

**ACİL SERVİSLERDE BULANIK  
DEMATEL VE BULANIK GİA YÖNTEMLERİ İLE  
ÇOK KRİTERLİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ**

**Salih ZEGEREK**

**Yüksek Lisans Tezi  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yrd. Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE  
2014**

**Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ACİL SERVİSLERDE BULANIK DEMATEL VE BULANIK GİA  
YÖNTEMLERİ İLE ÇOK KRİTERLİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ**

**Salih ZEGEREK**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ERZURUM  
2014**

**Her hakkı saklıdır**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

ACİL SERVİSLERDE BULANIK DEMATEL VE BULANIK GİA  
YÖNTEMLERİ İLE ÇOK KRİTERLİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Yrd. Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE danışmanlığında, Salih ZEGEREK tarafından hazırlanan bu çalışma 01/04/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak ~~oybirliği/oy çokluğu~~ (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Gökay AKKAYA

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Meral OLTULU

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 24.04.2014 tarih ve 17/551 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU  
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP, projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: 2012/106

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ACIL SERVİSLERDE BULANIK DEMATEL VE BULANIK GİA YÖNTEMLERİ İLE ÇOK KRİTERLİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Salih ZEGEREK

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimler Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE

Sağlık sektöründe ve özellikle acil servislerde çalışanlar hastalık veya iş kazaları gibi mesleki riskler içeren çeşitli faaliyetleri yerine getirmektedirler. Sağlık çalışanlarının maruz kalabileceği risk faktörlerinin belirlenerek gerekli önleyici tedbirlerin alınması bu profesyonel grubun sağlık ve yaşam kalitesini artırmak için son derece önemlidir. Bununla birlikte, risk değerlendirme hem nicel ve nitel faktörleri içeren bir çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi hem de belirsizlik içeren bir süreçtir. Bu çalışmada, acil servislerde risk değerlendirme için bulanık The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) ve bulanık Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemleri kullanılarak yeni bir bulanık ÇKKV modeli önerilmiştir. Önerilen modelde, risk kriterlerinin ağırlıklarını bulmak için bulanık DEMATEL yöntemi ve bu ağırlıklara bağlı olarak acil servis alternatiflerinin değerlendirilmesi için bulanık GİA yöntemi kullanılmıştır. Bulanık ÇKKV modeli ile Erzurum ilinde bulunan üç devlet hastanesinin acil servis departmanları risk düzeyleri bakımından sıralanmıştır.

**2014, 106 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Acil servis, risk değerlendirme, bulanık DEMATEL, bulanık GİA, bulanık ÇKKV

## **ABSTRACT**

Master Thesis

### **MULTI-CRITERIA RISK ASSESSMENT WITH FUZZY DEMATEL AND FUZZY GRA METHODS IN THE EMERGENCY SERVICES**

Salih ZEGEREK

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Industrial Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Elif KILIÇ DELİCE

Health care personnel, particularly those working in emergency departments, perform various activities involving occupational risks such as diseases or accidents. Determining these risk factors and taking their precautions is critical to improve their life and health quality. However, risk assessment is both a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) problem including quantitative and qualitative risk factors, and a process containing uncertainty. In this study, for the risk assessment in emergency departments, a new fuzzy MCDM model is proposed using with The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) and Grey Relational Analysis (GRA). The fuzzy DEMATEL method is used to find the weights of risk criteria and fuzzy GRA method is used to squencing the emergency department alternatives based on these weights in the proposed model. With the fuzzy MCDM model, three emergency departments of state hospitals, located in Erzurum, is ranked in terms of risk level.

**2014, 106 pages**

**Keywords:** Emergency department, risk assessment, fuzzy DEMATEL, fuzzy GRA, fuzzy MCDM

## **TEŞEKKÜR**

Çalışma boyunca değerli yardım ve katkılarıyla danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE 'ye, uygulama aşamasında yardımlarından dolayı Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Palandöken Devlet Hastanesi ve Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi acil servis sağlık çalışanlarına, tez savunması sırasında değerli katkılarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Gökay AKKAYA'ya ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Meral OLTULU'ya ve hiçbir zaman destek ve yardımlarını benden esirgemeyen aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

**Salih ZEGEREK**

**Mart, 2014**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER.....</b>	<b>5</b>
2.1. Risk Değerlendirme Kavramının Gelişimi.....	5
2.2. Tehlike, İş Kazası, Risk Kavramları ve Risk Değerlendirmenin Önemi .....	6
2.3. Risk Değerlendirme Metodolojileri.....	9
2.3.1. Kantitatif (Niceliksel) risk analizi .....	10
2.3.2. Kalitatif (Niteliksel) risk analizi .....	11
2.4. Risk Analizinde Kullanılan Yöntemler .....	11
2.5. Sağlık Kuruluşunda Risklerin Nedenleri.....	12
2.6. Acil Servislerin Tarihsel Gelişimi ve Risk Değerlendirme.....	15
2.7. Risk Değerlendirme ile İlgili Yapılmış Çalışmalar .....	18
2.8. Acil Servis ile İlgili Yapılmış Çalışmalar .....	22
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>25</b>
3.1. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV).....	25
3.2. Bulanık Mantık.....	27
3.2.1. Bulanık küme teorisi ve üçgensel bulanık sayılar .....	28
3.2.2. Bulanık sayılarda aritmetik işlemler.....	30
3.3. Bulanık DEMATEL Yöntemi .....	32
3.3.1. DEMATEL yöntemin kullanıldığı alanlar .....	33
3.3.2. Bulanık DEMATEL yönteminin uygulama adımları .....	34
3.3.3. Bulanık DEMATEL yöntemi ile ilgili çalışmalar .....	40
3.4. GİA Yöntemi.....	47
3.4.1. GİA yöntemin kullanıldığı alanlar .....	49

3.4.2. Bulanık GİA yöntemi adımlar .....	49
3.4.3. Bulanık GİA ile ilgili çalışmalar .....	53
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....</b>	<b>56</b>
4.1. Bulanık ÇKKV Modeli .....	56
4.2. Bulanık ÇKKV Modelinin Uygulanması .....	57
4.2.1. Veri toplama .....	58
4.2.2. Bulanık DEMATEL yönteminin uygulaması.....	65
4.2.3. Bulanık GİA yönteminin uygulaması.....	78
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>87</b>
KAYNAKÇA .....	90
EKLER.....	100
EK 1.....	100
EK 2.....	106
ÖZGEÇMİŞ .....	107



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

C	Kriter
Def	Durulaştırma
P	Uzman
$\tilde{T}$	Toplam İlişki Matrisi
$\tilde{X}^{(k)}$	Normalize Direkt İlişki Matrisi
$W_i$	Ağırlık

### Kısaltmalar

AAS	Analitik Ağ Süreci
AABT	Ambulans ve Acil Bakım Teknikerleri
AHP	Analitik Hiyerarşi Proses
AS	Acil Servis
ATT	Acil Tıp Teknisyenleri
CDC	Center of Disease Control (Hastalılar Kontrol Merkezi)
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL	Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (Karar verme deneme ve değerlendirme laboratuvarı)
<i>et al.</i>	ve diğerleri
GİA	Gri İlişkisel Analiz
HIV	Bağışıklık Sisteminin Çökmesine Neden Olan Virüs
ILO	International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
JCAHO	Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (Sağlık Kuruluşları Akreditasyon Birleşik Komisyonu)
KV	Karar Verici

MOORA	Multi-Objective Optimization By Ratio Analysis
PROMETHEE	The Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation
TFN	Triangular Fuzzy Numbers (Üçgensel Bulanık Sayılar)
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüm Benzerliği Tercih Sıralaması Tekniği)
vd	ve diğerleri
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 2.1.</b> Meslek hastalıkları, işle ilgili hastalıklar, kazalar, yaşam biçimi ve alışkanlıkları .....	14
<b>Şekil 3.1.</b> Üçgen bulanık sayı .....	29
<b>Şekil 3.2.</b> Kriterler arasındaki etkileşimi ve ağırlıkların hiyerarşik olarak gösterimi.....	39
<b>Şekil 4.1.</b> Risk değerlendirme sürecinin sistematik gösterimi .....	57
<b>Şekil 4.2.</b> Dilsel değerlerin üçgen üyelik fonksiyonları.....	66

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Bulanık DEMATEL yöntemi ile yapılan çalışmalar .....	46
Çizelge 3.2. Bulanık GİA ile yapılmış çalışmalar .....	55
Çizelge 4.1. Kriterler ve alt kriterler .....	58
Çizelge 4.2. Kriter ağırlıkları ve alternatifler için bulanık skala .....	66
Çizelge 4.3. Enfeksiyon riski için bir karar verici tarafından oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi.....	66
Çizelge 4.4. Enfeksiyon riski için bulanık normalize direk ilişki matrisi.....	67
Çizelge 4.5. Enfeksiyon riski için bulanık toplam ilişki matris verileri .....	67
Çizelge 4.6. Tehlikeli atık riskleri için bulanık toplam ilişki matris verileri.....	68
Çizelge 4.7. Tıbbi cihaz, malzeme, araç gereç bağlantılı riskleri için bulanık toplam ilişki matris verileri.....	68
Çizelge 4.8. Nöbet sırasında ve sonrasında uykusuzluk ve yorgunluğa bağlı olarak meydana gelen her türlü kaza riskleri için bulanık toplam ilişki matris verileri .....	68
Çizelge 4.9. Alerji riskleri için bulanık toplam ilişki matris verileri .....	69
Çizelge 4.10. Ergonomik riskleri için bulanık toplam ilişki matris verileri .....	69
Çizelge 4.10 (devam).....	70
Çizelge 4.11. Güvensiz nöbet, vardiya ortamı ve iletişim sorunlarına bağlı riskleri için toplam ilişki matris verileri .....	71
Çizelge 4.12. Psikososyal sağlık sorunlarına neden olan riskler için bulanık toplam ilişki matris verileri.....	71
Çizelge 4.13. Ana kriterler için bulanık toplam ilişki matris verileri .....	72
Çizelge 4.14. Kriterler için $\tilde{D}_i, R_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, R_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + R_i^{\sim def})$ ve $(\tilde{D}_i - R_i^{\sim def})$ değerleri ....	73
Çizelge 4.15. Enfeksiyon risk kriterleri için $\tilde{D}_i, R_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, R_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + R_i^{\sim def})$ ve $(\tilde{D}_i - R_i^{\sim def})$ değerleri.....	73

<b>Çizelge 4.16.</b> Tehlikeli atık risk kriterleri için $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, \tilde{R}_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i^{\sim def})$ ve $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i^{\sim def})$ değerleri.....	73
<b>Çizelge 4.17.</b> Tıbbi cihaz, malzeme, araç gereç bağlantılı riskler için $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i^{\sim def})$ ve $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, \tilde{R}_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i^{\sim def})$ değerleri.....	74
<b>Çizelge 4.18.</b> Nöbet sırasında ve sonrasında uykusuzluk ve yorgunluğa bağlı olarak meydana gelen riskler için $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, \tilde{R}_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i^{\sim def})$ ve $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i^{\sim def})$ değerleri.....	74
<b>Çizelge 4.19.</b> Alerji riski için $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, \tilde{R}_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i^{\sim def})$ ve $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i^{\sim def})$ değerleri.....	74
<b>Çizelge 4.20.</b> Ergonomik riskler için $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, \tilde{R}_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i^{\sim def})$ ve $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i^{\sim def})$ değerleri.....	75
<b>Çizelge 4.21.</b> Güvensiz nöbet, vardiya ortamı ve iletişim sorunlarına bağlı riskler için $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, \tilde{R}_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i^{\sim def})$ ve $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i^{\sim def})$ değerleri .....	76
<b>Çizelge 4.22.</b> Psikososyal sağlık sorunlarına neden olan riskler için $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i^{\sim def})$ ve $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, \tilde{R}_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i^{\sim def})$ değerleri.....	76
<b>Çizelge 4.23.</b> Kriterlerin normalize ağılıkları ve son ağırlık değerleri .....	77
<b>Çizelge 4.24.</b> Alt kriterlerin normalize ağılıkları ve son ağırlık değerleri.....	77
<b>Çizelge 4.25.</b> Ortalama bulanık matrisi .....	78
<b>Çizelge 4.26.</b> Normalize ve durulaştırılmış değerler .....	80
<b>Çizelge 4.27.</b> Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri .....	81
<b>Çizelge 4.28.</b> Pozitif gri ilişkisel katsayıları .....	82
<b>Çizelge 4.29.</b> Negatif gri ilişkisel katsayıları.....	83
<b>Çizelge 4.30.</b> Pozitif Gri ilişkisel analiz dereceleri.....	84
<b>Çizelge 4.31.</b> Negatif Gri ilişkisel analiz derecelendirme değerler .....	84

## 1. GİRİŞ

Çalışma ortamındaki tehlikeler önlenemediğinde riske, risk önlenemediğinde ise işe bağlı sağlık sorunlarına, iş kazalarına, meslek hastalıklarına ve bunlara bağlı sakatlık, iş görmezlik durumlarına ve işe devamsızlıklara neden olmaktadır. Risk değerlendirme, çalışma ortamında bulunan tehlikeli durumlar için önlem alınmasına, işyerlerindeki çalışma koşullarından kaynaklanan, çalışan ve çevreye verebilecek her türlü tehlike, zarar ve sağlık risklerini mümkün olduğunca en aza indirilmesine yardımcı olmaktadır. Mesleki risklerin değerlendirilmesinde temel amaç, çalışanların sağlığının korunması ve güvenliklerinin sağlanmasıdır.

Sağlık çalışanları arasında olan hastalık ve ölümcül olmayan mesleki yaralanma vakaları endüstriyel sektörler arasında en yüksek oranlarda olduğundan bu sektörde risk değerlendirmesinin yapılması büyük önem taşımaktadır (Anonymous 2013). Sağlık hizmetlerinin doğrudan insan yaşamı ile ilgili olması ve sağlık çalışanlarının mesleki becerilerinin teşhis ve tedavideki önemi, hizmet alan ile hizmeti sunanlar arasındaki etkileşimi diğer sektörlerle göre daha yoğun kılmaktadır.

Etkin bir sağlık hizmeti sunumunda temel unsur gerekli nicelik ve nitelikteki insan gücüdür (Türkiye Sağlık İnsan Gücü Durum Raporu 2008). Toplumun sağlık hizmeti sunmayı amaç edinmiş sağlık personeli verdikleri hizmetin özelliğinden kaynaklanan mesleki risklere ve iş kazalarına maruz kalmaktadır (Devebakan 2007). Sağlık çalışanlarında en sık görülen iş kazaları kesici delici alet yaralanmaları, kan vücut sıvılarıyla bulaşma, ağır kaldırma, düşme, çarpma, takılma, kayma vb. nedenlere bağlı kas-iskelet sistemi yaralanmaları, enfeksiyon, radyasyona maruz kalma, iğne yaralanmaları, sırt yaralanmaları, lateks alerjisi, stres, fiziksel ve ruhsal yorgunluk ve rahatsızlıklar ile çeşitli şekillerde siddete maruz kalma durumlarıdır. Bu risk faktörlerinden bazıları hem mesleki risk olarak hem de bir iş kazası olarak değerlendirilmektedir (Aksan 2005; Kutlu 2007).

Farklı nedenlerden dolayı sağlık hizmeti almak üzere başvuruda bulunan hastalara sağlık hizmeti vererek çalışma süresini geçiren Acil Servis (AS) çalışanları çeşitli risk faktörleri ile yüzleşmektedir. AS çalışanlarının ekipmanlar ve hastaları kaldırmada, enfeksiyon hastalığı olan hastaların tedavisinde, tehlikeli kimyasal maddelerin taşınmasında, hava ve kara araçlarıyla acil hasta aktarmada vb. potansiyel olarak yaptıkları görevler tehlikeli mesleki görevler arasındadır. Bu görevler ile mesleki yaralanma ve hastalıkların meydana gelmesi AS çalışanları için içsel bir risk oluşturmaktadır ve yapılan araştırmalarda bu görevlerde iş kazası sonucu ağır yaralanmalar, ölümcül olmayan yaralanmalar ve hastalıkların yüksek oranda olduğu görülmektedir (Anonymous 2013). Risk faktörleri sadece sağlık çalışanını ciddi fiziksel ve psikolojik sorunlara maruz bırakmamakta aynı zamanda hastalara sağlanan kaliteli bakım hizmetlerinin de olumsuz yönde etkilemektedir.

Her ne kadar sağlık çalışanları iş yerinde devamlı olarak yaralanma ve hastalık riskleriyle karşı karşıya kalsalarda, bu risk faktörlerinin önlenmesi ve azaltılması mümkündür. Doktor, hemşirelerin ve diğer sağlık görevlilerin maruz kalabileceği risk faktörleri belirlenerek gerekli önleyici tedbirlerin alınması bu profesyonel grubun sağlık ve yaşam kalitesini artırmak için yararlı olabilir. Bu tez çalışmasında AS'te çalışan sağlık görevlilerinin maruz kaldıkları risk faktörleri belirlenmiştir. Daha sonra bu faktörlere bağlı olarak AS alternatifleri arasında bir risk sıralaması yapılarak en riskli AS alternafi belirlenmiştir.

Risk değerlendirme hem nitel hem de nicel faktörleri içeren karmaşık çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemidir. Karmaşık yapıda olan bu problemlerde karar verme işlemi oldukça zordur. Ulaşılmak istenen hedefin birçok parametre tarafından belirlendiği ve değerlendirilecek alternatiflerin her birinin kendine has avantajlarının bulunduğu durumlarda karar verme işi oldukça güçleşmektedir. Bu çerçevede bu güçlüklerin üstesinden gelebilmek için pek çok ÇKKV yöntemi geliştirilmiştir. Bununla birlikte, klasik bir ölçekte kriterlerin ve alternatiflerin değerlendirilmesine dayanan klasik ÇKKV yöntemleri, kişilerin tecrübelerini ve yargılarını sınırlı ve kesin veriler nedeniyle tam olarak yansıtamadığından yeterince esneklik sağlayamamaktadır (Mon *et al.* 1994).

Ayrıca, kişiler tercihlerini genellikle sözel olarak ifade etmeye eğilimlidirler. Bu nedenle, insan düşüncesi ve yargılarındaki bulanıklığın ikili karşılaştırmalara yansıtılabilmesi için kişilerin sözel değerlendirmelerinin bulanık sayılar ile ifade edilmesi gerekmektedir (Chang 1996). Bu çalışmada da, çok sayıda kriterden oluşan AS'lerde risk değerlendirme problemi, kişilerin bulanık tercihlerinin doğru yansıtılabilmesi için ÇKKV yöntemlerinden olan Bulanık DEMATEL (Bulanık Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) ve Bulanık GİA (Bulanık Gri İlişkisel Analiz) yöntemleri kullanılarak oluşturulan yeni bir bulanık ÇKKV modeli ile ele alınmıştır. Bulanık DEMATEL yöntemi ile risk kriterlerinin ağırlıkları elde edilmiştir. Bulanık GİA yöntemi ise risk kriterlerinin ağırlıkları kullanılarak bu çalışma kapsamında ele alınan AS alternatiflerinin risk sıralamasında kullanılmıştır.

Türkiye'de AS ortamlarının tehlike ve risklerini belirlemeye yönelik araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Özellikle, ülkemizde hastaneye başvuruların yüzde 25'ini AS için başvuruların oluşturmasına rağmen bu konuda ülkemizde fazla çalışma yapılmamıştır (Anonim 2013). Bu çalışmada, AS'lerde risk değerlendirilmesi ilk defa ÇKKV metotları kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca, literatürde, bulanık DEMATEL ve bulanık GİA yöntemlerinin bütünleştirilerek yapılmış herhangi bir araştırmaya rastlanamamıştır. Bu nedenlerden dolayı tez çalışmasının literature önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Geliştirilen bulanık ÇKKV modelinin kullanılabilirliğini ve geçerliliğini göstermek için Erzurum'da faaliyet gösteren Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi, Erzurum Palandöken Devlet Hastanesi ve Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi olmak üzere üç devlet hastanesinin AS'lerinde uygulama yapılmıştır. Bu tez çalışmasının birinci bölümünde giriş, ikinci bölümünde risk değerlendirme kavramı, risk değerlendirmenin önemi, sağlık kuruluşlarındaki riskler ve nedenleri, acil servislerin gelişimi ve risk faktörleri, risk değerlendirme ve AS ile ilgili literatürde yayınlanmış çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümünde ÇKKV, Bulanık teori, bulanık DEMATEL ve bulanık GİA yöntemleri hakkında bilgi verilmiş ve yöntemlere ait



literatürden bahsedilmiştir. Tez çalışmasının dördüncü bölümünde uygulama yapılmış ve son bölüm olan beşinci bölümünde ise sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1. Risk Değerlendirme Kavramının Gelişimi

Risk Değerlendirmesi kavramı 20. yüzyılın başlarında güvenilirlik teoreminin oluşturulması ve kullanılmaya başlanması sonrasında telaffuz edilmeye başlanmıştır. Bununla birlikte 1930'lu yıllarında başlayıp günümüze kadar Dünya'da sistematik olarak her alanda farklı metodolojilerle risk değerlendirmeyle ilgili çalışmalar yapılmıştır (Aydınlı 2010).

Risk değerlendirme metodolojilerinin tarih içerisindeki gelişimine bakıldığında, ilk çalışmaların sanayi devrimi döneminde yapıldığı bilinmektedir. Sanayi devrimi 1840'lı yıllarda ve özellikle buhar gücünün işyerlerinde kullanılması ile birlikte yeni bir toplumsal yaşam biçimi getirmiştir. Bu gelişme ile birlikte buhar gücü ile çalışan lokomotifler ve gemiler, üretilen mamullerin uzak yerlerin farklı bölgelerine ulaştırılmasını sağlamıştır. İşçi sınıfının doğuşu, hızlı kentleşme ve makineleşmenin yer aldığı ve sanayi toplumu olarak adlandırılan bu dönemde insanlığın ilgisi sanayi ve makinelere yönelmeye başlamıştır (Keleş 2012).

I. Dünya Savaşı'nın sonlarında uzay ve hava bilimciler aynı işlevi görmek üzere oluşturulmuş sistemleri nicel olarak karşılaştırma yapabilecek yöntemleri araştırmaya başlamışlardır. Geçmiş olayları karşılaştırmak için kullanılan oranların, aynı zamanda gelecek olayları tahmin etmek amacıyla kullanılması 1930'lu yıllarda gerçekleşebilmiştir. Bu sayede "Güvenilirlik Teorisi" olarak anılan yeni bir metod ortaya çıkmıştır. İlk defa Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) tarafından geliştirilen MIL-STD-882 numaralı standart bu alandaki gelişmelerin önünü açan ilk sistemli belge olarak kabul edilmektedir. 1960'lı yılların başında mekanik, hidrolik ve elektrik aksamli sistemlerin doğru çalışması için yapılan araştırmalarda güvenilirlik teorisinin kullanımı gün geçtikçe artmıştır. 1961 yılında ilk defa NASA çok gizli olarak niteledikleri FMEA (Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi) analizinin ilk tablolarını

yayınlamıştır. 1979 yılları başında Nükleer Düzenlemeler Komisyonu başkanı N. Rasmussen ve ekibi tarafından olay ağacı analizi ve neden sonuç analizi metodolojileri geliştirilmiştir. 1979 ve 1981 yılları arasında meydana gelen endüstriyel kazalar HAZOP (Tehlike ve İşletilebilme Çalışması) ve diğer risk değerlendirme metodolojilerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Endüstri ile ilgili risk değerlendirmesi çalışmaları özellikle 20. yüzyıl başlarından süregelen tehlikeli maddelerin artan üretimi, kullanımı ve depolanması yüzünden endüstriyel kaza olasılığı yüksek oranda artması ile yaygınlaşmıştır. Bu sonuçla tüm halkın, çalışan kesimin ve çevrenin korunması gereği doğmuş, büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve en aza indirilmesi için sistematik yaklaşım ihtiyacı belirlemiştir. Üç Mil Adası'ndaki ve Çernobil'deki nükleer kazalardan sonra nükleer tesislerin güvenli işletilmesi için birçok çalışma yapılmıştır. Ancak klasik endüstriye ilişkin risk değerlendirme metodoloji çalışmalarının hızla başlamasında İtalya Sevesso'daki büyük endüstriyel kaza dönüm noktası olmuştur. Teknolojik risk ile ilgili çalışmalar 20. Yüzyıl başlarından itibaren başlanılıp iyice hızlanmış ve çeşitli metodolojilerin ve standartların oluşmasını ortaya çıkarmıştır (Anac 2007; Özkılıç 2008a)

Risk değerlendirmesi; işyerlerinde mevcut durum ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, işçilere, işyerine ve çevresine verebileceği tehlikelerin ve bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli çalışmalardır. Risk yönetiminin amacı; iş kazaları ve meslek hastalıklarının oluşturan nedenler ve bunları etkileyen faktörler ile ilgili mümkün olan en geçerli ve doğru bilgiyi toplayarak tehlikelerin ortaya çıkarılmasını ve bu duruma sebebiyet verebilecek durumların kontrol önlemlerini belirlemek amacıyla bir güvenlik ağı oluşturulmasını sağlamaktır.

## **2.2. Tehlike, İş Kazası, Risk Kavramları ve Risk Değerlendirmenin Önemi**

Tehlikenin ve riskin doğru tanımlanması, tahmin edilmesi ve saptanması risk değerlendirilmesindeki çelişkileri önlemenin temel şartı olarak görülmektedir. Tehlike, insan sağlığına karşı oluşan tehditler olarak tanımlanmaktadır. Tehlike hasar veya zarara neden olma potansiyelidir (Özkan 2005).

Duru ve Besbelli (1997) ise tehlikeyi, bir nesne ya da olgunun kendi yapısında olan ve etkileme koşullarında insan ya da çevreye zarar oluşturma olasılığı olarak vermişlerdir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise tehlikeyi 1950 yılında; bir nesne ya da belli koşulların, etkenlerin insan sağlığı ve çevre için olumsuzluk içermesi şeklinde tanımlamıştır. Uluslararası Çalışma Örgütü, ILO'nun 1991 yılında yayınlanan "Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi Uygulama Kodu"nda ise canlıları çevreyi ve/veya malı, tesisleri tehdit eden, kapsamı belirlenmemiş kaza ve zarar potansiyeli olarak verilmiştir.

Tehlikelerin çalışanlar üzerinde etkisi farklılık gösterebilir yani maruziyet süresi, cinsiyet, maddenin fiziksel ve kimyasal özelliğine ve çalışanların fiziksel özelliğine göre farklılıklar göstermektedir (Anonymous 2009).

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından iş kazası tanımı "belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan, önceden planlanmamış beklenmedik bir olaydır" şeklinde tanımlanmıştır (ILO 1983). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) iş kazasını "önceden planlanmamış, çoğu zaman yaralanmalara, makine ve teçhizatın zarara uğramasına veya üretimin bir süre durmasına yol açan olay" olarak tanımlamaktadır. OHSAS 18001 İş sağlığı ve iş güvenliği yönetim sistemi el kitabına göre iş kazası tanımı "Ölüme, hastalığa, yaralanmaya, hasara veya diğer kayıplara neden olan istenmeyen olaylardır" şeklinde tanımlanır.

Özetle iş kazası çalışanların işyerinde çalışırken, işe giderken veya eğitim esnasında çalışana zarar veren, üründe hasar oluşturan, süreçte yavaşlamaya neden olan ve ürün kaybına sebep olan yani çalışana ve işletmeye zarar veren istenmeyen olaylar olarak tanımlanabilir.

Risk; olabirlikle, olasılıkla ilişkili bir kavramdır. Gelecekte oluşabilecek potansiyel sorunlara, tehdit ve tehlikelere işaret eder. Risk genellikle tam ve net olarak bilinemez ya da öngörülemez (belirsizlik), zamana bağlı olarak değişir. Sonuç üzerinde olumsuz etkileri vardır (Öztekin 2010). ILO Yönetim Kurulu'nun 244. toplantısında alınan karar uyarınca hazırlanan raporda risk, "belli bir dönemde veya koşullar altında istenmeyen

olayın ortaya çıkma olasılığı, çevre koşullarına göre sıklık ve olasılık” olarak ifade edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 2002 yılında risk; sonucun olumsuz olma ihtimali veya bu olasılığı ortaya çıkaran faktör olarak tanımlamış ve riskin ne anlamlara gelebileceğini ifade etmeye çalışmıştır:

Özetle risk; tehlikenin açığa çıkma olasılığı nedeniyle meydana gelebilecek zarar, hasar veya yaralanmadır. İş hayatında olası riskler ve risk faktörleri şunlardır (Yılmaz 2004):

- Kullanılan maddeler, malzemeler, tehlikeli maddeler, kimyasal maddeler, sonucu ortaya çıkabilecek riskler,
- Her türlü makine, donanım, araç ve gereçler,
- İş yeri ve çevresinde bulunan kişiler, tarafından oluşan riskler (şiddet, sözsöz taciz vs.),
- Ruhsal durumlar, fiziksel nedenler,
- İşin organize edilme biçiminden kaynaklı riskler: Çalışma süreleri ve zamanları, işin akış hızı vs.
- Fiziksel iş çevre koşullardan (aşırı ses, kötü ışık, titreşim, kirlilik, çeşitli kimyasal faktörler vs.) kaynaklı riskler,
- Bir bütün olarak işletme sisteminden kaynaklı riskler.

İş ortamlarında yapılan çalışmalarda tehlikenin hangi durumlarda riske neden olduğunun bilinmesi ve tanınması gerekmektedir. Bu durum önemsenmediği durumda çalışanın sağlıklı ve güvenli bir ortamda çalışması ve sağlık sorunlarının gerekli önlemlerinin alınması mümkün olmamaktadır. Çalışma ortamındaki tehlikeler önlenemediğinde sağlık sorunlarına, iş kazalarına, meslek hastalıklarına ve bunlara bağlı sakatlık, iş görmezlik durumlarına ve işe devamsızlıkların oluşmasına neden olmaktadır. Sağlık çalışanlarında çalışma ortamı ve işin yoğunluğu, mesleki risk kazaların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Bilir 2005). Bu nedenle risk değerlendirmesinin yapılması büyük önem taşımaktadır. Risk değerlendirmesinde temel amaç; çalışma ortamında bulunan tehlikeli durumlar için önlem almak, işyerlerindeki çalışma koşullarından kaynaklanan her türlü tehlike ve sağlık riskini azaltmak, insan

sağlığını etkilemeyen seviyeye düşürmektir. Risklerin önlenmesi ve kontrolü aşağıdaki etmenlere bağlıdır:

- Risklerin önlenmesi veya kontrolü
- Mevcut tehlikelerin indirgenmesi
- Riskli etmenleri, risksiz olanlarla değiştirme veya az riskli olanlarla değiştirme
- Personelin koruyucu kıyafetleri kullanması (eldiven, maske, koruma gözlüğü vb. koruyucu önlemlerin sağlanması)
- Çalışma yaşamında sağlığı olumsuz yönde etkileyen etkenlerin saptanması,
- Etkenlerin sağlığa etkilerinin tanımlanması,
- Risklerin ortadan kaldırıldığı çalışma ortamı ve koşullarının geliştirilmesi,
- Etkilenmenin en az düzeye indirilmesi
- Uygun çalışma organizasyonunun sağlanması

Sağlıklı ve güvenli bir ortamda çalışmak; çalışanın yaşamdan beklenen süresini uzatması, işten kaynaklı korunabilir sağlık sorunlarını önlemesi, mevcut hastalıkların yükünü azaltması, çalışanın çalışma etkinliğini arttırması, ekonomik bağımsızlığını ve işe devamlılığını sağlaması, çalışma yaşamının niteliğini arttırması gibi çalışana bir çok fayda ve yarar sağlar. Ayrıca, sağlıklı ve güvenli bir ortamda çalışmak sadece çalışanın sağlığının sürdürülmesi ve yaşam kalitesini yükseltilmesi ile sınırlı kalmayıp, aynı zamanda çalışanın sosyal yaşamından hizmet sunduğu alana kadar iyilik halinin devamını da sağlamaktadır (WHO 2006).

### **2.3. Risk Değerlendirme Metodolojileri**

Risk değerlendirmesinde belli bir yöntem kullanmanın bir çok avantajı vardır. Öncelikle bir risk değerlendirme yöntemi kullanıldığında alışlagelmiş güvenlik çalışmalarına göre daha fazla tehlike ve iyileştirme önlemi ortaya çıkartılır. İşyeri ortamındaki tehlikelere sistematik yaklaşabilmek, takım çalışması yapılarak çeşitli pozisyondaki kişilerin deneyimlerinden faydalanabilmek ve her bölümde yapılan incelemeler sonucunda aynı

tipte sonuçlar elde edebilmek için risk değerlendirmesi yaparken bir yöntem kullanmak gerekmektedir.

Risklerin belirlenmesi ve sınıflandırılması en iyi riskler göz önüne çıkarabilecek farklı disiplinlerde çalışan, teknik ve pratik deneyimli uzmanların katıldığı beyin fırtınası oturumlarıyla ve geniş benzer uygulamalardan elde edilen bilgi ve dokümanlarla yürütülebilir. Amaç gerçekleşme ihtimali az olan fakat şiddetli sonuçlar meydana getirebilecek tehlikeleri de içeren projeyi tehdit eden bütün tahmin edilebilir tehlikeleri tanımlamaktadır.

Yüksek standartlarda sağlık ve güvenliğe ulaşma başarısı, çalışanların karşılaştığı tehlikeleri, kaza olmadan önce ortadan kaldırmaya ya da azaltmaya bağlıdır. Bunun için kullanılabilecek pek çok farklı risk analiz metodu vardır.

Risk değerlendirme metodolojileri risklerin tahmin edilmesi, risklerin gerçekleşme olasılığı ve olası etkilerini tahmin etme açılarından kantitatif ve kalitatif olarak ikiye ayrılır. Bu yöntemlerin açıklaması aşağıdaki gibidir.

### **2.3.1. Kantitatif (Niceliksel) risk analizi**

Kantitatif (niceliksel) risk analizi, risk hesaplanırken sayısal yöntemlere başvurur (Özkılıç 2005). Kesin belirlemelere ihtiyaç duyulduğunda kullanılan metottur. Bu analizde, çeşitli kaynaklardan alınan veriler kullanılır. Bu yöntemin değişik yerlerde çok sayıda olay bilgisine ve risk seviyesinin sayısal değerlendirmesini kurmak için önemli ölçüde kaynağa ihtiyacı vardır. Sonuç, kayıp, zarar görme, dezavantaj ya da kazanç gibi çıktılar vardır. Bu ölçülebilen bir değerdir (Kuyucu 2008).

### 2.3.2. Kalitatif (Niteliksel) risk analizi

Niteliksel risk analiz riski hesaplarırken ve hesaplanmış olan riski yorumlarken sayısal değerler yerine sözel değerler kullanmaktadır. Bu yöntem risk için az, orta ve şiddetli kavramlarını kullanmaktadır. Yani bu analizde tehdidin olma ihtimali, tehdidin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile proses edilip risk değeri hesaplanır (Özkılıç 2005).

Nitel risk analizi tehdidin olma ihtimalini kullanmayıp, riskin sadece etki değerini kullanmaktadır. Kalitatif risk analizi riski hesaplarırken ve ifade ederken numerik değerler yerine yüksek, çok yüksek gibi tanımlayıcı değerler kullanır. Niteliksel yöntem, riski, bir faaliyetin diğer bir faaliyete göre ne kadar risk taşıdığını tanımlamak için karşılaştırmalı bir yapı içinde kullanır. İstenmeyen olayların oluşma olasılığı ve sonucu, etkileri ; yüksek, orta ve düşük gibi derecelerle sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, sonuç üzerinde en fazla etkiye sahip risk senaryolarının oluşturulmasını sağlar (Kuyucu 2008).

### 2.4. Risk Analizinde Kullanılan Yöntemler

Risk analizi yöntemleri, risk analizi sürecinin matematiksel işlemle ve yorumlarının yapıldığı çekirdek kısmıdır (Özkılıç 2005). Aşağıda bazı risk değerlendirme yöntemleri verilmiştir, bu metotları birbirinden ayıran en önemli farklar, risk değerini bulmak için kullandıkları kendilerine has metotlardır.

- Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis – PHA)
- Kinney Metodu (Mathematical Risk Evaluation Method)
- Zürih Tehlike Analizi (Zurich Hazard Analysis)
- Makine Risk Değerlendirme (Machine Risk Assessment)
- Olası Hata Türleri ve Etki Analizi Metodolojisi (Failure Mode And Effects Analysis FMEA)
- Güvenlik Fonksiyon Analizi (Safety Function Analysis)



- Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis – FTA)
- Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis - ETA)
- Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (Hazard and Operability Studies- HAZOP)
- İş Güvenlik Analizi – JSA (Job Safety Analysis)
- Olursa Ne Olur? (What If..?)
- Birincil Risk Analizi -(Preliminary Risk Analysis - PRA)
- Neden Sonuç Analizi (Cause-Consequence Analysis)
- İnsan Eksenli Yöntemler
- İnsan Hata Tanımlaması (Human Error Identification - HEI)
- İnsan Güvenilirlik Değerlendirmesi (Human Reliability Assessment - HRA)
- İnsan Hata Oranı Tahmini Tekniği (Technique For Human Reliability Analysis - THERP)
- Kavramsal Güvenilirlik ve Hata Analiz Yöntemi (Cognitive Reliability and Error Analysis Method - Cream)
- Hiyerarşik Görev Analizi (Hierarchical Task Analysis)
- Sapma Analizi (Deviation Analysis)
- Yönetim Bakışı ve Risk Ağacı (Management Oversight and Risk Tree - MORT)
- Enerji Analizi (Energy Analysis)
- Güvenlik Bariyer Diyagramları (Barrier Diagram)
- BOW TIE Metodolojisi
- ÇKKV
- Benzetim

## **2.5. Sağlık Kuruluşunda Risklerin Nedenleri**

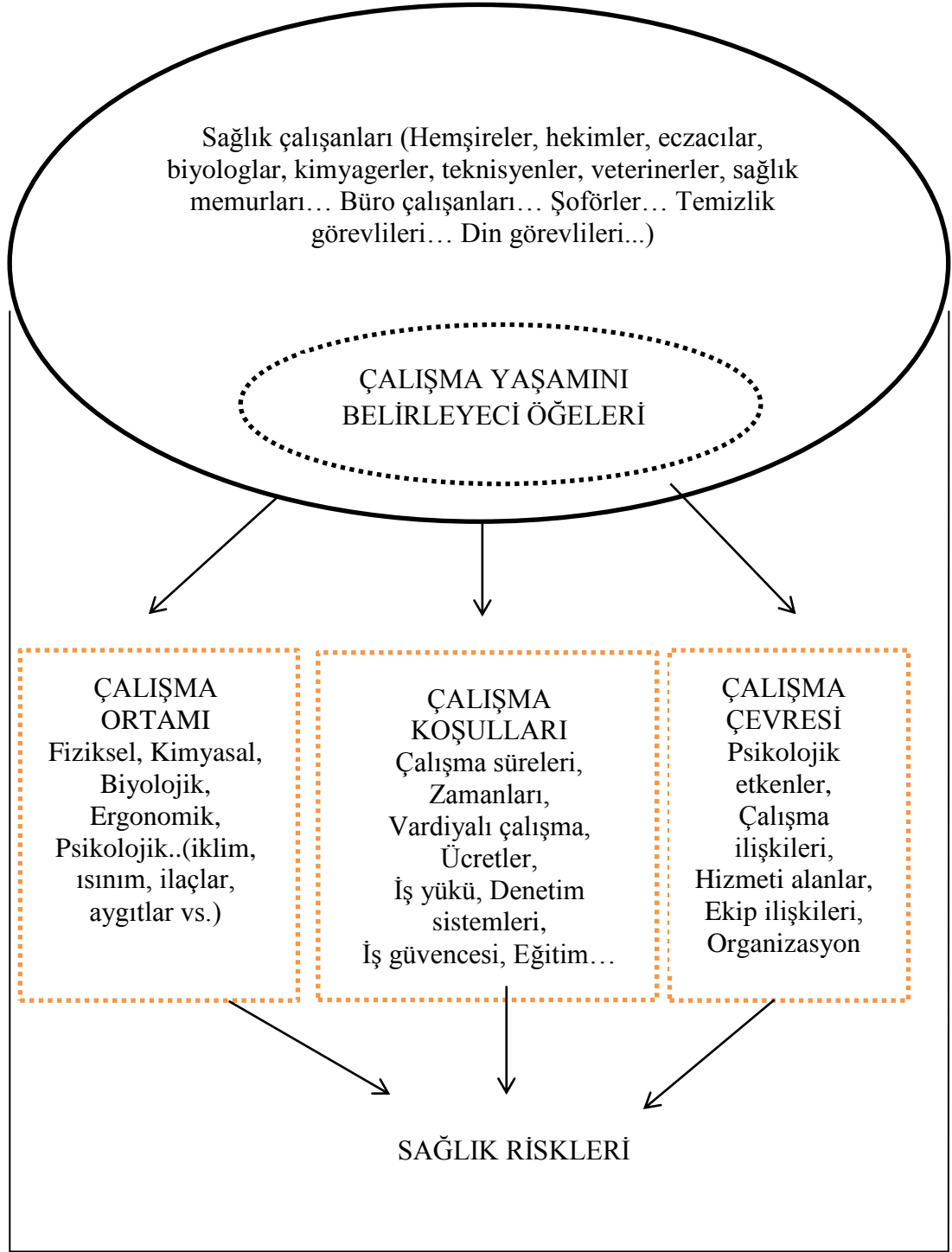
Sağlık hizmeti içinde kazaların, yaralanmaların, mesleki hastalık risklerin olduğu, iş hatalarının ve beklenmeyen olayların ortaya çıkması ve ters etkilerin olduğu son derecede karmaşık bir sistemdir (JCAHO 2005).

Yukarıda bahsedildiği üzere sağlık hizmeti sunan her türlü kurum aslında son derece kompleks yapılanmaları olan ve çok değişik profesyonelleri, pek çok farklı ve karmaşık süreçlerle hizmet sunan kuruluşlardır. Bu karmaşık ve uğraştığı alan direkt olarak insan sağlığı olan bu kuruluşlar bazen insan gücü ve alt yapı açısından çok da şanslı olmayabilirler. Dolayısıyla bu kadar kritik işlevi ve rolü olan bu kurumlarda gerek hizmet veren sağlık personelinin eğitim eksikliği, gerekse beceri yetersizliği ya da alt yapı ya da süreçlerdeki bazı yetersizlikler nedeniyle sıklıkla tıbbi hataların görülmesini mümkün kılmaktadır (Akgün vd 2007). Esasında hatalara neden olan insanlar değil, süreçlerin kendisidir.

İnsan hataları etkileyen faktörleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Dikkatsizlik
- Yorgunluk
- İletişimde hata
- Kötü tasarlanmış ekipman
- İhmalkarlık
- Gürültülü çalışma ortamları

Çelik ve Yıldırım'a göre, bireyler sistemler ile beraber çalışır ve sistemlerde insan hatalarını önleyecek şekilde yapılandırılabilir. Sağlık çalışanı için mesleki kriterler, çalışma yaşamı öğeleri doğrultusunda çok boyutlu olarak ele alınmalıdır. Şekil 2.1'de bütüncül yaklaşımla çalışma yaşamı öğeleri gösterilmiştir.



**Şekil 2.1.** Meslek hastalıkları, işle ilgili hastalıklar, kazalar, yaşam biçimi ve alışkanlıkları

Özetle, sağlık sektörü Dünya'daki en fazla insan emeği, bilgisi, becerisi, özeni, ilgisi gerektiren, uzun çalışma saatleri içinde ani ve çabuk kararlar verilmesini gerektirdiğinden aşırı derecede stresli, genellikle gergin, üzgün ve mutsuz hasta ve hasta yakınları ile ilgilenildiğinden psikolojik olarak yorucu, kasvetli bir sektördür. Bu nedenlerden dolayı sağlık sektöründe risk değerlendirme çalışmalarının yapılması son derece gerekli ve önemlidir.

## **2.6. Acil Servislerin Tarihsel Gelişimi ve Risk Değerlendirme**

Acil sağlık hizmetlerinin geçmişine bakıldığında, tıbbın tarihiyle paralel gelişme gösterirken hastane öncesi acil sağlık hizmetleri dünyada son otuz yılda önem kazanmaya bu alanda hızlı değişimler yaşanmaya başlanmıştır (MEB 2011)

Bugün bildiğimiz anlamdaki acil servisler ve acil tıbbi hizmetlerin başlangıcı 1960 yıllarında başlamaktadır. İlk olarak ABD'de ayrı bir uzmanlık dalı olarak ortaya çıkması nedeniyle dünyadaki gelişimi ABD'deki gelişimine paralel olmuştur. Acil tıp anabilim dalı ilk kez Cincinnati Üniversitesinde 1970'de açılmıştır. 1970'li yıllarda bu uzmanlığa inanan binlerce insan bazı profesyonel kuruluşların yardımı ve devletin denetimi ile yerel Acil Tıp Hizmetlerini organize etmişlerdir. 1980'li yılların ortalarına kadar acil tıp en hızlı büyüyen uzmanlık dalı ve acil servisler özellikle şehir merkezlerinde en fazla hasta yığılmalarının olduğu birimler olmaya başlamıştır (Anonim 2013).

Türkiye'de ise acil tıbbın gelişimi gerçek anlamda 1990 yılında İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi'nin (DEÜ) daveti ile Türkiye'ye gelen ABD'li bir acil tıp uzmanı olan Dr. John Fowler'ın DEÜ Hastanesi Acil Servisi'nde çalışmaya başlaması ile olmuştur. Dr. John Fowler'ın etkin çabaları sonucu 1993 yılında "Acil Tıp" ayrı bir uzmanlık dalı olarak kabul edilmiş ve aynı yıl Türkiye'de iki acil tıp anabilim dalı Dokuz Eylül ve Fırat Üniversitelerinde kurulmuştur. 1994 yılında hastane öncesi hizmetlerde 077 Hızır Acil'den "112 Acil Yardım ve Kurtarmaya geçilmiştir. 1995 yılında İstanbul, Ankara ve İzmir'de 112 ekipleri kurulmuştur. Ambulans ekiplerinde sağlık memurları, ebeler ve

hemşireler, az bir kısmında ise doktorlar görev yapmışlardır. 1996 yılında Sağlık Bakanlığına bağlı okullarda ilk yardım ve acil bakım teknisyenliği bölümü açılmıştır. Acil sağlık hizmetlerinin bütün yurttaki eşit, ulaşılabilir, kaliteli, süratli ve verimli olarak yürütülmesini sağlamak amacıyla acil sağlık hizmetlerinin sevk ve idaresine dair usul ve esasları belirleyen “Acil Sağlık Hizmetleri Yönetmeliği” ise 2000 yılında çıkarılmıştır. 2004 yılında İlk defa Sağlık Bakanlığı’nın 112 acil yardım ve kurtarma istasyonlarına ve hastane acil servislerine ambulans ve acil bakım teknikerleri (AABT) ve acil tıp teknisyenleri (ATT) atanmıştır. 2000 yılında çıkarılan “Acil Sağlık Hizmetleri Yönetmeliğinde değişiklik yapılarak 28. maddesine AABT ve ATT’nin görev, yetki ve sorumlulukları 2007 yılında eklenmiştir. “AABT ile ATT’nin Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Tebliği” hazırlanarak “Yetişkin Uygulama ve Çocuk Uygulama Kılavuzu’nda AABT ve ATT’nin görev, yetki ve sorumlulukları algoritma hâline 2009 yılında getirilmiştir (MEB 2011).

AS hastanelere getirilen ve acilen bakılması gereken hastaların ilk bakım ve tedavilerinin yapıldığı bölüme verilen addır. AS’ler hastanelerin halka açılan pencereleridir ve hastanelerin toplumla ilişkisinin en fazla olduğu bölümlerdir. Başvuran hastalara hızlı, doğru ve kesintisiz hizmet sunma zorunluluğu, AS’lerin fiziksel yapı ve personel gücü bakımından diğer servislerden farklı olmasını gerektirmektedir. AS’lerde diğer servislerde randevu sistemi ile bakılması için yeterince beklenemeyecek olan kalp krizi, travma, yanık gibi rahatsızlıklara ilk müdahaleler yapılır. Bu servisler 24 saat kesintisiz hizmet vermekte olan bölümlerdir. AS’lerde hekimler, ilk yardım ve acil bakım teknisyenleri (acil tıp teknisyeni), hemşireler ve hasta bakıcı gibi sağlık çalışanları görev yapmaktadırlar (Anonim 2013). AS’ler, ölüme ve yaşama en yakın, en riskli, en hızlı olunması gereken, en az hatanın olması gereken, tehlikenin en yoğun olduğu ve en önemli bölümlerdir (Anonim 2012). Doğru ve zamanında yapılan tıbbi müdahale hayat kurtarmaktadır. En küçük gecikme ise telafisi mümkün olmayan sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle acil müdahalelerin yapıldığı birimlerin en iyi şartlarda hizmet vermesi büyük önem taşımaktadır.

Sağlık kurumları, özellikle de hastaneler çalışanların değil, ağırlıklı olarak hastaların ihtiyaçlarına göre düzenlenmiştir. Dolayısı ile başkalarına "ideal" hizmet sunmaya programlanan sağlık personelinin, içinde yaşadığı çalışma ortamının iş sağlığı ve mesleki risk sorunları yeterince ele alınmamıştır. Sağlık çalışanlarının sağlıklarını, yaptıkları iş nedeniyle tehdit eden fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikolojik risk faktörleri vardır. Bu risk faktörleri bazen çalışma ortamından kaynaklanmakta, bazen de yanlış davranıştan dolayı mesleki risk kazaları ortaya çıkmaktadır (Giritoglu 2001).

Sağlık personeli çalışma hayatı içinde enjektör batması, kesici alet yaralanması ile karşı karşıya kalmaktadır. Center of Disease Control (CDC)'nin tahminlerine göre dünyada hastane çalışanlarında her yıl 385 bin enjektör yaralanması ve günde ortalama 1000 kesici alet yaralanması olmaktadır (Uzun 2001).

Tanı konması amacıyla poliklinik ve servis hizmeti verilen hastaların çoğu bir tetkik nedeniyle radyoloji servislerine uğramaktadır. Radyasyonla çalışan personel bu tetkik yöntemlerinden herhangi birinde bir işlem sırasında yardımcı olmakta ve iyonizan radyasyona maruz kalmaktadır (Oyar 1998)

Sağlık çalışanlarının uzun süre kronik hastalarla çalışması çalışanların hem günlük aktivitelerine hem de olaylar karşısındaki tepkilerinin daha farklı olmasına neden olmaktadır.

Sağlık çalışanları uzun süreli çalışma, aşırı iş yükü, zaman baskısı zor ya da karmaşık görevler, yetersiz aralar, tekdüzelik gibi iş stresiyle ilgili risk faktörlerini taşımakta ve uzun süre ayakta kalmaktadır. Tedavi uygulamaları sırasında, hizmet yoğunluğuna göre değişmek üzere uzun süre ayakta kalma, nöbetlerde uykusuzluk, beslenme düzensizlikleri karşı karşıya kalmaktadırlar (Uzun 2001).

Sağlık çalışanlarında fiziksel olarak bel ağrısı, sırt ağrısı, mide ağrısı, omuz ağrısı, boyun ağrısı, kol ağrısı gibi mekanik bozukluklarla baş ağrısı, uyku bozukluğu, konsantrasyonda güçlük, çabuk sinirlenme, moral bozukluğu gibi psikolojik

bozukluklar görülmektedir. Bu yönüyle değerlendirildiğinde tükenmişlik sendromunun yaşandığı görülmektedir.

Şiddet kişiye fiziksel ya da psikolojik zarar vermeyi amaçlayan eylemdir. ABD de yapılmış bir araştırmada sağlık personelinin şiddete uğrama riskinin diğer hizmet sektörlerinde çalışanlara göre 16 kat fazla olduğu saptanmıştır. Sağlık personeli cezaevi gardiyanlarından ve polis memurlarından daha fazla şiddete maruz kaldığı tespit edilmiştir (Fletcher *et al.* 2005).

## **2.7. Risk Değerlendirme ile İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Risk değerlendirme konusunda literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Mustafa ve Al-Bahar (1991) tarafından yapılan çalışmada, Analitik hiyerarşi süreci (AHP) metodu kullanılarak geliştirdikleri risk analiz modelini Jamuna Köprü projesi üzerine uygulamışlar ve çalışmada risk faktörlerini finans, politika ve doğal afet olarak belirlemişlerdir. Fakat yazarlar risk faktörlerin model içindeki ağırlık oranları subjektif olarak değerlendirmiş ve en yüksek risk derecesini finans parametresine vermiştir.

Franceschini and Galetto (2001) FMEA ile risk önceliklendirme üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Limóna *et al.* (2003), DEMATEL yöntemi kullanarak tarımda risk değerlendirme üzerine bir çalışma yapmıştır.

Fenton and Wang (2006) tarafından yapılan çalışmada bulanık teori kullanarak havaalanında bir risk değerlendirme çalışması yapmıştır.

Helle (2006), AHP yöntemi kullanarak endüstride risk yöntemi üzerine bir çalışma yapmıştır.

Dikmen vd (2007) tarafından yapılan çalışmada uluslararası inşaat projelerinde sözleşme bedeliyle ilgili risk, bulanık mantık yaklaşımı ile değerlendirilmiştir. Sözleşme bedel riski, ülke ve proje seviyesinde iki risk grubuna ayrılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre ülke ve proje risklerinin büyüklükleri ayrı ayrı hesaplanmış, bu grupların risk büyüklükleri tespit edilmiştir.

Guimarães and Lapa (2007), FMEA ve bulanık teori yöntemini birlikte kullanarak nükleer mühendislik sistemleri üzerinde bir risk değerlendirmesi yapmıştır.

Hu *et al.* (2009) tarafından yapılan çalışmada, FMEA ile bulanık AHP yöntemini kullanılarak tehlikeli madde bileşenlerinin çevreye zarar verme riski araştırılmıştır.

Zhang *et al.* (2009), değişken ağırlıklarının bulanık değerlendirilmesi ile birlikte AHP kullanılarak, risk değerlendirme yöntemi önermiştir.

Zhang *et al.* (2010) tarafından yapılan çalışmada, bölgesel sanayi kümelerinin işlemsel risklerinin etkisi olan öznel ve nesnel faktörler bulanık matematiğe dayanarak oluşturulmuştur. Kalitatif analizle hesaplama birleştirilmiş ve bölgesel sanayi kümelenmeleri için işlemsel risklerinin ekonometrik modeli oluşturulmuştur Bu çalışmada, doğru bir şekilde işlemsel risklerin değerlendirilmesinin nasıl olacağı problemi çözülmüştür.

Çelik (2010) tarafından yapılan çalışmada, kimyasal tanker taşıma işlemleri sırasında tehdit anında operasyonel etkin önlemler almak ve iş sağlığı ve güvenliği geliştirmek için AHP yöntemi ve Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemleri kullanılmıştır.

Ni *et al.* (2010), risk matrisi yaklaşımını yarı-nicel bir risk değerlendirme yöntemi olarak inceleyip bu yaklaşıma bazı aritmetik uzantılar eklemiş ve örnek bir çalışma üzerinde bu yaklaşımın avantajlarını belirtmiştir.



Chang and Cheng (2010) tarafından yapılan çalışmada, FMEA ile DEMATEL yöntemini kullanılarak 0.15 mikron DRAM aşındırma işleminin riskini değerlendirmek için bir vaka çalışması yapılmıştır.

Chang and Cheng (2011), OWA ile DEMATEL yöntemleri kullanarak bir risk değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmada OWA yöntemi ile faktör ağırlıklandırılması hesaplatılarak DEMATEL yöntemi ile de risk sıralaması yapılmıştır.

Kasap ve Subaşı (2011) tarafından yapılan çalışmada, açık işletme madenlerinde farklı meslek gruplarında çalışanların hangi tür tehlikelere daha fazla maruz kaldıklarının belirlenmesi ile tehlikeler karşısında iş kazası geçirme veya meslek hastalığına yakalanma risklerinin denetim altına alınmasında AHP yönteminin kullanılmıştır. Bu çalışma Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) kurumuna bağlı Garp Linyitleri işletmesinden alınan veriler ile uygulamalı olarak açıklanmıştır.

Önder vd (2011) tarafından yapılan çalışmada, SLİ işletmesinde 2003-2008 yılları arasında meydana gelmiş olan yaralanmalı iş kazaları incelenerek, kaza sıklık oranları (KSO), kaza ağırlık oranları (KAO) ve kaza olabilirlik oranları (KOO) hesaplatılarak yıllar arası karşılaştırmalar yapılmıştır. İş kazaları neden, yer, uzuv ve sanata göre gruplanarak, 5x5'lik risk değerlendirme karar matrisi yöntemi kullanılarak incelenmiş ve tüm parametrelerin risk skorları ve risk grupları belirlenmiştir.

Penga *et al.* (2011) tarafından finansal riskin tanımlanması, ölçümü, izlenmesi ve kontrol aşamalarından oluşan yönetim süreci, bu risk türünün yönetimindeki en iyi uygulama önerileri, finansal riskle ilgili Basel Komitesi'nin düzenlemeleri, bankacılık sektöründeki finansal riske neden olan faktörler, finansal risklerin gerçekleşmesi halinde ortaya çıkan zararın ölçülmesi ve yeterli sermaye karşılığının ayrılması süreçlerini içeren finansal risk yönetimi ve riskin önlenmesine ilişkin bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada PROMETHEE ve TOPSİS yöntemleri kullanılarak etkin sonuçlara ulaşılmıştır.

Ouédraogo (2011), AHP yöntemi kullanılarak labaratuvarların değerlendirilmesi üzerine risk analiz çalışması yapmıştır.

Saral ve Musaoğlu (2011), Analitik Hiyerarşi ve Bilgi Difüzyonu yöntemleri kullanılarak taşkın risk düzeyini belirleyen bir risk yazılım geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Badri *et al.* (2012), İSG risklerinin değerlendirilmesi için sistematik bir yaklaşım önermiştir. Risk faktörlerin önem derecelerini belirlemede AHP yöntemi kullanmıştır.

Liu *et al.* (2012) tarafından yapılan çalışmada FMEA ile birlikte VIKOR yöntemini kullanılarak genel anestezi süreci üzerine uygulamalı bir risk değerlendirmesi yapılmıştır.

Wanga *et al.* (2013), bölgenin yeniden canlandırılması ve yenilenmesi için aynı anda pozitif ve negatif çatışma kriterleri birlikte değerlendirilerek proje seçimi için bir algoritma model önermiştir. Bu çalışmada bulanık Delphi ve ANP yöntemleri kullanmıştır.

Tsaur *et al.* (2013) tarafından yapılan çalışmada, turizm sektöründe risk kriterleri belirlenmiş ve bu kriterlerin ağırlıklandırılmasında bulanık AHP yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlar, geleneksel yöntemlere oranla, risk analizi ile çok daha fazla bilginin derlenebileceğini ve daha gerçekçi kararların verilmesinin mümkün olacağını göstermiştir.

Badri *et al.* (2013) tarafından yapılmış çalışmada, AHP yöntemi kullanılarak Madencilik projelerinde risk yönetimi için yeni pratik bir yaklaşım sunulmuştur.

Aminbakhsh *et al.* (2013) tarafından AHP yöntemi kullanılarak inşaat sektöründe; inşaat proje yönetimi, güvenlik risk değerlendirmesi, potansiyel tehlikeleri tanımlamak ve tehlikeleri ile ilgili riskleri değerlendirmek üzere bir çalışma yapılmıştır.

## 2.8. Acil Servis ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Literature bakıldığında hastane ve AS çalışanları ile ilgili çeşitli çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

Tinley *et al.* (1982), vardiyalı çalışmanın sağlık çalışanları üzerinde olumsuz etkileri üzerine bir çalışma yapmıştır.

Heald *et al.* (1990), sağlık çalışanlarının delici-keskin aletler ile kazaya maruz kalması sonucu yaralanmaları üzerine bir çalışma yapmıştır.

Stotka *et al.* 1991; Adesunkanmi 1991) tarafından sağlık çalışanlarında kan ve vücut sıvılarının cilde bulaşma riskleri üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Adegboye (1994) tarafından sağlık çalışanlarının delici-keskin aletler ile kazaya maruz kalması sonucu yaralanmaları üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Henry and Campbell (1995), sağlık çalışanlarının HIV virüsüne maruz kalmaları üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Goichot *et al.* (1998) tarafından vardiyalı çalışmanın sağlık çalışanları üzerinde olumsuz etkileri araştırılmıştır.

Karakum (1999) tarafından çeşitli simülasyon çalışmaları, çalışma ortamlarının ergonomik olarak incelenmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Eğri ve Pehlivan (2000) tarafından sağlık hizmeti çalışanlarında kesici-delici yaralanmaları üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Uzun (2001) tarafından sağlık çalışanlarına yönelik işyerinde şiddeti önleme üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Ergör *et al.* (2001), simülasyon çalışmalar yapmışlar ve çalışma ortamlarının ergonomik olarak incelemişlerdir.

Kişioğlu vd (2002) tarafından sağlık çalışanlarının kesici delici alet yaralanmalarından korunma üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Niosh (2002) tarafından hastanede meydana gelen tehlikeler üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Howard *et al.* (2002) ve Leproult *et al.* (2003) sağlık çalışanların aşırı uykusuz kalması üzerine risk etkilerini araştıran bir çalışma yapmışlardır.

Knutsson (2003) tarafından vardiyalı çalışmanın sağlık çalışanları üzerinde olumsuz etkileri üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Serhatoglu vd (2004), iyonizan radyasyonun radyoloji çalışanlarının bağışıklık düzeyleri ve kan biyokimyası etkileri üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Kılıçarslan vd (2006) hastanede çalışan araştırma görevlilerinin mesleki riskleri üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Dermen (2008) tarafından vardiyalı çalışma uyku sağlığı etkisi üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Altıok vd (2009) sağlık çalışanlarının delici kesici aletlerle yaralanma deneyimleri ve yaralanmaya yönelik alınan önlemler üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Uçak ve Özarslan (2009), yaralanma ve hastalıkların meydana gelmesi ve iş kazaları üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Jaworek *et al.* (2010) tarafından tükenmişlik sendromu üzerine bir çalışması yapılmıştır.

Hyun *et al.* (2011) tarafından sağlık çalışanların hasta tasıma sırasındaki yaralanmalar üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Serpil vd (2011), sağlık çalışanlarına uygulanan şiddet üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Akkoç (2011) alışanların şiddet germeleri ve iş stresi üzerine bir çalışma yapılmıştır

Jonathan *et al.* (2012) tarafından sağlık çalışanların elektriksel gu kaynaklı yaralanmalar üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Beşer (2012) tarafından sağlık çalışanlarını etkileyen sağlık risklerinin değerlendirilmesi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

Hızla genişleyen sosyal toplumsal sorunlar, gelişen teknolojik ve ekonomik büyüme insan yaşamını değiştirdiği gibi günümüz toplumunu da, karmaşık karar verme problemleri ile yüz yüze getirmiştir. Bu süreçte nicel analiz tekniklerinden ziyade ampirik yaklaşımlarla sonuca varılmaktadır. ÇKKV problemleri, günlük iş yaşamında olduğu gibi işletmelerin süreçlerini yönetmede, mühendislikte ve insan faaliyetleriyle ilgili diğer alanlarda karşılaşılan karmaşık problemleri ele alan teori ve yöntemlerle ilgilidir.

ÇKKV, hem bir yaklaşımı temsil eder hem de, çoklu, aynı ölçüye sahip olmayan ve birbiriyle çatışan kriterlerle karakterize edilebilecek problemlerle karşılaşan insanlara, kendi değer yargılarına uygun seçimler yapmalarında yardımcı olmak için tasarlanmış teknik veya yöntemleri kapsayan geniş bir kavramdır (Bogetoft and Pruzan 1997). ÇKKV, Yöneylem Araştırmasının son yıllarda en hızlı gelişen dalı olarak görülmekte ve bu alanın özü olan problem çözmede sistem düşüncüsü, çok disiplinlik ve bilimsel yaklaşım karakterlerini yenileyen ve canlandıran bir alanı temsil etmektedir. ÇKKV en kısa tanımıyla; "Çoklu ve birbiriyle çatışan amaçların (kriterlerin) gerçekleştirilmek istendiği problemlerin çözümü"ne verilen genel isimdir (Tabucanon 1988). Gerçek hayatta karşılaşılan ÇKKV problemlerine değişik bağlamlarda, farklı örnekler vermek mümkündür.

Kişisel bağlamda; örneğin bir kişinin iş seçimi, o işin sağlayacağı saygınlığa, gelire, kendini geliştirme olanaklarına, çalışma ortamına vb. kriterlere bağlı olacaktır (Hwang and Yoon 1981). Aynı şekilde, örneğin bir ev satın almak isteyen kişi; evin fiyatının uygun olması, işçilik ve malzeme kalitesi, iyi bir semtte olması, ulaşım kolaylığı, hava kirliliğinin olmaması gibi birçok kriteri göz önünde bulundurur. Dikkat edilirse sayılan bu kriterlerin birbirleriyle çeliştiği görülebilir. Çünkü iyi bir semtte yer alan ve kaliteli

işçilik ve malzeme kullanılan bir evin ucuz bir fiyatta olması beklenemez. Dolayısıyla karar için bazı kriterlerden vazgeçilerek veya kriterleri dengeleyerek ancak bir çözüme ulaşılabilmektedir.

Endüstriyel sistemlerde de karşılaşılan bir çok durum, ÇKKV'yi gerektiren durumlara somut örnekler oluşturur (Tabucanon 1988). Bir işletme, ürünlerinin farklı pazar bölümlerine, kendisine en yüksek karı ve pazar payını kazandıracak şekilde optimum tahsisini gerçekleştirmek isteyebilir. Bir üretici firma, üretimde kullandığı hammadde ve malzemenin değişik üretim kademelerine en düşük imalat maliyeti ve en yüksek düzeyde üretim kolaylığı sağlayacak şekilde dağıtım konusunda karar vermek durumunda olabilir. Bir işveren olarak işletme, boş bir kadrosu için başvuran adaylardan, özellikleri işe en uygun olanını seçmek isteyebilir.

ÇKKV'de kavramların sahip olabilecekleri farklı özelliklerine göre ÇKKV problemleri iki farklı sınıflandırmaya ayrılmaktadır (Hwang and Yoon 1981): Bu sınıflardan birisi, “Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV)” iken diğeri, “Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV)” dir. ÇNKV yöntemleri, belirlenen kesin alternatifler içerisinde bir alternatifin seçilmesinde kullanılırken; ÇAKV yöntemleri, matematiksel kısıtlar yardımı ile tanımlanan sınırsız sayıdaki alternatifleri kapsayan amaç problemlerinde kullanılmaktadır (Güneş ve Umarusman 2006). ÇNKV ve ÇAKV de en çok kullanılan yöntemler SAW, linear programlama, TOPSİS, AHP, AAS (Analitik Ağ Süreci), DEMATEL, PROMETHEE, ELECTRE ve GİA yöntemleridir.

ÇKKV'de iki veya daha fazla kritere sahip alternatifler arasında seçim yapılırken, kriterlerin istenen değerleri ve önem ağırlıkları genellikle dilsel olarak tanımlanır. Örneğin, seçilen bir alternatifin değeri “çok iyi” olarak ifade ediliyorsa, bu alternatif “tavsiye edilen” olarak; veya “iyi” olarak ifade ediliyorsa, “kesin değere eşit veya biraz daha küçük” olarak değerlendirilmelidir. Bu şekilde, her alternatif için kesin olarak gruplama yapmak pek kolay değildir (Liao 1996). Bu nedenle, bulanık kümelerin kullanımına en uygun olduğu alanlardan biri de ÇKKV problemleridir. ÇKKV problemleri; sahip oldukları değerleri sözel olabilen, karmaşık ve çok iyi

tanımlanamayan kriterler nedeniyle, bulanık kümelerin uygulanmasına oldukça uygundurlar. Klasik ÇKKV problemlerinde kullanılan yöntemlerin birçoğunun bulanık versiyonları geliştirilmiştir. Bu çalışmada bulanık DEMATEL ve bulanık GİA yöntemleri kullanılmıştır.

### 3.2. Bulanık Mantık

Bulanık mantık, bulanık küme teorisine dayanan matematiksel bir kuramdır. Bulanık yaklaşım kavramı, ilk defa 1956 yılında, Amerika Birleşik Devletleri'nde düzenlenen bir konferansta duyurulmuştur (Elmas 2003). Ancak bulanık mantık kavramıyla ilgili ilk çalışmayı Azerbaycan asıllı Lütfü Askerzade Zadeh tarafından 1965 yılında yayınlanan bir makalede kullanılmış ve literatüre kazandırılmıştır. Bulanık mantığa göre faktörler ve kriterler kesin sınırlamalar olmaksızın sınıflandırılabilir. Bulanık mantık, belirsizlik ve kesin olmayan gerçek hayat problemlerinin tanımlanması ve çözülmesi için kullanışlı bir tekniktir. Bulanık mantık “evet” ya da “hayır”, “doğru” ya da “yanlış” gibi klasik değişkenler yerine “orta”, “yüksek”, “düşük” gibi ortalama değerleri kullanan çok değişkenli bir teoridir (Dağdeviren 2007).

Bulanık mantığın genel özellikleri Askerzade tarafından şu şekilde ifade edilmiştir (Şen 2001; Elmas 2003):

- Bulanık mantık, kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta her şey  $[0,1]$  aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi dilsel ifadeler şekillendirilir.
- Bulanık çıkarım işlemi dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur.
- Bulanık mantık tam olarak bilinmeyen veya eksik girilen bilgilere göre işlem yapma yeteneğine sahiptir.



Bulanık mantık ile çalışmanın tercih edilmesinin nedenleri aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz (Kurtçan 2009).

- Bulanık mantığın anlaşılması kolay ve dayandığı matematiksel teori basittir.
- Bulanık mantığı çekici kılan şey yaklaşımın doğallığı ve kompleks ya da karmaşıklıktan uzak olmasıdır.
- Bulanık mantık esnektir.
- Eksik yada yetersiz verilerle işlemler yapılabilmektedir.
- Bulanık mantık karmaşık ve lineer olmayan fonksiyonları modelleyebilir.
- Bulanık mantık ile uzman kişilerin görüş ve tecrübelerinden yararlanılır.
- Bulanık mantık sıradan insanların günlük işlerinde kullandığı dili kullanır. Bu da bulanık mantığın en büyük avantajıdır.

### 3.2.1. Bulanık küme teorisi ve üçgensel bulanık sayılar

Yaşamda karşılaşılan birçok durum ve beraberinde getirdiği belirsizlik, klasik yaklaşım ile modellenememekte ancak bulanık kümeler yardımıyla bu modelleme yapılabilmektedir.

Bulanık küme teorisini ortaya koyan Zadeh, klasik sistemler ile tam karşılanamayan, kesinlik içermeyen problemleri çözmek ve insan düşüncesini ifade etmek için sayısal ifadelerin değil dilsel ifadelerin kullanılması gerektiğini ifade etmektedir (Chen 2000; Chou and Liang 2001).

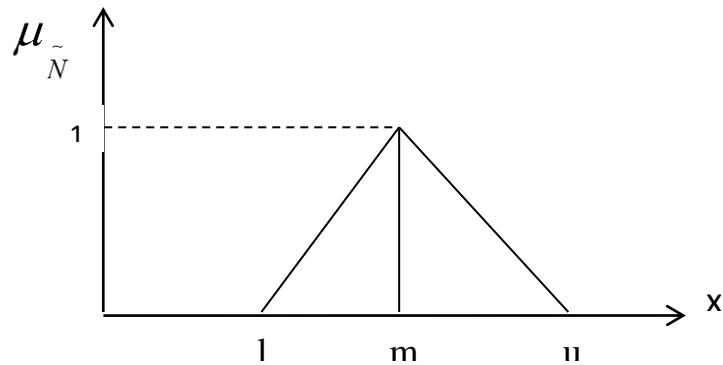
Bulanık küme teorisi, insan algı, özel yargı ve deneyimleri ile ilgili olan dilsel belirsizliği modellerken, bu belirsizliğin bulanık sayılarla matematiksel olarak ifade edilmesini sağlamaktadır.

Bulanık bir N kümesi için her bir elemanın  $[0,1]$  aralığında bir değer aldığı kabul ettiğimizde,  $\mu_{\tilde{N}}(x) \rightarrow [0,1]$  şeklinde tanımlanır.  $\mu_{\tilde{N}}(x)$ : x'in N kümesine aitlik

derecesini gösterir. Bulanık sayılar dışbükey, normalleştirilmiş, sınırlı sürekli üyelik fonksiyonları olan bir bulanık küme olarak tanımlanır (Zimmermann 1991). Bulanık sayılar, bulanık kümelerin özel bir alt kümesi olarak yer almaktadırlar (Kelemenis and Askounis 2010). Bulanık bir kümenin bulanık bir sayı olabilmesi için aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekmektedir (Arda 2010):

1. Bulanık küme normal bir bulanık küme olmalıdır: Bulanık kümenin en az bir üyesinin üyelik değerinin 1.0 olması gerekmektedir.
2. Bulanık küme dış bükey olmalıdır: Bulanık bir kümenin değişik elemanları  $l$ ,  $m$ ,  $u$  olsun.  $l < m < u$  koşulunu sağlayan bu üç elemandan  $m$ 'nin üyelik derecesi,  $l$  ve  $u$  arasında ve küçük olan üyelik derecesinden daima büyük ise dış bükeylik koşulu sağlanır.
3. Bulanık kümenin her bir  $\alpha$  kesimi, gerçek sayı doğrusunun kapalı bir aralığında tanımlı olmalıdır.

Bulanık sayıların, kullanımlarına göre üçgen, yamuk, çan eğrisi vb. üyelik fonksiyonları bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında bulanık işlemlerin tamamının, üçgensel bulanık sayılar ile yapılması uygun görülmüştür. Üçgen bulanık sayılar Şekil 3.1'de de gösterildiği gibi; üç tane gerçek sayıyla tanımlanmış bulanık sayıların özel bir çeşidi olup,  $(l, m, u)$  şeklinde ifade edilmektedir.



**Şekil 3.1.** Üçgen bulanık sayı

$l$ ,  $m$ ,  $u$  parametreleri sırasıyla; en küçük olası değeri, en olası değeri ve en büyük olası değeri göstermektedir.

Üçgen bir bulanık sayının üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanır (Tseng 2011).

$$\tilde{N} = (l, m, u)$$

$$\mu_{\tilde{N}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (3.1)$$

### 3.2.2. Bulanık sayılarda aritmetik işlemler

$\tilde{N}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ,  $\tilde{N}_2 = (l_2, m_2, u_2)$  şeklinde iki üçgen bulanık sayı olmak üzere bu iki sayı arasındaki aritmetik işlemler aşağıdaki gibidir:

**Eşitlik:**  $\tilde{N}_1$  ve  $\tilde{N}_2$  bulanık sayılarının eşitliği karşılıklı bütün elemanlarının (üyelik fonksiyonlarının) eşitliği anlamına gelir. Matematiksel olarak;

$$\tilde{N}_1 = \tilde{N}_2 \Rightarrow (l_1, m_1, u_1) = (l_2, m_2, u_2) \Leftrightarrow (l_1 = l_2, m_1 = m_2, u_1 = u_2) \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

**Toplama işlemi:**  $\tilde{N}_1 \oplus \tilde{N}_2 = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$  şeklinde ifade edilir ve sonuç yine bir üçgen bulanık sayıdır.

**Çıkarma işlemi:**  $\tilde{N}_1 \ominus \tilde{N}_2 = (l_1, m_1, u_1) \ominus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2)$  şeklinde ifade edilir ve sonuç yine bir üçgen bulanık sayıdır.

**Çarpma işlemi:**  $\tilde{N}_1 \otimes \tilde{N}_2 = (l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2)$  şeklinde ifade edilir ve sadece pozitif reel sayılar için tanımlıdır. İşlem sonucu yine üçgen bir bulanık sayıdır.

**Bölme işlemi:**  $\tilde{N}_1 \oplus \tilde{N}_2 = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \oplus u_2, m_1 \oplus m_2, u_1 \oplus l_2)$  şeklinde ifade edilir ve sadece pozitif reel sayılar için tanımlıdır. İşlem sonucu yine üçgen bir bulanık sayıdır.

**Simetriklik:**  $\tilde{N} = (l_1, m_1, u_1)$  üçgen bulanık sayı olmak üzere simetriği

$$-\tilde{N} = (-l_1, -m_1, -u_1) \text{ olacaktır.}$$

**Çarpımsal işlem:**  $k$  herhangi bir sayı olsun.  $k \times \tilde{N} = (kl_1, km_1, ku_1)$  şeklinde ifade edilir (Çitli 2006).

Bu çalışmada bulanık DEMATEL yöntemi ile kriter ağırlıkları bulunurken durulaştırma işlemi kullanılmıştır. Yani üçgensel bulanık sayılar kesin ve tek bir değere dönüştürülmüştür. Bu nedenle çalışmada Yao ve Wu (2000) tarafından önerilmiş (3.2) durulaştırma formülünden yararlanılmıştır:

$$d(\tilde{N}, 0) = \frac{1}{4}(l + 2m + u) \quad (3.2)$$

### 3.3. Bulanık DEMATEL Yöntemi

DEMATEL yöntemi gelişen olaylarda karmaşık bir yapıda olan etkilenen ve etkileyen etmenleri belirlemek için kullanılan bir yöntemdir (Gabus and Fontela 1973; Fontela and Gabus 1976). DEMATEL yöntemi; araştırmada karmaşık ve birbirine girmiş problem gruplarının aralarındaki yapısal ilişkilerin kavranmasını kolaylaştırmak ve çözümlenmeye katkıda bulunmak amacıyla 1972 ve 1976 yılları arasında Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü, Bilim ve İnsan İlişkileri programı tarafından geliştirilmiştir (Gabus and Fontela 1972, 1973; Fontela and Gabus 1974, 1976; Li and Tzeng 2009). DEMATEL yöntemi Fontela and Gabus (1976) ile Warfield (1976) tarafından ilk olarak ÇKKV problemlerinde kriterler arası etkileşimlerin incelenmesinde yani etkileyen ve etkilenen kriterlerin bulunmasında ve ele alınan bu karmaşık problemin farklı faktör, boyut ve yönleri arasında önem derecelerinin tespit edilmesinde kullanılmıştır (Dalalah *et al.* 2011; Baykaşoğlu vd 2012). Bu yöntem, sadece direkt etkileri değil dolaylı etkileşimleri de hesaba katma imkânı sağlamaktadır (Li and Tzeng 2009).

DEMATEL yönteminde kriterler iki gruba ayrılmıştır; sebep grubu ve etki grubu. Diğer kriterler üstünde daha çok etkisi olan ve yüksek önceliği olduğu farz edilen kriterler, sebep kriterleri olarak adlandırılırken, daha çok etki altında kalan ve düşük önceliği olduğu farz edilen kriterler ise sonuç kriterleri olarak adlandırılmaktadır (Tseng and Lin 2008).

DEMATEL yöntemi özel problematiklerin kavrayışını geliştirmek, birbirine geçmiş problem kümelerini ve hiyerarşik yapıda uygulanabilir çözümlerin tanımlanmasına katkıda bulunmak için uygun bilimsel araştırma yöntemlerinin kullanılmasına öncülük etme ümidiyle geliştirilmiştir (Aksakal ve Dağdeviren 2010).

DEMATEL yöntemi grup bilgi toplamaya yardımcı olan güçlü bir yöntemdir. Bu yöntem hem yapısal bir model oluşturabilmesi, hem de alt-sistemlerin nedensel

ilişkilerini bir grafik üzerinde görselleştirebilmesi bakımından güçlü bir yöntemdir (Wu and Lee 2007; Dalalah *et al.* 2011).

DEMATEL yöntemin diğer yöntemlerin kullanımına göre birçok avantajı vardır:

- Uzlaşmacı sebep-sonuç modeli içeren dolaylı ilişkileri kapsamaktadır.
- Bir problemin bileşenleri arasındaki yapı ve ilişkileri veya geçerli sayıda alternatifleri inceleyen etkili bir yöntemdir.
- Çoklu karar vermede tam kesinlik bildirir.
- Kriterleri ilişkilerin cinsi ve birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenleyebilir.
- Her niteliğin parametrenin ölçülmesinden kaynaklanan belirsizliğin üstesinden gelebilir.

### **3.3.1. DEMATEL yöntemin kullanıldığı alanlar**

DEMATEL yöntemi ile proje seçiminde, tahmin analizlerinde ve performans değerlendirmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. DEMATEL yöntemin uygulama alanlarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

- Havaalanlarında sistem güvenilirliğinin ölçülmesinde,
- Risk analizlerinde,
- Küresel yöneticilerin yetkinliklerinin geliştirilmesinde,
- E- öğrenme programlarının değerlendirilmesinde,
- Yönetim stratejilerin değerlendirilmesinde ve seçilmesinde,
- Yeni bir ürün geliştirmede,
- Performans kriterlerin değerlendirilmesinde,
- Hizmet kalite değerlendirmelerinde,
- Yer seçiminde karar vermede,
- İş politikalarında karar vermede,
- Proje seçiminde ve geliştirmede,

- Deneysel modellerde parametrelerin analizinde,
- Tedarikçi seçiminde,
- Katı atık yönetiminde,
- Güç aktarma hatları üzerinde hata türünün tanımlanmasında,
- Makine-malzeme seçiminde alternatiflerin sıralanmasında

### 3.3.2. Bulanık DEMATEL yönteminin uygulama adımları

DEMATEL yöntemi karmaşık neden sonuç ilişkilerini görselleştirerek anlamlı sonuçlar çıkarmayı amaçlamaktadır. Fakat bu ilişkilerde faktörler arasındaki etkileşimin ne derecede olduğunu belirlemek oldukça güçtür. Bunun nedeni de uzmanların faktörler arasındaki etkileşimi nicel olarak ifade etmekte zorlanmalarıdır. Bu problemin üstesinden gelebilmek için, araştırmacılar tarafından bulanık küme teorisi kullanılarak çeşitli bulanık DEMATEL yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada da, ele alınan risk faktörlerinin uzmanlar tarafından nicel olarak değerlendirilmesinden dolayı (Lin and Wu 2008; Dalalah *et al.* 2011) tarafından yapılan çalışmalarda önerilen bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Bulanık DEMATEL yönteminin uygulama adımları aşağıda açıklanmıştır

#### 1. Adım: Ele alınan problemde amacın ve kriterlerin belirlenmesi ve karar verme grubunun oluşturulması:

İlk olarak ele alınacak olan problemin amacı belirlenir. Daha sonrada ele alınan problem hakkında alanında uzman olan kişilerden oluşan bir karar grubunun oluşturulurak amaca ulaşmak için gerekli kriterler belirlenir.

#### 2. Adım: Bulanık direk ilişki matrisinin oluşturulması:

Kriterler  $C=\{C_1,C_2,\dots,C_n\}$  arasındaki ilişkilerin düzeylerini ölçmek için her bir uzman tarafından dilsel ifadeler ile ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur ve daha sonra  $p$  tane

uzmanın dilsel ifadesi üçgensel bulanık sayılara dönüştürülür. Böylece p tane uzmanın bulanık direk ilişki matrisleri  $\tilde{Z}^{(1)}, \tilde{Z}^{(2)}, \dots, \tilde{Z}^{(p)}$  elde edilir.  $\tilde{z}_{ij}^{(k)}$  'de  $C_i$  kriterinin  $C_j$  kriterini etkileme düzeyini göstermektedir. Burada köşegen elemanları ( $\tilde{z}_{ii}^{(k)}$ ) ise sıfırdır.  $\tilde{Z}^{(k)}$  matrisi k. uzman tarafından oluşturulmuş bulanık direk ilişki matrisi (3.3) aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\tilde{Z}^{(k)} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & \tilde{z}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{z}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{z}_{21}^{(k)} & 0 & \dots & \tilde{z}_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{n1}^{(k)} & \tilde{z}_{n2}^{(k)} & \dots & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad k=1,2,\dots,p \quad (3.3)$$

Burada  $\tilde{z}_{ij}^{(k)} = (\tilde{z}_{ij,l}^{(k)}, \tilde{z}_{ij,m}^{(k)}, \tilde{z}_{ij,u}^{(k)})$  üçgensel bulanık sayısı bulanık skalada bir dilsel terim olarak ifade edilir.

### 3. Adım: Normalleştirilmiş bulanık direk ilişki matrisinin oluşturulması:

Bulanık direkt ilişki matrisi (3.4)-(3.5)'deki doğrusal skala transformasyon formüllerin kullanılmasıyla normalize edilerek normalleştirilmiş bulanık direkt ilişki matrisine dönüştürülür. Eş. (3.6) kullanılarak bütün "u"lar sütun olarak toplanır ve her sütun için bir değer bulunur. Bu değerlerin en büyüğü seçilir ve "r" yi verir. Daha sonra bütün matris "r"ye bölünür ve normalleştirilmiş bulanık direk ilişki matrisi elde edilir (Lin and Wu 2008).

$$x_{ij}^{(k)} = \frac{\tilde{z}_{ij}^{(k)}}{\tilde{R}^{(k)}} = \left( \frac{\tilde{z}_{ij,l}^{(k)}}{r_l^{(k)}}, \frac{\tilde{z}_{ij,m}^{(k)}}{r_m^{(k)}}, \frac{\tilde{z}_{ij,u}^{(k)}}{r_u^{(k)}} \right) \quad (3.4)$$

$$r^{(k)} = \max_{1 \leq i \leq n} \left( \sum_{j=1}^n \tilde{z}_{ij,u}^{(k)} \right) \quad (3.5)$$



Burada  $\sum_{j=1}^n z_{ij,u}^{(k)} < r^{(k)}$

Normalleştirilmiş bulanık direk ilişki matrisi “ $\tilde{X}^{(k)}$ ” ile (3.6) gibi gösterilir.

$$\tilde{X}^{(k)} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}^{(k)} & \tilde{x}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{x}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{x}_{21}^{(k)} & \tilde{x}_{22}^{(k)} & \dots & \tilde{x}_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1}^{(k)} & \tilde{x}_{n2}^{(k)} & \dots & \tilde{x}_{nn}^{(k)} \end{bmatrix} \quad \forall k=1,2,\dots,p \quad (3.6)$$

$\tilde{X}^{(1)}, \tilde{X}^{(2)}, \dots, \tilde{X}^{(p)}$  p tane uzman için oluşturulan normalize edilmiş bulanık direk ilişki matrisleri olmak üzere bu matrislerin ortalaması (3.7)’deki formül ile hesaplanır ve (3.8) şeklinde gösterilir.

$$\tilde{X} = \frac{(\tilde{X}^{(1)} \oplus \tilde{X}^{(2)} \oplus \dots \oplus \tilde{X}^{(p)})}{p} \quad (3.7)$$

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \dots & \tilde{x}_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

$\tilde{x}_{ij}$  ise  $(x_{ij,l}, x_{ij,m}, x_{ij,u})$  olarak ifade edilir.  $\tilde{X}$  matrisi bulanık başlangıç direk ilişki matrisi olarak adlandırılmaktadır ve bulanık ortalama operatörü kullanılarak p tane uzman için oluşturulan normalize edilmiş bulanık direk ilişki matrisleri birleştirilerek elde edilir.  $\tilde{X}$  matrisi (3.9)’daki formüle göre hesaplanır.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p \tilde{x}_{ij}^{(k)}}{p} \quad (3.9)$$

#### 4. Adım: Bulanık toplam ilişki matrisin oluşturulması:

$\tilde{X}$  içindeki bulanık sayılar ( $X_l, X_m, X_u$ ) olarak ayrı alt matrislerine ayrılabilir. Boş matris “0” ve birim matris “I” ile tanımlanan matris  $\lim_{w \rightarrow \infty} (X_s)^w = 0$  ve

$\lim_{k \rightarrow \infty} (I + X_s + \dots + X_s^2 + \dots + X_s^k) = (I - X_s)^{-1}$ ,  $\forall s = l, m, u$ , bağıntısıyla ispatlanmıştır. (Goodman 1988; Papoulis and Pillai 2002). Bulanık toplam ilişki matrisi  $\tilde{T}$  (3.10)’deki formül ile hesaplanır.

$$\tilde{T} = \lim_{w \rightarrow \infty} (\tilde{X} + \tilde{X}^2 + \dots + \tilde{X}^w) = \tilde{X}(I - \tilde{X})^{-1} \quad (3.10)$$

Bütün matrise bunu uygulamak zor olacağından üçgensel bulanık sayılardan ilki yani “l” ayrı bir matris, ikincisi “m” ayrı bir matris, sonuncusu “u” ayrı bir matris olarak ele alınır. Bu üç matris önce birim matristen çıkarılır; sonra çıkan matrisin tersi alınır ve matrisin ilk haliyle çarpılır. Bu işlem üçü içinde tekrar edildikten sonra bulunan sonuçlar birleştirilir ve üçgensel bulanık sayılardan oluşan; “ $\tilde{T}$ ” ile gösterilen tek bir bulanık toplam ilişki matrisi elde edilir (Liu and Wu 2008).

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{11} & \tilde{t}_{12} & \dots & \tilde{t}_{1n} \\ \tilde{t}_{21} & \tilde{t}_{22} & \dots & \tilde{t}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{n1} & \tilde{t}_{n2} & \dots & \tilde{t}_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

Burada  $t_{ij} = (t_{ij,l}, t_{ij,m}, t_{ij,u})$  bütün uzmanlar tarafından belirlenen i. ninci kriterin j. kritere göre toplam etki değeridir.

### 5. Adım: Durulaştırma ve nedensellik diyagramının elde edilmesi:

$T_l$ ,  $T_m$ ,  $T_u$ , alt matrislerin satır ve sütunların toplamı sırasıyla (3.12) ve (3.13)'deki formüller kullanılarak sırasıyla  $\tilde{D}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  elde edilir.

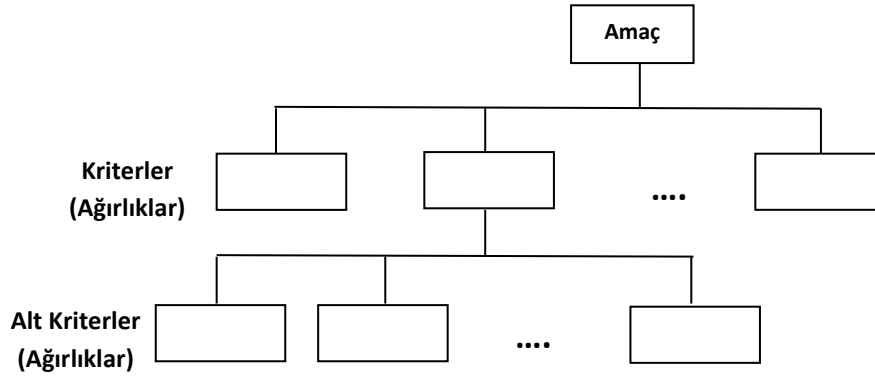
$$\tilde{D}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{t}_{ij} \quad i=1,2,\dots,n \quad (3.12)$$

$$\tilde{R}_i = \sum_{i=1}^n \tilde{t}_{ij} \quad j=1,2,\dots,n \quad (3.13)$$

$\tilde{D}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  bulanık sayılardan oluşmaktadır. Bunları tek değer haline getirebilmek için durulaştırma yöntemi uygulanır ve (3.2)'de verilen durulaştırma formül kullanılarak sırasıyla  $\tilde{D}_i^{def}$  ve  $\tilde{R}_i^{def}$  sonuçları elde edilir. Daha sonra  $(\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def})$  ve  $(\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def})$ , ikilisi ile nedensellik diyagramı elde edilir.  $\tilde{D}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  üzerinde yer alan “def” kısaltması durulaştırma anlamına gelen “defuzzifying” in kısaltılmasıdır. Yatay eksen  $(\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def})$  “Önem” olarak adlandırılırken dikey eksen  $(\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def})$  “ilişki” olarak adlandırılır. (Dalalah *et al.* 2011). Önem eksen sebep diyagramında kriterlerin ne kadar öneme sahip olduğunu gösterirken ilişki eksen ise kriterlerin etkileyen grubu ve etkilenen grup olarak ayırır.  $(\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def})$  sonucu pozitif ise kriter etkileyen grubunda, negatif ise etkilenen grubundadır.

### 6. Adım: Ağırlıkların bulunması

Bu çalışmada ele alınan risk değerlendirme probleminin yapısı gereği kriterler arasında bir hiyerarşinin olduğu kabul edilmiştir ve Şekil 3.2'deki gibi gösterilmiştir. Buna göre kriter ağırlıkları hesaplanırken; kriter düzeyleri arasındaki hiyerarşi ve aynı düzeydeki kriterler arasındaki etkileşim göz önüne alınmıştır (Baykasoğlu *et al.* 2013).



**Şekil 3.2.** Kriterler arasındaki etkileşimi ve ağırlıkların hiyerarşik olarak gösterimi

Hiyerarşinin her düzeyinde her bir kriterin (3.14) ve (3.15)'deki formüllere göre sırasıyla ağırlıkları hesaplanır ve normalize edilir (Dalalah *et al.* 2011).

$$\omega_i = \left\{ (\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def})^2 + (\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def})^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (3.14)$$

$$W_i = \frac{\omega_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i} \quad (3.15)$$

Karar vericiler tarafından bulanık skalalar kullanarak kriterlerin ağırlıkları değerlendirilir ve  $w_i$  kriter ağırlıkları elde edilir. Kriterler arasındaki ilişkilerden elde edilen ağırlıklar  $w_m$  vektörü ile belirlenir. Hiyerarşinin her düzeyindeki ağırlıklar aynı yöntemle elde edilebilir. Alt kriterlerin olması durumunda, bu kriterlerin ağırlıkları da  $w_s$  vektörüyle ifade edilir. Burada kriter ağırlıkları alt kriterlere ayrıştırılır.  $W$  matrisi aşağıdaki (3.16)'daki formül kullanılarak hiyerarşinin üst düzeydeki ağırlıkları ile her alt düzeydeki ağırlıkların çarpılması sonucu elde edilir (Baykasoğlu *et al.* 2013).

$$W = w_m w_s \quad (3.16)$$

### 3.3.3. Bulanık DEMATEL yöntemi ile ilgili çalışmalar

Son yıllarda, literatür de, bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak yapılan çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Literatürdeki bu çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Tamura *et al.* (2002) tarafından yapılan çalışmada, bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak emniyet ve güvenilirlik sistemlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Hung *et al.* (2007) tarafından yapılan çalışmada, bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak bir firmada yönetim stratejilerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Liou and Tzeng (2007), bulanık DEMATEL ve ASP yöntemlerini kullanarak havaalanında sistem düzeylerinin güvenilirliğinin ölçülmesi üzerine bir uygulama yapmıştır.

Tzeng *et al.* (2007), e-öğrenme programlarının etkilerini değerlendirmek için bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak faktör analizi yapmıştır.

Wei and Yu (2007) tarafından yapılan çalışmada yönetici seçiminde kullanılacak kriterler bulanık mantık ve DEMATEL yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir.

Wu and Lee (2007) tarafından yapılan çalışmada bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak Küresel yöneticilerinin yetkinliklerinin geliştirilmesinde bir değerlendirme analizi yapılmıştır.

An *et al.* (2008),uluslararası bir firma için personel seçimi sürecini ele almış ve problemin çözümü için bulanık DEMATEL yöntemi ve AHP ile bütünleşik bir algoritma geliştirmiştir. Önerilen algoritmada kriterlerin birbirleri arasındaki bağımlı ağırlık değerleri bulanık DEMATEL yöntemi ile belirlenmiştir.

Chen and Yu (2008), tarafından yapılan çalışmada Tayland'da ileri teknolojili bir fabrika için yer seçimi süreci ele alınmış ve bulanık DEMATEL yöntemi ve AAS ile bütünleşik bir algoritma geliştirilerek seçim yapılmıştır.

Dytczak and Ginda (2008) tarafından yapılan çalışmada, bulanık DEMATEL, AHP ve AAS yöntemi uygulayarak bölgesel stratejik geliştirme üzerine anahtar kriterler belirlenmiş ve değerlendirilmiştir.

Fekri *et al.* (2008), bulanık DEMATEL yöntemini bir firmada yeni ürün geliştirmek için faktörlerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

Lin and Wu (2008) tarafından yapılan çalışmada, AR&GE proje seçiminde DEMATEL ve Bulanık teori yöntemleri kullanılmıştır

Lin *et al.* (2008) tarafından yapılan çalışmada, bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak pazarlama stratejileri için segment kriterlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Lin and Wu (2008), Tayvan da faaliyet gösteren bir şirketin AR-GE proje seçimi süreci ele almışlar ve bulanık DEMATEL yöntemi ile seçim yapmışlardır.

Liou *et al.* (2008) tarafından yapılan çalışmada, havayolları için organizasyon ve yönetim faktörleri içeren etkili bir güvenlik sistemi geliştirmek için Bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmıştır.

Shimomura *et al.* (2008) tarafından yapılan çalışmada uluslararası bir firma için Servis Mühendisliği hizmet çözümlerinin değerlendirilmesi için bulanık DEMATEL yöntemi ve Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) ile bütünleşik bir algoritma geliştirilmiştir.

Tseng (2008) tarafından yapılan çalışmada Metro Manila evsel katı atık yönetimin değerlendirilme süreci ele alınmış ve problemin çözümü için bulanık DEMATEL ve bulanık AAS yöntemleri kullanılarak bütünleşik bir algoritma geliştirilmiştir.

Tsai and Hsu (2008), DEMATEL, AAS ve ZOGP yöntemleri kullanılarak kurumsal sosyal sorumluluk programlarını işletilme tekniği için bir yöntem geliştirmişlerdir.

Wu (2008) tarafından yapılan çalışmada firmaların bilgi yönetimi stratejileri geliştirilme ve değerlendirme süreçlerini ele alınmış ve DEMATEL ve AAS yöntemleri kullanılarak bütünlük bir algoritma geliştirmiştir.

Tseng (2009) tarafından yapılan çalışmada, hizmet kalitesinin değerlendirilmesinde GİA ve bulanık DEMATEL yöntemleri kullanılmıştır. Bulanık DEMATEL, kriterler arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılmış ve GİA yöntemi ise önem derecelerini belirlemede kullanılmıştır.

Chang *et al.* (2011), tarafından yapılan çalışmada bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak tedarikçi seçiminde etkili olan anahtar faktörleri belirlemiş ve tedarikçi performansları değerlendirmiştir.

Dalalah *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada tedarik zinciri seçimi için bulanık DEMATEL ve TOPSİS yöntemleri uygulanmıştır. DEMATEL yöntemi ile kriterler arası etkili ilişkiler belirlenmiş ve ağırlıkların elde edilmiştir. TOPSİS yöntemi ise her bir alternatifin kriterlere göre değerlendirilerek sıralamasında kullanılmıştır.

Shieh *et al.* (2010) tarafından yapılan çalışmada, bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak hastanelerdeki hizmet kalitesinin kritik faktörleri belirlenmiştir.

Hung (2011) tarafından yapılan çalışmada, küresel risk ortamında rekabet avantajı elde edebilmek için tedarik zincirinin iyi planlanması gerektiğine vurgu yapılmıştır. Faaliyet tabanlı tedarik zinciri planlaması için bulanık DEMATEL, AAS ve bulanık hedef programlama yöntemlerinin kullanımı önerilmiştir.

Hu *et al.* (2011), Gap analizi ve çoklu regresyon analizini kullanarak kalite karakteristiklerinin performans analizini yapmışlardır. Burada problemdeki üstün karakteristikleri bulabilmek, farklı olan kalite karakteristiklerinin etkileşim seviyesini

tespit edebilmek ve sebep-etki ilişkisini analiz edebilmek için bulanık DEMATEL metodu kullanılmıştır.

Jassbi *et al.* (2011), tarafından yapılan çalışmada Stratejik kriterler arasındaki nedensel ilişkileri belirlemek ve stratejik haritanın çizilebilmesi için bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmıştır.

Kuo (2011) tarafından yapılan çalışmada uluslararası yeni dağıtım merkezi için en iyi yer seçiminin belirlenmesinde AAS ve bulanık DEMATEL yöntemleri uygulanmıştır.

Lin *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada, Bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak otomobil imalat sanayisinde performansı etkileyen kriterler araştırılıp analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Tseng *et al.* (2011), tarafından yeşil tedarik yönetiminde bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak tedarikçi performansları değerlendirilip anahtar faktörler belirlenmiştir.

Tseng *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada, pazarlama yönetimi ve tedarikçi yönetimi arasındaki işbirliği ile Vietnam turizmin performansını geliştirmek için turist taleplerin değerlendirilmesi üzerinde durulmuş ve bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak turizm stratejisi için öncelikli anahtar faktörler belirlenmiştir.

Tseng *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak tedarik zinciri yönetimine bilgi teknolojilerinin etkisini değerlendirilmiştir.

Tseng (2011) tarafından yapılan çalışmada, firmaların bilgi yönetim stratejileri geliştirilmeleri ve bilgi yönetim değerlendirmeleri yapılabilmesi için bulanık AAS ve bulanık DEMATEL yöntemlerinden oluşan bir algoritma modeli önerilmiştir. AAS yöntemi kriterler arasındaki bağımlılık yönlerini analiz etmek için, bulanık DEMATEL yönteminde kriterler arasındaki iç ilişkileri belirlemek için uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yöneticiler için bilgi yönetiminde daha etkili kararlar alınması sağlamıştır.



Yang *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada bilgi güvenliğindeki risk kontrol noktalarının değerlendirilmesinde VIKOR, DEMATEL ve AAS tekniklerine dayanan çok kriterli bütünleşik bir karar verme yöntemi önerilmiştir.

Zhou *et al.* (2011), tarafından yapılan çalışmada bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak acil durum yönetimi için kritik faktörler belirlenmiştir.

Babak (2012) bulanık DEMATEL yöntemi kullanarak inşaatta risk değerlendirmesi üzerine bir çalışma yapmıştır.

Büyüközkan ve Çifçi (2012) tarafından yapılan çalışmada bulanık DEMATEL, bulanık AAS ve bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak, Ford Otosan şirketi için yeşil tedarikçilerin değerlendirilmesinde karma bir model önerilmiştir.

Chou *et al.* (2012) tarafından yapılan çalışmada, bulanık AHP ve bulanık DEMATEL birleşik tabanlı yöntemle bilim ve teknoloji için insan kaynakları kriterleri belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. İlk olarak kriter ağırlıklarını değerlendirmek için bulanık AHP ve daha sonra bu kriterlerin arasında nedensellik ilişkiler kurmak için bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmıştır.

Lo and Chen (2012) tarafından yapılan çalışmada, Tayvan da sağlık sigortası enstitüsünde bilgi güvenlik risk düzeyinin değerlendirilmesi için bulanık DEMATEL, AAS ve Bulanık ağırlık ortalama alma yöntemleri (BAOA, FOWA) ile oluşan bir algoritma model önerilmiştir.

Wang and Chen (2012), yeni bir ürün elde etmek için KFY bulanık DEMATEL, doğrusal tamsayı programlama ve bulanık Delphi yöntemleri kullanmıştır.

Wu (2012) tarafından yapılan çalışmada, başarılı bir bilgi yönetim uygulaması için kritik faktörlerin ortaya konulması amacıyla bulanık DEMATEL yöntemi önerilmiştir.

Baykasoğlu vd (2013), kara taşımacılığı yapan bir şirketin kamyon seçiminde bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Bu çalışmada, kriterlerin ağırlıklarını bulmak için bulanık DEMATEL yöntemini kullanılmış ve kriterlere göre alternatifleri değerlendirmek için TOPSIS yöntemini uygulamıştır.

Çebi (2013) tarafından yapılan çalışmada, web sitelerinin tasarım özellikleri arasında etkileşimler dikkate alınarak sitelerin tasarım kalitesini değerlendirmek için bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışma Türkiye’de ki alışveriş sitelerinin kalitesinin değerlendirilmesinde uygulanmıştır.

Lin (2013) tarafından yapılan çalışmada, yeşil tedarik zinciri yönetiminde bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak uygun politikalar geliştirilmiştir.

Linhai *et al.* (2013), bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak 88 gıda üretici ve işlemcileri incelemiş ve Çin’de işletmeler tarafından gıda katkı maddelerinin kullanımını etkileyen temel faktörlerin risk analizi yapmışlardır.

Govindan *et al.* (2014) tarafından yapılan çalışmada, Hindistan’da faaliyet gösteren madencilik sektöründe kurumsal sosyal sorumluluk sürdürülebilirlik uygulamaların değerlendirilmesi için bulanık DEMATEL yaklaşımı ile bir vaka çalışması yapılmıştır. Ve bu çalışma ile uygunsuz madencilik faaliyetleri ile ilgili farklı bakış açıları göz önüne alınarak bir analiz yapılmış, maden kaynakların uygun bir şekilde kullanılması için öneriler sunulmuştur.

Patil and Kant (2014) tarafından yapılan çalışmada tedarik zinciri bilgi yönetimi için bulanık ÇKKV ve bulanık DEMATEL tabanlı bir tahmin modeli önerilmiştir.

Yeh and Huang (2014) tarafından yapılan çalışmada, bulanık DEMATEL ve AAS yöntemleri kullanılarak rüzgâr türbinleri için yer belirlemede dikkate alınacak anahtar faktörler incelenmiştir. Bu çalışmaları aşağıdaki tabloda gösterebiliriz.

**Çizelge 3.1.** Bulanık DEMATEL yöntemi ile yapılan çalışmalar

<b>Yazarlar</b>	<b>Yöntem ve Uygulama Alanı</b>
Tamura <i>et al.</i> (2002)	Bulanık DEMATEL - Emniyet sistemlerin değerlendirilmesi
Hung <i>et al.</i> (2007)	Bulanık DEMATEL - Yönetim stratejileri değerlendirilmesi
Liou and Tzeng (2007)	Bulanık DEMATEL, ASP -Havaalanında güvenilirlik ölçümü
Tzeng <i>et al.</i> (2007)	Bulanık DEMATEL - E-öğrenme programlarının etkilerini değerlendirilmesi
Wei and Yu (2007)	Bulanık mantık –DEMATEL - Yönetici seçimi
Wu and Lee (2007)	Bulanık DEMATEL - Yönetici yetkinliklerinin geliştirilmesi
Dytczak and Ginda (2008)	Bulanık DEMATEL, AHP, AAS -Bölgesel stratejik geliştirme
Fekri <i>et al.</i> (2008)	Bulanık DEMATEL -Yeni ürün geliştirme
Lin and Wu (2008)	DEMATEL - Bulanık teori - AR&GE proje seçimi
Lin <i>et al.</i> (2008)	Bulanık DEMATEL - Pazarlama stratejileri
Liou <i>et al.</i> (2008)	Bulanık DEMATEL - Havayolları için güvenlik sistemi geliştirmek
Shimomura <i>et al.</i> (2008)	Bulanık DEMATEL -Kalite Fonksiyon Yayılımı -Servis Mühendisliği
Tseng (2008)	Bulanık DEMATEL - bulanık AAS- Evsel katı atık değerlendirilmesi
Tseng (2009)	GİA - bulanık DEMATEL- Hizmet kalitesinin değerlendirilmesi
Chang <i>et al.</i> (2011)	Bulanık DEMATEL - Tedarikçi seçimi
Dalalah <i>et al.</i> (2011)	Bulanık DEMATEL - TOPSİS yöntemleri - Tedarik zinciri seçimi
Shieh <i>et al.</i> (2010)	Bulanık DEMATEL -Hastanelerde hizmet kalitesi
Hung (2011)	Bulanık DEMATEL, AAS,bulanık hedef programlama -Tedarik zinciri planlaması
Hu <i>et al.</i> (2011)	Bulanık DEMATEL –Kalite yönetimi
Jassbi <i>et al.</i> (2011),	Bulanık DEMATEL -Stratejik planlama
Kuo (2011)	AAS ve bulanık DEMATEL - Dağıtım merkezi için seçimi
Lin <i>et al.</i> (2011)	Bulanık DEMATEL - Otomobil imalat performansı
Tseng <i>et al.</i> (2011)	Bulanık DEMATEL -Yeşil tedarik yönetimi
Tseng <i>et al.</i> (2011)	Bulanık DEMATEL - Turizmin performansı
Tseng <i>et al.</i> (2011)	Bulanık DEMATEL - Tedarik zinciri bilgi teknolojileri etkisi
Zhou <i>et al.</i> (2011)	Bulanık DEMATEL -Acil durum yönetimi
Büyüközkan ve Çifçi (2012)	Bulanık DEMATEL, bulanık AAS - bulanık TOPSIS- Tedarikçilerin değerlendirilmesi
Chou <i>et al.</i> (2012)	Bulanık AHP - bulanık DEMATEL -İnsan kaynakları
Lo and Chen (2012)	Blanık DEMATEL, AAS -Risk düzeyinin değerlendirmesi
Wang and Chen (2012)	KFY -bulanık DEMATEL- DELPHİ- Yeni ürün tasarımı
Wu (2012)	Bulanık DEMATEL- Bilgi yönetimi
Baykasoğlu vd (2013)	Bulanık DEMATEL - bulanık TOPSIS-Kamyon seçimi
Çebi (2013)	Bulanık DEMATEL-Web site tasarımı
Lin (2013)	Bulanık DEMATEL- Yeşil tedarik zinciri yönetimi

**Çizelge 3.1** (devam)

<b>Yazarlar</b>	<b>Yöntem ve Uygulama Alanı</b>
Linhai <i>et al.</i> (2013)	Bulanık DEMATEL –Gıda sektöründe risk analizi
Patil and Kant (2014)	Bulanık DEMATEL -Tedarik zinciri bilgi yönetimi
Yeh and Huang (2014)	Bulanık DEMATEL - AAS -Yer seçimi
Govindan <i>et al.</i> (2014)	Bulanık DEMATEL -Madencilik sektöründe
Chen and Yu (2008)	Bulanık DEMATEL –AAS -Fabrika yer seçimi
Patil and Kant (2014)	Bulanık DEMATEL -Tedarik zinciri bilgi yönetimi

### 3.4. GİA Yöntemi

Gri teori ilk defa 1982 yılında Tayland’da ki Hua Chung Bilim ve Teknoloji Üniversite’si öğretim üyelerinden olan profesör Julong Deng tarafından ortaya atılmıştır (Deng 1989). Stokastik veya bulanık karar verme yöntemleriyle çözülemeyen problemlerin modellenmesini ve çözülmesini sağlayan Gri teori; sistemler arası analiz, model kurma, tahmin ve karar verme problemleri için en çok kullanılan yöntemlerden biridir (Wen 2004).

Gerçek hayat problemlerine bakıldığında tüm faktörleri tam pozitif veya tam negatif olarak nitelendirmesi oldukça zor görülen bir eylemdir. Aynı şekilde tüm etkenleri tamamen belirli veya tamamen belirsiz olarak değerlendirmek de mümkün olmamaktadır. Gri sistem teorisinde, belirsizliğin olmadığı kusursuz bilgiye sahip olan bir sistem beyaz renk ile sembolize edilir. Tam zıt özelliklere sahip olan sistem ise siyah olarak nitelendirilir. Yalnızca kısmi bilgiye sahip olan sistemler ise gri sistem olarak adlandırılır (Chen *et al.* 2004; Liu and Yi 2006).

Hayattaki olayların, işlemlerin ve süreçlerinin çoğunluğu hiçbir zaman ne tam siyah ne de tam beyazdır. Gri teorideki amaç; sistemde “siyah” durumda olan bilgiyi “gri” duruma getirmektir. Örneğin, tarım sektöründe ekilecek alanın büyüklüğü, kullanılacak tohumun kalitesi, gübre, sulama gibi tüm faktörlerin kesin bilindiği bir durumda hasat miktarını tam olarak belirlemek mümkün değildir. Yani, hava koşulları ürün miktarını etkileyen bir belirsizliktir. Çoğu zaman tam olmayan, eksik bilgi ve varsayımlar altında

modeller kurulur ve kararlar verilir. Gri sistem teorisinin ortaya çıkış felsefesi de bu fikirlere dayanmaktadır. Sistem faktörleri (parametreleri), faktörler arasındaki ilişki, sistem işleyiş yapısının belirsiz olduğu bu durumlar gri sistemlerin karakteristik özellikleridir (Deng 1989).

Gri teori GİA, gri modelleme, gri tahmin ve gri karar verme gibi alt başlıklar altında farklı alanlarda uygulanmaktadır. Bu çalışmada ele alınan GİA yöntemi, Gri Teori'nin alt başlıklarından en çok kullanılan yöntemdir. Sözü edilen yöntem; birden fazla alternatifin birden fazla kriterin varlığında değerlendirildiği bir problemde, her bir kriter için bir alternatifin tüm alternatifler arasında sahip olunabilecek en iyi alternatife olan yakınlığına bağlı olarak tüm kriterler için en iyi alternatifin seçilmesini sağlar. Bir problem, tek bir kriterden meydana geldiğinde, o kriterin sahip olabileceği en iyi değere en yakın ve en kötü değere en uzak olan alternatif kolayca seçilebilmektedir. Ancak, bir problem birden fazla kriterden oluştuğunda, bunu tespit etmek kolay olmamaktadır. İşte bu noktada devreye GİA yöntemi girmektedir. Bir alternatifin, tüm kriterlerde o kriterin alabileceği en iyi değere olan yakınlığını ve en kötü değere uzaklığını hesaplayan bu yöntem, toplamda en iyi alternatifi seçmeyi başarmaktadır. GİA yöntemi, sonuçlarının orijinal verilere dayanması, hesaplamalarının basit ve kolay anlaşılabilir olması nedeniyle ÇKKV problemlerin çözümünde kullanılan en iyi yöntemlerden biridir (Hsu *et al.* 2000).

Gri teori ve dolayısıyla GİA yöntemin diğer yöntemlerin kullanımına göre birçok avantajı bulunmaktadır:

- Gri teorisinin en büyük avantajı, eksik bilgili ve belirsiz problemler kesin olarak çözebilmesidir.
- Yeterli veri olmadığı durumlarda bile bir analiz aracı olarak uygulanabilir kolay bir yöntemdir.
- Gri yöntemi çoklu karar vermede tam kesinlik bildirir
- Gri sistem teorisinde tüm farklı fassal prosesler gri kaynaklı kabul edilmektedir.

- GİA yöntemi her niteliğin parametrenin ölçülmesinden kaynaklanan belirsizliğin üstesinden gelebilir.
- Yeni satıcı değerlendirmelerinde, her girişimcinin gereksinimlerine temel alan kriterler ile ölçülmesinde uygulanabilir bir yöntemdir. Burada seçim yaparken alternatiflerin sıralamasında uygun olanı bulunur.
- Gri sistem teorisinin bir başka önemli özelliği ise çok az sayıda verinin olması durumunda bile, örneğin 3 veya 4, bu tür bir sistemin gri olarak modellenebilmesidir.

### 3.4.1. GİA yöntemin kullanıldığı alanlar

Gri teorisinin alt başlıklarından olan GİA yöntemi ile proje seçiminde, tahmin analizlerinde ve performans değerlendirmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. GİA ilişkisel analiz yönteminin uygulama alanlarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

- Borsa endeks değişimlerin tahminlerinde,
- Havayolu Ağ Optimizasyonunda,
- Kondansatörde gaz arızaların ve kaçağın bulunmasında,
- Gayrimenkul yatırım işlerinde talep tahminlerinde,
- Gri ilişkisel analiz ekonomi, tıp, bilgisayar bilimi, sosyal bilim, geometri, kimya yönetim bilimsel alanlarda karar vermede kullanılmıştır,
- Deneysel modellerde parametrelerin analizinde,
- Tedarikçi seçiminde,
- Güç aktarma hatları üzerinde hata türünün tanımlanmasında,
- Makine-malzeme seçiminde alternatiflerin sıralanmasında.

### 3.4.2. Bulanık GİA yöntemi adımlar

ÇKKV problemlerinde kullanılan ve problemlere sezgi yardımıyla yaklaşan Bulanık GİA yöntemi ile karar vericilerin değerlendirmelerini sözel şekilde ifade etmelerine imkan verilmektedir. Böylelikle değerlendirme aşaması normal hayata uygun olarak

yapılmaktadır. Literatürde çeşitli GİA yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada ise Zhang (2008) tarafından önerilen fuzzy GİA yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin uygulama adımları aşağıda açıklanmıştır:

### 1.Adım: Bulanık karar matrisin oluşturulması:

İlk olarak her bir uzman için bulanık karar matrisleri oluşturulur.  $\tilde{A}^{(1)}, \tilde{A}^{(2)}, \dots, \tilde{A}^{(p)}$  p tane uzman oluşturulan bulanık karar matrisleri olmak üzere bulanık karar matris yapısı (3.17)'daki gibi ifade edilebilir.

$$\tilde{A}^{(k)} = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11}^{(k)} & \tilde{a}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{a}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{a}_{21}^{(k)} & \tilde{a}_{22}^{(k)} & \dots & \tilde{a}_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \tilde{a}_{m1}^{(k)} & \tilde{a}_{m2}^{(k)} & \dots & \tilde{a}_{mn}^{(k)} \end{bmatrix} \quad k=1,2,\dots,p \quad (3.17)$$

Burada  $\tilde{a}_{ij}^k$  tanımı,  $i$ 'nci alternatifin  $j$ 'nin kriterinin,  $k$ 'nci uzman tarafından dilsel ifade olarak değerlendirilmesini göstermektedir. Burada  $\tilde{a}_{ij}^k$  ifadesi açılımı  $(a_{ij,l}^{(k)}, a_{ij,m}^{(k)}, a_{ij,u}^{(k)})$  üçgensel bulanık sayı olarak tanımlanır. Ortalama bulanık karar matrisi (3.18) veya (3.19)'deki formül ile hesaplanır.

$$\tilde{A} = \frac{(\tilde{A}^{(1)} \oplus \tilde{A}^{(2)} \oplus \dots \oplus \tilde{A}^{(p)})}{p} \quad (3.18)$$

Bu matriste her bulanık sayının hesaplanması:

$$\tilde{a}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p \tilde{a}_{ij}^{(k)}}{p} \quad (3.19)$$

## 2. Adım: Bulanık ortalama karar matrisinin durulaştırma ve normalize edilmesi:

Gri ilişkisel derecelendirmelerin hesaplamak için bulanık ortalama karar matrisi  $\tilde{R}$  aşağıdaki denklemlere göre normalize edilir ve durulaştırılır.

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} r_{11}^{(k)} & r_{12}^{(k)} & \dots & r_{1n}^{(k)} \\ r_{21}^{(k)} & r_{22}^{(k)} & \dots & r_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1}^{(k)} & r_{m2}^{(k)} & \dots & r_{mn}^{(k)} \end{bmatrix} \quad (3.20)$$

Eğer hedeflenen değer en büyük ise en iyi değerdir.

$$r_{ij} = \left( \frac{a_{ij,l}}{a_{j,u}^+} + \frac{2a_{ij,m}}{a_{j,u}^+} + \frac{a_{ij,u}}{a_{j,u}^+} \right) / 4 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.21)$$

$$a_{j,u}^+ = \max_i a_{ij,u} \quad (3.22)$$

Eğer hedeflenen değer en küçük ise en iyi değerdir.

$$r_{ij} = \left( \frac{a_{j1}^-}{a_{ij3}^-} + \frac{2a_{j1}^-}{a_{ij2}^-} + \frac{a_{j1}^-}{a_{ij1}^-} \right) / 4 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.23)$$

$$a_{j,l}^- = \min_i a_{ij,l} \quad (3.24)$$

## Adım 3. Pozitif ve negatif ideal çözümlerin tanımlanması:

Bulanık pozitif ideal çözüm ( $A^+$ ) ve bulanık negatif ideal çözüm ( $A^-$ ) aşağıdaki denklemler ile hesaplanır:



$$A^+ = (r_1^+, r_2^+, \dots, r_n^+) \quad j= 1, 2, \dots, n \quad (3.25)$$

$$r_j^+ = \max_i \{r_{ij}\} \quad (3.26)$$

$$A^- = (r_1^-, r_2^-, \dots, r_n^-) \quad j= 1, 2, \dots, n \quad (3.27)$$

$$r_j^- = \min_i \{r_{ij}\} \quad (3.28)$$

#### 4. Adım: Gri ilişkisel katsayısının tanımlanması:

Her alternatifin  $A^+$  ve  $A^-$  bulanık ilişkisel katsayıları, sırasıyla (3.29) ve (3.30) deki formüller kullanılarak hesaplanır.

$$\zeta_{ij}^+(r_j^+, r_{ij}) = \frac{\min_i \min_j |r_j^+ - r_{ij}| + \rho \max_i \max_j |r_j^+ - r_{ij}|}{|r_j^+ - r_{ij}| + \rho \max_i \max_j |r_j^+ - r_{ij}|} \quad (3.29)$$

$$i = 1, 2, \dots, m \quad j= 1, 2, \dots, n$$

$$\zeta_{ij}^-(r_j^-, r_{ij}) = \frac{\min_i \min_j |r_j^- - r_{ij}| + \rho \max_i \max_j |r_j^- - r_{ij}|}{|r_j^- - r_{ij}| + \rho \max_i \max_j |r_j^- - r_{ij}|} \quad (3.30)$$

$$i = 1, 2, \dots, m \quad j= 1, 2, \dots, n$$

Ayırt edici katsayısı  $\rho \in [0,1]$ , çoğunlukla  $\rho=0,5$  kullanılır.

### 5. Adım: Gri ilişkisel derecenin elde edilmesi:

Her bir alternatifin Bulanık Gri ilişkisel dereceleri (3.31) ve (3.32)'deki denklemler ile hesaplanır.

$$\zeta_i^+ = \sum_{j=1}^n w_j * \zeta_{ij}^+ \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (3.31)$$

$$\zeta_i^- = \sum_{j=1}^n w_j * \zeta_{ij}^- \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (3.32)$$

### 6. Adım: İdeal çözümde göreceli yakınlık hesaplama:

Bu adımda (3.33)'deki formül kullanılarak her bir alternatifin  $A^+$ 'ya göreceli yakınlığı hesaplanır.

$$\zeta_i = \zeta_i^+ / (\zeta_i^+ + \zeta_i^-) \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (3.33)$$

### Adım 7. Öncelik sıralama:

Bulanık göreceli ilişkisel derecesine göre tüm alternatiflerin sıralamasında sırası belirlenebilir. Herhangi bir alternatifin değeri en yüksek ise o alternatif en önemli alternatif olur.

### 3.4.3. Bulanık GİA ile ilgili çalışmalar

GİA, her geçen gün karar verme yöntemi olarak literatürde daha fazla yer alan ve daha çok başvurulan bir araç olmuştur. Farklı alanlarda GİA'nın kullanıldığı uygulamalar, yöntemin uygulanabilirliğine yönelik daha iyi fikir vermektedir.

Kuo *et al.* (2006) ve Shin *et al.* (2006) tarafından yapılan çalışmalarda, fabrika yer seçim probleminin çözümü için bulanık GİA yöntemi kullanılmıştır.

Wang (2008), bulanık GİA yöntemi kullanarak Tayland'da bulunan havalimanlarının finansal performansının değerlendirilmesi üzerine uygulamalı bir çalışma yapmıştır.

Wei and Yie (2008) ve Wei (2010) tarafından yapılan çalışmada, bulanık GİA yöntemi yatırım amaçlı en uygun şirketi seçiminde kullanılmıştır.

Zhang *et al.* (2009), uluslararası bir şirketin yatırım stratejilerinin değerlendirme sürecini ele almış ve problemin çözümü için bulanık GİA yöntemi ve bulanık TOPSİS yöntemlerini kullanmışlardır.

Kuo (2011) tarafından bulanık GİA yöntemi kullanılarak havaalanında hizmet kalitesinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Wei (2011) bulanık GİA yöntemini finansal yatırım için karar vermede uygulamıştır.

Wei (2011) tarafından yapılan çalışmada, uluslararası bir firmanın ihtiyaç duyulan ERP sistemleri arasında en uygun olanı seçmek için bulanık GİA yöntemi kullanılmıştır.

Zhang and Liu (2011) personel seçimi için bulanık GİA yöntemini kullanmıştır.

Chen (2012) tarafından otomobil endüstrisinde yönetim kararları alınma süreci ele alınmış ve problemin çözümü için bulanık GİA yöntemi kullanılmıştır.

Taylan (2013) tarafından yapılan çalışmada, bulanık GİA yöntemi kullanılarak yemek işletmesinde müşteri tercihlerine göre yemeklik yağların değerlendirilmesi yapılmıştır.

Bu çalışmaları aşağıdaki tablodaki gibi gösterebiliriz.

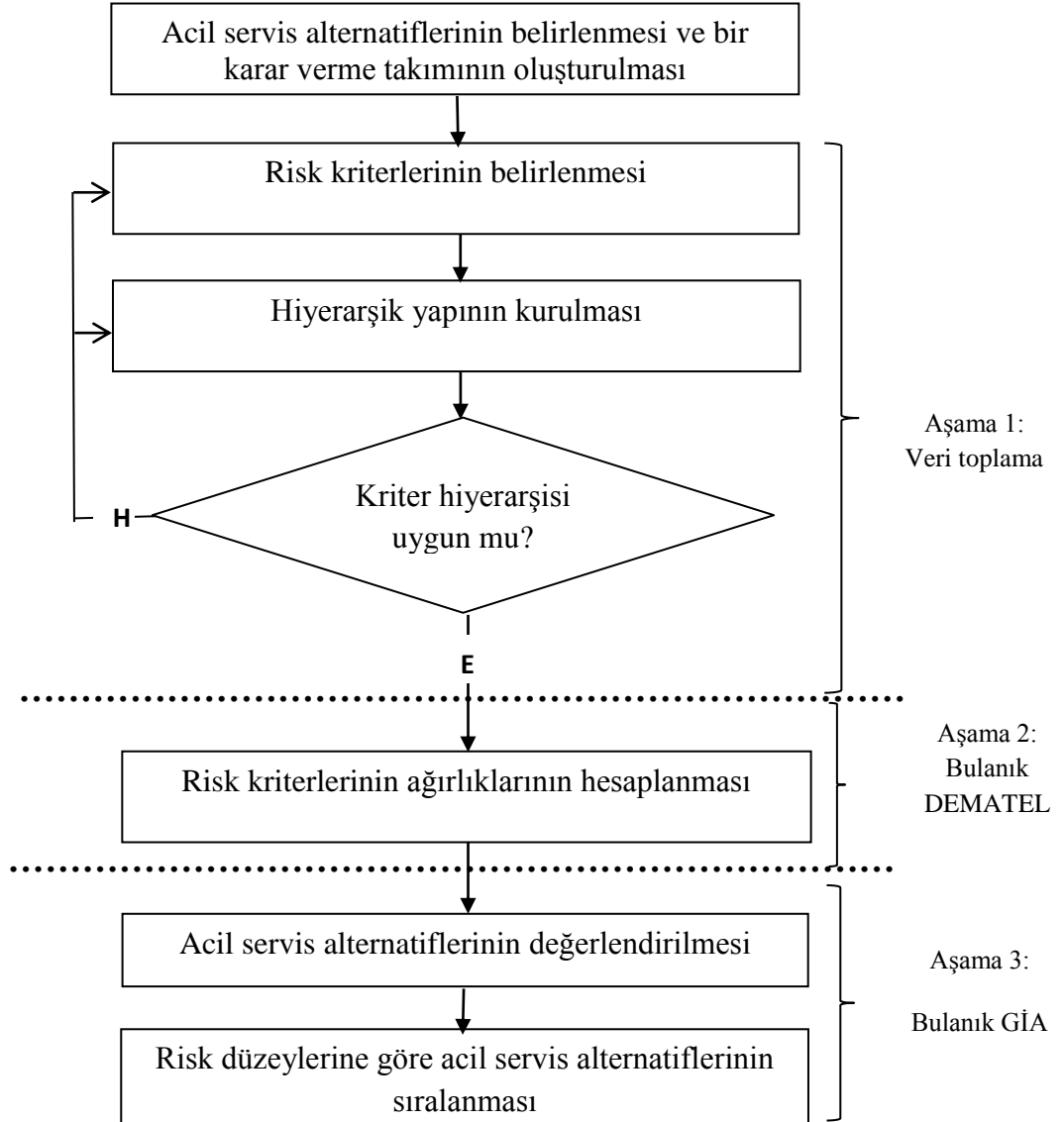
**Çizelge 3.2.** Bulanık GİA ile yapılmış çalışmalar

<b>Yazarlar</b>	<b>Yöntem ve Uygulama alanı</b>
Kuo <i>et al.</i> (2006) Shin <i>et al.</i> (2006) Shin Kuo Liang and Huang (2008)	Bulanık GİA - Fabrika yer seçimi
Osman Taylan (2013)	Bulanık GİA yöntemi - müşteri tercihleri değerlendirme
Wang (2008)	Bulanık GİA - finansal performans değerlendirilmesi
Wei and Yie (2008) ve Wei (2010)	Bulanık GİA – Şirket seçimi
Kuo (2011)	GİA - Hizmet kalitesinin değerlendirilmesi
Wei (2011)	GİA - Finansal yatırım için karar verme
Wei (2011)	Bulanık GİA- ERP sistemleri seçme
Zhang and Liu (2011)	Personel seçimi - Bulanık GİA
Chen (2012)	Bulanık GİA-Yönetim kararları alma-
Zhang <i>et al.</i> (2009)	Bulanık GİA-TOPSİS - Yatırım stratejileri değerlendirilmesi

## **4. ARAŞTIRMA BULGULARI**

### **4.1. Bulanık ÇKKV Modeli**

Bu çalışmada önerilen bulanık ÇKKV modeli; veri toplama, bulanık DEMATEL hesaplamaları ve bulanık GİA hesaplamaları olmak üzere 3 aŐamadan oluşmaktadır. Veri toplama aşamasında, AS'lerin risk değerlendirmesinde kullanılacak risk kriterleri ve kriter hiyerarşisi belirlenmektedir. İkinici aşamada, bulanık DEMATEL yöntemi ile kriter düzeyleri arasındaki hiyerarşi ve aynı düzeydeki kriterler arasındaki etkileşim dikkate alınarak kriter ağırlıkları bulunmektedir. Bulanık ÇKKV modelinin üçüncü ve son aşamasında ise, kriter ağırlıkları kullanılarak bulanık GİA yöntemi ile alternatiflerin risk sıralaması elde edilmektedir. ne sürülen yaklaşımın Őematik gösterimi Şekil 4.1 gösterilmiştir.



**Şekil 4.1.** Risk değerlendirme sürecinin sistematik gösterimi

#### 4.2. Bulanık ÇKKV Modelinin Uygulanması

Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi, Erzurum Palandöken Devlet Hastanesi ve Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi olmak üzere Erzurum'da bulunan 3 devlet hastanesinin AS'lerinde risk değerlendirilmesi önerilen bulanık ÇKKV modeli ile yapılmıştır. Uygulama aşamasında bu hastanelerde görev yapan doktor, hemşire ve ATT olmak üzere 15 sağlık personelinden oluşan bir karar verme takımı ile çalışılmıştır.

#### 4.2.1. Veri toplama

İlk olarak, literatürdeki yayınlar incelenerek AS çalışanlarını etkileyen risk kriterleri belirlenmiştir (Özkan 2005; Turhan 2006; Taşçıoğlu 2007; Parlar 2008; Beşer 2012). Daha sonra bu kriterler içinden karar verme takımı ile görüşülerek sekiz kriter ve kırk alt kriter belirlenmiş ve kriter hiyerarşisi oluşturulmuştur. Bu hiyerarşik yapı karar verme takımı tarafından onaylanmıştır. Söz konusu hiyerarşik yapıya göre kriterler Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Kriterler ve alt kriterler

<b>Kriter</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Alt Kriter</b>	<b>Açıklama</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>Enfeksiyon riski</b>	<b>C<sub>11</sub></b>	Kan ve vücut sıvılarının cilde ve göze teması ile bulaşma riski
		<b>C<sub>12</sub></b>	Kan ve vücut sıvılarının göze teması ile bulaşma riski
		<b>C<sub>13</sub></b>	Hastalardan inhalasyon yoluyla bulaşan solunum yolu hastalıkları
		<b>C<sub>14</sub></b>	Kesici delici alet yaralanma riski
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>Tehlikeli atık riski</b>	<b>C<sub>21</sub></b>	Kimyasal/biyolojik/tıbbi atık kazalarına bağlı enfeksiyon riski
		<b>C<sub>22</sub></b>	Kesici delici alet atık kutularının/atık poşetlerinin uygun kullanılmamasına bağlı enfeksiyon riski

Çizelge 4.1 (devam)

Kriter	Açıklama	Alt Kriter	Açıklama
C <sub>3</sub>	<b>Tıbbi cihaz, malzeme, araç ve gereç bağlantılı riskler</b>	C <sub>31</sub>	Basınçlı oksijen tüplerinin kullanım hatalarına bağlı çalışanların yaralanma riski
		C <sub>32</sub>	İlaç ve malzeme eksikliği, sertifikasız/yetkisiz cihaz ve malzeme kullanma, kalibrasyonu geçersiz / yapılmayan cihazlar, bozuk/miadı geçmiş alet, malzeme, tanı kiti, eksik / uygunsuz araç gerece bağlı riskler
		C <sub>33</sub>	Kimyasal madde dökülme sıçramasına bağlı kazalarda; çalışan yaralanma, yanık ve alerjik reaksiyon riski
		C <sub>34</sub>	Defibrilatör kullanımı sırasında meydana gelen elektrik yanığı riski
		C <sub>35</sub>	Tıbbi cihaz nedeniyle yangın riski
		C <sub>36</sub>	Röntgen çekimlerinde hastalara müdahale/ yardım ederken radyasyona maruz kalma riski
C <sub>4</sub>	<b>Nöbet sırasında ve sonrasında uykusuzluk ve yorgunluğa bağlı olarak meydana gelen her türlü kaza riskleri</b>	C <sub>41</sub>	Nöbet sonrası ve icaplarda uykusuz araba kullanmaya bağlı trafik kazası riski
		C <sub>42</sub>	Yorgunluk, dikkatsizlik ve konsantrasyon eksikliği nedeniyle çalışma sırasında hastanede meydana gelecek kaza riski
C <sub>5</sub>	<b>Alerji riski</b>	C <sub>51</sub>	Eldiven kullanımına bağlı oluşan Lateks alerjisi
		C <sub>52</sub>	Dezenfektanlara ve el antiseptiklerinin kullanımına bağlı oluşan alerji riski
		C <sub>53</sub>	İlaç sıçramalarına maruz kalma ile ilaç reaksiyonu oluşma riski



Çizelge 4.1 (devam)

Kriter	Açıklama	Alt Kriter	Açıklama
C <sub>6</sub>	Ergonomik riskler	C <sub>61</sub>	Çalışma ortamındaki eşyaların düzensiz yerleşimine bağlı; çarpma, sıkışma, düşme ve yaralanma riski
		C <sub>62</sub>	Uzun süre ayakta kalma nedeniyle kas-iskelet sistemi veya damar hastalıkları oluşma riski
		C <sub>63</sub>	Uygun olmayan durum ve çalışma pozisyonundan rahatsızlık oluşma riski (hasta taşıma-çevirme)
		C <sub>64</sub>	Islak/kaygan zemine bağlı; çarpma, kayma, düşme, burkulma ve yaralanma riski
		C <sub>65</sub>	Yeterli dinlenme zamanı ve yeri olmamasından dolayı aşırı iş yükü oluşma riski
		C <sub>66</sub>	Gerekli koruyucuların kullanılmamasından meydana gelen riskler
		C <sub>67</sub>	Gürültü bağlı riskler
		C <sub>68</sub>	Havalandırmaya bağlı hastalık oluşma riski (bunaltı, bitkinlik, alerji)
		C <sub>69</sub>	Isı, nem ve toza bağlı hastalık oluşma riski
		C <sub>610</sub>	Aydınlatmaya bağlı riskler
		C <sub>611</sub>	Gıda zehirlenmesi riski
		C <sub>612</sub>	Su, kanalizasyon, temizlik sorunları riski
C <sub>7</sub>	Güvensiz nöbet, vardiya ortamı ve iletişim sorunlarına bağlı riskler	C <sub>71</sub>	Fiziksel şiddet (saldırı, darp vs.)
		C <sub>72</sub>	Sözel şiddet (hakaret, tehdit, iftira vs.)
		C <sub>73</sub>	Cinsel taciz (sözel yada fiziksel)
		C <sub>74</sub>	Çalışanlarla ve üst yönetimle olan sorunlardan oluşan riskler
		C <sub>75</sub>	Hırsızlık riski

Çizelge 4.1 (devam)

Kriter	Açıklama	Alt Kriter	Açıklama
C <sub>8</sub>	Psikososyal sağlık sorunlarına neden olan riskler	C <sub>81</sub>	Tükenmişlik sendromu
		C <sub>82</sub>	Anksiyete bozukluğu
		C <sub>83</sub>	Uyku bozukluğu
		C <sub>84</sub>	Çeşitli ilaç ve madde bağımlıkları
		C <sub>85</sub>	İntihar riski
		C <sub>86</sub>	Sıkıntı, stres, sinirlilik, öfke

Çizelge 4.1’de verilen AS risklerinin sağlık çalışanlarına etkilerini aşağıdaki gibi açıklayabiliriz.

**Enfeksiyon Riski:** Sağlık çalışanları gerek hastalardan gerekse diğer personelden bulaşabilen ve çeşitli hastalıklara yol açabilen birçok enfeksiyona maruz kalmaktadır. Bu grup, çalışılan ya da karşılaşılan riskler hijyenik yolla bulaşma, hava yoluyla bulaşma, kan yoluyla bulaşma ve kesici delici alet yaralanmaları ile bulaşma gibi çok geniş bir yelpazeyi içermektedir.

Sağlık çalışanları açısından tehdit oluşturan enfeksiyon etkenleri, kan ve vücut sıvıları ile temas sonucu (açık yaradan, mukozalardan veya iğne batması ile ciltten) olup Hepatit B, Hepatit C ve HIV virüsleri önde gelmektedir. Diğer etkenler arasında hastalar tarafından solunan havaya bırakılan ve havada asılı kalan damlacık ve damlacık çekirdeği yer almaktadır. Bunlar arasında influenza, tüberküloz, kızamık, kızamıkçık, suçiçeği önde gelmektedir. Toplumda görülen enfeksiyonların artışına paralel olarak sağlık çalışanlarının bu tip enfeksiyon etkenleri ile karşılaşma riskleri de artmaktadır. Enfeksiyon etkenlerinin oluşturduğu tehdidin derecesi o sağlık kuruluşunda alınan

önlemlerle ilgilidir. Etkenlerin sağlık çalışanlarına bulaşma yolları göz önünde tutularak uygun önlemler alınmalıdır (Anonymous 2011).

**Tehlikeli Atık Kazaları:** Tehlikeli atıkların çoğunu kimyasal atıklar oluşturmaktadır. Günlük yaşantımızın pek çok alanında kullanıldığı gibi, hastalıkların önlenmesi ve tedavisi ile de yaşantımızın bir parçası haline gelen kimyasallar, yararlarının yanı sıra özellikle uygun şekilde kullanılmadıklarında insan sağlığı için tehlike, çevre için zehir olabilmektedirler. Kimyasal tehlike ve riskler oldukça geniş ve izlenmesi zor bir gruptur (Kıran 2003). Sağlık çalışanlarının, çalıştığı tüm ortamlarda kimyasal zararlı etkenlerle karşılaşma olasılığı çok yüksektir.

Tehlikeli atıklar sonucu oluşabilecek enfeksiyon riski genellikle kesici-delici-batıcı cisim yaralanmaları sonucu ve ağırlıklı olarak el, önkol ve alt organlarda meydana gelmektedir. Bu yaralanmaların nedenleri aşağıdaki tanımlamaları yapabiliriz (Anonymous 2006):

- Atık maddelerin dikkatsizce ve uygun olmayan biçimde toplanması ve taşınması,
- Çalışanların koruyucu önlemlerin uygulanmaması,
- Atık kaplarının, yeterli boyutta ve sağlam olmaması, su geçirmeme özelliğinin bulunmaması, mühürlü sistem önlemlerin alınmamasından kaynaklanmaktadır.

**Tıbbi Cihaz, Malzeme, Araç Gereç Bağlantılı Riskler:** Günümüzde hastanelerde yoğun şekilde tıbbi cihazlar ve medikal malzemeler kullanılmaktadır ve buna bağlı sağlık çalışanları çalışma esnasında gösterdiği dikkatsizlik ve hatalı işlemler sonucu bazı tehlikeli durumlara maruz kalınmaktadır. Örneğin Röntgen çekimlerinde hastalara müdahale/yardım ederken radyasyona maruz kalma riski yüksektir. Ayrıca hastanelerde sertifikasız cihaz ve malzemelerin kullanılması ve arızalanmış cihazlar hakkında uyarı yazıları olmaması sağlık personelleri tehlikeli durumlara maruz bırakmaktadır. Bir diğer durumda hastanedeki elektrik düzeneğinin yanlış ya da eksik olması hastane çalışma ortamının tümünü etkilediğinden, sağlık çalışanları açısından son derece önemli bir tehlikedir. Basınçlı oksijen tüplerinin kullanırken sağlık çalışanların eldiven

kullanmaması ve kullanım talimatlarına uyulmaması sonucu yaralanma riskine sebep olmaktadır. Sağlık çalışanların gerekli tüm koruyucu kıyafetleri kullanmaması sonucu kimyasal madde dökülme sıçramasına bağlı kazalarda; çalışan yaralanma, yanık ve alerjik reaksiyon riski meydana gelmektedir.

**Alerjik Riski:** Lateks alerjisi son yıllarda önemi gittikçe artan bir sağlık sorunu ve hatta meslek hastalığı haline gelmiştir. Lateks kauçuktan yapılmış ürünlerin içinde bulunup, elastisite özelliği olan bir maddedir. Elastikiyet, esneklik, koruyuculuk ve dayanıklılık özelliklerinden dolayı yaklaşık 40,000 çeşit medikal ve tüketim ürünlerinin hammaddesini oluşturmaktadır. Hastanelerde sağlık çalışanları lateks eldiven kullanımından dolayı alerji riskine maruz kalınabilir (Deval *et al.* 2008). Ayrıca sağlık çalışanlarında dezenfektanlar ve el antiseptiklerinin kullanımına bağlı alerji riski oluşur.

Tüm ilaçlar alerjik reaksiyona neden olabilir. Riskli ilaçlara maruziyet solunum yoluyla, deri ile temas ve emilimi, ya da enjeksiyon ile olabilmektedir. Solunum yolu ve deri ile temas/emilim en sık maruziyet yollarıdır. Ancak elle temas sonrası ağız yolu ile alımı, iğne batmaları ya da diğer kesici delici yaralanmalar da önemli maruziyet yolları arasındadır (NIOSH; Screiber *et al.* 2003).

**Ergonomik Riskleri:** Ergonomi çalışan insanları kişi, makine, isin talepleri ve çalışma yöntemleri arasındaki karmaşık ilişkiyi anlamaya yönelik inceleme yapan bir çalışma alanıdır. Bütün işler doğası ne olursa olsun insan üzerinde mental ve fiziksel stres yapar. Bu stresler mantıklı sınırlar içerisinde tutulduğunda, çalışma performansı tatmin kar olur ve çalışanın sağlığı ve iyiliği sürdürülebilir. Çağımızın vazgeçilmezi ve önemli gereksinimlerden biride hızla gelişen teknolojidir. Tıp alanı da ileri teknoloji adıyla anılan bu teknolojilerin yoğun olarak kullanıldığı alanlardan biridir Gelişen teknoloji beraberinde farklı sorunlarında getirmektedir. Ergonomi biliminin prensiplerinde bu sorunları en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için gereksinim duyulan yöntemlerin tümüdür (Özdener 2004).

Ergonomik etkenler olarak fiziksel, ergonomik yaklaşımla ilgili olarak beden duruşu ve hareketleri, sabit ayakta durma ve zorlanma, itme-çekme hareketleri, ağır kaldırma, tekrarlayıcı hareketler, titreşim ele alınmaktadır (Kıran 2003). Bununla birlikte sağlıklı çalışmaya engel olan, el aletleri, makineler, sandalyeler; görsel zorlanmaya sebep olan aydınlanma, gürültü ve ortamın ısı derecesi, kısaca uygun olmayan çalışma ortamı dizaynı da ergonomik riskler arasında sayılabilir (Çalışkan 2001). Uzun süre ayakta durma, yanlış çalışma pozisyonları, hastaların kaldırılması, ayakta durdurulması, taşınması ve transferi, yatak yapımı hastane personeli için en önemli ergonomik tehlikelerdir. Olası sağlık sorunları, kas-iskelet sistemi bozuklukları, sırt ve bel ağrılarına, bacaklarda venöz dolaşım sorunları ve eklem sorunların ortaya çıkmasına neden olur. Hastane sağlık çalışanlarının iş günü kayıplarının üçte biri kas-iskelet sistemi bozuklukları nedeniyle olmaktadır (Özkan 2005).

**Güvensiz Nöbet, Vardiya Ortamı Ve İletişim Sorunlarına Bağlı Riskler:** Bu grupta en önemli etken hasta ve hasta yakınları tarafından saldırılardır (Bilir 1991). Şiddet kişiye fiziksel ya da psikolojik zarar vermeyi amaçlayan eylemdir. İş yerinde şiddet; sözel ya da yazılı; azarlama, taciz, fiziksel şiddet, hırsızlık olayları ve çalışanlarla ve üst yönetimle olan sorunlardan oluşan iletişim vb bütün durumlardır. Sanayileşmiş birçok ülkede ciddi bir problem olarak bilinen sağlık personelinin maruz kaldığı şiddet, baskı, taciz, iletişimsizlik küresel bir olaydır.

Şiddetin sağlık çalışanı üzerinde etkileri, bakım kalitesinde düşme, moral bozukluğu, iş doyumunda azalma, işten ayrılma ya da ayrılmayı düşünmeye başlama, stres düzeyinde artış, işteki hatalarda artış, işe devamsızlıkta artış, korku, öfke, güçsüzlük, suçluluk hissetme, uyku bozuklukları ve fiziksel yaralanma şeklinde görülebilir (Anonymous 2012). Bu nedenle hastanelerde ve diğer sağlık bakım kurumlarında işyeri şiddeti önlemek önemli bir güvenlik konusudur.

**Psikososyal Sağlık Sorunlarına Neden Olan Riskler:** Meslekten kişilerin mesleğin özgün anlamı ve amacından kopması ve hizmet götürdüğü insanlarla artık gerçekten ilgilenemiyor oluşu ya da aşırı stres ve doyumсуuzluğa tepki olarak kişinin kendini

psikolojik olarak işinden geri çekmesi olarak tanımlanan tükenmişlik daha çok doğrudan insana hizmet eden, hizmetin kalitesinde insan etmeninin çok önemli bir yere sahip olduğu alanlarda görülmektedir. Bu durum sunulan hizmeti, hizmetin kalitesini doğrudan olumsuz yönde etkilemektedir. Yapılan çalışmalar tükenmenin iş kaybından aile içi ilişki sorunlarına, psikosomatik hastalıklardan alkol-madde-sigara kullanımına ve hatta uykusuzluk, depresyon gibi ruhsal hastalıklara kadar uzanan çok çeşitli ciddi sonuçları olduğunu göstermektedir.

Stres faktörü hastanelerde oldukça sık yaşanmaktadır. Sürekli sağlığı bozuk kişiler ve onların yakınlarıyla bir arada olma, multidisipliner yaklaşımda sorunlar, hasta bakımında aksamalar, çalışma şartları ve beslenme problemleri psikolojik problemlerin ortaya çıkmasına sebep olur (Ofias 1997).

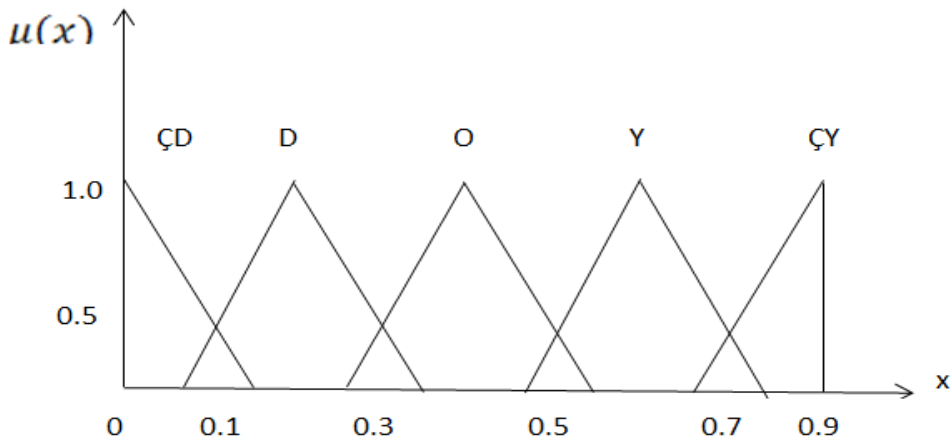
**Nöbet Sırasında Ve Sonrasında Uykusuzluk Ve Yorgunluğa Bağlı Olarak Meydana Gelen Her Türü Kaza Riskler:** Uzun süre aralıksız çalışan sağlık görevlilerinin dikkatsizlik, stres, halsizlik, denge bozukluğu, konsantrasyon eksikliği oluşması sonrası tehlikeli ve riskli kazalarla yüzleşmesi kaçınılmazdır. Bu tehlike ve iş kazaları hastanede görev sırasında ya da iş çıkışından sonrada olabilir. Yani sağlık çalışanının nöbet sonrası ve icaplarda uykusuz araba kullanmaya bağlı trafik kazası yapma riski ya da yorgunluk, dikkatsizlik ve konsantrasyon eksikliği nedeniyle çalışma sırasında hastanede meydana gelecek kaza riski olabilir (merdivenlerden yürürken düşme ya da kayma, hareketli ya da hareketsiz nesnelere çarpma gibi).

#### **4.2.2. Bulanık DEMATEL yönteminin uygulaması**

Risk kriterlerinin belirlenmesinden sonra karar verme takımı tarafından Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de gösterilen bulanık skaladaki dilsel ifadeler kullanılarak bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur (**EK 1**). Daha sonra bu dilsel ifadeler skala da yer alan bulanık üçgensel sayılara dönüştürülmüştür. Dönüştürülen değerlerin çarpamaya göre tersleri alınarak bulanık ikili karşılaştırma matrisleri yani bulanık direk ilişki matrisleri  $\tilde{Z}^{(1)}, \tilde{Z}^{(2)}, \dots, \tilde{Z}^{(15)}$  elde edilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Kriter ağırlıkları için alternatifler için bulanık skala (Tseng 2011)

Kriter ağırlıkları için dilsel değişkenler	Alternatifler için dilsel değişkenler	Dilsel sayısal Değerler
Çok yüksek etki	Çok Yüksek (ÇY)	(0.7, 0.9, 1.0)
Yüksek etki	Yüksek(Y)	(0.5, 0.7, 0.9)
Orta etki	Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)
Düşük etki	Düşük (D)	(0.1, 0.3, 0.5)
Çok düşük etki	Çok Düşük (ÇD)	(0.0, 0.1, 0.3)

**Şekil 4.2.** Dilsel değerlerin üçgen üyelik fonksiyonları

Örnek olarak, bir karar verici tarafından enfeksiyon riski (C1) için yapılan ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Enfeksiyon riski için bir karar verici tarafından oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi

	C <sub>1.1</sub>			C <sub>1.2</sub>			C <sub>1.3</sub>			C <sub>1.4</sub>		
C <sub>1.1</sub>	0	0	0	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,1	0,3	0,5
C <sub>1.2</sub>	1	1,11	1,43	0	0	0	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,7
C <sub>1.3</sub>	1	1,11	1,43	1,11	1,43	2	0	0	0	0,1	0,3	0,5
C <sub>1.4</sub>	2	3,33	10	1,43	2	3,33	2	3,33	10	0	0	0

Daha sonra, doğrusal skala transformasyon yöntemi kullanılarak her bir uzman tarafından oluşturulan bulanık direk ilişki matrisi normalize edilerek  $\tilde{X}^{(1)}, \tilde{X}^{(2)} \dots \tilde{X}^{(15)}$  bulanık normalize direk matrisi elde edilmiştir.  $\tilde{X}^k$  matrisi k. uzmana ait olan bulanık direk ilişki matrisi (3.4), (3.5) ve (3.7)'deki formüllere göre normalize edilir. Buna göre, Çizelge 4.3 de gösterilen ikili karşılaştırma matrisi normalize edilerek enfeksiyon riski için bulanık normalize direk ilişki matrisi Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Enfeksiyon riski için bulanık normalize direk ilişki matrisi

	C <sub>1.1</sub>			C <sub>1.2</sub>			C <sub>1.3</sub>			C <sub>1.4</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C <sub>1.1</sub>	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,08	0,05	0,07	0,08	0,01	0,02	0,04
C <sub>1.2</sub>	0,08	0,09	0,11	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,07	0,02	0,04	0,05
C <sub>1.3</sub>	0,08	0,09	0,11	0,09	0,11	0,16	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04
C <sub>1.4</sub>	0,16	0,26	0,78	0,11	0,16	0,26	0,16	0,26	0,78	0,00	0,00	0,00

Daha sonra, Enfeksiyon Riski için bulanık toplam ilişki matrisi (3.10) ve (3.11)'deki formüller kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Diğer ana kriterler ve alt kriterler için aynı hesaplamalar yapılmış ve hesaplanan bulanık toplam ilişki matrisleri Çizelge 4.5'ten 4.13'e kadar gösterilmiştir. Matris hesaplama işlemleri MATLAB 2010 program yardımı ile çözülmüştür.

**Çizelge 4.5.** Enfeksiyon riski için bulanık toplam ilişki matris verileri

	C <sub>1.1</sub>			C <sub>1.2</sub>			C <sub>1.3</sub>			C <sub>1.4</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C <sub>1.1</sub>	0,007	0,023	0,045	0,027	0,048	0,076	0,018	0,034	0,055	0,021	0,034	0,049
C <sub>1.2</sub>	0,110	0,248	0,152	0,006	0,024	0,038	0,018	0,039	0,057	0,017	0,035	0,047
C <sub>1.3</sub>	0,121	0,247	0,501	0,120	0,262	0,503	0,006	0,021	0,051	0,026	0,049	0,078
C <sub>1.4</sub>	0,118	0,252	0,466	0,118	0,229	0,291	0,095	0,165	0,328	0,006	0,019	0,053



**Çizelge 4.6.** Tehlikeli atık riskleri için bulanık toplam ilişki matris verileri

	<b>C<sub>2.1</sub></b>			<b>C<sub>2.2</sub></b>		
	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>
<b>C<sub>2.1</sub></b>	0,051	0,114	0,274	0,133	0,204	0,295
<b>C<sub>2.2</sub></b>	0,404	0,623	1,190	0,051	0,114	0,275

**Çizelge 4.7.** Tıbbi cihaz, malzeme, araç gereç bağlantılı riskleri için bulanık toplam ilişki matris verileri

	<b>C<sub>3.1</sub></b>			<b>C<sub>3.2</sub></b>			<b>C<sub>3.3</sub></b>		
	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>
<b>C<sub>3.1</sub></b>	0,003	0,011	0,033	0,011	0,022	0,039	0,010	0,020	0,035
<b>C<sub>3.2</sub></b>	0,065	0,118	0,239	0,004	0,010	0,026	0,017	0,029	0,049
<b>C<sub>3.3</sub></b>	0,070	0,128	0,280	0,050	0,074	0,129	0,004	0,010	0,026
<b>C<sub>3.4</sub></b>	0,063	0,105	0,272	0,049	0,073	0,136	0,047	0,067	0,119
<b>C<sub>3.5</sub></b>	0,063	0,103	0,273	0,052	0,075	0,152	0,048	0,069	0,127
<b>C<sub>3.6</sub></b>	0,090	0,215	0,356	0,070	0,138	0,256	0,074	0,152	0,233
	<b>C<sub>3.4</sub></b>			<b>C<sub>3.5</sub></b>			<b>C<sub>3.6</sub></b>		
	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>
<b>C<sub>3.1</sub></b>	0,012	0,023	0,038	0,013	0,023	0,035	0,009	0,017	0,025
<b>C<sub>3.2</sub></b>	0,018	0,030	0,050	0,018	0,030	0,046	0,013	0,021	0,034
<b>C<sub>3.3</sub></b>	0,019	0,032	0,056	0,019	0,031	0,051	0,013	0,021	0,036
<b>C<sub>3.4</sub></b>	0,004	0,010	0,029	0,016	0,028	0,050	0,012	0,022	0,037
<b>C<sub>3.5</sub></b>	0,056	0,083	0,188	0,004	0,010	0,029	0,009	0,020	0,039
<b>C<sub>3.6</sub></b>	0,074	0,152	0,239	0,075	0,155	0,252	0,004	0,013	0,030

**Çizelge 4.8.** Nöbet sırasında ve sonrasında uykusuzluk ve yorgunluğa bağlı olarak meydana gelen her türlü kaza riskleri için bulanık toplam ilişki matris verileri

	<b>C<sub>4.1</sub></b>			<b>C<sub>4.2</sub></b>		
	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>
<b>C<sub>4.1</sub></b>	0,057	0,136	0,254	0,138	0,217	0,311
<b>C<sub>4.2</sub></b>	0,435	0,711	1,025	0,057	0,136	0,254

**Çizelge 4.9.** Alerji riskleri için bulanık toplam ilişki matris verileri

	<b>C<sub>5.1</sub></b>			<b>C<sub>5.2</sub></b>			<b>C<sub>5.3</sub></b>		
	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>
<b>C<sub>5.1</sub></b>	0,031	0,066	0,189	0,092	0,146	0,247	0,075	0,117	0,176
<b>C<sub>5.2</sub></b>	0,200	0,287	0,575	0,032	0,068	0,187	0,076	0,125	0,212
<b>C<sub>5.3</sub></b>	0,244	0,377	0,930	0,248	0,363	0,757	0,031	0,070	0,204

**Çizelge 4.10.** Ergonomik riskleri için bulanık toplam ilişki matris verileri

	<b>C<sub>6.1</sub></b>			<b>C<sub>6.2</sub></b>			<b>C<sub>6.3</sub></b>			<b>C<sub>6.4</sub></b>		
	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>
<b>C<sub>6.1</sub></b>	0,002	0,006	0,016	0,006	0,012	0,022	0,005	0,011	0,021	0,007	0,013	0,022
<b>C<sub>6.2</sub></b>	0,032	0,064	0,094	0,002	0,005	0,014	0,009	0,015	0,026	0,010	0,016	0,027
<b>C<sub>6.3</sub></b>	0,036	0,073	0,098	0,024	0,035	0,068	0,002	0,005	0,014	0,009	0,015	0,027
<b>C<sub>6.4</sub></b>	0,028	0,046	0,111	0,023	0,034	0,070	0,024	0,034	0,071	0,002	0,005	0,015
<b>C<sub>6.5</sub></b>	0,041	0,097	0,108	0,030	0,055	0,092	0,030	0,054	0,086	0,035	0,078	0,088
<b>C<sub>6.6</sub></b>	0,035	0,073	0,130	0,030	0,053	0,106	0,031	0,053	0,137	0,033	0,067	0,092
<b>C<sub>6.7</sub></b>	0,027	0,045	0,105	0,024	0,037	0,082	0,024	0,036	0,081	0,027	0,040	0,086
<b>C<sub>6.8</sub></b>	0,032	0,055	0,139	0,026	0,041	0,093	0,028	0,047	0,093	0,026	0,043	0,089
<b>C<sub>6.9</sub></b>	0,030	0,053	0,134	0,026	0,042	0,099	0,028	0,049	0,098	0,028	0,049	0,081
<b>C<sub>6.10</sub></b>	0,028	0,050	0,106	0,024	0,037	0,090	0,024	0,037	0,084	0,027	0,043	0,095
<b>C<sub>6.11</sub></b>	0,029	0,049	0,132	0,025	0,038	0,098	0,028	0,047	0,111	0,028	0,045	0,111
<b>C<sub>6.12</sub></b>	0,031	0,054	0,154	0,027	0,043	0,118	0,027	0,043	0,113	0,030	0,051	0,137

Çizelge 4.10 (devam)

	C <sub>6.5</sub>			C <sub>6.6</sub>			C <sub>6.7</sub>			C <sub>6.8</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C <sub>6.1</sub>	0,004	0,009	0,016	0,005	0,009	0,016	0,008	0,013	0,022	0,006	0,011	0,018
C <sub>6.2</sub>	0,007	0,012	0,019	0,007	0,012	0,019	0,010	0,015	0,025	0,008	0,013	0,020
C <sub>6.3</sub>	0,007	0,012	0,020	0,005	0,010	0,018	0,010	0,015	0,026	0,008	0,013	0,021
C <sub>6.4</sub>	0,005	0,011	0,020	0,006	0,011	0,020	0,009	0,014	0,026	0,007	0,013	0,022
C <sub>6.5</sub>	0,002	0,006	0,012	0,007	0,013	0,021	0,011	0,019	0,029	0,010	0,016	0,025
C <sub>6.6</sub>	0,030	0,057	0,088	0,002	0,005	0,013	0,010	0,019	0,032	0,009	0,016	0,028
C <sub>6.7</sub>	0,024	0,038	0,058	0,021	0,033	0,041	0,002	0,005	0,015	0,006	0,011	0,022
C <sub>6.8</sub>	0,026	0,045	0,055	0,023	0,034	0,057	0,031	0,057	0,107	0,002	0,005	0,014
C <sub>6.9</sub>	0,025	0,038	0,073	0,024	0,036	0,067	0,031	0,055	0,095	0,025	0,037	0,060
C <sub>6.10</sub>	0,024	0,042	0,053	0,023	0,030	0,053	0,028	0,043	0,100	0,023	0,033	0,059
C <sub>6.11</sub>	0,026	0,041	0,074	0,025	0,035	0,072	0,029	0,045	0,116	0,028	0,043	0,103
C <sub>6.12</sub>	0,025	0,039	0,082	0,026	0,038	0,079	0,030	0,049	0,131	0,026	0,040	0,088
	C <sub>6.9</sub>			C <sub>6.10</sub>			C <sub>6.11</sub>			C <sub>6.12</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C <sub>6.1</sub>	0,007	0,011	0,018	0,008	0,013	0,019	0,008	0,013	0,018	0,007	0,011	0,016
C <sub>6.2</sub>	0,008	0,013	0,020	0,010	0,015	0,020	0,010	0,015	0,020	0,009	0,014	0,018
C <sub>6.3</sub>	0,007	0,012	0,021	0,009	0,015	0,021	0,009	0,014	0,020	0,009	0,013	0,019
C <sub>6.4</sub>	0,007	0,013	0,022	0,008	0,013	0,021	0,008	0,013	0,020	0,007	0,011	0,017
C <sub>6.5</sub>	0,010	0,016	0,025	0,011	0,017	0,025	0,010	0,016	0,023	0,009	0,015	0,021
C <sub>6.6</sub>	0,009	0,016	0,027	0,011	0,017	0,027	0,010	0,016	0,025	0,008	0,015	0,023
C <sub>6.7</sub>	0,006	0,012	0,022	0,007	0,013	0,022	0,007	0,012	0,021	0,006	0,011	0,018
C <sub>6.8</sub>	0,008	0,014	0,025	0,009	0,015	0,025	0,007	0,012	0,023	0,007	0,013	0,022
C <sub>6.9</sub>	0,002	0,005	0,014	0,009	0,015	0,026	0,007	0,013	0,024	0,007	0,012	0,021
C <sub>6.10</sub>	0,024	0,035	0,070	0,002	0,005	0,013	0,008	0,013	0,024	0,007	0,012	0,020
C <sub>6.11</sub>	0,027	0,042	0,106	0,025	0,039	0,085	0,002	0,005	0,016	0,006	0,011	0,024
C <sub>6.12</sub>	0,030	0,051	0,109	0,029	0,049	0,092	0,030	0,052	0,108	0,002	0,005	0,015

**Çizelge 4.11.** Güvensiz nöbet, vardiya ortamı ve iletişim sorunlarına bağlı riskleri için toplam ilişki matris verileri

	<b>C<sub>7.1</sub></b>			<b>C<sub>7.2</sub></b>			<b>C<sub>7.3</sub></b>		
	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>
<b>C<sub>7.1</sub></b>	0,004	0,015	0,037	0,013	0,026	0,043	0,016	0,027	0,042
<b>C<sub>7.2</sub></b>	0,087	0,173	0,313	0,005	0,013	0,030	0,021	0,035	0,058
<b>C<sub>7.3</sub></b>	0,088	0,184	0,275	0,084	0,116	0,222	0,005	0,012	0,031
<b>C<sub>7.4</sub></b>	0,090	0,179	0,341	0,063	0,108	0,113	0,056	0,079	0,155
<b>C<sub>7.5</sub></b>	0,081	0,157	0,332	0,068	0,111	0,185	0,057	0,086	0,188
	<b>C<sub>7.4</sub></b>			<b>C<sub>7.5</sub></b>					
	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>			
<b>C<sub>7.1</sub></b>	0,012	0,024	0,039	0,017	0,027	0,038			
<b>C<sub>7.2</sub></b>	0,024	0,038	0,059	0,022	0,034	0,051			
<b>C<sub>7.3</sub></b>	0,022	0,038	0,061	0,019	0,034	0,052			
<b>C<sub>7.4</sub></b>	0,004	0,012	0,028	0,015	0,029	0,049			
<b>C<sub>7.5</sub></b>	0,075	0,138	0,225	0,004	0,012	0,030			

**Çizelge 4.12.** Psikososyal sağlık sorunlarına neden olan riskler için bulanık toplam ilişki matris verileri

	<b>C<sub>8.1</sub></b>			<b>C<sub>8.2</sub></b>			<b>C<sub>8.3</sub></b>		
	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>
<b>C<sub>8.1</sub></b>	0,003	0,008	0,027	0,009	0,019	0,031	0,008	0,017	0,031
<b>C<sub>8.2</sub></b>	0,056	0,099	0,223	0,003	0,008	0,019	0,013	0,023	0,041
<b>C<sub>8.3</sub></b>	0,057	0,096	0,254	0,048	0,079	0,121	0,003	0,007	0,022
<b>C<sub>8.4</sub></b>	0,059	0,106	0,270	0,045	0,073	0,118	0,048	0,073	0,183
<b>C<sub>8.5</sub></b>	0,057	0,099	0,237	0,044	0,071	0,109	0,039	0,054	0,107
<b>C<sub>8.6</sub></b>	0,067	0,138	0,298	0,057	0,106	0,210	0,048	0,078	0,168
	<b>C<sub>8.4</sub></b>			<b>C<sub>8.5</sub></b>			<b>C<sub>8.6</sub></b>		
	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>u</b>
<b>C<sub>8.1</sub></b>	0,011	0,020	0,028	0,012	0,020	0,029	0,009	0,016	0,024
<b>C<sub>8.2</sub></b>	0,017	0,027	0,039	0,018	0,027	0,038	0,011	0,019	0,030
<b>C<sub>8.3</sub></b>	0,015	0,025	0,039	0,019	0,030	0,042	0,014	0,023	0,034
<b>C<sub>8.4</sub></b>	0,003	0,008	0,021	0,016	0,027	0,043	0,014	0,022	0,037
<b>C<sub>8.5</sub></b>	0,045	0,067	0,131	0,003	0,008	0,018	0,012	0,020	0,034
<b>C<sub>8.6</sub></b>	0,057	0,117	0,105	0,060	0,131	0,133	0,003	0,009	0,020

Çizelge 4.13. Ana kriterler için bulanık toplam ilişki matris verileri

	C <sub>1</sub>			C <sub>2</sub>			C <sub>3</sub>			C <sub>4</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C <sub>1</sub>	0,000	0,008	0,017	0,000	0,029	0,048	0,000	0,029	0,048	0,000	0,025	0,035
C <sub>2</sub>	0,003	0,043	0,073	0,017	0,008	0,022	0,017	0,023	0,042	0,015	0,018	0,029
C <sub>3</sub>	0,032	0,046	0,088	0,002	0,061	0,097	0,011	0,008	0,023	0,009	0,019	0,031
C <sub>4</sub>	0,032	0,062	0,098	0,041	0,089	0,156	0,002	0,084	0,132	0,009	0,009	0,019
C <sub>5</sub>	0,036	0,062	0,112	0,046	0,089	0,172	0,045	0,126	0,168	0,002	0,099	0,077
C <sub>6</sub>	0,038	0,066	0,121	0,046	0,087	0,195	0,056	0,103	0,249	0,045	0,073	0,130
C <sub>7</sub>	0,038	0,092	0,138	0,046	0,101	0,246	0,053	0,108	0,287	0,040	0,086	0,160
C <sub>8</sub>	0,045	0,099	0,147	0,050	0,127	0,272	0,054	0,123	0,271	0,044	0,104	0,157
	C <sub>5</sub>			C <sub>6</sub>			C <sub>7</sub>			C <sub>8</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C <sub>1</sub>	0,000	0,022	0,034	0,000	0,023	0,034	0,000	0,019	0,026	0,000	0,018	0,024
C <sub>2</sub>	0,013	0,017	0,029	0,014	0,016	0,029	0,012	0,014	0,023	0,012	0,012	0,019
C <sub>3</sub>	0,008	0,014	0,027	0,008	0,014	0,027	0,007	0,012	0,022	0,005	0,012	0,020
	C <sub>5</sub>			C <sub>6</sub>			C <sub>7</sub>			C <sub>8</sub>		
	l	m	u	l	l	m	u	l	l	m	u	l
C <sub>4</sub>	0,006	0,022	0,038	0,005	0,022	0,038	0,005	0,018	0,030	0,006	0,016	0,026
C <sub>5</sub>	0,012	0,009	0,021	0,012	0,022	0,038	0,010	0,018	0,029	0,009	0,017	0,026
C <sub>6</sub>	0,049	0,082	0,150	0,010	0,008	0,025	0,008	0,014	0,030	0,008	0,013	0,028
C <sub>7</sub>	0,002	0,107	0,155	0,055	0,110	0,207	0,004	0,008	0,023	0,004	0,019	0,037
C <sub>8</sub>	0,045	0,102	0,201	0,002	0,122	0,226	0,002	0,066	0,123	0,009	0,008	0,022

Bulanık toplam ilişki matrisleri elde edildikten sonra (3.12) ve (3.13)'teki formüller kullanılarak  $\tilde{D}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  değerleri elde edilmiştir. Daha sonra  $\tilde{D}_i^{\text{def}}$  ve  $\tilde{R}_i^{\text{def}}$  değerleri hesaplanmış ve bu değerler kullanılarak  $(\tilde{D}_i^{\text{def}} + \tilde{R}_i^{\text{def}})$  ve  $(\tilde{D}_i^{\text{def}} - \tilde{R}_i^{\text{def}})$  değerleri bulunmuştur. Çizelge 4.14 'ten Çizelge 22'e kadar tüm gruplar için  $(\tilde{D}_i^{\text{ref}} + \tilde{R}_i^{\text{def}})$  ve  $(\tilde{D}_i^{\text{ref}} - \tilde{R}_i^{\text{def}})$  değerlerler gösterilmiştir.

**Çizelge 4.14.** Kriterler için  $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{def}, \tilde{R}_i^{def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$  ve  $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$  değerleri

	$\tilde{D}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{def}$	$\tilde{R}_i^{def}$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$
<b>C<sub>1</sub></b>	(0,000:0,173:0,266)	(0,224:0,478:0,794)	0,153	0,494	0,647	-0,341
<b>C<sub>2</sub></b>	(0,103:0,151:0,266)	(0,248:0,591:1,208)	0,168	0,660	0,827	-0,492
<b>C<sub>3</sub></b>	(0,082:0,186:0,335)	(0,238:0,604:1,220)	0,197	0,667	0,864	-0,469
<b>C<sub>4</sub></b>	(0,106:0,322:0,537)	(0,164:0,433:0,638)	0,322	0,417	0,739	-0,095
<b>C<sub>5</sub></b>	(0,172:0,442:0,643)	(0,135:0,375:0,655)	0,425	0,385	0,810	0,040
<b>C<sub>6</sub></b>	(0,260:0,446:0,928)	(0,106:0,337:0,624)	0,520	0,351	0,871	0,169
<b>C<sub>7</sub></b>	(0,242:0,631:1,253)	(0,048:0,169:0,306)	0,689	0,173	0,862	0,516
<b>C<sub>8</sub></b>	(0,251:0,751:1,419)	(0,053:0,115:0,202)	0,793	0,121	0,914	0,672

**Çizelge 4.15.** Enfeksiyon risk kriterleri için  $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{def}, \tilde{R}_i^{def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$  ve  $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$  değerleri

	$\tilde{D}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{def}$	$\tilde{R}_i^{def}$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$
<b>C<sub>1.1</sub></b>	(0,073:0,139:0,225)	(0,356:0,770:1,164)	0,144	0,765	0,909	-0,621
<b>C<sub>1.2</sub></b>	(0,151:0,346:0,294)	(0,271:0,563:0,908)	0,284	0,576	0,861	-0,292
<b>C<sub>1.3</sub></b>	(0,273:0,579:1,133)	(0,137:0,259:0,491)	0,641	0,287	0,928	0,355
<b>C<sub>1.4</sub></b>	(0,337:0,665:1,138)	(0,070:0,137:0,227)	0,701	0,143	0,844	0,559

**Çizelge 4.16.** Tehlikeli atık risk kriterleri için  $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{def}, \tilde{R}_i^{def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$  ve  $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$  değerleri

	$\tilde{D}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{def}$	$\tilde{R}_i^{def}$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$
<b>C<sub>2.1</sub></b>	(0,184:0,318:0,569)	(0,455:0,737:1,464)	0,347	0,848	1,196	-0,501
<b>C<sub>2.2</sub></b>	(0:455:0,737:1,465)	(0,184:0,318:0,570)	0,849	0,348	1,196	0,501

**Çizelge 4.17.** Tıbbi cihaz, malzeme, araç gereç bağlantılı riskler için  $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$  ve  $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, \tilde{R}_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$  değerleri

	$\tilde{D}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{\sim def}$	$\tilde{R}_i^{\sim def}$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$
<b>C<sub>3,1</sub></b>	(0,058:0,116:0,205)	(0,354:0,680:1,453)	0,124	0,792	0,916	-0,668
<b>C<sub>3,2</sub></b>	(0,135:0,238:0,444)	(0,236:0,392:0,738)	0,264	0,440	0,703	-0,176
<b>C<sub>3,3</sub></b>	(0,175:0,296:0,578)	(0,200:0,347:0,589)	0,336	0,371	0,707	-0,034
<b>C<sub>3,4</sub></b>	(0,191:0,305:0,643)	(0,183:0,330:0,600)	0,361	0,361	0,722	0,000
<b>C<sub>3,5</sub></b>	(0,232:0,360:0,808)	(0,145:0,277:0,463)	0,440	0,291	0,731	0,150
<b>C<sub>3,6</sub></b>	(0,387:0,825:1,366)	(0,060:0,114:0,201)	0,851	0,122	0,973	0,729

**Çizelge 4.18.** Nöbet sırasında ve sonrasında uykusuzluk ve yorgunluğa bağlı olarak meydana gelen riskler için  $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, \tilde{R}_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$  ve  $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$  değerleri

	$\tilde{D}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{\sim def}$	$\tilde{R}_i^{\sim def}$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$
<b>C<sub>4,1</sub></b>	(0,195:0,353:0,565)	(0,492:0,847:1,279)	0,367	0,866	1,233	-0,500
<b>C<sub>4,2</sub></b>	(0,492:0,847:1,279)	(0,195:0,353:0,565)	0,866	0,367	1,233	0,500

**Çizelge 4.19.** Alerji riski için  $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{\sim def}, \tilde{R}_i^{\sim def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$  ve  $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$  değerleri

	$\tilde{D}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{\sim def}$	$\tilde{R}_i^{\sim def}$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$
<b>C<sub>5,1</sub></b>	(0,198:0,329:0,612)	(0,475:0,730:1,694)	0,367	0,907	1,274	-0,540
<b>C<sub>5,2</sub></b>	(0,308:0,480:0,974)	(0,372:0,577:1,191)	0,561	0,679	1,240	-0,119
<b>C<sub>5,3</sub></b>	(0,523:0,810:1,891)	(0,182:0,312:0,592)	1,009	0,350	1,358	0,659

**Çizelge 4.20.** Ergonomik riskler için  $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{def}, \tilde{R}_i^{def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$  ve  $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$  değerleri

	$\tilde{D}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{def}$	$\tilde{R}_i^{def}$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$
<b>C<sub>6.1</sub></b>	(0,073:0,132:0,224)	(0,351:0,665:1,327)	0,140	0,752	0,892	-0,612
<b>C<sub>6.2</sub></b>	(0,122:0,209:0,322)	(0,267:0,432:0,952)	0,216	0,521	0,736	-0,305
<b>C<sub>6.3</sub></b>	(0,135:0,232:0,373)	(0,260:0,431:0,935)	0,243	0,514	0,757	-0,271
<b>C<sub>6.4</sub></b>	(0,134:0,218:0,435)	(0,262:0,465:0,870)	0,251	0,516	0,767	-0,264
<b>C<sub>6.5</sub></b>	(0,206:0,402:0,555)	(0,205:0,350:0,570)	0,391	0,369	0,760	0,023
<b>C<sub>6.6</sub></b>	(0,218:0,407:0,728)	(0,174:0,266:0,476)	0,440	0,296	0,736	0,145
<b>C<sub>6.7</sub></b>	(0,181:0,293:0,573)	(0,209:0,349:0,724)	0,335	0,408	0,743	-0,073
	$\tilde{D}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{def}$	$\tilde{R}_i^{def}$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$
<b>C<sub>6.8</sub></b>	(0,225:0,381:0,742)	(0,158:0,251:0,480)	0,432	0,285	0,717	0,147
<b>C<sub>6.9</sub></b>	(0,242:0,404:0,792)	(0,145:0,240:0,479)	0,461	0,276	0,737	0,185
<b>C<sub>6.10</sub></b>	(0,242:0,380:0,767)	(0,116:0,194:0,342)	0,442	0,247	0,689	0,196
<b>C<sub>6.11</sub></b>	(0,278:0,440:1,048)	(0,116:0,194:0,342)	0,552	0,212	0,763	0,340
<b>C<sub>6.12</sub></b>	(0,313:0,514:1,226)	(0,084:0,143:0,234)	0,642	0,151	0,793	0,491



**Çizelge 4.21.** Güvensiz nöbet, vardiya ortamı ve iletişim sorunlarına bağlı riskler için  $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{def}, \tilde{R}_i^{def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$  ve  $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$  değerleri

	$\tilde{D}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{def}$	$\tilde{R}_i^{def}$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$
<b>C<sub>7.1</sub></b>	(0,062:0,119:0,199)	(0,350:0,708:1,298)	0,125	0,766	0,891	-0,641
<b>C<sub>7.2</sub></b>	(0,159:0,293:0,511)	(0,233:0,374:0,593)	0,314	0,394	0,708	-0,079
<b>C<sub>7.3</sub></b>	(0,218:0,384:0,641)	(0,155:0,239:0,474)	0,407	0,277	0,684	0,130
<b>C<sub>7.4</sub></b>	(0,228:0,407:0,686)	(0,137:0,250:0,412)	0,432	0,262	0,694	0,170
<b>C<sub>7.5</sub></b>	(0,285:0,504:0,960)	(0,077:0,136:0,220)	0,563	0,142	0,706	0,421

**Çizelge 4.22.** Psikososyal sağlık sorunlarına neden olan riskler için  $\tilde{D}_i, \tilde{R}_i, \tilde{D}_i^{def}, \tilde{R}_i^{def}, (\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$  ve  $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$  değerleri

	$\tilde{D}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{def}$	$\tilde{R}_i^{def}$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$
<b>C<sub>8.1</sub></b>	(0,820:0,100:0,170)	(0,299:0,546:1,309)	0,298	0,675	0,973	-0,378
<b>C<sub>8.2</sub></b>	(1,187:0,203:0,390)	(0,206:0,356:0,608)	0,496	0,382	0,877	0,114
<b>C<sub>8.3</sub></b>	(1,605:0,260:0,512)	(0,159:0,252:0,552)	0,659	0,304	0,963	0,356
<b>C<sub>8.4</sub></b>	(1,882:0,309:0,672)	(0,148:0,264:0,363)	0,793	0,260	1,053	0,533
<b>C<sub>8.5</sub></b>	(2,286:0,319:0,636)	(0,128:0,243:0,303)	0,890	0,229	1,119	0,661
<b>C<sub>8.6</sub></b>	(2,757:0,579:0,934)	(0,063:0,109:0,179)	1,212	0,115	1,327	1,097

$(\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def})$  ve  $(\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def})$  değerlerinin bulunmasından sonra (3.14), (3.15) ve (3.16) formülleri kullanılarak kriter ve alt kriter ağırlıkları hesaplanmış ve bu ağırlıklar Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.23.** Kriterlerin normalize ağılıkları ve son ağırlık değerleri

Kriterler	$\omega_i$	$W_i (w_m)$
<b>C<sub>1</sub></b>	0.731	0.101
<b>C<sub>2</sub></b>	0.962	0.133
<b>C<sub>3</sub></b>	0.983	0.135
<b>C<sub>4</sub></b>	0.745	0.103
<b>C<sub>5</sub></b>	0.811	0.112
<b>C<sub>6</sub></b>	0.887	0.122
<b>C<sub>7</sub></b>	1.005	0.138
<b>C<sub>8</sub></b>	1.135	0.156

**Çizelge 4.24.** Alt kriterlerin normalize ağılıkları ve son ağırlık değerleri

Alt Kriterler	$\omega_i$	$w_i (w_s)$	$W$	Alt Kriterler	$\omega_i$	$w_i$	$W$
<b>C<sub>1.1</sub></b>	1.101	0.274	0.028	<b>C<sub>6.4</sub></b>	0.811	0.130	0.016
<b>C<sub>1.2</sub></b>	0.909	0.226	0.023	<b>C<sub>6.5</sub></b>	0.760	0.122	0.015
<b>C<sub>1.3</sub></b>	0.993	0.247	0.025	<b>C<sub>6.6</sub></b>	0.750	0.120	0.015
<b>C<sub>1.4</sub></b>	1.012	0.252	0.025	<b>C<sub>6.7</sub></b>	0.746	0.120	0.014
<b>C<sub>2.1</sub></b>	1.296	0.500	0.066	<b>C<sub>6.8</sub></b>	0.732	0.118	0.014
<b>C<sub>2.2</sub></b>	1.297	0.500	0.066	<b>C<sub>6.9</sub></b>	0.759	0.122	0.015
<b>C<sub>3.1</sub></b>	1.133	0.216	0.029	<b>C<sub>6.10</sub></b>	0.716	0.115	0.014
<b>C<sub>3.2</sub></b>	0.725	0.138	0.019	<b>C<sub>6.11</sub></b>	0.835	0.134	0.016
<b>C<sub>3.3</sub></b>	0.708	0.135	0.018	<b>C<sub>6.12</sub></b>	0.932	0.150	0.018
<b>C<sub>3.4</sub></b>	0.722	0.138	0.019	<b>C<sub>7.1</sub></b>	1.098	0.272	0.038
<b>C<sub>3.5</sub></b>	0.746	0.142	0.019	<b>C<sub>7.2</sub></b>	0.712	0.176	0.024
<b>C<sub>3.6</sub></b>	1.216	0.232	0.031	<b>C<sub>7.3</sub></b>	0.696	0.172	0.024
<b>C<sub>4.1</sub></b>	1.330	0.500	0.051	<b>C<sub>7.4</sub></b>	0.715	0.177	0.024
<b>C<sub>4.2</sub></b>	1.330	0.500	0.051	<b>C<sub>7.5</sub></b>	0.822	0.203	0.028
<b>C<sub>5.1</sub></b>	1.384	0.334	0.037	<b>C<sub>8.1</sub></b>	0.964	0.239	0.037
<b>C<sub>5.2</sub></b>	1.245	0.301	0.034	<b>C<sub>8.2</sub></b>	0.609	0.151	0.024
<b>C<sub>5.3</sub></b>	1.509	0.365	0.041	<b>C<sub>8.3</sub></b>	0.564	0.140	0,022
<b>C<sub>6.1</sub></b>	1.082	0.174	0.021	<b>C<sub>8.4</sub></b>	0.586	0.145	0,023
<b>C<sub>6.2</sub></b>	0.797	0.128	0.016	<b>C<sub>8.5</sub></b>	0.555	0.138	0,022
<b>C<sub>6.3</sub></b>	0.804	0.129	0.016	<b>C<sub>8.6</sub></b>	0.757	0.188	0,029

Bu değerlendirme sonucunda C<sub>2.1</sub> (Kimyasal/biyolojik/tıbbi atık kazalarına bağlı enfeksiyon riski) ve C<sub>2.2</sub> (Kesici delici alet atık kutularının/atık poşetlerinin uygun kullanılmamasına bağlı enfeksiyon riski) kriterleri en önemli risk kriterleri olarak belirlenmiştir.

### 4.2.3. Bulanık GİA yönteminin uygulaması

Bu aşamada, karar verme takımındaki sekiz sağlık personeli tarafından AS alternatifleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmaların güvenilir olması için karar verme takımının içinden özellikle üç AS departmanında da çalışmış kişiler seçilmiştir. Her bir karar verici Çizelge 4.2'deki skala ölçeğini kullanarak risk kriterleri bakımından acil servis alternatiflerini karşılaştırmış ve bunun sonucunda sekiz tane bulanık karar matrisi ortaya çıkmıştır (Karşılaştırma Anketi **EK 2**'de verilmiştir). Daha sonra bu bulanık karar matrislerinden (3.18) ve (3.19)'daki formüller kullanılarak ve Çizelge 4.24 gösterilen ortalama bulanık matrisi elde edilmiştir. Karşılaştırma sonuçlarının gizli tutulması gerektiğinden sözkonusu hastanelerin AS bölümleri rastgele sıralanarak AS<sub>1</sub>, AS<sub>2</sub> ve AS<sub>3</sub> olarak adlandırılmış ve çizelgelerde bu şekilde gösterilmiştir.

**Çizelge 4.25.** Ortalama bulanık matrisi

	C <sub>1.1</sub>			C <sub>1.2</sub>			C <sub>1.3</sub>			C <sub>1.4</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AS <sub>1</sub>	0,313	0,475	0,638	0,438	0,625	0,788	0,400	0,575	0,738	0,413	0,600	0,763
AS <sub>2</sub>	0,300	0,475	0,675	0,363	0,550	0,750	0,338	0,525	0,725	0,388	0,575	0,750
AS <sub>3</sub>	0,325	0,500	0,688	0,313	0,500	0,700	0,363	0,550	0,738	0,413	0,600	0,763
	C <sub>2.1</sub>			C <sub>2.2</sub>			C <sub>3.1</sub>			C <sub>3.2</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AS <sub>1</sub>	0,263	0,450	0,638	0,325	0,500	0,675	0,200	0,375	0,575	0,263	0,425	0,600
AS <sub>2</sub>	0,238	0,425	0,613	0,250	0,425	0,613	0,163	0,325	0,525	0,150	0,325	0,525
AS <sub>3</sub>	0,213	0,400	0,600	0,200	0,375	0,575	0,163	0,325	0,525	0,225	0,400	0,600
	C <sub>3.3</sub>			C <sub>3.4</sub>			C <sub>3.5</sub>			C <sub>3.6</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AS <sub>1</sub>	0,263	0,450	0,638	0,075	0,225	0,425	0,200	0,375	0,575	0,425	0,625	0,813
AS <sub>2</sub>	0,188	0,375	0,575	0,113	0,275	0,475	0,150	0,325	0,525	0,400	0,600	0,800
AS <sub>3</sub>	0,213	0,400	0,600	0,075	0,225	0,425	0,200	0,375	0,575	0,400	0,600	0,800

Çizelge 4.25 (devam)

	C <sub>4.1</sub>			C <sub>4.2</sub>			C <sub>5.1</sub>			C <sub>5.2</sub>		
	l	m	u	l	l	m	u	l	l	m	u	l
AS <sub>1</sub>	0,475	0,675	0,850	0,475	0,675	0,850	0,425	0,625	0,813	0,338	0,525	0,713
AS <sub>2</sub>	0,338	0,513	0,675	0,475	0,675	0,863	0,325	0,525	0,725	0,250	0,450	0,605
AS <sub>3</sub>	0,375	0,575	0,750	0,425	0,625	0,813	0,300	0,500	0,700	0,250	0,450	0,650
	C <sub>5.3</sub>			C <sub>6.1</sub>			C <sub>6.2</sub>			C <sub>6.3</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AS <sub>1</sub>	0,150	0,350	0,550	0,150	0,350	0,550	0,400	0,600	0,788	0,425	0,625	0,800
AS <sub>2</sub>	0,175	0,375	0,575	0,175	0,375	0,575	0,475	0,675	0,863	0,400	0,600	0,788
AS <sub>3</sub>	0,200	0,400	0,600	0,250	0,450	0,650	0,450	0,650	0,838	0,375	0,575	0,763
	C <sub>6.4</sub>			C <sub>6.5</sub>			C <sub>6.6</sub>			C <sub>6.7</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AS <sub>1</sub>	0,350	0,550	0,725	0,475	0,675	0,838	0,375	0,575	0,763	0,275	0,475	0,675
AS <sub>2</sub>	0,200	0,400	0,600	0,425	0,625	0,813	0,450	0,650	0,850	0,400	0,600	0,800
AS <sub>3</sub>	0,300	0,500	0,688	0,375	0,575	0,750	0,450	0,650	0,838	0,400	0,600	0,788
	C <sub>6.8</sub>			C <sub>6.9</sub>			C <sub>6.10</sub>			C <sub>6.11</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AS <sub>1</sub>	0,388	0,575	0,750	0,338	0,525	0,713	0,275	0,475	0,663	0,400	0,600	0,763
AS <sub>2</sub>	0,338	0,525	0,713	0,313	0,500	0,700	0,300	0,500	0,688	0,350	0,550	0,725
AS <sub>3</sub>	0,438	0,625	0,800	0,438	0,625	0,825	0,300	0,500	0,700	0,288	0,475	0,675
	C <sub>6.12</sub>			C <sub>7.1</sub>			C <sub>7.2</sub>			C <sub>7.3</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AS <sub>1</sub>	0,325	0,525	0,713	0,425	0,625	0,800	0,450	0,650	0,825	0,138	0,300	0,488
AS <sub>2</sub>	0,375	0,575	0,763	0,450	0,650	0,838	0,450	0,650	0,825	0,175	0,350	0,538
AS <sub>3</sub>	0,375	0,575	0,763	0,350	0,550	0,750	0,475	0,675	0,838	0,15	0,325	0,513
	C <sub>7.4</sub>			C <sub>7.5</sub>			C <sub>8.1</sub>			C <sub>8.2</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AS <sub>1</sub>	0,425	0,625	0,788	0,425	0,625	0,788	0,450	0,650	0,825	0,450	0,650	0,813
AS <sub>2</sub>	0,350	0,550	0,738	0,375	0,575	0,763	0,475	0,675	0,838	0,475	0,675	0,838
AS <sub>3</sub>	0,313	0,500	0,688	0,350	0,550	0,738	0,425	0,625	0,800	0,475	0,675	0,850

Çizelge 4.25 (devam)

	C <sub>8.3</sub>			C <sub>8.4</sub>			C <sub>8.5</sub>			C <sub>8.6</sub>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AS <sub>1</sub>	0,550	0,750	0,925	0,400	0,600	0,788	0,250	0,450	0,638	0,450	0,65	0,838
AS <sub>2</sub>	0,525	0,725	0,900	0,425	0,625	0,800	0,300	0,500	0,688	0,475	0,675	0,863
AS <sub>3</sub>	0,500	0,700	0,863	0,288	0,475	0,663	0,238	0,425	0,613	0,400	0,600	0,775

Sonra elde ettiğimiz ortalama bulanık matris değerleri (3.21) ve (3.22)'deki formül kullanılarak normalize edilmiş ve aynı zamanda durulaştırılmıştır. Elde edilen yeni değerler Çizelge 4.25'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.26. Normalize ve durulaştırılmış değerler

	C <sub>1.1</sub>	C <sub>1.2</sub>	C <sub>1.3</sub>	C <sub>1.4</sub>	C <sub>2.1</sub>	C <sub>2.2</sub>	C <sub>3.1</sub>	C <sub>3.2</sub>	C <sub>3.3</sub>	C <sub>3.4</sub>
AS <sub>1</sub>	0,494	0,643	0,594	0,617	0,468	0,519	0,396	0,445	0,468	0,247
AS <sub>2</sub>	0,500	0,575	0,549	0,594	0,442	0,445	0,347	0,344	0,393	0,295
AS <sub>3</sub>	0,523	0,523	0,571	0,617	0,419	0,396	0,347	0,422	0,419	0,247
	C <sub>3.5</sub>	C <sub>3.6</sub>	C <sub>4.1</sub>	C <sub>4.2</sub>	C <sub>5.1</sub>	C <sub>5.2</sub>	C <sub>5.3</sub>	C <sub>6.1</sub>	C <sub>6.2</sub>	C <sub>6.3</sub>
AS <sub>1</sub>	0,396	0,646	0,695	0,744	0,646	0,545	0,364	0,364	0,620	0,643
AS <sub>2</sub>	0,344	0,623	0,529	0,698	0,545	0,468	0,390	0,390	0,698	0,620
AS <sub>3</sub>	0,396	0,623	0,591	0,646	0,519	0,468	0,416	0,468	0,672	0,594
	C <sub>6.4</sub>	C <sub>6.5</sub>	C <sub>6.6</sub>	C <sub>6.7</sub>	C <sub>6.8</sub>	C <sub>6.9</sub>	C <sub>6.10</sub>	C <sub>6.11</sub>	C <sub>6.12</sub>	C <sub>7.1</sub>
AS <sub>1</sub>	0,565	0,692	0,594	0,494	0,594	0,545	0,490	0,614	0,542	0,643
AS <sub>2</sub>	0,416	0,646	0,675	0,623	0,545	0,523	0,516	0,565	0,594	0,672
AS <sub>3</sub>	0,516	0,591	0,672	0,620	0,646	0,653	0,519	0,497	0,594	0,571
	C <sub>7.2</sub>	C <sub>7.3</sub>	C <sub>7.4</sub>	C <sub>7.5</sub>	C <sub>8.1</sub>	C <sub>8.2</sub>	C <sub>8.3</sub>	C <sub>8.4</sub>	C <sub>8.5</sub>	C <sub>8.6</sub>
AS <sub>1</sub>	0,766	0,318	0,640	0,640	0,792	0,792	0,841	0,620	0,464	0,766
AS <sub>2</sub>	0,744	0,367	0,568	0,594	0,769	0,792	0,841	0,643	0,516	0,744
AS <sub>3</sub>	0,695	0,341	0,519	0,568	0,643	0,744	0,766	0,494	0,442	0,617

Durulaştırma ve normalize işlemlerinden sonra pozitif ve negatif ideal çözüm değerlerini belirlemek için (3.25), (3.26), (3.27) ve (3.28)'deki formüllerini kullanılmış ve elde edilen değerler izelge 4.26'daki gösterilmiştir.

**Çizelge 4.27.** Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri

	<b>C<sub>1.1</sub></b>	<b>C<sub>1.2</sub></b>	<b>C<sub>1.3</sub></b>	<b>C<sub>1.4</sub></b>	<b>C<sub>2.1</sub></b>	<b>C<sub>2.2</sub></b>	<b>C<sub>3.1</sub></b>	<b>C<sub>3.2</sub></b>	<b>C<sub>3.3</sub></b>	<b>C<sub>3.4</sub></b>
$r_j^+$	0,523	0,643	0,594	0,617	0,468	0,519	0,396	0,445	0,468	0,295
$r_j^-$	0,494	0,523	0,549	0,594	0,419	0,396	0,347	0,344	0,393	0,247
	<b>C<sub>3.5</sub></b>	<b>C<sub>3.6</sub></b>	<b>C<sub>4.1</sub></b>	<b>C<sub>4.2</sub></b>	<b>C<sub>5.1</sub></b>	<b>C<sub>5.2</sub></b>	<b>C<sub>5.3</sub></b>	<b>C<sub>6.1</sub></b>	<b>C<sub>6.2</sub></b>	<b>C<sub>6.3</sub></b>
$r_j^+$	0,396	0,646	0,695	0,744	0,646	0,545	0,416	0,468	0,698	0,643
$r_j^-$	0,344	0,623	0,529	0,646	0,519	0,468	0,364	0,364	0,620	0,594
	<b>C<sub>6.4</sub></b>	<b>C<sub>6.5</sub></b>	<b>C<sub>6.6</sub></b>	<b>C<sub>6.7</sub></b>	<b>C<sub>6.8</sub></b>	<b>C<sub>6.9</sub></b>	<b>C<sub>6.10</sub></b>	<b>C<sub>6.11</sub></b>	<b>C<sub>6.12</sub></b>	<b>C<sub>7.1</sub></b>
$r_j^+$	0,565	0,692	0,675	0,623	0,646	0,653	0,519	0,614	0,594	0,672
$r_j^-$	0,416	0,591	0,594	0,494	0,545	0,523	0,490	0,497	0,542	0,571
	<b>C<sub>7.2</sub></b>	<b>C<sub>7.3</sub></b>	<b>C<sub>7.4</sub></b>	<b>C<sub>7.5</sub></b>	<b>C<sub>8.1</sub></b>	<b>C<sub>8.2</sub></b>	<b>C<sub>8.3</sub></b>	<b>C<sub>8.4</sub></b>	<b>C<sub>8.5</sub></b>	<b>C<sub>8.6</sub></b>
$r_j^+$	0,766	0,367	0,640	0,640	0,792	0,792	0,841	0,643	0,516	0,766
$r_j^-$	0,695	0,318	0,519	0,568	0,643	0,744	0,766	0,494	0,442	0,617

Daha sonra, her bir alternatifin pozitif ve negatif bulanık gri ilişkişel katsayıları sırasıyla (3,29) ve (3,30) formüller kullanılarak hesaplanmış ve izelge 4.27 ve izelge 4.28'de gösterilmiştir.



Çizelge 4.29. Negatif gri ilişkisel katsayıları

	<b>C<sub>1.1</sub></b>	<b>C<sub>1.2</sub></b>	<b>C<sub>1.3</sub></b>	<b>C<sub>1.4</sub></b>	<b>C<sub>2.1</sub></b>	<b>C<sub>2.2</sub></b>	<b>C<sub>3.1</sub></b>	<b>C<sub>3.2</sub></b>	<b>C<sub>3.3</sub></b>	<b>C<sub>3.4</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	1,000
<b>AS<sub>2</sub></b>	0,692	0,536	1,000	1,000	0,517	0,559	1,000	1,000	1,000	0,333
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,333	1,000	0,500	0,333	1,000	1,000	1,000	0,392	0,590	1,000
	<b>C<sub>3.5</sub></b>	<b>C<sub>3.6</sub></b>	<b>C<sub>4.1</sub></b>	<b>C<sub>4.2</sub></b>	<b>C<sub>5.1</sub></b>	<b>C<sub>5.2</sub></b>	<b>C<sub>5.3</sub></b>	<b>C<sub>6.1</sub></b>	<b>C<sub>6.2</sub></b>	<b>C<sub>6.3</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	1,000	0,333
<b>AS<sub>2</sub></b>	1,000	1,000	1,000	0,484	0,709	1,000	0,500	0,667	0,333	0,484
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,333	1,000	0,573	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,429	1,000
	<b>C<sub>6.4</sub></b>	<b>C<sub>6.5</sub></b>	<b>C<sub>6.6</sub></b>	<b>C<sub>6.7</sub></b>	<b>C<sub>6.8</sub></b>	<b>C<sub>6.9</sub></b>	<b>C<sub>6.10</sub></b>	<b>C<sub>6.11</sub></b>	<b>C<sub>6.12</sub></b>	<b>C<sub>7.1</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,333	0,333	1,000	1,000	0,508	0,741	1,000	0,333	1,000	0,413
<b>AS<sub>2</sub></b>	1,000	0,477	0,333	0,333	1,000	1,000	0,360	0,462	0,333	0,333
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,426	1,000	0,342	0,339	0,333	0,333	0,333	1,000	0,333	1,000
	<b>C<sub>7.2</sub></b>	<b>C<sub>7.3</sub></b>	<b>C<sub>7.4</sub></b>	<b>C<sub>7.5</sub></b>	<b>C<sub>8.1</sub></b>	<b>C<sub>8.2</sub></b>	<b>C<sub>8.3</sub></b>	<b>C<sub>8.4</sub></b>	<b>C<sub>8.5</sub></b>	<b>C<sub>8.6</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,333	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,371	0,622	0,333
<b>AS<sub>2</sub></b>	0,423	0,333	0,552	0,579	0,371	0,333	0,333	0,333	0,333	0,371
<b>AS<sub>3</sub></b>	1,000	0,517	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Gri ilişkisel katsayılar hesaplandıktan sonra pozitif ve negatif gri ilişkisel analiz dereceleri (3.31) ve (3.32) formüller kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 4.29 ve Çizelge 4.30'da bu dereceler gösterilmiştir.



Çizelge 4.30. Pozitif Gri ilişkisel analiz dereceleri

	<b>C<sub>1.1</sub></b>	<b>C<sub>1.2</sub></b>	<b>C<sub>1.3</sub></b>	<b>C<sub>1.4</sub></b>	<b>C<sub>2.1</sub></b>	<b>C<sub>2.2</sub></b>	<b>C<sub>3.1</sub></b>	<b>C<sub>3.2</sub></b>	<b>C<sub>3.3</sub></b>	<b>C<sub>3.4</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,009	0,023	0,025	0,025	0,066	0,066	0,029	0,019	0,018	0,006
<b>AS<sub>2</sub></b>	0,011	0,011	0,008	0,008	0,032	0,030	0,010	0,006	0,006	0,019
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,028	0,008	0,012	0,025	0,022	0,022	0,010	0,013	0,008	0,006
	<b>C<sub>3.5</sub></b>	<b>C<sub>3.6</sub></b>	<b>C<sub>4.1</sub></b>	<b>C<sub>4.2</sub></b>	<b>C<sub>5.1</sub></b>	<b>C<sub>5.2</sub></b>	<b>C<sub>5.3</sub></b>	<b>C<sub>6.1</sub></b>	<b>C<sub>6.2</sub></b>	<b>C<sub>6.3</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,019	0,031	0,051	0,051	0,037	0,034	0,014	0,007	0,005	0,016
<b>AS<sub>2</sub></b>	0,006	0,010	0,017	0,027	0,014	0,011	0,020	0,008	0,016	0,008
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,019	0,010	0,023	0,017	0,012	0,011	0,041	0,021	0,009	0,005
	<b>C<sub>6.4</sub></b>	<b>C<sub>6.5</sub></b>	<b>C<sub>6.6</sub></b>	<b>C<sub>6.7</sub></b>	<b>C<sub>6.8</sub></b>	<b>C<sub>6.9</sub></b>	<b>C<sub>6.10</sub></b>	<b>C<sub>6.11</sub></b>	<b>C<sub>6.12</sub></b>	<b>C<sub>7.1</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,016	0,015	0,005	0,005	0,007	0,006	0,005	0,016	0,006	0,024
<b>AS<sub>2</sub></b>	0,005	0,008	0,015	0,015	0,005	0,005	0,011	0,009	0,018	0,038
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,010	0,005	0,014	0,014	0,014	0,015	0,014	0,005	0,018	0,013
	<b>C<sub>7.2</sub></b>	<b>C<sub>7.3</sub></b>	<b>C<sub>7.4</sub></b>	<b>C<sub>7.5</sub></b>	<b>C<sub>8.1</sub></b>	<b>C<sub>8.2</sub></b>	<b>C<sub>8.3</sub></b>	<b>C<sub>8.4</sub></b>	<b>C<sub>8.5</sub></b>	<b>C<sub>8.6</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,024	0,008	0,024	0,028	0,037	0,024	0,022	0,017	0,009	0,029
<b>AS<sub>2</sub></b>	0,015	0,024	0,011	0,012	0,029	0,024	0,022	0,023	0,022	0,022
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,008	0,012	0,008	0,009	0,012	0,008	0,007	0,008	0,007	0,010

Çizelge 4.31. Negatif Gri ilişkisel analiz derecelendirme değerler

	<b>C<sub>1.1</sub></b>	<b>C<sub>1.2</sub></b>	<b>C<sub>1.3</sub></b>	<b>C<sub>1.4</sub></b>	<b>C<sub>2.1</sub></b>	<b>C<sub>2.2</sub></b>	<b>C<sub>3.1</sub></b>	<b>C<sub>3.2</sub></b>	<b>C<sub>3.3</sub></b>	<b>C<sub>3.4</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,028	0,008	0,008	0,008	0,022	0,022	0,010	0,006	0,006	0,019
<b>AS<sub>2</sub></b>	0,019	0,012	0,025	0,025	0,034	0,037	0,029	0,019	0,018	0,006
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,009	0,023	0,012	0,008	0,066	0,066	0,029	0,007	0,011	0,019
	<b>C<sub>3.5</sub></b>	<b>C<sub>3.6</sub></b>	<b>C<sub>4.1</sub></b>	<b>C<sub>4.2</sub></b>	<b>C<sub>5.1</sub></b>	<b>C<sub>5.2</sub></b>	<b>C<sub>5.3</sub></b>	<b>C<sub>6.1</sub></b>	<b>C<sub>6.2</sub></b>	<b>C<sub>6.3</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,006	0,010	0,017	0,017	0,012	0,011	0,041	0,021	0,016	0,005
<b>AS<sub>2</sub></b>	0,019	0,031	0,051	0,025	0,026	0,034	0,020	0,014	0,005	0,008
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,006	0,031	0,029	0,051	0,037	0,034	0,014	0,007	0,007	0,016
	<b>C<sub>6.4</sub></b>	<b>C<sub>6.5</sub></b>	<b>C<sub>6.6</sub></b>	<b>C<sub>6.7</sub></b>	<b>C<sub>6.8</sub></b>	<b>C<sub>6.9</sub></b>	<b>C<sub>6.10</sub></b>	<b>C<sub>6.11</sub></b>	<b>C<sub>6.12</sub></b>	<b>C<sub>7.1</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,005	0,005	0,015	0,015	0,007	0,011	0,014	0,005	0,018	0,016
<b>AS<sub>2</sub></b>	0,016	0,007	0,005	0,005	0,014	0,015	0,005	0,008	0,006	0,013
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,007	0,015	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,016	0,006	0,038
	<b>C<sub>7.2</sub></b>	<b>C<sub>7.3</sub></b>	<b>C<sub>7.4</sub></b>	<b>C<sub>7.5</sub></b>	<b>C<sub>8.1</sub></b>	<b>C<sub>8.2</sub></b>	<b>C<sub>8.3</sub></b>	<b>C<sub>8.4</sub></b>	<b>C<sub>8.5</sub></b>	<b>C<sub>8.6</sub></b>
<b>AS<sub>1</sub></b>	0,008	0,024	0,008	0,009	0,012	0,008	0,007	0,008	0,013	0,010
<b>AS<sub>2</sub></b>	0,010	0,008	0,014	0,016	0,014	0,008	0,007	0,008	0,007	0,011
<b>AS<sub>3</sub></b>	0,024	0,012	0,024	0,028	0,037	0,024	0,022	0,023	0,022	0,029

Çizelge 4.29 ve 4.30'daki verilere göre her alternatifin toplam pozitif ve negatif gri ilişkisel dereceleri aşağıda gösterilmiştir.

$$\zeta_{AS_1}(r_j^+, r_{ij}) = 0,881 \quad , \quad \zeta_{AS_1}(r_j^-, r_{ij}) = 0,514$$

$$\zeta_{AS_2}(r_j^+, r_{ij}) = 0,611 \quad , \quad \zeta_{AS_2}(r_j^-, r_{ij}) = 0,656$$

$$\zeta_{AS_3}(r_j^+, r_{ij}) = 0,535 \quad , \quad \zeta_{AS_3}(r_j^-, r_{ij}) = 0,836$$

Daha sonra (3.33)'deki formül kullanılarak her alternatifin  $A^+$  bulanık göreceli ilişkisel derecesine hesaplanmıştır. Her alternatif için elde edilen sonuç değerleri aşağıda verilmiştir.

$$\zeta_{AS_1} = 0.369 \quad \zeta_{AS_2} = 0.517 \quad \zeta_{AS_3} = 0.610$$

$$\zeta_{AS_3} \succ \zeta_{AS_2} \succ \zeta_{AS_1}$$

Yukarıda hesaplanan göreceli yakınlık derecelerine göre en riskli AS alternatifi AS3 ve en az riskli AS alternatifi ise AS1 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre AS3 alternatifinin risk düzeyi diğer alternatiflere göre öncelikli olarak azaltılmalıdır. Bunun için bu servis de bazı düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Örneğin, ilk olarak hasta sayısı azaltılmalı veya çalışan sayısı artırılmalıdır. Bu servisin bulunduğu hastanenin şehir merkezinde bulunması nedeniyle servise başvuran hasta sayısı oldukça fazladır. Bununla birlikte, AS3 servisinde çalışan sağlık personeli sayısı başta uzman doktor olmak üzere son derece yetersizdir. Bu nedenlerden dolayı sağlık personeli başına düşen hasta sayısı belirlenmiş standartların üstündedir. Ayrıca, söz konusu servisin fiziksel şartlarının çok kötü olması, çalışma koşullarının ergonomik olarak düzenlenmemiş olmaması, güvenlik tedbirlerinin yetersiz olması ve aşırı iş yükü nedeniyle bu çalışmada belirtilen risk kriterlerinin ortaya çıkma olasılığı artmakta ve bu kriterlerin etkileri daha fazla olmaktadır. Sonuç olarak, çalışmada ele alınan risk kriterlerinin önem düzeyleri

ve AS<sub>3</sub> servisinin çalışma ortam ve koşulları dikkate alınarak yapılacak bazı düzenlemeler ile bu servisin risk düzeyinin azaltılması mümkün olacaktır.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma ortam koşullarının olumsuz olması, bir çok tehlike ve riskin bulunması ve bunların önlenememesi nedeniyle sağlık çalışanları ve özellikle AS çalışanları meslek hastalıklarına, iş kazalarına ve bu tehlike ve risklere bağlı yaralanmalara maruz kalabilmektedirler. Çalışanların meslek hastalıkları, iş kazaları ve bu nedenle ise devamsızlık durumları, bir ülkenin iş sağlığı hizmetlerinin değerlendirilmesinde ele alınan en önemli ölçütlerdendir. Bu nedenle sağlık çalışanlarını etkileyen risk faktörlerinin belirlenmesi ve bu faktörlerin ortadan kaldırılması hem çalışanların çalışma koşullarının iyileştirilmesi hem de hastaları verilen hizmet kalitesinin artırılmasında son derece önemlidir.

Bu çalışmada, AS'lerde iş ve çalışma ortamından kaynaklanan tehlike ve riskler belirlenmiş ve daha sonra Erzurum şehrinde faaliyet gösteren üç devlet hastanesinin AS'leri risk düzeylerine göre sıralanmıştır. Sıralama sonuçlarına göre AS<sub>3</sub> olarak adlandırılan departman diğer hastanelerin AS departmanlarından daha riskli bulunmuştur. Bu sonuçlara göre çalışmada ele alınan risk kriterlerinin önem düzeyleri ve AS<sub>3</sub> servisinin çalışma ortam ve koşulları dikkate alınarak yapılacak bazı düzenlemeler ile bu servisin risk düzeyinin azaltılması mümkün olacaktır. Ayrıca, çalışma kapsamında ele alınan diğer AS lerin risk düzeylerinin azaltılması için çalışmada belirlenen risk kriterlerine bağlı olarak önlemler alınmalıdır. Bu bağlamda, belirlenen risk faktörlerinin etkilerinin azaltılması için uygulama yapılan AS bölümlerinde genel olarak alınacak bazı önlemler aşağıda sıralanmıştır.

- Çalışanlara gereğinde psikolojik destek sağlanmalı.
- Çalışanlara iletişim, stres yönetimi ve öfke kontrolü ile mesleki bilgi ve becerilerini artırıcı eğitim yapılmalı.
- Sosyal organizasyonlar düzenlenmeli.
- Hastalar ve hasta yakınları, hastalığı ve tetkik ve tedavileri hakkında yeterli bilgilendirme yapılarak etkili iletişim kurulması sağlanmalı.

- 24 saat güvenlik elemanı bulundurmalı.
- Hastane genel kullanım alanları güvenlik kamerası ile izlenmeli.
- İş güvenliği ve çalışan sağlığı (ergonomik tehlike ve riskler) konusunda çalışanların verilen eğitimlere katılımı sağlanmalı.
- Çalışma ortamı, işleyiş sürecini aksatmayacak şekilde ve ergonomik olarak düzenlenmeli.
- Çalışan sağlığı konularında bilgilendirmelerin gereğinde bölüm içi çalışanları tarafında yapılması,
- Yapılan işe uygun kişisel koruyucu ekipmanları kullanmak,
- Çalışan sağlığı konularında bilgilendirmelerin gereğinde bölüm içi çalışanları tarafında yapılması,
- Uygun havalandırma/ İklimlendirme yapılması,
- Bölüm risk düzeyine göre temizlik yapılması ve kontrollerinin yapılması,
- Bölümde atıkların kontrolü toplanması, ayrıştırılması ve taşınması işlemlerinin hastane atık yönetim planına göre yapılması,
- Kesici delici alet yaralanmalarını önleme tedbirlerinin kişi ve bölüm bazında alınması,
- Elektrik güvenliği ile ilgili eğitim verilmeli,
- Arızalı araç gereç kullanımdan çekilmeli, bakım ve onarımı sağlanmalı.
- Alet dezenfektanı muhafaza kutularının kontrollü kullanımı sağlanmalı,
- El hijyeni uyumu

Bu tez çalışmasında AS alternatiflerin risk değerlendirmesi, bulanık DEMATEL ve bulanık GİA yöntemlerini birleştiren yeni bir bulanık ÇKKV modeli kullanılarak ele alınmıştır. Kriter hiyerarşisinde her seviyedeki ağırlıklar bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Daha sonra risk faktörlerine göre AS alternatiflerinin risk sıralamasının elde edilmesinde bulanık GİA yöntemi kullanılmıştır. Bulanık DEMATEL ve bulanık GİA yöntemleri ilk defa bu tez çalışmasında birlikte kullanılmıştır. Ayrıca bu yöntemler kullanılarak geliştirilen bulanık ÇKKV modeli ile, AS'lerin risk değerlendirilmesinde şimdiye kadar yapılan çalışmalardan farklı olarak ilk defa ÇKKV yaklaşımı kullanılmıştır. Risk faktörlerinin birden fazla olması ve insan

yargılarına bağlı olarak değerlendirilmesi nedeniyle AS'lerde risk değerlendirme sürecinin bulanık ÇKKV problemi olarak ele alınması uygun görülmüştür. Bu yönleri ile yapılan çalışmanın literature önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, bulanık ÇKKV modelinin üzerinde yapılacak birkaç değişiklik ile diğer hizmet alanlarında uygulanması mümkün olacaktır. Yapılacak çalışmalarda matematiksel programlamasında kullanılması ile bu model geliştirilebilecektir.

## KAYNAKÇA

- Adegboye AA, Moss GB, Soyinka F, 1994. The epidemiology of needlestick and sharp instrument accidents in a Nigerian hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 15:27-31.
- Akgün, H., Erdem, Ö., Turhan, F., Bakar, C 2005. Başkent Üniversitesi Çalışanlarının Mesleki Risk Faktörleri ve Ş Değerlendirilmesi. Ankara, XI. Ulusal Halk Sağlığı Günleri'nde.
- Akgün, Seval ve Al-Assaf, A.F. 2007 “Sağlık kuruluşlarında hasta güvenliği kültürünü nasıl oluşturabiliriz?”, *SD Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi*; 4. Sayı, Eylül-Ekim-Kasım 2007
- Aksakal, E. & Dağdeviren, M., 2010. ANP ve DEMATEL Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), pp. 905-910.
- Aksan, D. A., 2005. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde Çalışan Hemşirelere Yönelik İş Kazası Kayıt sisteminin Geliştirilmesi ve İzlenmesi. Y.Lisans Tezi: Dokuz Eylül Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İzmir.
- Altıok, M. *et al.*, 2009. Sağlık Çalışanlarının Delici Kesici Aletlerle Yaralanma Deneyimleri ve Yaralanmaya Yönelik Alınan Önlemler. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, 2(3), pp. 70-79.
- Aminbakhsh, S., Gündüz, M. And Sönmez, R. 2013. Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and budgeting of construction projects. *Journal of Safety Research* Volume 46, Pages 99–105
- Anac, C., 2007. Development Of A Risk Assessment Tool For Post- Project Appraisal. *Graduate School Of Natural And Applied Sciences*, pp. 74-87.
- Anonim 2011. Sağlık Çalışanları Açısından Enfeksiyon Hastalıkları Riski ve Korunma. [http://www.saglikksen.org.tr/article.php?category\\_id=241&article\\_id=3033](http://www.saglikksen.org.tr/article.php?category_id=241&article_id=3033) (25.11 2011).
- Anonim 2012. Acil servis nedir?.<http://www.formlord.net/a-b-c/137015-acil-servis-nedir-kisaca.html#ixzz2jzzWSIBh> (11 10 2013).
- Anonim, 2013. Hastaların Dörtte Biri Acile Koşuyor. <http://www.hastane.com.tr/saglik/hastalarin-dortte-biri-acile-kosuyor.html>. (16.2. 2013).
- Anonymous, 2006. Hazard of Risk Factors. [www.archivioweb.unimo.it/ov/00Efdh.htm](http://www.archivioweb.unimo.it/ov/00Efdh.htm) (4 10 2006).
- Anonymous 2012 Guidelines for Protecting the Safety and Health of Health Care Workers NIOSH 1988 [www.cdc.gov/niosh/topics/healthcare](http://www.cdc.gov/niosh/topics/healthcare) (4.08.2013).
- Anonymous 2013. Healthcare Wide Hazards Needlestick/Sharps Injuries. <http://www.osha.gov/SLTC/etools/hospital/hazards/sharps/sharps.html> (17.11.2011).
- Anonymous, 2009. Hazard and Risk. [www.agius.com/hew/resource/hazard.htm](http://www.agius.com/hew/resource/hazard.htm) (14 9 2013).
- Arda, R. İ., 2010. Tedarikçi seçiminde bulanık mantık ve doğrusal programlamanın birlikte kullanılması. Y.Lisans Tezi: İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

- Aydınlı, C., 2010. Sağlık Kuruluşlarında Risk Değerlendirme ve Bir Üniversite Hastanesinde Risk Azaltma Çalışması. Y.Lisans Tezi, Bursa: Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yönetim ve Organizasyon Bilim Dalı.
- Babak, A. S., 2012. A Fuzzy Systematic Approach to Construction Risk Analysis. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 2(4), pp. 275-281.
- Badri, A., Nadeair, S. And Gbodossou, A. 2012. Proposal of a risk-factor-based analytical approach for integrating occupational health and safety into project risk evaluation. *Accident Analysis & Prevention Volume 48, Pages 223–234*
- Badri, A., Nadeair, S. And Gbodossou, A. 2013. A new practical approach to risk management for underground mining project in Quebec. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries Volume 26, Issue 6, Pages 1145–1158.*
- Baykasoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z. & Şahin, C., 2013. Integrating Fuzzy DEMATEL And Fuzzy Hierarchical TOPSIS Methods For Truck Selection. *Expert Systems With Applications*, 40(3), pp. 899-907.
- Beşer, A. 2012. Health workers health Risks and Management. *DEUHYO ED*, 5 (1), 39-44
- Bilir, N., 1991. Sağlık personelin sağlığı. İzmir, Doğruluk Matbaacılık.
- Bilir, N., 2005. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Çağdaş Bir Yaklaşım:Risk Değerlendirmesi ve Risk Yönetimi. *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, Cilt 25, pp. 9-11.
- Bogetoft, P. & Pruzan, P., 1997. *Planning with Multiple Criteria: Investigation, Communication and Choice*, Handelshojskolens Forlag. Copenhagen Business School Press.
- Büyüközkan, G. & Çifçi, G., 2012. A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert System Application*, 39(3), pp. 3000-3011.
- Chang, B., Chang, C. W. & Wu, C. H., 2011. Fuzzy DEMATEL Method For Developing Supplier Selection Criteria. *Expert Systems With Applications*, 38(3), pp. 1850-1858.
- Chang, D. Y., 1996. Applications of the extent analysis method of fuzzy AHP. *European Journal Of Operational Research*, 95(3), pp. 649-655.
- Chang, K. H. & Cheng, C. H., 2010. A risk assessment methodology using intuitionistic fuzzy set in FMEA. *International Journal of Systems Science*, Cilt 41, p. 1457–1471.
- Chang, K. H. & Cheng, C. H., 2011. Evaluating the risk of failure using the fuzzy OWA and DEMATEL method. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Cilt 22, p. 113–129.
- Chen, C., 2000. A Fuzzy Approach to Select the Location of the Distribution Center. *Fuzzy Sets and Systems*, Cilt 114, pp. 1-9.
- Chen, H. C. & Yu, Y. W., 2008. Using a strategic approach to analysis the location selection for high-tech firms in Taiwan. *Management Research News*, 31(4), pp. 228-244.
- Chen, J. K., 2012. The assessment of vision re-creation indices for the automotive industry in Taiwan: A hybrid fuzzy model approach. *Measurement*, Cilt 45, pp. 909-917.
- Chen, M. Y., Liu, S. & Yi, L., 2004. Theory of grey systems: capturing of grey information. *Kybernetes*, 33(2), pp. 196-218.



- Chou, T. & Liang, G., 2001. Application of A Fuzzy Multi Criteria Decision Making Model for a Shipping Company Performance Evaluation. *Maritime Policy&Management*, Cilt 28, pp. 375-392.
- Chou, Y. C., Sun, C. C. & Yen, H. Y., 2012. Evaluating the criteria for human resource for science and technology (HRST) based on an integrated fuzzy AHP and fuzzy DEMATEL approach. *Applied Soft Computing*, 12(1), pp. 64-71.
- Chung, H. Y., Hung, J. W. & Ying, C. C., 2012. Flow-based grey single-layer perceptron with fuzzy integral. *Neurocomputing*, Cilt 91, pp. 86-89.
- Çalışkan, D. & Akdur, R., 2001. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Çalışan Hemşirelerin Kendi Bildirimleri ile Karşılaştıkları Mesleki Riskler. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 54(2), pp. 135-142.
- Çebi, S., 2013. A quality evaluation model for the design quality of online shopping websites. *Electronic Commerce Research and Applications*, 12(2), pp. 124-135.
- Çelik M. 2010. Enhancement of occupational health and safety requirements in chemical tanker operations: The case of cargo explosion. *Safety Science Volume 48, Issue 2, Pages 195–203*
- Çelik, Çağlayan Saral ve Yıldırım Özlem 2005 “Hasta Güvenliği”, İ.T.Ü. Sağlık Kurumları Yönetimi Sertifika Programı; Eğitim Sunusu, 21 Aralık 2005
- Çitli, N., 2006. Bulanık çok kriterli karar verme. Y.Lisans Tezi: Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Dağdeviren, M., 2007. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(4), pp. 791-799.
- Dalalah, D., Hayajneh, M. & Batieha, F., 2011. A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. *Expert Systems with Applications*, 38(7), pp. 8384-8391.
- Deng, J. L., 1989. Introduction to grey system. *The Journal of Grey System*, 1(1), pp. 1-24.
- Dermen S. Vardiyalı Çalışma Uyku Sağlığını Bozuyor, *Modern Hastane Yönetimi Dergisi Cilt5,Sayı1,pp.43*.
- Deval, R., Ramesh, V., Jain, A. & Prasad, G., 2008. Natural Rubber Latex Allergy. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*, Cilt 74, pp. 304-310.
- Devebakan, N., 2007. Özel Sağlık İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği. Doktora Tezi: Dokuz Eylül Üniversitesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, İzmir.
- Dikmen I, Birgonul M. T. and Han S. 2007. Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects, *Int J Project Management*, 25: 494-505.
- Duru, S. & Besbelli, N., 1997. Risk Değerlendirilmesi. *Uluslararası Katılımlı 1. Ulusal Çevre Hekimliği Kongresi*, 19(3), pp. 95-99, Ankara.
- Dytczak, M. & Ginda, G., 2008. Identification of key development areas for the Opole Region. *Computer Society*, pp. 486-491.
- Eğri, M. & Pehlivan, E., 2000. Turgut Özal Tıp Merkezi sağlık hizmeti çalışanlarında kesici-delici yaralanmalar. *Sağlık ve Toplum Dergisi*, 10(1), pp. 35-39.
- Elmas, Ç., 2003. Bulanık Mantık Denetleyiciler. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

- Fekri, A. & Fathian, M., 2009. Identifying the cause and effect factors of agile NPD process with fuzzy DEMATEL method: the case of Iranian companies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 20(6), pp. 637-648.
- Fenton, N. & Wang, W., 2006. Risk and confidence analysis for fuzzy multicriteria decision making Airplane service. *Safety Science*, 19(6), p. 430–437.
- Fletcher TA, Brakel SJ and Cavanaugh, 2000. Violence in the workplace: new perspectives in forensic mental health services in the USA, *British Journal of Psychiatry*, 176:339-344.
- Fontela, E. & Gabus, A., 1974. DEMATEL, innovative methods. Report no. 2 structural analysis of the world problematique. Battelle Geneva Research Institute, Cilt 2, pp. 67-69.
- Fontela, e. & Gabus, A., 1976. The DEMATEL observer: Battelle Institute. Geneva Research Center, pp. 56-61.
- Franceschini, F. & Galetto, M., 2001. A new approach for evaluation of risk priorities of failure modes in FMEA. *International Journal of Production Research*, Cilt 39, p. 2991–3002.
- Gabus, A. & Fontela, E., 1972. World problems an invitation to further thought within the framework of DEMATEL. Switzerland Geneva:Batillelle Geneva Research Centre, s.n.
- Gabus, A. & Fontela, E., 1973. Perceptions of the World problematique: Communication procedure, communicating with those bearing collective responsibility. DEMATEL. Battelle Geneva Research Centre, Geneva, Switzerland, s.n.
- Giritlioglu, H., 2001. Hukuksal Boyutuyla Sağlık Çalışanlarının Sağlığı ve Güvenliği. (<http://www.ato.org.tr/scss/yayinlaro2.html>) dü. Ankara: Sağlık Çalışanlarının Sağlığı 2. Ulusal Kongre Kitabı.
- Goichot B, Weibel L, Chapotot F, 1998. Effect of the shift of the sleep-wake cycle on three robust endocrine markers of the circadian clock. *Am J Physiol*; 275:243-8.
- Goodman, R., 1988. Introduction to stochastic models. California: Benjamin/Cummings Publishing Company, s.n.
- Govindan, K., Kannan, D. & Shankar, K. M., 2014. Evaluating the drivers of corporate social responsibility in the mining industry with multi-criteria approach: A multi-stakeholder perspective. *Journal of Cleaner Production*, In Press, Corrected Proof.
- Guimarães, A. C. & Lapa, C. M., 2007. Fuzzy inference to risk assessment on nuclear engineering systems. *Applied Soft Computing*, Cilt 7, pp. 17-28.
- Güneş, M. & Umarusman, N., 2013. Bir Karar Destek Aracı Bulanık Hedef Programlama ve Yerel Yönetimlerde Vergi Optimizasyonu Uygulaması. *Review of Social Economic&Business Studies*, 2(242-255).
- Heald AE, Ransohoff DF. 1990. Needlestick injuries among resident physicians. *J Gen Intern Med*, 5:389-93.
- Helle, S., 2006. AHP Managing industrial risk—Having a tested and proven system to prevent and assess risk Managing industrial risk. *Knowledge-Based Systems*, 130(1-2), pp. 58-63.
- Henry, K. & Campbell, S., 1995. Needlestick/sharps injuries and HIV exposure among health care workers. National estimates based on a survey of U.S. hospitals. *Minn Med*, 78(11), pp. 41-44.

- Howard SK, Gaba DM, Rosekind MR, 2002. The risks and implications of excessive daytime sleepiness in resident physicians. *Acad Med*; 77:1019-25.
- Hu, A. H., Hsu, C. W., Kuo, T. C. & Wu, W. C., 2009. Risk evaluation of green components to hazardous substance using FMEA and FAHP. *Expert Systems with Applications*, Cilt 36, p. 7142–7147.
- Hu, H. Y., Chiu, S., Cheng, C. C. & Yen, T. M., 2011. Applying The IPA And DEMATEL Models To Improve The Order-Winner Criteria: A Case Study Of Taiwan's Network Communication Equipment Manufacturing Industry. *Expert Systems with Applications*, 38(8), pp. 9674-9683.
- Hu, H. Y., Yen, T. M. & Tsai, C. H., 2009. Using BPNN And DEMATEL To Modify Importance–Performance Analysis Model – A Study of The Computer Industry. *Expert Systems With Applications*, 36(9969-9979).
- Hung, S. J., 2011. Activity-Based Divergent Supply Chain Planning For Competitive Advantage In The Risky Global Environment: A DEMATEL-ANP Fuzzy Goal Programming Approach. *Expert Systems With Applications*, 38(8), pp. 9053-9062.
- Hung, Y. H., Chou, S. C. & Tzeng, G., 2007. Knowledge management strategic planning. *IEEE*, pp. 233-238.
- Hwang, C. L. & Yoon, K., 1981. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin/Hiedelberg, Springer-Verlag.
- Hyun J. Lim Timothy R. Black, Syed M. Shah<sup>c</sup> Sabuj Sarker<sup>a</sup>, Judy Metcalfe, 2011. Evaluating repeated patient handling injuries following the implementation of a multi-factor ergonomic intervention program among health care workers. *Journal of Safety Research* Volume 42, Issue 3, Pages 185–191
- ILO, 1999. *Terms of Employment and Working Conditions in Health Sector Reforms*. Available at: [www.ilo.org](http://www.ilo.org). erişim tarihi:17 12 2004].
- Jassbi, J., Mohamadnejad, F. & Nasrollahzadeh, H., 2011. A Fuzzy DEMATEL Framework For Modeling Cause And Effect Relationships of Strategy Map. *Expert Systems With Applications*, Cilt 38, pp. 5967-5973.
- Jaworek, M., Marek, T., Karwowski, W., Andrzejczak, C., Kül M. & Genaidy, A.M. 2010. Burnout syndrome as a mediator for the effect of work-related factors on musculoskeletal complaints among hospital nurses. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 40, (3), 368–375.
- Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO). 2005. *Failure Mode and Effects Analysis in Healthcare – Proactive Risk Reduction*. 2. edition, Joint Commission Resources, Illinois.
- Jonathan R. Studnek, J. Mac Crawford, Antonio R. Fernandez, 2012. Evaluation of occupational injuries in an urban emergency medical services system before and after implementation of electrically powered stretchers. *Applied Ergonomics* Volume 43, Issue 1, Pages 198–202
- Kavaler, Florence ve Spiegel, Allen D. 2003 “Risk Management in Health Care Institutions, A Strategic Approach”; Jones and Bartlett Publishers, London, Second Edition.
- Kelemenis, A. & Askounis, D., 2010. A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection. *Expert Systems with Applications*, Cilt 37, pp. 4999-5008.

- Keleş, F. K., 2012. Risk Değerlendirme Çalışmasında Yeni Bir Yaklaşım Ve Açık Maden Ocağı İşletmesinde Uygulama. Y.Lisans Tezi, Kayseri: Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Kılıçarslan, A., Yıldız, A. N. & Bilir, N., 2006. Hacettepe Üniversitesi Hastanelerinde çalışan araştırma görevlilerinin mesleki riskleri. Hacettepe Tıp Dergisi, 37(4), pp. 179-185.
- Kıran, S., 2003. Sağlık Çalışanlarında Mesleki Etkilerle Karşılaşma Düzeyleri ve Hastalık- Yakınma ilişkisinin değerlendirilmesi. Y.Lisans Tezi: 9 Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kişioğlu, A. N., Öztürk, M., Uskun, M. & Kırbıyık, S., 2002. Bir Üniversite Hastanesi sağlık personelinde delici kesici yaralanma epidemiyolojisi ve korunmaya yönelik tutum ve davranışları. The Journal of Medical Sciences , Cilt 22, pp. 390-396.
- Knutsson A. 2003. Health disorders of shift workers. Occup Med. 53:103-8.
- Kuo, M. S. & Liang, G. S., 2011. A novel hybrid decision-making model for selecting locations in a fuzzy environment. Mathematical and Computer Modelling, 54(1-2), pp. 88-104.
- Kuo, M. S., 2011. Optimal location selection for an international distribution center by using a new hybrid method . Expert Systems with Applications, 38(6), pp. 7208-7221.
- Kuo, M. S., Liang, G. S. & Huang, W. C., 2006. Extensions of the multicriteria analysis with pairwise comparison under a fuzzy environment. International Journal of Approximate Reasoning, Cilt 43, pp. 268-285.
- Kurtçan, E., 2009. Yalın lojistik tabanlı sistemin bağımsızlık ve bilgi aksiyonları kullanılarak tasarlanması ve bir firma uygulanması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul
- Kutlu, D., 2007. Ameliyathane Çalışanlarının Cerrahi Aletlerle Yaralanma Riski ve Bunu Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi. Y.Lisans Tezi: Afyon Kocatepe Üniversitesi Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Afyon.
- Kuyucu, E., 2008; "İnşaat Projelerinde Risk Analizi, Yöntemleri: Bir Petro Kimya Fabrikasında Uygulanması", Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s.29,31,32.
- Leproult R, Colecchia EF, Berardi AM, 2003. Individual differences in subjective and objective alertness during sleep deprivation are stable and unrelated. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 284:280-90.
- Li, C. W. & Tzeng, G. H., 2009. Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximum mean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall. Expert Systems with Applications, Cilt 36, pp. 9891-9898.
- Limóna, J. A., Arriazab, M. & Riesgoa, L., 2003. An MCDM analysis of agricultural risk aversion agricultural risk. Journal of Hazardous Materials, 151(3), p. 569–585.
- Liu, C. J. & Wu, W. W., 2008. A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 34(1), pp. 205-213.
- Lin, R. J., 2013. Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. Journal of Cleaner Production, Cilt 40, pp. 32-39.

- Lin, R. J., Chen, R. H. & Nguyen, T. H., 2011. Green supply chain management performance in automobile manufacturing industry under uncertainty. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Cilt 25, pp. 233-245.
- Liou, J. J., Leon, Y. & Tzeng, G. H., 2008. Building an effective safety management system for airlines. *Journal of Air Transport Management*, 14(1), pp. 20-26.
- Liou, J. J., Tzeng, G. H. & Chang, H. C., 2007. Airline safety measurement using a hybrid model. *Journal of Air Transport Management*, Cilt 13, pp. 243-249.
- Liu, H. C., Liu, L., Liu, N. & Mao, L. X., 2012. Risk evaluation in failure mode and effects analysis with extended VIKOR method under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, Cilt 39, pp. 12926-12934.
- Liu, S. & Lin, Y., 2006. *Grey Information: Theory and Pratical Applications*, Springer, London, pp. 11-21.
- Lo, C. C. & Chen, W. J., 2012. A hybrid information security risk assessment procedure considering interdependences between controls. *Expert Systems with Applications*, 39(1), pp. 247-257.
- Melek Serpil Talas, Semra Kocaöz, Selma Akgüç, 2011. A Survey of Violence Against Staff Working in the Emergency Department in Ankara, Turkey. *Asian Nursing Research* 5 , 197-203
- Mon, D. L., Cheng, C. H. & Lin, J. C., 1994. Evaluating weapon system using analytic hierarchy process based on entropy weight. *Fuzzy Sets and Systems*, Cilt 62, pp. 127-134.
- Mustafa M. A and Al-Bahar J F. 1991. Project risk assessment using the analytic hierarchy process, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 38: 46-52.
- Niosh, 2011. Workbook for Designing, Implementing and Evaluating a Sharps Injury Prevention Program. [www.cdc.gov/sharpsafety/pdf/sharpsworkbook\\_2008.pdf](http://www.cdc.gov/sharpsafety/pdf/sharpsworkbook_2008.pdf) erişim tarihi:18 12 2013].
- Ouédraogo, A., Grosob, A. & Meyera, T., 2011. Risk analysis in research environment – Part II: Weighting Lab Criticity Index using the Analytic Hierarchy Process. *Laboratory Assessment and Risk Analysis*, 49(6), p. 785–793.
- Oyar, O. 1998. *Radyolojide Temel Fizik Kavramlar*, Sayfa 5-18 İzmir.
- Özarlan, A. 2009. Ankara bil eğitim hastanesi çalışan hemşirelerde iş kazası şıklığı. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstütüsü Kazaların Demografisi ve Epidemiyolojisi Anabilim Dalı , Yüksek Lisasn Tezi ,Ankara .
- Özdener, N., Akbaba, M. & Güler, Ç., 2004. Tıp Ergonomisi. Sağlık boyutuyla ergonomi, pp. 671-685.
- Özkan, Ö. & Emiroğlu, O. N., 2006. Hastane Sağlık Çalışanlarına Yönelik İşçi Sağlığı Ve İş Güvenliği Hizmetleri. *C.Ü.Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 10(3), pp. 43-51.
- Özkan, Ö., 2005. Hastanede Çalışan Hemşirelerin iş ve Çalışma Ortamı Tehlike ve Riskleri ile Risk Algılarını Saptanması. Y.Lisans Tezi: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,Ankara.
- Özkılıç, Ö., 2005. “ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri” Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu.
- Özkılıç, Ö., 2008. İş Sağlığı ve Güvenliği’nde Risk Değerlendirmesi. *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, Issue 40.

- Özkılıç, Ö., 2008a. Büyük Endüstriyel Kazaları Önleme Çalışmalarında Kritik Sistemlerin Tespiti ve Risk Değerlendirme Yaklaşım ve Yöntemleri. İstanbul, 1. Oturum Sözel Bildiri, 5. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı.
- Öztekin, A., 2010. Lng Karayolu Taşımacılığında Çevresel Risk Değerlendirmesi. Y.Lisans Tezi: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Papoulis, A. & Pillai, S. U., 2002. Probability, random variables, and stochastic processes. New York: McGraw-Hill, s.n.
- Patil, S. K. & Kant, R., 2014. A hybrid approach based on fuzzy DEMATEL and FMCDM to predict success of knowledge management adoption in supply chain. Applied Soft Computing.
- Penga, Y., Wang, G., Shib, Y. & Koua, G., 2011. An empirical study of classification algorithm evaluation for financial risk prediction, Financial risk. Annals of Tourism Research, 11(2), pp. 2906-2915.
- Saral, A. ve Musaoğlu, N., 2011. Çok kriterli karar verme ve bilgi difüzyonu yöntemleri ile taşkın risk analizi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı18-22 Nisan 2011, Ankara
- Screiber, C. *et al.*, 2003. Uptake of antineoplastic agents in pharmacy personnel. Int Arch Occup Environ Health. s.l.:Study of work related risk factors, pp. 11-17.
- Serhatoglu S, Gödekmerden A, Ozan A.T, Gürsu F, Ayar A, Erkin U. 2004. İyonizan Radyasyonun Radyoloji Çalışanlarının Bağışıklık Düzeyleri ve Kan Biyokimyası Üzerine Etkileri, Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Dergisi. 10:97-102.
- Shieh, J., Wu, H. H. & Huang, K. K., 2010. A DEMATEL Method In Identifying Key Success Factors Of Hospital Service Quality. Knowledge-Based Systems, 23(3), pp. 277-282.
- Shimomura, T., Hara, T. & Arai, T. A., 2008. A service evaluation method using mathematical methodologies. Manufacturing Technology, Cilt 57, pp. 437-440.
- Shin, K. M., 2006. A novel interval-valued fuzzy MCDM method for improving airlines' service quality in Chinese cross-strait airlines. Transportation Research Part E, Cilt 47, pp. 1177-1193.
- Stotka JL, Wong ES, Williams DS, 1991. An analysis of blood and body fluid exposures sustained by house officers, medical students, and nursing personnel on acute-care general medical wards: a prospective. Infect Control Hosp Epidemiol, 12:583-90.
- Şen, Z., 2001. Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri. İstanbul: Bilge Kültür Sanat.
- Tabucanon, M. T., 1988. Multiple Criteria Decision Making In Industry. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Tamura, H., Nagata, H. & Akazawa, K., 2002. Extraction and Systems Analysis of factors that prevent safety and security by Structural Models. SICE.
- Taylan, O., 2013. A hybrid methodology of fuzzy grey relation for determining multi attribute customer preferences of edible oil. Applied Soft Computing, Cilt 13, pp. 2981-2989.
- Tinley AJ, Wilkinson RT, Warren PSG, 1998. The sleep and performance of shift workers. Hum Factors , 24:624-41.
- Tsai, W. H. & Hsu, J. L., 2008. Corporate social responsibility programs choice and costs assessment in the airline industry – a hybrid model. Journal of Air Transport Management, Cilt 14, pp. 188-196.

- Tseng, M. L. & Lin, Y. H., 2008. Application of fuzzy DEMATEL to develop a cause and effect model of municipal solid waste management in Metro Manila. *Environmental Monitoring and Assessment*.
- Tseng, M. L., 2011. Using a hybrid MCDM model to evaluate firm environmental knowledge management in uncertainty. *Applied Soft Computing*, 11(1), pp. 1340-1352.
- Tseng, M. L., 2011. Using hybrid MCDM to evaluate the service quality expectation in linguistic preference. *Applied Soft Computing*, Cilt 11, pp. 4551-4562.
- Tseng, M. L., Chen, Y. H. & Geng, Y., 2012. Integrated model of hot spring service quality perceptions under uncertainty. *Applied Soft Computing*, 12(8), pp. 2352-2361.
- Tseng, M. L., Chiu, A. S. & Vo, M. P., 2011. Evaluating the tourist's demand to develop Vietnamese tourism performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Cilt 25, pp. 311-326.
- Tseng, M. L., Wu, K. J. & Nguyen, T. T., 2011. Information technology in supply chain management: a case study . *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Cilt 25, pp. 257-272.
- Türkiye Sağlık İnsan Gücü Durum Raporu. 2008. Cilt 739, pp. 13-58.
- Tzeng, G. H., Chiang, C. H. & Li, C. W., 2007. Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert Systems with Applications*, 32(4), pp. 1028-1044.
- Uçak, A. (2009). Sağlık personelinin maruz kaldığı iş kazaları ve geri bildirimlerinin değerlendirilmesi. Afyonkarahisar Kocatepe üniversitesi. Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- Uzun, Ö., 2001. Sağlık Çalışanlarına Yönelik İşyeri Şiddetini Önlemek İçin Öneriler. Ankara, Sağlık Çalışanlarının Sağlığı 2. Ulusal Kongresi. Ankara.Genel-İş Matbaası.
- Varış, İ., tarih yok Varış İ. Sağlık İş Kolunda Çalışanların Sağlık ve Güvenlik Konusundaki Hukuki Güvenceleri. II. Ulusal İşçi Sağlığı Kongresi'nde: 1988 Nisan 4-7 ; Ankara, Türkiye. İzmir: Doğruluk Matbaacılık; 1991, 316–20.
- Wang, C. H. & Chen, J. N., 2012. Using quality function deployment for collaborative product design and optimal selection of module mix. *Computers & Industrial Engineering*, 63(4), pp. 1030-1037.
- Wang, W. C., Lin, Y. H., Lin, C. H. & Lee, M. T., 2013. DEMATEL-Based Model To Improve The Performance In A Matrix Organization. *Expert Systems With Applications*, 39(5), pp. 4978-4986.
- Wang, Y. J., 2008. Applying FMCDM to evaluate financial performance of domestic airlines in Taiwan. *Expert Systems with Applications*, Cilt 34, pp. 1837-1845.
- Wanga, W. M., Leeb, A. H., Pengc, L. P. & Wud, Z. L., 2013. An integrated decision making model for district revitalization and regeneration project selection project selection. *European Journal of Operational Research*, 54(2), p. 1092–1103.
- Warfield, J. N., 1976. Societals systems, planning, policy and complexity, John Wiley and sons. Newyork, s.n.
- Wei, G. & Yie, W., 2008. Grey Relational Analysis method for multiple attribute decision making with incomplete weight information in intuitionistic fuzzy setting, *IEEE. s.l.:s.n.*

- Wei, G., 2011. Gray relational analysis method for intuitionistic fuzzy multiple attribute decision making. *Expert Systems with Applications*, Cilt 38, pp. 11671-11677.
- Wei, G., 2011. Grey relational analysis model for dynamic hybrid multiple attribute decision making. *Knowledge-Based Systems*, Cilt 24, pp. 672-679.
- Wen, K. L., 2004. *Grey Systems: Modeling and Prediction*, Yang's Scientific. Yang's Scientific Press, Cilt 4 pp. 49-51.
- WHO, 2006. *Working Together for Health*. World Health Report, Cilt Geneva.
- Wu, W. W. & Lee, Y. T., 2007. Developing Global Managers' Competencies Using The Fuzzy DEMATEL Method. *Expert Systems With Applications*, Cilt 32, pp. 499-507.
- Wu, W. W., 2012. Segmenting Critical Factors For Successful Knowledge Management Implementation Using The Fuzzy DEMATEL Method. *Applied Soft Computing*, 12(1), pp. 527-535.
- Yang, Y. P., Shieh, H. M. & Tzeng, G. H., 2011. A VIKOR Technique Based On DEMATEL And ANP For Information Security Risk Control Assessment. *Information Sciences*, In Press, Corrected Proof.
- Yao, J. S., & Wu, K. M. 2000. Ranking fuzzy numbers based on decomposition principle and signed distance. *Fuzzy Sets and Systems*, 116, 275-288.
- Yeh, T. M. & Huang, Y. H., 2014. Factors in determining wind farm location: Integrating GQM, fuzzy DEMATEL, and ANP. *Renewable Energy*, Cilt 66, pp. 159-169.
- Yılmaz, G., 2004. İş güvenliğine genel bakış. *Mühendis ve Makine Dergisi*, Cilt 224.
- Zhang, Q., Zhu, Q., Li, Q. & Han, X., 2009. Empirical study on evaluating value creation strategy performance based on GRA and fuzzy TOPSIS. *Sixth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, 3(3).
- Zhang, S. F. & Yang, L. S., 2010. A GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method for personel selection. *Expert Systems with Applications*, Cilt 38, pp. 11401-11405.
- Zhang, Z. F. & Chu, X. N., 2011. Risk prioritization in failure mode and effects analysis under uncertainty. *Expert Systems with Applications*, Cilt 38, pp. 206-214.
- Zhou, Q., Huang, W. & Zhang, Y., 2011. Identifying critical success factors in emergency management using a fuzzy DEMATEL method. *Safety Science*, 49(2), pp. 243-252.
- Zimmermann, H. J., 1991. *Fuzzy Set Theory and Its Applications*. 192 sf dü. London: Kluwer Academic Publishers.



## ÖZGEÇMİŞ

Salih ZEGEREK, 1985 yılında Erzurum'da doğdu. İlköğretimi Erzurum Evliya Çelebi'de tamamladı. Lise öğrenimini Erzurum Atatürk Lisesi'nde tamamladı. Atatürk Lisesinden mezun olduktan sonra 2010 yılında Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi (UKÜ) Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünü tamamladı. 2011 yılında Lisans eğitiminden sonra Erzurum Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı.