
K10	0,005	0,013	0,029	0,006	0,014	0,031	0,007	0,016	0,034
K11	0,003	0,006	0,015	0,003	0,007	0,016	0,001	0,004	0,010
K12	0,014	0,031	0,065	0,018	0,038	0,080	0,014	0,031	0,065

Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisinden elde edilen ağırlıklar ile alternatiflerin her biri için maksimum ve minimum değerleri alınmış ve sırasıyla pozitif ideal çözüme uzaklık (FPIS, A^+) Denklem 4.45 ve negatif ideal çözüme uzaklık (FNIS, A^-) Denklem 4.46 yardımıyla değerleri bulunarak aşağıdaki işlemler yapılmış ve Tablo 5.61 ve Tablo 5.62' de gösterilmiştir.

$$A_1^+ = \frac{\sqrt{(0,058 - 0,061)^2 + (0,115 - 0,117)^2 + (0,210 - 0,210)^2}}{3} = 0,0012$$

$$A_2^+ = \frac{\sqrt{(0,024 - 0,024)^2 + (0,051 - 0,051)^2 + (0,103 - 0,103)^2}}{3} = 0$$

$$A_3^+ = \frac{\sqrt{(0,002 - 0,003)^2 + (0,006 - 0,009)^2 + (0,017 - 0,021)^2}}{3} = 0,0016$$

$$A_4^+ = \frac{\sqrt{(0,014 - 0,014)^2 + (0,029 - 0,029)^2 + (0,060 - 0,060)^2}}{3} = 0$$

$$A_5^+ = \frac{\sqrt{(0,055 - 0,055)^2 + (0,104 - 0,104)^2 + (0,193 - 0,193)^2}}{3} = 0$$

$$A_6^+ = \frac{\sqrt{(0,033 - 0,033)^2 + (0,062 - 0,062)^2 + (0,119 - 0,119)^2}}{3} = 0$$

$$A_7^+ = \frac{\sqrt{(0,000 - 0,002)^2 + (0,002 - 0,006)^2 + (0,008 - 0,014)^2}}{3} = 0,0024$$

$$A_8^+ = \frac{\sqrt{(0,003 - 0,005)^2 + (0,009 - 0,011)^2 + (0,020 - 0,024)^2}}{3} = 0,0017$$

$$A_9^+ = \frac{\sqrt{(0,040 - 0,044)^2 + (0,081 - 0,086)^2 + (0,162 - 0,168)^2}}{3} = 0,0028$$

$$A_{10}^+ = \frac{\sqrt{(0,005 - 0,007)^2 + (0,013 - 0,016)^2 + (0,029 - 0,034)^2}}{3} = 0,0020$$

$$A_{11}^+ = \frac{\sqrt{(0,003 - 0,003)^2 + (0,006 - 0,007)^2 + (0,015 - 0,016)^2}}{3} = 0,0004$$

$$A_{12}^+ = \frac{\sqrt{(0,014 - 0,018)^2 + (0,031 - 0,038)^2 + (0,065 - 0,080)^2}}{3} = 0,0059$$

$$A_1^- = \frac{\sqrt{(0,058 - 0,053)^2 + (0,115 - 0,105)^2 + (0,210 - 0,195)^2}}{3} = 0,0062$$

$$A_2^- = \frac{\sqrt{(0,024 - 0,016)^2 + (0,051 - 0,036)^2 + (0,103 - 0,076)^2}}{3} = 0,0107$$

$$A_3^- = \frac{\sqrt{(0,002 - 0,001)^2 + (0,006 - 0,004)^2 + (0,017 - 0,012)^2}}{3} = 0,0019$$

$$A_4^- = \frac{\sqrt{(0,014 - 0,010)^2 + (0,029 - 0,024)^2 + (0,060 - 0,053)^2}}{3} = 0,003$$

$$A_5^- = \frac{\sqrt{(0,055 - 0,035)^2 + (0,104 - 0,075)^2 + (0,193 - 0,152)^2}}{3} = 0,0182$$

$$A_6^- = \frac{\sqrt{(0,033 - 0,028)^2 + (0,062 - 0,056)^2 + (0,119 - 0,110)^2}}{3} = 0,0038$$

$$A_7^- = \frac{\sqrt{(0,000 - 0,000)^2 + (0,002 - 0,002)^2 + (0,008 - 0,008)^2}}{3} = 0$$

$$A_8^- = \frac{\sqrt{(0,003 - 0,002)^2 + (0,009 - 0,007)^2 + (0,020 - 0,018)^2}}{3} = 0,0007$$

$$A_9^- = \frac{\sqrt{(0,040 - 0,028)^2 + (0,081 - 0,060)^2 + (0,162 - 0,121)^2}}{3} = 0,0158$$

$$A_{10}^- = \frac{\sqrt{(0,005 - 0,005)^2 + (0,013 - 0,013)^2 + (0,029 - 0,029)^2}}{3} = 0$$

$$A_{11}^- = \frac{\sqrt{(0,003 - 0,001)^2 + (0,006 - 0,004)^2 + (0,015 - 0,010)^2}}{3} = 0,0017$$

$$A_{12}^- = \frac{\sqrt{(0,014 - 0,014)^2 + (0,031 - 0,031)^2 + (0,065 - 0,065)^2}}{3} = 0$$

Tablo 5.61 Pozitif ideal çözüm (FPIS, A^+).

$A^+ =$

0,0012	0	0,0016	0	0	0	0,0024	0,0017	0,0028	0,0020	0,0004	0,0059
0	0,0107	0,0035	0,0030	0	0,0441	0	0	0	0,0013	0	0
0,0069	0,0033	0	0,0016	0,0182	0,0424	0,0019	0,0024	0,0185	0	0,0021	0,0059

Tablo 5.62 Negatif ideal çözüm (FNIS, A^-).

$A^- =$

0,0062	0,0107	0,0019	0,0030	0,0182	0,0038	0	0,0007	0,0158	0	0,0017	0
0,0069	0	0	0	0,0182	0,0017	0,0024	0,0024	0,0185	0,0007	0,0021	0,0059
0	0,0073	0,0035	0,0013	0	0	0,0005	0	0	0,0020	0	0

Alternatiflerin her biri için pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkları hesaplandıktan sonra her alternatif için göreceli uzaklık değerini bulmak için Denklem 4.48, 4.49 formülü kullanılmış daha sonra Denklem 4.50 formülü ile yakınlık katsayısı hesaplanmış ve Tablo 5.63'te gösterilmiştir.

$$d_1^+ = (0,0012+0+0,0016+0+0+0+0,0024+0,0017+0,0028+0,0020+0,0004+0,0059)=0,018$$

$$d_2^+ = (0+0,0107+0,0035+0,0030+0+0,0441+0+0+0+0,0013+0+0)=0,062$$

$$d_3^+ = (0,0069+0,0033+0+0,0016+0,0182+0,0424+0,0019+0,0024+0,0185+0+0,0021+0,0059)=0,103$$

$$d_1^- = (0,0062+0,0107+0,0019+0,0030+0,0182+0,0038+0+0,0007+0,0158+0+0,0017+0)=0,062$$

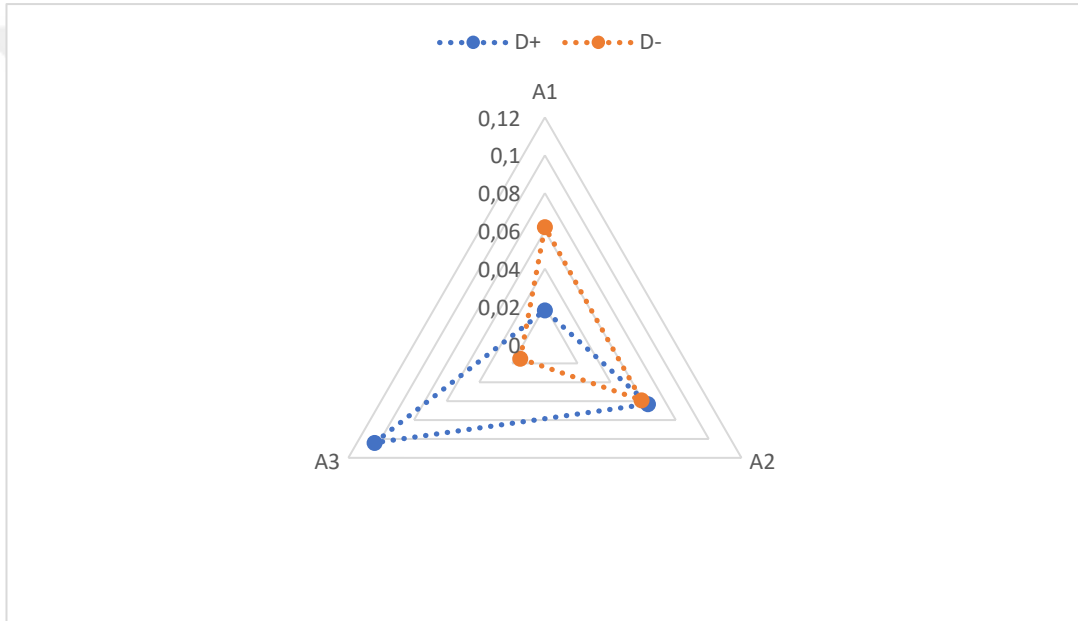
$$d_2^- = (0,0069+0+0+0+0,0182+0,0017+0,0024+0,0024+0,0185+0,0007+0,0021+0,0059)=0,059$$

$$d_3^- = (0+0,0073+0,0035+0,0013+0+0+0,0005+0+0+0,0020+0+0)=0,014$$

$$CC_1 = \frac{0,062}{0,062 + 0,018} = 0,772$$

$$CC_2 = \frac{0,059}{0,059 + 0,062} = 0,485$$

$$CC_3 = \frac{0,014}{0,014 + 0,103} = 0,125$$



Şekil 5.2 Alternatiflerin göreceli uzaklık değerleri

Tablo 5.63 Alternatiflerden her birinin göreceli uzaklık değerleri; yakınlık katsayıları ve sıralama

	d^+	d^-	CC	Bulanık AHS	Sıralama
Alternatif 1	0,01834	0,06228	0,772	0,705	1
Alternatif 2	0,06282	0,05927	0,485	0,170	2
Alternatif 3	0,10382	0,0149	0,125	0,118	3

BÖLÜM 6

BULGULAR

Bu çalışmada, tarım faaliyetlerinde iş kazalarına sebep olan etmenler Bulanık AHS modeli (Buckley 1985) metodu ile değerlendirilmiştir. Tablo 5.54'te Bulanık AHS' den elde edilen alternatif ağırlıkları yer almaktadır ve alternatifler arasındaki sıralama $A1 > A2 > A3$ şeklinde gerçekleşmiştir. Tarımsal faaliyetlerde en yüksek kaza oranının, A2 (bitkisel ve hayvansal üretim) sektöründe meydana geldiği belirlenmiştir. Sonrasında ormancılık ve tomrukçuluk, balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe meydana gelmektedir.

Bulanık AHS modeli (Buckley 1985) yardımıyla en riskli sektörün bulunmasının ardından, aynı problem Bulanık TOPSİS modeli (Chen vd.2006) metodu ile tekrar incelenmiştir. Tablo 5.63'te yakınlık katsayılarına göre alternatif sıralamaları $A1 > A2 > A3$ olarak belirlenmiştir. Bulanık AHS ve Bulanık TOPSİS yöntemleri sonucunda alternatif sıralaması aynı çıkmıştır. En riskli tarım sektörünün A1 olduğuna karar verilmiştir.

BÖLÜM 7

SONUÇ VE ÖNERİ

Bu çalışmada, tarım sektöründe meydana gelen iş kazalarının karşılaştırılması Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Bulanık AHS modeli (Buckley, 1985) ve Bulanık TOPSİS modeli (Chen vd., 2006) ile yapılmıştır. BÇKKV yöntemleri karar aşamasındaki belirsizliklerin giderilmesi ve sağlıklı neticeler alınması için olanak sağlamaktadır. Etmenlerin önceliklendirilmesinde, sürecin analizi ve modellenmesinde verilerin değerlendirilmesine olanak sağlamış ve sistematik yaklaşımlar sunmuştur.

İlk olarak Bulanık AHS modeli ile değerlendirmeye alınan kriterler; tarım makineleri ve el aletleri, kimyasal etmenler, hayvan çarpması ve ısırması, biyolojik etmenler, ergonomik risk faktörleri, termal konfor etmenleri ve toz maruziyeti, psiko- sosyal etmenler, kayma ve düşme, gürültü ve titreşim, eğitim bilgi ve planlama eksikliği, uzun çalışma süresi, KKD kullanılmaması uzman karar vericiler tarafından belirlenmiştir. Kriter ve alternatifler ikili matrisler oluşturularak karşılaştırılmış ve bulanık mantık teorisi kullanılarak öncelik değerleri hesaplanmıştır. Bulanık AHS yöntemine göre en riskli tarım sektörü A1 “bitkisel ve hayvansal üretim” olarak bulunmuştur.

Bulanık TOPSİS yönteminde üç uzman karar verici ile kriter ve alternatifler sözel olarak değerlendirildikten sonra üçgen bulanık sayılar yardımıyla karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize ve ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi; FPIS ve FNIS hesaplandıktan sonra yakınlık katsayıları elde edilmiştir. Değerlendirme sonucunda her iki modelde en riskli sektörün A1 “bitkisel ve hayvansal üretim” olduğu ortaya çıkmıştır.

Sektörlerde yaralanmalı ve ölümlü iş kazalarının kazaların önüne geçmek amacıyla kriterler literatür yardımıyla belirlenmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen riskli kriterlerden biri tarım makineleri ve el aletleridir. Kullanılacak tarımsal el aletleri kesici-delici özellikte oldukları için dikkatli çalışılmalıdır. Makine kullanım sırasında makine koruyucuları ile gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır. Kullanım sırasında

emniyet kemeri takılmalıdır. Çalışanlar uygun kıyafet tercihi yapmalı, bol uzun kıyafetler hareketli makine parçaları arasına sıkışma tehlikesi yaratacağı için giyilmemelidir. Tarım makinelerinin amaçları dışında kullanımının önüne geçilmesi özellikle çalışan sağlığı için önemlidir. Römorklar insan taşıma amacıyla kullanılmamalıdır.

Kimyasal ilaçların riskleri ve kullanımı konusunda tarım çalışanlarına eğitim verilmeli, ilaçların depolanması eğitilmiş kişiler yoluyla düzenli şekilde kontrol edilmeli, kullanım için talimatlara uyulmalı, ayrıca uygulama sırasında KKD kullanılması gerekmektedir. Herhangi bir tehlikeyle karşılaşılması durumunda en yakın sağlık kuruluşundan destek alınmalıdır.

Biyolojik etmenler, bitkisel ve hayvansal üretim sırasında sağlık sorunlarına yol açabilir. Biyolojik etmenlerin solunum yoluyla vücuda girmesini önlemek amacıyla maske kullanmak ve çevrenin temiz tutulması gerekmektedir. Hayvanların sağlıkları kontrol edilmeli ve aşılama işlemleri yapılmalıdır. Eldiven kullanılarak hayvanlarla direk temastan kaçınılması gerekmektedir. Bulaşıcı hastalık riski bulunanlar gerekli mercilere bildirilerek güvenlik koşulları altında yok edilmelidir.

Yabani hayvan saldırılarına karşı çalışanlar ilk yardım konusunda eğitilmeli, koruyucu kıyafet, eldiven ve bot kullanılmalıdır. Hayvan yetiştiriciliğinde hayvanların zorlanması ve kötü şartlar altında tutulması olumsuz tepkiler doğurabilir. Tehlikeleri ortadan kaldırmak için hayvanları iyi öğrenmek gerekmektedir.

Gürültü ve titreşim maruziyetinin önüne geçmek amacıyla ilk olarak kaynağında ve ortamda koruma tedbirleri alınmalıdır. Makinelerin yüksek gürültü kaynakları olması işitme kayıplarına yol açabilir. Kulaklık kullanılarak gürültü maruziyet değeri azaltılmalıdır.

Tarım işlerinin beden gücüyle yapılması; eğilme, kalkma, elle yapılan tekrarlı işler ve sabit durumda saatlerce çalışmayı gerektiren işler nedeniyle kas-iskelet sistemi, sinir sistemi hastalıkları riski fazladır. Ergonomik risk faktörlerinin en aza indirilmesi için işin insana en uygun hale getirilmesi ve uzun çalışma sürelerinde çalışanlara belirli aralıklarla dinlenme süreleri verilerek vücudun etkenlere maruziyeti azaltılmalıdır.

Tarımsal faaliyetlerin açık alanda olması nedeniyle rüzgâr, toz, güneş ışınları, radyasyon, aşırı sıcak ve soğuk hava koşullarının etkisi fazladır. Bu etkiyi en aza indirmek için çalışanların; uygun giysiler tercih etmesi, şapka, gözlük, maske kullanması ve en önemlisi sıcak havalarda bol su içilmesi gerekmektedir.

Tüm koruyucu tedbirlerin alınmasına rağmen risk faktörlerine maruziyet olursa KKD kullanılarak risklere karşı vücut bütünlüğü korunmalıdır.

Yürütülen çalışma sonucunda, tarım sektörlerinde iş kazalarının önüne geçilmesi, tarımın geliştirilmesi amacıyla; ilk olarak devlet tarafından, yaptırımı bulunan önlemlerin alınması gerekmektedir. Tarımda kayıt dışılığın önüne geçmek amacıyla tarımsal faaliyetlere yönelik kayıt sistemi oluşturularak güvenli çalışma ortamı sağlanmalıdır. Mevsimlik işçiler konusunda sağlıklı yaşam koşulları için gerekli tedbirler alınmalı, kayıt dışı çalışmaları önlenmelidir. Kadın çalışan oranının yüksek olduğu tarım sektöründe ilk olarak kadınların eğitime önem verilmelidir ve maddi-manevi güvence altına alınmalıdır. Çocuk işçiliğinin önüne geçilebilmesi için yaptırımların ağır olması ve denetim organının işlevselliği büyük önem taşımaktadır.

Çalışanlarda risk etmenleri konusunda güvenlik kültürünün geliştirilmesi için gerekli eğitim ve saha denetimlerin yapılması iş kazalarının önüne geçilebilmesi yönünde hayati önem taşımaktadır. Çalışanlarda bilincin artırılması ile maruz kalınan risk etmenlerine karşı farkındalık sağlanacak ve böylece çalışanlar tarımsal alanda iyileştirmelere katkı sunarak sağlıklı ve güvenli çalışma ortamını oluşturacaktır.

Tarımsal faaliyetlerde iş sağlığı ve güvenliği alanında farkındalığın artırılması amacıyla yapılan çalışmaların geliştirilmesine ve devamlılığına ihtiyaç duyulmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde iş sağlığı ve güvenliğinin geliştirilmesi konusunda ilk defa Bulanık AHS ve Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır. Dolayısıyla bu çalışma içerisinde değerlendirilen kriter ve alternatifler ileride yapılacak olan çalışmalar için öncü niteliğini taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Chen, C., Lin C., ve Huang, S. A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation And Selection İn Supply Chain Management. *Int. J. Production Economics*, 102, 289–301. 2006
- [2] Patel, S. K., Varma, M. R. ve Kumar A. Agricultural İnjuries İn Etawah District Of Uttar Pradesh İn India. *Safety Science*, 48 (2), 222–229. 2010
- [3] Gil Coury, H. J. C., Kumar, S. ve Jones, E. Farm Related İnjuries And Fatalities İn Alberta. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23 (5–6), 539–547. 1999
- [4] Susanto, T., Purwandari, R. ve Wuri Wuryaningsih, E. Prevalence And Associated Factors Of Health Problems Among Indonesian Farmers. *Chinese Nursing Research*, 4 (1), 31–37. 2017
- [5] Cecchini, M., Bedini, R., Mosetti, D., Marino S. ve Stasi, S. Safety Knowledge And Changing Behavior İn Agricultural Workers: An Assessment Model Applied İn Central Italy. *Safety and Health at Work*. 2017
- [6] Blair, A. Sandler, D. P., Tarone, R., Lubin, J., Thomas, K., Hoppin, J. A., Alavanja, M. C. R. Mortality Among Participants İn The Agricultural Health Study. *Annals of Epidemiology*, 15 (4), 279–285. 2005
- [7] Crandall, C. S., Fullerton, L., Olson, L., Sklar, D. P. ve Zumwalt, R. Farm-Related İnjury Mortality İn New Mexico, 1980–1991. *Accident Analysis & Prevention*, 29 (2), 257–261. 1997
- [8] Pawlak, H. ve Nowakowicz-Dębek, B. Agriculture: Accident-Prone Working Environment. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7, 209–214. 2015
- [9] Essen, S. G. V. O. N. ve McCurdy, S. A. Conferences And Reviews Health And Safety Risks İn Production Agriculture, 5300, 214–220. 1998
- [10] May, J. J. ve Kullman, G. J. Agricultural Safety And Health İn A New Century. *Journa lof Industrial Medicine Supplement*, 2, 1-2. 2002
- [11] Nguyen, T., Bertin, M., Bodin, J., Fouquet, N., Bonvallot, N. ve Roquelaure, Y. Multiple Exposures and Coexposures to Occupational Hazards Among Agricultural Workers : A Systematic Review of Observational Studies. *Safety and Health at Work*, 1–10. 2018
- [12] Hwang, S. A. Gomez, M. I., Stark, A. D., St. John, T. L., Pantea, C. I., Hallman, E. M., Scofield, S. M. Safety Awareness Among New York Farmers. *American Journal of Industrial Medicine*, 38 (1), 71–81. 2000
- [13] Bozbura, F. T. ve Beskese, A. Prioritization Of Organizational Capital Measurement Indicators Using Fuzzy Ahp. *International Journal of Approximate Reasoning*, 44, 124–147. 2007
- [14] Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan, D. Multi-Attribute Comparison Of Catering Service Companies Using Fuzzy Ahp : The Case Of Turkey. *Int. J. Production*

- Economics, 87, 171–184. 2004.
- [15] Lee, A. H. I. ve Chen, W. A Fuzzy Ahp And Bsc Approach For Evaluating Performance Of It Department In The Manufacturing Industry In Taiwan. *Expert Systems with Applications*, 34, 96–107. 2008
- [16] Enea, M. ve Piazza, T. Project Selection By Constrained Fuzzy Ahp. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 3, 39–62. 2004
- [17] Chang, N., Chang, Y. ve Chen, H. Fair Fund Distribution For A Municipal Incinerator Using G1s-Based Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Journal of Environmental Management*, 90 (1), 441–454. 2009
- [18] Cheng, C. Evaluating Weapon Systems Using Ranking Fuzzy Numbers. *Fuzzy Sets and Systems*, 107, 25–35. 1999
- [19] Wang, Y., Luo, Y. ve Hua, Z. On The Extent Analysis Method For Fuzzy Ahp And Its Applications. *186*, 735–747. 2008
- [20] Kaptanoğlu, D. ve Özok, A. F. Akademik Performans Değerlendirmesi İçin Bir Bulanık Model. *İTÜ Dergisi*, 5 (1), 193–204. 2006
- [21] Hwang, H. J. ve Hwang, H. S. Computer-Aided Fuzzy-Ahp Decision Model And Its Application To School Food Service Problem. *International Journal of Innovative Computing Information and Control*, 2 (1), 4198. 2006
- [22] Ertuğrul, İ. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması. *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25 (1), 171–192. 2007
- [23] Kulak, O. ve Kahraman, C. Fuzzy Multi-Attribute Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design And Analytic Hierarchy Process *Information Sciences*, 170, 191–210. 2005
- [24] Wang, Y. ve Chin, K. International Journal Of Approximate Reasoning Fuzzy Analytic Hierarchy Process : A Logarithmic Fuzzy Preference Programming Methodology Q. *International Journal of Approximate Reasoning*, 52 (4), 541–553. 2011
- [25] Ayyıldız, G. CIM Yatırımlarının Bulanık Ahp Yöntemi İle Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 20 Şubat 2019, <https://polen.itu.edu.tr/xmlui/handle/11527/5842?show=full>. 2003
- [26] Tekeş, M. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri Ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. 2002
- [27] Golden, Bruce L., Wasil, Edward A., Harker, P.T. *The Analytic Hierarchy Process Applications And Studies*. 18 Şubat 2019, [https://books.google.com.tr/books\(e-book\)](https://books.google.com.tr/books(e-book)). 1989
- [28] Vargas, L. G. An Overview Of The Analytic Hierarchy Process And Its Applications. *European Journal of Operational Research*, 48 (2), 2217. 1990

- [29] Chen, S.-J. ve Hwang, C.-L. *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods And Applications*. 4 Mart 2019, <https://www.springer.com/gp/book/>. 1992
- [30] Dündar, S., Ecer, F. ve Özdemir, Ş. Fuzzy Topsis Yöntemi İle Sanal Mağazaların Web Sitelerinin Değerlendirilmesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21 (1). 2007
- [31] Erol, A., Bahadır, G., Muhsin, A. Tersanelerde İmalatı Yapılacak Gemi Tipinin Bulanık Topsis Ve Bulanık Vıkor Yöntemleri İle Belirlenmesi. 11 Ocak 2019, <https://dergipark.org.tr/download/article-file/272934>, 2014
- [32] Wang, Y. Applying Fmcdm To Evaluate Financial Performance Of Domestic Airlines In Taiwan. *Expert Syst. Appl*, 34, 1837–1845. 2008
- [33] Akyüz, G. ve Kılınç, E. Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık Topsis Yönteminin Kullanımı: Sağlık Sektöründe Bir Uygulama. *Asos J.* 2016
- [34] Çınar, N. T. Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık Topsis Yöntemi Ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Kmü Sos. Ve Ekon. Araştırmalar Derg.*, 12 (18), 37–45.2010
- [35] Wang, Y. ve Elhag, T. M. S. Fuzzy Topsis Method Based On Alpha Level Sets With An Application To Bridge Risk Assessment. *Expert Systems With Applications*, 31, 309–319. 2006
- [36] Jahanshahloo, G. R., Lotfi, F. H. ve Izadikhah M. An Algorithmic Method To Extend Topsis For Decision-Making Problems With Interval Data. *175*, 1375–1384. 2006
- [37] Dzitac, S. ve Dzitac, I. Fuzzy Topsis : A General View. *91*, 823–831. 2016
- [38] Torfi, F., Zanjirani, R. ve Rezapour, S. Fuzzy Ahp To Determine The Relative Weights Of Evaluation Criteria And Fuzzy Topsis To Rank The Alternatives. *10*, 520–528. 2010
- [39] Rodrigues, F., Junior, L., Osiro, L., Cesar, L. ve Carpinetti, R. A Comparison Between Fuzzy Ahp And Fuzzy Topsis Methods To Supplier Selection. *Applied Soft Computing Journal*, 21, 194–209. 2014
- [40] Karakaşoğlu, N. Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Ve Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi. 2008
- [41] Karaatlı, M., Ömürbek, N., Işık, E. ve Yılmaz, E. Performans Değerlemesinde Dematel Ve Bulanık Topsis Uygulaması. 49–64. 2016
- [42] Doğan, Z., Arslan, S. ve Bekman, A. N. Türkiye ' de Tarım Sektörünün İktisadi Gelişimi Ve Sorunları : Development And Problems Of Agricultural Sector In Turkey : A Historical Outlook. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 29–41. 2015
- [43] Gürler, A. Z. *Tarım Ekonomisi*. Nobel Yayınevi. 2008
- [44] Çsgb, ve Uis. *Ulusal İstihdam Stratejisi 2014-2023 Eylem Planları 2017-2019*. Ankara: Ses Reklam. 2017
- [45] Sert, Ö. ve Nazlıoğlu, A. *Tarımda İş Sağlığı Ve Güvenliği Rehberi*. Ankara: S. B.

Yayıncılık. 2016

- [46] Karaman, S. Türkiye Bitkisel Ve Hayvansal Üretim Değerlerinin Bölgesel Düzeyde Panel Endeks İle Karşılaştırmalı Analizi. *YYÜ Tar Bil Derg*, 28 (2), 168–174. 2018
- [47] Özdemir, İ. *İş Sağlığı Ve Güvenliği Kavram Ve Kurallarının Gelişimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Aöf Yayınları. 2008
- [48] Çiçek, Ö. ve Öçal, M. Dünyada Ve Türkiyede İş Sağlığı Ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi. *Hak-İş Uluslararası Emek Ve Toplum Dergisi*, 5 (11)2147-3668. 2016
- [49] Şen, M. İş Sağlığı Ve Güvenliği Kavramı Tarihsel Gelişimi Ve Dayanakları. *Mühfd*, 4 (1), 117 - 142. 2015
- [50] Mülazımoğlu, E. *Tarımda İş Güvenliği*. Dönem Projesi, Ankara Üniversitesi. 2016
- [51] Çetindağ, Ş. İş Sağlığı Ve Güvenliği'nin Tarihsel Gelişimi Ve Mevzuattaki Güncel Durum. 1–6. 2010
- [52] Gerek, H. Üniversitesi, *İş Sağlığı Ve İş Güvenliği*. Eskişehir: *Anadolu Aöf Yayınları*. 2008
- [53] Yılmaz, Ö. H. İşyeri Hekimliğinde İnsangücü Planlaması İçin İş Analizi Ve Simülasyon Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi, Adana Çukurova Üniversitesi. 2012
- [54] Ovacılı, S. ve Pekiner, T. *Avrupa Birliği'nde İş Sağlığı Ve Güvenliği.T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı*. Yayın No:12, Ankara: F. Aydın, Ed. 2014
- [55] Moehling, C. M. State Child Labor Laws And The Decline Of Child Labor. *106*, 72–106. 1999
- [56] Charnovitz, S. State Child Labor Laws And The Decline Of Child Labor. 1987
- [57] Arıcı, K. *İş Sağlığı Ve İş Güvenliği Dersleri*. Ankara: Tes-İş Eği. 1999
- [58] Talas, C. *Türkiye'nin Açıklamalı Sosyal Politika Tarihi*. Ankara: Bilgi Yayın. 1992
- [59] Makal, A. *Cumhuriyetin 80. Yılında Türkiye'de Çalışma İlişkileri*. 1–21. 2003
- [60] Makal, A. *Osmanlı İmparatorluğu'nda Çalışma İlişkileri: 1850-1920*. İmge Yayın. 1997
- [61] Çam, M. Cumhuriyetin 80. Yılında Türkiye Sendikacılık Hareketi. 197–214. 2003
- [62] Çakar, İ., Ceylan, S. ve Kürkçü, E. A. *Açık Tarım Alanlarında İş Sağlığı Ve Güvenliği Rehberi*. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. Ankara. 2016
- [63] Özkılıç, Ö. İş Sağlığı Ve Güvenliği Dergisi. *İş Sağlığı Ve Güvenliği Derg.*, 40. 2008
- [64] Dursun, S. İş Güvenliği Kültürünün Çalışanların Güvenli Davranışları Üzerine Etkisi The Impact On Safety Behaviour Of Occupational Safety Culture. *Sos. Güvenlik Derg*, 3 (2), 61–75. 2013
- [65] Tuncay, A. C. ve Ekmekçi, Ö. *Sosyal Güvenlik Hukuku Dersleri*. 14. Basım, İstanbul:

Beta Yayın. 2011

- [66] Songur, L. ve Songur, G. Ekonomik Büyümede İş Kazası Ve Meslek Hastalıklarının Önemi Ve Sosyal Tarafların Sorumlulukları. *Akad. Bakış Derg.*, 68, 43–55. 2018
- [67] Akpınar, T. ve Özyıldırım, K. Trakya Bölgesi ' Nde Tarımsal Faaliyette Bulunan Çiftçilerin İş Sağlığı Ve Güvenliği Giriş. *Çalışma Ve Toplum*, 3. 2016
- [68] Menemencioğlu, K. Tarım Ve Orman İşçiliğinde Çalışma Yeri Koşulları Ve Karşılaşılan Sorunlar Workplace Labor Conditions And Problems In Agriculture And Forestry. *Türk Bilim. Derlemeler Derg.*, 5 (2), 72–76. 2012
- [69] Ahioğlu, S. S. Tarım Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği Ve Risk Değerlendirmesi. Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. 2008
- [70] Yurtlu, Y. B., Demiryürek, K., Bozoğlu, M. ve Ceyhan, V. Çiftçilerin Tarım Makineleri Kullanımına İlişkin Risk Algıları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg.*, 49 (1), 93–101. 2012
- [71] Kumar, G. V. P. ve Dewangan, K. N. Agricultural Accidents In North Eastern Region Of India. *Saf. Sci.*, 47 (2), 199–205. 2009
- [72] Tunçdemir, A. Adıyaman İl Merkezinde Çiftçilerin Güvenli Pestisit Kullanımı İle İlgili Bilgi, Tutum, Uygulamaları Ve Eğitimin Etkisi. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi. 2016
- [73] Çamurcu, S. ve Seyhan, T. G. Tarım Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilim. Ve Tasarım Derg., 3 (3), 549–552. 2015
- [74] Güğerçin, Ö. ve Baytorun, A. N. Tarımda İş Kazaları Ve Gerekli Önlemler. *Çukurova Tarım Gıda Bil. Derg.*, 33 (2), 157–168. 2018
- [75] Rosskam, E. Tarımsal Çalışma Yaşamının İyileştirilmesi İçin Eğitim İhtiyacı. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Derg.*, 42–47. 2001
- [76] Ilo. Global Employment Trends 2013 Recovering From A Second Jobs Dip. 2013
- [77] Gülçubuk, B. 6331 Sayılı Tarımda İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu Tarımda Çalışanlar İçin Bir Şey İfade Eder Mi?. *Int. J. Soc. Sci. Educ. Res.* 2017
- [78] Koruk, İ. İhmal Edilen Bir Grup: Göçebe Mevsimlik Tarım İşçileri. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Derg.*, 10 (38), 18–22. 2010
- [79] Karaca, Y. Çok Kriterli Karar Verme Metotları Ve Analitik Hiyerarşi Süreci İle Matematik Eğitimi Alanında Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi. 2011
- [80] Ar, İ. M., Baki, B. ve Özdemir, F. Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık Ahs- Vikor Yaklaşımının Kullanımı: Otel Sektöründe Bir Uygulama. *Uluslararası İktisadi Ve İdari İncelemeler Derg.*, 13 (13), 93–114. 2014
- [81] Kul, Y., Şeker, A. ve Yurdakul, M. Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin

- Alışılmamış İmalat Yöntemlerinin Seçiminde Kullanılması. J. Fac. Eng. Archit. Gazi Univ., 29 (3), 589–603. 2014
- [82] Soner, S. ve Önüt, S. Multi-Criteria Supplier Selection: An Electre-Ahp Application. J. Eng. Nat. Sci. Mühendislik Ve Fen Bilim. Derg., 4 (0212), 110–120. 2006
- [83] Ecer, F. Bulanık Ortamlarda Mağaza Kuruluş Yerler İnin Değerlendirilmesi : Bir Kara R Verme Aracı Olarak Bulanık Topsis. H.Ü. İktisadi Ve İdari Bilim. Fakültesi Derg., 25 (1), 143–170. 2007
- [84] Perçin, S. Bulanık Ahs Ve Topsis Yaklaşımının Makine-Teçhizat Seçimine Uygulanması. 169–184. 2012
- [85] Chen, C. Extensions Of The Topsis For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment. Fuzzy Sets Syst., 114, 1–9. 2000
- [86] Chou, T., Hsu, C. ve Chen, M. A Fuzzy Multi-Criteria Decision Model For International Tourist Hotels Location Selection. Int. J. Hosp. Manag., 27, 293–301. 2008
- [87] Baskaya, Z. ve Ozturk, B. Bulanık Topsis Algoritması İle Yamuk Bulanık Sayıların Satış Elemanı Seçiminde Kullanılması. Bus. Econ. Res. J., 2 (2), 77–100, 2011
- [88] Kuruüzüm, A. ve Atsan, N. Analitik Hiyerarşi Yöntemi Ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. Akdeniz İ.İ.B.F. Derg., 83 (1), 83–105. 2001
- [89] Subaşı, H. Çok Kriterli Karar Vermede Kullanılan Topsis Ve Ahp Yöntemlerinin Karşılaştırılması Ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Marmara Üniversitesi. 2011
- [90] Öztayşi, B., Onar, S.Ç., Boltürk E. Hesitant Fuzzy Analytic Hierarchy Process. Ieee International Conference On Fuzzy Systems (Fuzz-Ieee). 2015
- [91] Büyüközkan, G., Kahraman, C. ve Ruan, D. A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach For Software Development Strategy Selection Int. J. Gen. Syst., 33 (2–3), 259–280. 2007
- [92] Göksu, A. Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. Doktora Tezi, T.C Süleyman Demirel Üniversitesi. 2008
- [93] Kul, Y. Alışılmamış İmalat Yöntemlerinin Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Metotlarının Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi. 2012
- [94] Pan, N. Automation İn Construction Fuzzy Ahp Approach For Selecting The Suitable Bridge Construction Method. Autom. Constr., 17, 958–965. 2008
- [95] Buckley, J. J., Feuring T. ve Hayashi Y. Fuzzy Hierarchical Analysis Revisited. Eur. J. Oper. Res., 129, 48–64. 2001
- [96] Ross, T. J. *Fuzzy Logic With Engineering Applications*, John Wiley. University Of New Mexico, Usa, 5 Nisan 2019, <http://iauctb.ac.ir/Files/>. 2010
- [97] Kannan, D., Beatriz, A., De Sousa, L., José C. ve Jabbour, C. Selecting Green Suppliers

Based On Gscm Practices : Using Fuzzy Topsis Applied To A Brazilian Electronics Company. *Eur. J. Oper. Res.*, 233 (2), 432–447. 2014

- [98] Prakash, C. ve Barua, M. K. Integration Of Ahp-Topsis Method For Prioritizing The Solutions Of Reverse Logistics Adoption To Overcome Its Barriers Under Fuzzy Environment. *J. Manuf. Syst.*, 37,599–615. 2015
- [99] Kahraman, C., Ateş, N. Y., Çevik, S., Gülbay, M. ve Erdoğan, S. A. Hierarchical Fuzzy Topsis Model For Selection Among Logistics Information Technologies. *J. Enterp. Inf. Manag.*, 33, 2–3. 2007
- [100] Shih, H., Shyur, H. ve Lee, E. S. An Extension Of Topsis For Group Decision Making. *Math. Comput. Model*, 45, 801–813. 2007
- [101] TÜİK Verileri. <http://tuik.gov.tr/Start.do>. 20 Şubat 2019
- [102] SGK İstatistik Yıllıkları. <http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik>. 6 Haziran 2018
- [103] <https://www.eforosgb.com/is-sagligi-ve-guvenliginin-turkiyedeki-tarihsel-gelisimi/1>. 1 Mart 2019
- [104] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/>. 15 Ocak 2019

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Merve ÖZSARI

Uyruğu : T.C.

Doğum Tarihi : 22.09.1995

Doğum Yeri : İscehisar/AFYONKARAHİSAR

Medeni Durumu : Bekâr

Tel : 0553 298 36 50

Email : merveozsari1995@gmail.com

Adres : Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Ankara

EĞİTİM

Ön Lisans : Erzurum Atatürk Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği, 2019

Lisans : Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Yönetimi, 2017

Lise : İscehisar Mehmet Çakmak Anadolu Lisesi, 2013

YABANCI DİL

İngilizce