

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cem AKÇİMEN

**BULANIK AĞIRLIKLANDIRILMIŞ RİSK ANALİZ
YAKLAŞIMI VE BİR HASTANENİN ACİL SERVİS
BİRİMİNDE UYGULAMA**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2020

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BULANIK AĞIRLIKLANDIRILMIŞ RİSK ANALİZ YAKLAŞIMI VE BİR HASTANENİN ACİL SERVİS BİRİMİNDE UYGULAMA

Cem AKÇİMEN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Yusuf KUVVETLİ
Yıl: 2020, Sayfa: 105
Jüri : Dr. Öğr. Üyesi Yusuf KUVVETLİ
: Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU
: Dr. Öğr. Üyesi Cansu DAĞSUYU

Bu çalışmada, tehlikelerin risk analizi için yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Bu kapsamda, literatürde yer alan farklı risk analiz tekniklerindeki olasılık, sıklık, tespit edilebilirlik parametreleri ve çalışmada tanımlanan 3 aşamalı şiddet parametresine dayalı (insan, ekipman, iş süreçleri) entegre bir risk analiz yöntemi önerilmiştir. Tüm parametre değerlendirmelerinde bulanık mantık yaklaşımı ile hesaplamalar elde edilmiş ve böylece risk önem puanlarının (RÖP) değerlendiricilerin net kestirimler yapamadığı durumlardan uzaklaştırılması amaçlanmıştır. RÖP hesaplanmasında, önerilen şiddet aşamalarının bulanık analitik hiyerarşi prosesi yaklaşımı ile ağırlıklarının belirlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca tehlike sayısı ve tehlikelerin önem düzeyleri uygulamadan uygulamaya geçebileceklerinden mevcut tehlikelerin göz önüne alındığı bir sınıflandırma yaklaşımına ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla RÖP değerlerini baz alan ABC analizi ile yeni tehlike sınıfları tanımlanmıştır. Geliştirilen entegre yaklaşım ve risk sınıfları özel bir hastanenin acil servisinde uygulanmış olup, hastanede uygulanan mevcut risk analizi sonuçları, çalışmada önerilen bulanık değerlendirme ve ağırlıklandırma durumlarının farklı kombinasyonları ile kıyaslanmıştır. Çalışmada, 47 tehlike için önerilen Bulanık Ağırlıklandırılmış Risk Yaklaşımı ile 10 tehlikenin A sınıfında yer aldığı ve mevcut 6 tehlikenin sınıfının yükseldiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Risk değerlendirmesi, bulanık küme teorisi, Kantitatif Risk Analizi, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), ABC analizi

ABSTRACT

MSc THESIS

FUZZY WEIGHTED RISK ANALYSIS APPROACH AND APPLICATION IN THE EMERGENCY DEPARTMENT OF A HOSPITAL

Cem AKÇİMEN

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Yusuf KUVVETLİ
Year: 2020, Pages: 105
Jury : Asst. Prof. Dr. Yusuf KUVVETLİ
: Asst. Prof. Dr. Melik KOYUNCU
: Asst. Prof. Dr. Cansu DAĞSUYU

In this study, a new approach to risk analysis of hazards is proposed. In this context, an integrated risk analysis method based on probability, frequency, detectability parameters in the literature and 3-stage severity parameters (human, equipment, business processes) defined in the study has been proposed. All parameters are evaluated with fuzzy logic approach and therefore the risk priority numbers (RPN) are excluded from the situations where evaluators could not make clear predictions. The weights of the severity stages suggested in the RPN calculation are determined by the fuzzy analytical hierarchy process approach. Besides, a classification approach is required to take account of existing hazards because the number of hazards and the priority of hazards can vary from practice to practice. For this purpose, new hazard classes are defined by ABC analysis based on RPN values. The integrated approach and risk classes developed are applied in the emergency department of a private hospital and the results of the current risk analysis applied in the hospital are compared with different combinations of the fuzzy assessment and weighting situations proposed in the study. The study concluded that 10 hazards are in class A and the current 6 hazard classes are elevated with the proposed fuzzy-weighted risk approach for 47 hazards.

Keywords: Risk assessment, fuzzy set theory, quantitative risk analysis, analytical hierarchy process, ABC analysis

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Günümüzde hasta ve hastalık sayısının artması, insan sağlığına verilen önemin artmasını zorunlu hale getirmiştir. Buna ek olarak, sağlık hizmeti sunumunda değişen her yeni tedavi yöntemi; sağlık personeli, hasta ve çalışma ortamı güvenliği için tehditler oluşturabilmektedir. Bu durumda, sağlık hizmetlerinin sunumunda en önemli konuyu güvenli sağlık hizmetleri oluşturmaktadır. Yapılan çalışma bu kapsamda bir hastanenin acil servis biriminde gerçekleştirilen risk değerlendirmesine odaklanmıştır. Hastaların çeşitliliği, çeşitli tedavi yöntemlerinin bir arada bulunması, kesintisiz hizmet vermesi, yaşanabilecek tehlike durumların fazlalığı ve çeşitliliği sebebiyle risk analizinin hastanenin acil servis bölümünde yapılmasına karar verilmiştir. Öncelikle seçilen hastanenin acil servis biriminde gerekli gözlemler yapılarak hastaların, hasta yakınlarının ve çalışan sağlık görevlilerinin karşılayabileceği tehlikeli durumlar üzerine veriler toplanmıştır. Ayrıca geçmiş çalışmalardan yararlanılarak sağlık sektöründe potansiyel tehdit oluşturan tehlikelerde toplanan verilere dahil edilerek göz ardı edilebilecek tehlikelerin olmamasına önem verilmiştir. Toplanan bilgiler dahilinde 47 adet tehlike tespit edilmiştir. Tehlikelerin değerlendirmesi amacıyla literatürdeki çalışmalardan da yararlanılarak birden fazla yöntemin kombine edilmesinin fayda sağlanacağı düşüncesiyle entegre bir yaklaşım önerilmiştir. Bu yaklaşım risk analizi çalışmalarında temel olarak kullanılan olasılık parametresinin yanında Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)'nden tespit edilebilirlik parametresini ve Fine-Kinney analizinden sıklık parametresini içermektedir. Ayrıca şiddet parametresinin üç kategoride incelenmesini sağlanarak şiddetin insan, ekipman ve iş süreçleri üzerindeki etkisinin ayrı ayrı incelenmesi sağlanmıştır. Ek olarak önerilen şiddet parametresinin üç kategorisinin önem düzeylerinin belirlenmesi amacıyla bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yaklaşımı ile parametre ağırlıklarının belirlenmesi sağlanmıştır. Şiddet parametrelerinin önem düzeylerinin

önceliklendirilmesi için AHP metoduyla üç uzmanın tecrübelerine dayanarak değerlendirmeleri alınmıştır. Elde edilen değerlendirmelerin sübjektifliğini önlemek için öncelik değerleri bulanıklaştırılmış ve bulanıklaştırılan değerlerin ortalaması alınarak şiddet parametresinin üç kategorisinin önem düzeyleri hesaplanmıştır. Tespit edilen tehlikelerin daha fazla parametre ile değerlendirmesinin sağlanması, risk önem düzeylerinin doğruluğu açısından objektif sonuçların elde edilmesini sağlaması beklenmiştir. Belirlenen parametrelere uygun değerlendirme skalaları literatürden de faydalanarak oluşturulmuştur. Hastanenin İSG uzmanı, doktorları, hemşireleriyle tehlikelerin ve parametre skala değerlerinin belirlenmesi için görüşmeler yapılmıştır. Buna göre her bir tehlikenin risk puanının hesaplanabilmesi için gereken parametrelere verilen değerler incelemeye alınmıştır. Her bir tehlikeye dair risk puanının hesaplanması için parametrelere verilen değerler, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) uzmanı, doktorlar ve hemşirelerin değerlendirmelerinin geometrik ortalaması alınarak elde edilmiştir. Her risk için elde edilen parametre değerlerinin ve uzman yargılarındaki belirsizliklerin dikkate alınıp en aza düşürülmesi için bulanık mantık yaklaşımı kullanılmıştır. Parametrelere ilişkin değerlendirme skalalarına karşılık gelen bulanık değerler literatürden faydalanılarak elde edilmiştir ve her parametrenin bulanık değerlere dönüştürülmesi sağlanmıştır. Böylece tehlikelere ait risk önem puanlarının (RÖP) kullanıcı etkisinden uzaklaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada önerilen 4 yöntem bulunmaktadır:

1. Risk Analizi (RA)
2. Ağırlıklandırılmış Risk Analizi (ARA)
3. Bulanık Risk Analizi (BRA)
4. Bulanık Ağırlıklandırılmış Risk Analizi (BARA)

Her yaklaşımdan elde edilen risk önem puanlarının sınıflandırılabilmesi için tüm tehlikelerin göz önüne alınabileceği bir sınıflandırma yaklaşımına ihtiyaç duyulmuştur. Çünkü tehlike sayısı ve tehlikelerin önem düzeyleri metottan metoda değişebilmektedir. Bu amaçla, tespit edilen tehlikelere ait RÖP değerlerini baz alan ABC analiziyle yeni tehlike sınıfları tanımlanmış ve çalışmaya dahil edilmiştir. Yaklaşımların birbirleriyle kıyaslanması sağlanmış ve farklar ortaya konularak tartışılmıştır. Son yöntem olan geliştirilen entegre yaklaşım yani Bulanık Ağırlıklandırılmış Risk Analizi yaklaşımının ilgili yaklaşımlarla ve hastanenin mevcut risk analiz sonuçlarıyla karşılaştırılarak avantajları ortaya konmuştur. Gerçekleştirilen çalışmayla hastanenin mevcut tehlike sayısı yapılan gözlemler ve araştırmalar neticesinde 24'ten 47'ye çıkartılmış ve görülemeyen tehlikelerin ortaya konulması sağlanarak daha detaylı bir analizin gerçekleşmesine imkan sağlanmıştır. Uygulanan ABC analizi metoduyla öncelikle mevcut 24 tehlike için BARA sonuçları karşılaştırılmıştır. Sonuçlar neticesinde 6 tehlikenin sınıfının yükseldiği tespit edilmiştir. Sınıfı yükselen tehlikelerin sebep olabileceği risklerin daha ciddi olabileceği hastane uzmanları ve incelenen literatür çalışmalarıyla ortaya konmuştur. Tespit edilen 47 tehlike için yapılan çalışmalar için ARA metodunun RA'ya göre tehlikelerin %13'ünün risk düzeyinde artış sağladığı ve bazı tehlikelerin ortaya konulması gerektiğine olanak verdiği söylenebilir. BARA metodunun BRA metoduna göre tehlikelerin %9'unun sınıfının yükseldiği sonucuna ulaşılarak bulanık yaklaşımın ağırlıklandırma konusunda risk yaklaşımına göre daha robust olduğu sonucuna varılmıştır. Ağırlıklandırma yönünden bakıldığında üç farklı şiddet boyutunun derecelendirilmesinin tehlikelerin risk sınıfı üzerinde önemli bir etkiye sebep olduğu söylenebilmektedir. BARA'nın ARA ile karşılaştırmasında ise tehlikelerden sadece birinin sınıfının yükseldiği ve böylece bulanık yaklaşım neticesinde elde edilen risk analizinin diğer tüm yaklaşımlara göre daha etkin bir sınıflandırma yapabileceği sonucuna varılmıştır. Bu entegre yaklaşımla çalışmaya nitelik kazandırılarak belirsizliği az, doğruluğu yüksek sonuçlar elde edilmiştir.



TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yanımda olup desteğini asla esirgemeyen, fikirleriyle yönlendiren, sonsuz sabrıyla daima motive edip çalışmaya teşvik eden değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Yusuf KUVVETLİ'ye sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Çalışmamın yer seçiminde destek sağlayan Sayın Öğr. Gör. Müfide NARLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama değerli katkılarını sunan Sayın jüri üyeleri Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU ve Dr. Öğr. Üyesi Cansu DAĞSUYU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Desteğini esirgemeyen, sevgili abim Emre Sinan AKÇİMEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında yanımda olan, her zaman destek veren ve verecek olan, sürekli ayakta kalmamı sağlayıp motive eden, hiçbir zaman hakkını ödeyemeyeceğim sevgili annem Ayşe AKÇİMEN'e sonsuz sevgimi ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. Risk Yönetimi ve Değerlendirmesi	5
1.1.1. Tehlikelerin Tanımlanması.....	7
1.1.2. Risk Analizi.....	8
1.1.3. Risk Değerlendirme Yöntemleri	9
1.1.3.1. Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis-PHA).....	9
1.1.3.2. Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (Hazard and Operability Analysis-HAZOP)	10
1.1.3.3. Olursa Ne Olur Analizi (What If Analysis)	11
1.1.3.4. Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis-FTA)	11
1.1.3.5. Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis-ETA)	12
1.1.3.6. Hiyerarşik Görev Analizi	12
1.1.3.7. Neden-Sonuç Analizi	12
1.1.3.8. Kontrol Listeleri (Checklist)	13
1.1.3.9. Fine-Kinney Yöntemi.....	13
1.1.3.10. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA).....	14
1.1.3.11. L Tipi Matris Yöntemi	15
1.1.3.12. X Tipi Matris Yöntemi.....	15
1.1.4. Risk Analiz Yöntemlerinin Kıyaslanması	16

1.2. Sağlık Sektöründe Risk Analizinin Önemi.....	19
1.2.1. Sağlık Hizmetlerinde Çalışan Güvenliğini Tehdit Eden Riskler.....	21
1.2.1.1. Fiziksel Riskler.....	21
1.2.1.2. Biyolojik Riskler	21
1.2.1.3. Kimyasal Riskler	22
1.2.1.4. Psiko-Sosyal Riskler	22
1.2.1.5. Güvenlik Riskleri	22
1.3. Problemin Tanımı.....	23
1.4. Çalışmanın Amacı	24
1.5. Çalışmanın Katkısı	24
1.6. Çalışmanın Adımları ve Organizasyonu	26
1.6.1. Çalışmanın Adımları	26
1.6.2. Çalışmanın Organizasyonu.....	27
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	29
2.1. Bulanık Mantık ile Risk Analizi.....	31
2.2. Sağlık Sektöründe Risk Analizi.....	37
2.3. Önceki çalışmaların değerlendirilmesi	40
3. MATERYAL VE METOT	43
3.1. Materyal	43
3.2. Metot	44
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	61
4.1. Bulgular.....	61
4.2. Tartışma.....	71
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	77
5.1. Sonuçlar.....	77
5.2. Öneriler.....	79
KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ	93
EKLER.....	94

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Risk Değerlendirme Yöntemleri Karşılaştırılması.....	18
Çizelge 3.1. Olasılık Skalası	47
Çizelge 3.2. Tespit Edilebilirlik Skalası	48
Çizelge 3.3. Sıklık Skalası	48
Çizelge 3.4. İnsana Etki Skalası.....	49
Çizelge 3.5. Ekipmana Etki Skalası	49
Çizelge 3.6. İş Süreçlerine Etki Skalası	50
Çizelge 3.7. Önem Skalası	52
Çizelge 3.8. Olasılık ve Tespit Edilebilirlik için Eşdeğer Bulanık Sayılar	57
Çizelge 3.9. Sıklık için Eşdeğer Bulanık Sayılar	57
Çizelge 3.10. İnsan, Ekipman ve İş Süreçleri Üzerindeki Etki için Eşdeğer Bulanık Sayılar	58
Çizelge 4.1. Şiddet Parametrelerinin Önceliklendirilmesi (Uzman 1).....	62
Çizelge 4.2. Şiddet Parametrelerinin Önceliklendirilmesi (Uzman 2).....	62
Çizelge 4.3. Şiddet Parametrelerinin Önceliklendirilmesi (Uzman 3).....	63
Çizelge 4.4. Şiddet Parametrelerinin Bulanık Öncelik Değerleri (Uzman 1)	63
Çizelge 4.5. Şiddet Parametrelerinin Bulanık Öncelik Değerleri (Uzman 2)	63
Çizelge 4.6. Şiddet Parametrelerinin Bulanık Öncelik Değerleri (Uzman 3)	64
Çizelge 4.7. Şiddet Parametrelerinin Ortalama Bulanık Öncelik Değerleri.....	64
Çizelge 4.8. Şiddet Parametrelerinin Sentetik Mertebe Değerleri	64
Çizelge 4.9. Bulanık AHP Bulgularına Dair Kriter Ağırlıkları.....	65
Çizelge 4.10. Risk Analiz Sonuçları	67
Çizelge 4.11. A Sınıfı Riskler	70



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Yıllara Göre İş Kazası Sayıları	4
Şekil 1.2. Yıllara Göre Ölüm Vaka Sayıları.....	4
Şekil 3.1. Önerilen Risk Değerlendirme Sürecinin Akış Şeması.....	45
Şekil 3.2. Klasik Küme ve Bulanık Küme Farkı.....	54
Şekil 3.3. Üçgensel Bulanık Üyelik Fonksiyonlarının Örnek bir Gösterimi.....	55
Şekil 4.1. Mevcut Risk ve BARA Karşılaştırma Grafiği	72
Şekil 4.2. RA ve ARA Karşılaştırma Grafiği.....	74
Şekil 4.3. BRA ve BARA Karşılaştırma Grafiği	75
Şekil 4.4. ARA ve BARA Karşılaştırma Grafiği	76



SİMGELER VE KISALTMALAR

İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu
ISO	: Uluslararası Standartlar Teşkilatı
PHA	: Ön Tehlike Analizi
HAZID	: Tehlike Tanımlama
HAZOP	: Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi
FTA	: Hata Ağacı Analizi
ETA	: Olay Ağacı Analizi
NIOSH	: Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Kurumu
BIFPET	: Bulanık Olasılık Tahminleri Yöntemi
HTEA	: Hata Türü ve Etkileri Analizi
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
QFD	: Kalite Fonksiyon Göçerimi
AAS	: Analitik Ağ Süreci
GRA	: Gri İlişkisel Analiz Yöntemi
SCEA	: Güvenlik ve Kritik Etki Analizi
VZA	: Veri Zarflama Analizi
PRAT	: Oransal Risk Değerlendirme Tekniği
CRM	: Klinik Risk Yöntemi
CRA	: Klinik Risk Değerlendirme
CREA	: Klinik Risk ve Hata Analizi
RA	: Risk Analizi
ARA	: Ağırlıklandırılmış Risk Analizi
BRA	: Bulanık Risk Analizi
BARA	: Bulanık Ağırlıklandırılmış Risk Analizi
RÖP	: Risk Önem Puanı

H_n	: n. Tehlike $n:1,2,3,\dots$
$\widetilde{ROP_i}$	: i. Tehlikenin Risk Önem Puanını Gösteren Üçgensel Bulanık Sayı
$\tilde{p}_i$	: i. Tehlikenin Üçgensel Bulanık Olasılık Değeri
$\tilde{d}_i$	: i. Tehlikenin Üçgensel Bulanık Tespit Edilebilirlik Değeri
$\tilde{f}_i$	: i. Tehlikenin Üçgensel Bulanık Sıklık Değeri
$\tilde{\alpha}_j$	: j. Şiddet Boyutunun Ağırlığını Gösteren Üçgensel Bulanık Sayı
$\tilde{S}_{ji}$	: i. Tehlikenin j. Şiddet Boyutunun Üçgensel Bulanık Karşılığı
RPN	: Risk Önem Puanı

1. GİRİŞ

Yıllar içinde nüfus artmış ve ihtiyaçlar değişiklik göstermiştir. Nüfus artışı beraberinde çeşitli talepleri ortaya çıkarmıştır. Talepleri karşılayabilmek için günden güne teknoloji gelişmiştir. Üretim hızlanmış, kalite artmış, hizmet hızlanmıştır; fakat yeni değişimlerin aynı zamanda olumsuz tarafları da oluşmuştur. Değişimler işçi işveren arasındaki ilişkinin de değişmesine yol açmış ve bu sayede İş Sağlığı ve Güvenliği kavramı iki taraf içinde ciddi bir faktör haline gelmiştir. Çalışanların ilk defa karşılaştıkları makineler, ekipmanlar, kimyasallar vs. İSG risklerini meydana getirmiştir (Ünal, 2014).

M.Ö. 2600 yıllarında hayat sürmüş olan İmhotep, İSG alanında insanların çalıştıkları iş sebebiyle geçirdikleri sağlık problemlerini ortaya koyan ilk kişi olmuştur. İmhotep, özellikle Mısır piramitlerinin inşası sırasında meydana gelen, günümüzde iş kazası olarak adlandırılan çalışan ölümlerine ve ayrıca meslek hastalığı olarak nitelendirilebilecek çalışanların sıklıkla bel sorunları yaşadığının tespitinde bulunmuştur (Çiçek ve Öçal, 2016).

İSG' nin temelleri ise Hammurabi Kanunlarında yer alan maddeler ile atılmış olup tarihin bilinen ilk yasaları olma özelliğini taşımaktadır. MÖ 2000'lerde Babil döneminde hazırlanan bu maddelerin benzerlerinin günümüz inşaat sektörü alanında yapıldığı söylenebilmektedir. Kanunlarda, yapılan bir evin yaşayabileceği olumsuz sonuçlardan, evi yapanın sorumlu tutulduğu kararlar uygulamaya geçirilmiştir (Çiçek ve Öçal, 2016).

İSG, iş ortamından ve çevresinden kaynaklanabilecek risklere karşı çalışan güvenliğini sağlamayı amaçlayan bir bilim dalıdır. Bu amaçla güvenlik politikalarının oluşturulması ve bu politikaların ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilmesi, çalışanların bulundukları iş ortamının risklerine karşı korunmasını sağlamaktadır. Sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı her işçi için bir insanlık hakkıdır. Sanayileşme ve teknolojik gelişmeler sonucu ortaya çıkan

olumsuzlukların bedelini işçilere ödetmemek adına hem fiziki hem de psikolojik açıdan sağlıklı ve güvenli bir çalışma alanı oluşturmak şarttır (Altuntaş, 2017).

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre (World Health Organization-WHO) İSG, işyerinde sağlık ve güvenliğin tüm yönlerini ifade eder ve birincil öncelikle tehlikelerin önlenmesi için güçlü bir odaklanma sağlar. İSG, iş yerindeki çalışanların ve diğer faaliyet biçimlerinin güvenliği ve sağlığı için tüm önlemleri içerir. Bu önlemler iş kazalarının, meslek hastalıklarının, işle ilgili sağlık risklerinin önlenmesi ve çalışma koşullarının insan merkezli tasarımını içermektedir. Ülkeler arasında İSG mevzuatındaki farklılıklara rağmen, İSG ilkeleri her yerde eşit derecede öneme sahiptir. (Nickel ve Lungfiel, 2018).

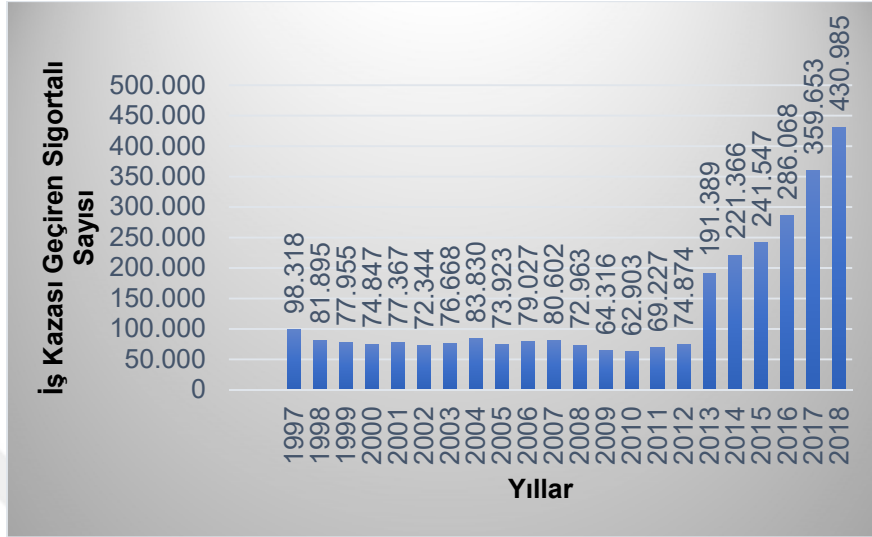
İş kazaları ile meslek hastalıklarının neden oldukları kayıpları en aza indirmek amacıyla, bilimsel araştırmalara dayalı güvenlik önlemlerinin saptanması ve uygulanması doğrultusundaki çalışmalar “iş güvenliği” terimi içinde toplanmaktadır. Genel anlamda iş güvenliği kavramı çalışanların, işletmenin ve üretimin her türlü tehlike ve zararlardan korunmasını içermektedir. İnsan hayatının öncelik taşıması nedeniyle, işletme ve üretim güvenliği konularının ikinci planda kaldığı ve uluslararası alanda iş güvenliği kavramıyla genel olarak çalışanların güvenliğinin ifade edildiği görülmektedir (Özkılıç, 2005).

İş kazaları bu konular açısından değerlendirildiğinde, herhangi bir ülkenin sosyal sağlık/sigorta sistemi için yüksek harcamalar yaratmakta ve toplumların sürdürülebilirliğini bozmaktadır. Mesleki “sağlık ve güvenlik” bir organizasyonun en hayati konularından biridir. Çünkü organizasyonun çalışmasını, sürekliliğini ve verimliliğini garanti eder. Kayıp çalışma saatlerinin en aza indirilmesi, ürünün kalitesinin ve firmanın itibarının sürekliliği için İSG oldukça önem arz etmektedir (Marhaviyas ve ark., 2018).

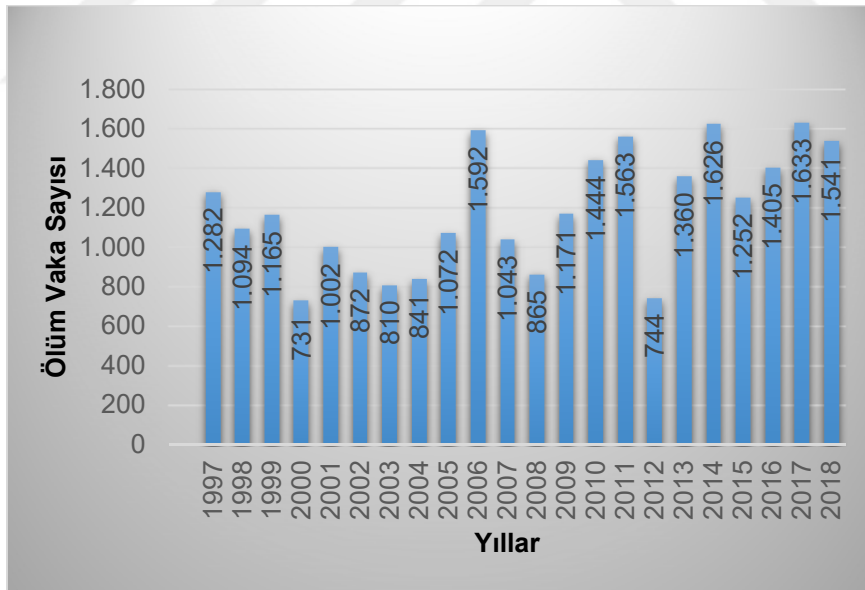
İş sağlığı ve güvenliğinin genel amacı gerek işçiye gerekse ailesine, işyerine ve diğer mercilere gelen yükümlülüklerin azaltılması ve buna bağlı olarak ülke ekonomisine verdiği zararları önlemektir (Özkılıç, 2005). Bu amaçlar doğrultusunda risk yönetimi önemli bir hal almaktadır.

Risk yönetimi tehlikeler ve bu tehlikelerin sonucunda ortaya çıkan risklerin analiz edilip değerlendirilmesine, kontrol önleme tekniğinin etkinliğini ve yeni potansiyel tehditlere yol açamamasını sağlamak adına gereken yapıyı oluşturmaktır. Bu yönetim sistemi geniş uygulama alanlarına sahiptir (Ünal, 2014). Risk yönetim aşamaları; riskin kavranması, çözümlenmesi ve riskin getireceği sonuçlara hazırlıklı olunmasından oluşmaktadır (Soy, 2010).

Şekil 1.1, 1997-2018 yılları arasında ülkemizde gerçekleşen iş kazaları sayıları görülmektedir. Yıllar geçtikçe çalışan nüfusun artması beraberinde daha fazla iş kazası yaşanması durumunu ortaya çıkarmış yorumu yapılabilir. Şekil 1.2 de 1997-2018 yılları arasında ülkemizde yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları neticesinde yaşanan ölümlerin grafiğini sunmaktadır. İş güvenliği disiplini, çalışma hayatının neredeyse her noktasında çalışanların sağlık ve güvenliğini tehdit eden birtakım faktörlerin varlığını kabul etmektedir. Ancak yapılacak iyi bir risk analizi, işletme içinden veya dışından kaynaklanabilecek tehlikelerin işçilere, işverene ve üretim sürecine verebileceği hasarların etkisini en aza indirecek güvenlik önlemlerinin belirlenmesi sağlar. Meydana gelebilecek kazalardan korunma açısından büyük değer taşıyan risk analizi çalışması aynı zamanda görünmeyen tehlikelerin ortaya çıkarılmasına olanak verir. Bu sayede çalışanlar iş kazası ve meslek hastalıklarından korunabilecek, milli ekonomiyi tehlikeye sokan bu durumlar bertaraf edilerek güvenli bir üretim veya hizmet sağlanmış olacaktır.



Şekil 1.1. Yıllara Göre İş Kazası Sayıları (1997-2018) (SGK İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri,1997-2018; TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2018)



Şekil 1.2. Yıllara Göre Ölüm Vaka Sayıları (1997-2018) (SGK İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri,1997-2018; TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2018)

1.1. Risk Yönetimi ve Değerlendirmesi

İSG yönetim sisteminin temel ilkesi iş kazası ve meslek hastalığına neden olacak tehlikelere karşı önlem alarak, yapılan işin aksatılmaması ve üretimin verimliliğinin olumsuz etkilenmemesiyle iş sürecinin devamlılığını sağlamaktır. Bu yönetim sistemi İSG kriterlerine, standartlarına ve performansına dayanmaktadır. İSG risk yönetimi aşamalarının en başında risk değerlendirmesi gelmektedir. Risk değerlendirmesi önleyici bir yaklaşımla sağlıklı, güvenli ve verimli bir çalışma ortamı oluşturmayı amaçlamaktadır (Koçak, 2019).

Risk değerlendirmesi ve yönetimi, çalışma yerinde bulunan veya çalışma çevresinden, dışından kaynaklanabilecek çalışana ve çevresine zarar verebilecek her türlü risk etmenlerinin tanımlanıp bunların etkisinin en aza düşürülmesini veya tamamen yok edilmesine imkan tanır (Ünal, 2014).

Risk yönetimi temel kavramlarından biri olan tehlike, işyerinin içinden ya da dışından kaynaklanarak gelen, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli olarak tanımlanmaktadır. Bir diğer kavram olan risk ise, tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da zararlı sonuç oluşma potansiyelidir. Bu kavramlar neticesinde ortaya çıkan risk değerlendirmesi, işyeri içinde veya dışında maruz kalınabilecek tüm tehlikeleri belirleyen ve bu tehlikelerden kaynaklanan riskleri analiz edip uygulanacak kontrol önlemleri ile kabul edilebilir seviyede tutarak ya da ortadan kaldırarak çalışana, çevreye ve üretime zarar vermesini engelleyen sistemli bir çalışmadır (Koçak, 2019).

Risk yönetimi, riskin algılanmasından başlayarak riskin analiz edilmesi ve riske karşı hazırlıklı olunmasından oluşmaktadır (Soy, 2010). Risk yönetimi sürecinin yararları şu şekilde açıklanabilir (Özkılıç, 2005):

1. İşyerinin yazılı prosedür ve politikalarının oluşmasını ya da gelişmesini sağlarken aynı zamanda yasal yükümlülükler ve İSG politikası çerçevesinde kabul edilebilir düzeye indirilmiş risk ile çalışılmasını sağlar.

2. İşyeri ortamında hem çalışanların hem de yönetimin İSG alanında bilgi sahibi olmalarını sağlarken, çalışanların bu konuda katılımını yöneticilerin de karar vermelerini sağlar.
3. Risk analizi sürecinden alınan ilk sonuçlarla işletmedeki olası tehlikeler ve bu tehlikelere ilişkin önlemler belirlenir.
4. İşletme uygulayacağı risk analiz yöntemini belirleyerek tespit edilen risklerin değerlendirilmesiyle kabul edilebilir seviyeye inip inemeyeceği karar verilmesini sağlar.
5. Risk yönetimi alınmış olan önlemlerin ve güvenlik bilincinin devamlı gözden geçirilmesine olanak verir.
6. Risk yönetimi süreci işyerindeki düzeltici ve önleyici faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sağlayacak verilerin kaydedilmesi, sonuçların ölçülmesi ve sürekli olarak izlenmesini sağlar.

6331 sayılı İSG kanunu her işletme için risk değerlendirmesi yapılması gerektiğini belirtmektedir. Risk değerlendirmesi uygulamayan işletmeler iş kazası ve meslek hastalıklarının yaşanmasına onay vermiş sayılmaktadır (Akpınar ve Çakmakkaya, 2014). İşletmede risk değerlendirmesi gerektiren durumlar şu şekilde belirtilmektedir (İSG Risk Değerlendirme Yönetmeliği, 2012):

- İşyerinde hiç risk değerlendirmesi yapılmamış olması
- Yeni bir makine veya ekipman alınması
- Yeni yöntemlerin geliştirilmesi, iş organizasyonunda veya iş sürecinde değişiklikler yapılması, üretim yönteminde değişiklikler olması
- Yeni hammadde veya yarı mamul maddelerin üretim sürecine girmesi
- Yeni bir mevzuatın yürürlüğe girmesi veya mevcut mevzuatta değişiklik yapılması
- İş kazası, meslek hastalığı veya ramak kala olay meydana gelmesi

- İş kazası veya meslek hastalığı ile sonuçlanmasa bile yangın, parlama veya patlama gibi işyerindeki iş sağlığı ve güvenliği ciddi bir şekilde etkileyen olayların ortaya çıkması

Risk yönetiminin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi, tehlikelerin tanımlanması, risk analizi ve değerlendirilmesi, kontrol önlemlerin belirlenmesi ve devamlı denetim, izleme ve gözden geçirme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ile sağlanabilir (Andaç, 2002).

1.1.1. Tehlikelerin Tanımlanması

Tehlike tanımlama aşaması, risk yönetiminin en önemli aşamasıdır ve diğer aşamalardan farklıdır. İşletme içerisindeki potansiyel zarar veya hasar yaratabilecek unsurların tarafsız bir şekilde analiz edilmesidir (Özkılıç, 2005).

Tehlikelerin tanımlanmasında doğru ve verimli sonuçlara ulaşabilmek için tehlike tanımlama yöntemi yapılan işe uygun ve diğer işlerle kısmen veya bütünüyle bağlantılı bir şekilde ilerlemesi gerekmektedir. Yapılan tanımlamalar doğrultusunda işletme ortam bilgisine, işletmenin yürüttüğü faaliyetlerin aşamalarına ve makineler hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Çalışılan makine, kullanılacak ekipman ve aletlerle ilgili yapılan incelemeler sonucunda bunlar hakkında elde edilen parametreler açıkça tanımlanır ve belgelendirilir. Tehlikelerin tanımlanmasında ihtiyaç duyulan verilerin derlenip toplanması büyük zaman alacağı için uygun bir planlama gerçekleştirilmelidir (Ünal,2014).

Tehlikelerin tanımlanmasında sistematik olunması gerekir. Böylece fark edilemeyen herhangi bir tehlike unsuru kalmadan, tüm tehlike ve olumsuz etkiler dikkate alınarak göz önüne serilmiş olur. Tehlikelere ilişkin çizelgeler, dokümanlar ve raporlar hazırlanırken mevzuatta yer alan kaza yaratabilecek tehlikeler, fiziksel ve psikolojik sağlık tehlikeleri, daha önce yaşanmış iş kazaları, meslek hastalıkları dikkate alınmalıdır (Akpınar ve Çakmakkaya, 2014).

Tehlike tanımlama aşaması için birçok analitik yöntem geliştirilmiştir. Uygun yöntem ya da çeşitli yöntemlerin birlikte kullanımı süreçteki tehlikelerin kapsamının sistematik olarak daha iyi anlaşılmasını sağlar (Özkılıç, 2005). Hem tehlikelerin tanımlanması hem de risk analizi için uygulanan yöntemler ileride açıklanarak detaylı olarak ele alınacaktır.

1.1.2. Risk Analizi

Bir işletmedeki tüm gerçekleşen faaliyetlerin işleyişinde meydana gelen veya meydana gelebilecek olan tehlikelerin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmaların bütününe risk analizi denir (Tekin ve Erol, 2016). Risk analizi belirlenmiş bir tehlikeye sebebiyet verecek riskin neden olacağı kayıpları derecelendirmeye ve azaltmaya yönelik faaliyetlerdir (Aksay, 2003).

Risk kavramı literatür çalışmalarında genel olarak, belirli bir süre içerisinde oluşması istenmeyen bir olayın ortaya çıkma olasılığı olarak ifade edilmektedir. İfade edilen oluşması istenmeyen olayların tespit edilmesi ve riskin büyüklüğünün hesaplanarak katlanıp katlanılamayacağına açıkça karar verilmesi ise yapılan kapsamlı bir risk analizi çalışması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Tekin ve Erol, 2016).

Çalışma sektörü fark etmeksizin her sektörde işlerin yapılışından kaynaklanan riskler var olmakta ve bu riskler küçük bir kazaya sebep olabileceği gibi ölüme dahi sebebiyet verecek boyuta ulaşabilmektedir. Risk analizi, kaza hiç var olmadan riskleri ortadan kaldırmayı ya da herhangi bir kaza olduktan sonra aynı olayın tekrarlanmaması için önlem almayı amaçlamaktadır (Bekdemir, 2019).

Risk değerlendirmesi her işletmede yapılması zorunluluk teşkil etmektedir. Yapılacak olan risk değerlendirmesi işletmenin türüne göre belirlenmekte olup yapılan analizlerle tespit edilen tehlikelerden kaynaklı risklere karşı çözümler, önlemler aranmaktadır. Riskler için alınacak önlemler belirlenirken dikkat edilmesi gereken en önemli faktör alınacak önlemlerin amaca ulaşp ulaşmadığını saptamak ve alınan önlemlerle bir riski ortadan kaldırırken diğer bir riske yol açmadan

sistemdeki işleyişin düzenli akışını sağlamaktır (Tekin ve Erol, 2016). Riskin ölçülebilir hale getirilmesi için kullanılan çeşitli risk değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır.

1.1.3. Risk Değerlendirme Yöntemleri

Risk değerlendirmesi gerçekleştirilirken çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları riski hesaplarken sayısal (kantitatif) yöntemlere başvururken bazıları ise İSG uzmanının riskleri önceden tahmin edip, bunları öncelik sırasına göre yerleştirirken sayısal bir sonuç yerine çok küçük, küçük, orta, yüksek ve çok yüksek gibi sözel (kalitatif) ifadeler kullanır (Bekdemir, 2019). Karma olarak hem sayısal hem de sözel ifadelere yer verilerek risk analizi gerçekleştiren yöntemler de bulunmaktadır. Risk değerlendirme yapılırken sıklıkla bir yöntem kullanılırken diğer yöntemlerden de faydalanılabilmekte ve karma olarak da yöntemler uygulanabilmektedir. Seçilecek risk değerlendirme yöntemi işletmenin türüne, işleyişine ve olaylara göre belirlenmektedir (Gürcanlı, 2006).

1.1.3.1. Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis-PHA)

PHA kalitatif bir analizdir. Bir projenin erken aşamasında, ayrıntılı bir risk analizinin ilk adımı olarak uygulanan risk değerlendirme yöntemidir. Tek başına yeterli bir metot olmamakla birlikte diğer yöntemler için başlangıç verisi konumundadır. Analizde yapılanlar şu şekilde sıralanmaktadır (Rausand, 2004):

- Öncelikle tüm olası tehlikeler ve kazaya yol açabilecek tüm kaza olayları tanımlanır.
- Tespit edilen kaza olayları bu kazaların şiddet potansiyellerine göre sıralanır.
- Gerekli tehlike kontrolleri ve takip eylemleri belirlenir.

Hızlı Risk Sıralaması ve Tehlike Tanımlama Analizi (Hazard Identification-HAZID), Ön Tehlike Analizi için kullanılan farklı ifadelerdir (Rausand, 2004).

1.1.3.2. Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (Hazard and Operability Analysis-HAZOP)

HAZOP'ta süreç tehlikelerini belirlemek için kılavuz kelimeleri (hiçbiri, daha az, daha fazla, diğer vb.) ve süreç parametreleri kullanılır. HAZOP analizi farklı disiplinlerden oluşan uzmanlar (tasarımcı, emniyet denetçisi, uygulama mühendisi vb.) ve HAZOP takım liderinin öncülüğünde bir beyin fırtınası dâhilinde gerçekleştirilir (Akman, 2015). HAZOP analizinin temel yapısı şunlardır (Ericson, 2005):

- HAZOP tekniğine uygun yapısal ve sistematik bir süreç
- Tecrübeli takım lideri
- Farklı alanlardan faaliyet gösteren uzmanlardan oluşan çok disiplinli takım
- Tehlikelerin tespit edilmesine yönelik özenle seçilmiş alt bölümler ve kılavuz kelimeler

HAZOP için temel strateji; ilgili alt sistemin görevini, tespit edilen amaçtan sapmaları, bu sapmaların sebeplerini ve bu sapmalardan doğan sonuçların ne olduğuna dair konulara cevap aramasıdır. HAZOP analizinin başarılı olması 3 faktöre bağlıdır (Bakacak, 2007):

1. Sistemin içerdiği tüm tarafların, sistematik yaklaşımı anlamış olması ve uygulaması gerekir.
2. Olası tehlikeler belirlendikten sonra tehlikelerin öncelik sırasına göre dizilmesi oldukça önemlidir.

3. Sadece mühendislik konularında tehlikeler değil aynı zamanda yönetim, işletim, ticari ve politik konulardaki tehlikelerde dikkate alınmalıdır.

1.1.3.3. Olursa Ne Olur Analizi (What If Analysis)

Olursa Ne Olur Analizi, fabrika ziyaretlerinde ve prosedürlerin gözden geçirilmesi sırasında fayda sağlar ve hali hazırda mevcut olan kaçınılmaz potansiyel tehlikelerin tespit edilme oranını artırır. Bu yöntem sürecin herhangi bir aşamasında uygulanabilir ve daha az tecrübeli risk analistleri tarafından yürütülebilir. Genel soru olan “Olursa Ne Olur?” ile başlar ve sorulara verilen cevaplara dayanır. Aksaklıkların muhtemel sonuçları belirlenir ve sorumlu kişiler tarafından her bir durum için tavsiyeler tanımlanır. Risk değerlendirme raporlarında, tehlikelerin tipini belirlemek ve tavsiyeleri değerlendirmek amacıyla kullanılır. Bu yöntem ile yapılan risk değerlendirmesinde risk analisti dikkati yalnızca tek bir noktaya odaklayabilir ya da analistin tecrübesi o noktadaki tehlikeyi görmesine olanak vermez (Bakacak, 2007).

1.1.3.4. Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis-FTA)

FTA tanımlanamayan, istenmeyen büyük bir olayın, kazanın ortaya çıkmasına katkıda bulunan potansiyel nedenleri, koşulları ve faktörleri tanımlamaya ve analiz etmeye izin veren bir yöntemdir. FTA yöntemi, sistem güvenilirliğini ve kullanılabilirliğini olumsuz yönde etkileyebilecek potansiyel olayların veya durumların hiyerarşik akışını analiz etmek, değerlendirmek ve grafiksel olarak göstermek için kullanılır. FTA yönteminin kullanım amaçları şu şekilde özetlenmektedir (Mutlu ve Altuntaş, 2019):

- Büyük bir olayın, kazanın ortaya çıkmasına katkıda bulunan küçük olayların mantıksal kombinasyonlarını belirlemek ve büyük olayın gerçekleşme olasılığını azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak için gereken önlemleri belirlemek için küçük olaylara öncelik tanımadır.

- Bir sistemin gelişim süreci sırasında istenmeyen olayların potansiyel nedenlerini tanımlamaktır.
- Bir sistemi analiz etmek, güvenilirliğini tehdit eden bileşenleri belirlemek, doğru tasarım değişikliklerine karar vermek ve benzeridir.
- Olasılıksal risk değerlendirme sürecine yardımcı olmaktadır.

1.1.3.5. Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis-ETA)

ETA bir yönetimin, bir sürecin başarısı veya başarısızlığı ile ilgili olayların sırasını gösterir (Raiyan ve ark., 2017). ETA'da bir sistemin, sürecin veya yapının arızalanması gibi bir başlangıç olayı başlangıç noktası olarak kabul edilir ve başlangıç olayından sırayla yayılan öngörülebilir kaza sonuçları grafiksel olarak sunulur (Hong ve ark., 2009). ETA, FTA'nın tersine tümevarımlı olarak çalışır.

1.1.3.6. Hiyerarşik Görev Analizi

Hiyerarşik Görev Analizi, görev analizi tekniklerinin en iyi bilinenlerinden kabul edilir ve aşağıdakiler için kullanılır (Naweed ve ark, 2018):

- I. İş faaliyetlerinin ve güvenlik sorumluluklarının görevlerde nasıl paylaşıldığını anlamak
- II. Ekip anlayışı geliştirmek

Her bir görevin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için görevler alt basamaklara ayrılarak hiyerarşik bir sıraya konur. Aynı zamanda görevlerin sorumluluğundaki kişilerde belirlenerek alt-üst ilişkileri görünür hale gelir. Sağlam bir ekip anlayışı geliştirmek hedeflenir (Naweed ve ark, 2018).

1.1.3.7. Neden-Sonuç Analizi

Neden-Sonuç Analizi aynı zamanda Balık Kılçığı Diyagramı olarak da ifade edilmektedir. Japon yönetim uzmanı Kaouru Ishikawa sorunların temel

nedenini bulmak için bu analizi bulmuştur. Neden-Sonuç Analiz'i bir problem ile bu problem altında yatan nedenler arasındaki ilişkiyi gösterir. Öncelikle temel bir sorun, istenilmeyen olay, kaza vb. belirlenir ve buna sebep olabilecek temel nedenler belirlenir. Daha sonra temel nedenlere sebep olacak orta nedenler, orta nedenlere de sebep olacak küçük nedenler belirlenerek temel sorunun kök nedenleri, bu soruna sebebiyet veren temel faktörler belirlenmiş olur (Luo ve ark., 2018).

1.1.3.8. Kontrol Listeleri (Checklist)

Kontrol Listesi işletmenin kullandığı teknolojiye ve ihtiyaca göre yapılır. Bu listelerle yaşanabilecek tehlike durumlar belirlenir ve daha sonra risk değerlendirme formlarında değerlendirilir. Kontrol Listesi şu şekilde detaylandırılır (Özkılıç, 2005):

- Bir işletmedeki veya sistemdeki kullanılan ekipmanların veya tesisatın eksiksiz olup olmadığı ve eksiksiz bir şekilde işleyip işlemediği saptar.
- Kontrol edilmesi gereken her durumun gözden kaçırılmasını engeller.
- Kontrol Listeleri'ndeki sorular her işletmeye özel olarak hazırlanır ve risk değerlendirmesi gerçekleştirilen işletmenin eksikliklerini tespit eder.
- Kontrol Listeleri'nde tespit edilen eksiklikler için Birincil Risk Analizi uygulanarak alınması gereken tedbirler belirlenir.

1.1.3.9. Fine-Kinney Yöntemi

Fine-Kinney yöntemi 1976 yılında Kinney ve Wiruth tarafından geliştirilen nicel (kantitatif) bir risk değerlendirme yöntemidir (Kinney ve Wiruth., 1976). Fine-Kinney Yöntemi'nde tespit edilen her tehlike için olasılık, şiddet ve sıklık (frekans) parametrelerinin sayısal değerleri belirli bir ölçeğe göre hesaplanır. Daha

sonra Eşitlik 1.1’de görüldüğü gibi hesaplanan 3 parametre çarpılarak Risk Önem Puanı elde edilir (Kinney ve Wiruth, 1976);

$$\text{Risk Önem Puanı} = \text{Olasılık} \times \text{Şiddet} \times \text{Sıklık} \quad (1.1.)$$

Fine-Kinney yönteminin doğru bir şekilde uygulanabilmesi ve yaşanabilecek sıkıntıların önüne geçilebilmesi için hesaplamada kullanılan parametrelerin doğru anlaşılması gerekmektedir. Olasılık parametresi bir kaza ya da hasarın olasılığını, şiddet parametresi kaza durumunda ortaya çıkacak sonuçların şiddetini ve sıklık parametresi de tehlikeli durumun oluşma sıklığını ifade eder (Birgören, 2017).

1.1.3.10. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)

HTEA 1940’lı yıllarda ABD ordusu tarafından tanıtılmıştır. ABD ordusu HTEA üzerine prosedürleri ‘MIL-P-1629’ adı verilen bir güvenlik standardı ile 1949 yılında başlatmıştır (Yazdi ve ark., 2017).

1990 yılında Uluslararası Standartlar Teşkilatı (International Organization for Standardization-ISO), ISO9000 serisinde tasarım incelemesi için HTEA kullanımını tavsiye etmiştir. Bu yöntemin potansiyel arızaları değerlendirmede ve önlemede yararlı ve güçlü bir araç olduğunu kanıtlamıştır. HTEA sistem, tasarım, süreç veya hizmetten kaynaklanabilecek potansiyel arızaları, sorunları veya hataları tanımlayıp müşteriye ulaşmadan önce ortadan kaldırmak için geliştirilmiş bir analitik tekniktir (Ghasemi ve ark., 2016).

HTEA tasarımcılar için bir destek aracı olarak kullanılmasından bu yana havacılık, otomotiv, nükleer, elektronik, kimyasal (özellikle petrol ve gaz endüstrilerinde), mekanik ve tıbbi teknolojiler endüstrileri de dahil olmak üzere çok çeşitli endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ghasemi ve ark., 2016).

Modern ve sayısal bir risk analiz yöntemi olan HTEA, bir ürünün veya sistemin potansiyel arızalarını, nedenlerini ve etkilerini belirlemek için kullanılan

kaliteli bir araç olmakla beraber bu analiz, meydana gelen arızaların önceliklendirilmesini de sağlar. Bu analiz yöntemi aynı zamanda artan sistem, ürün kalitesi veya verimliliğini de sağlar. HTEA yöntemi Neden-Sonuç diyagramı ile tanımlanan arıza ve hatalı durumların risklerini önceliklendirmek için de kullanılır (Adar ve ark., 2017). Tespit edilen her bir olası hata ve arıza türünün puanlandırılması ve bu puanlandırılmaya göre öncelik sırasının belirlenmesi RÖP'e göre yapılmaktadır. Hata türlerinin önceliklendirilmesindeki amaç, hangi hatanın incelenmesine öncelik verilmesini belirleyerek buna göre düzeltici, önleyici faaliyetlerin alınması gerektiğine karar vermektir (Kadıoğlu ve ark., 2009). RÖP Eşitlik 1.2' de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (MIL-STD-1629A, 1980);

$$RÖP = Olasılık \times Şiddet \times Tespit Edilebilirlik \quad (1.2.)$$

Olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik risk parametreleri, mühendisler ve uzmanlar tarafından 10 puanlık ölçekler kullanılarak belirlenir. En yüksek RÖP değerine sahip risk genellikle en yüksek öneme sahiptir (Adar ve ark., 2017).

1.1.3.11. L Tipi Matris Yöntemi

L Tipi Matris uygulanması kolay bir yöntem olup her türlü işletmede kullanılabilir. 5x5 Matris olarak da adlandırılmaktadır. Bu yöntemde olasılık ve şiddet olmak üzere 2 parametre kullanılmaktadır. Olasılık ve şiddet parametreleri için 1 ile 5 arasında değerler verilir. Olasılık ve şiddet değerleri çarpılarak risk puanı elde edilir (Selçuk ve Selim, 2018). Risk puanının büyüklüğüne göre riskin kabul edilebilir olup olmayacağına önlem alınıp alınmayacağına karar verilir

1.1.3.12. X Tipi Matris Yöntemi

X Tipi Matris yöntemi çok boyutlu düşünce yoluyla sorunlu durumların açığa çıkartılmasına katkı sağlamaktadır. Bu yöntem probleme ya da olaya katılan

veya problem veya olay üzerinde etkisi olan faktörlerin, parametrelerin tanımlanmasını ve aralarındaki ilişkinin belirlenmesini sağlar. Karmaşık süreçler içeren çalışma ortamında da uygulanabilmektedir ve L Tipi Matris yönteminden farklı olarak yöntemin gerçekleştirilebilmesi için tek risk analiz uzmanı yeterli değildir. Yöntemin uygulanabilmesi için tecrübeli bir takım liderine ve disiplinle bir takıma ihtiyaç vardır (Tekin ve Erol, 2016).

X Tipi Matris yönteminin uygulanabilmesi için öncelikle risk analizinin yapılacağı bölüm seçilip daha sonra bu bölüm ile 5 yıllık bir kaza incelemesi yapılması gerekmektedir. X Tipi Matris yöntemi, L Tipi Matris yöntemine göre sahip olduğu kriterler yönünden de farklılık gösterir. X Tipi Matris ile risk değerlendirilmesinin yapılabilmesi için, belirlenen bir tehlikeli durumun olasılık ve şiddet değeri, tehlikenin kontrol derecesi ve önceden meydana gelen kazaların sonuçları 5x5'lik matrisler kullanılarak hesaplanmalıdır. Belirlenen bu değerler matris kriterlerinde (A, B, C ve D-risk değerlendirme parametreleri) ilgili değişkenlere atanarak X Tipi Karar Matrisi elde edilmektedir. Oluşturulan X Tipi Karar Matrisi yardımıyla risklerin önem derecelerini temsil eden RÖP elde edilmektedir (Tekin ve Erol, 2016).

A bir olayın ya da kazanın gerçekleşme olasılığını, B daha önceden olmuş bir olayın, kazanın gerçekleşme olasılığını, C daha önceden olmuş bir olayın etkilediği personel sayısını ve D olayın, kazanın şiddetini ifade etmektedir. Elde edilen skorlar yüksekten düşüğe göre sıralanır ve hangi tehlike duruma öncelik verilip, düzeltici-önleyici faaliyetlerin alınması karar verilir (Tekin ve Erol, 2016).

1.1.4. Risk Analiz Yöntemlerinin Kıyaslanması

Risk değerlendirme yöntemlerine ilişkin benzerlik ve farklılıkları, doğru bir analizin gerçekleştirilebilmesi için hangi risk değerlendirme yönteminin hangi çalışma alanında kullanıldığını, yöntemi uygulayacak kişilerin özelliklerine ilişkin bilgileri görebilmek adına Çizelge 1.1'de risk değerlendirme yöntemleri kıyaslanmıştır. Her risk analizi metodunun farklı avantajları ve parametreleri

bulunmaktadır. Bu bağlamda yapılacak bir risk analizi çalışmasında farklı metotların birleştirilmesiyle olumlu sonuçların ortaya çıkması ihtimali önem taşıyan bir yorum olacaktır. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında farklı risk metotların birleştirilmesiyle yapılan risk analizinin örnekleri verilmiştir. Yapılacak bu çalışmada da farklı risk analizi yöntemlerinin kombine edilmesi önemli sonuçlar doğurabilir. Çalışmalarda risk analizi yöntemi belirlenirken uygulanabileceği sektörler ve yöntemlerin parametreleri önem taşımaktadır. Özellikle Fine-Kinney ve HTEA kantitatif olması ve farklı parametrelere baktığı için çalışmalarda sıklıkla tercih edilen yöntemlerden olmuştur. Ayrıca her sektörde uygulanabilmesi açısından da bu yöntemler tercih edilmektedir. Fine-Kinney yöntemi olasılık parametresinin yanında sıklık parametresini barındırır. HTEA yöntemi ise sıklık parametresi yerine tespit edilebilirlik parametresini içerir ve tehlikenin ortaya çıkabilme potansiyelinin saptanabilirliğini inceler. Bu parametreye önem verilen sektörlerde tercih edilmektedir. Yöntemlerin kullanıldığı sektörler örnek olarak gaz, tekstil, otomotiv, tarım, inşaat ve sağlık verilebilir. Literatürde sıklıkla tercih edilen metotların bir diğeri L Tipi Matris yöntemidir. Yöntemin az doküman gerektirmesi ve orta düzey tecrübeyle kolaylıkla gerçekleştirilebilir olması bu yöntemin X Tipi Matris yöntemine göre daha fazla tercih edilmesine sebep olabilir. Ayrıca X Tipi Matris yönteminin takım çalışması gerektirmesi de bu yöntemin zorluğunu belirtir niteliktedir. Bir çalışmada risk analiz yöntemi seçilirken uygulanacak sektörün yanında analizi gerçekleştirecek takım, uzman veya analistin kararı da oldukça önem taşımaktadır.

Çizelge 1.1. Risk Değerlendirme Yöntemleri Karşılaştırılması (Bekdemir, 2019; Andaç, 2002; Bakacak, 2007; Demirkan, 2015)

	Gerekli Doküman İhtiyacı	Takım Çalışması	Takım Liderinin Deneyimi	Kalitatif / Kantitatif
PHA	Orta	Bir analist ile yapılabilir	Orta düzey deneyim	Kalitatif
HAZOP	Çok fazla	Takım çalışması	Çok fazla deneyim	Kalitatif
What If	Çok az	Bir analist ile yapılabilir	Orta düzey deneyim	Kalitatif
FTA	Çok fazla	Takım çalışması	Çok fazla deneyim	Kalitatif / Kantitatif
ETA	Çok fazla	Takım çalışması	Çok fazla deneyim	Kalitatif / Kantitatif
Neden-Sonuç	Çok fazla	Takım çalışması	Çok fazla deneyim	Kalitatif / Kantitatif
Kontrol Listeleri	Orta	Takım çalışması	Orta düzey deneyim	Kalitatif
HTEA	Çok fazla	Takım çalışması	Çok fazla deneyim	Kantitatif
L Tipi Matris	Çok az	Bir analist ile yapılabilir	Orta düzey deneyim	Kantitatif
X Tipi Matris	Çok fazla	Takım çalışması	Çok fazla deneyim	Kantitatif
Fine-Kinney	Çok fazla	Takım çalışması	Çok fazla deneyim	Kantitatif

1.2. Sağlık Sektöründe Risk Analizinin Önemi

Hastaneler, hastalar için sağlık bakımının önemli hizmet endüstrilerinden biridir. Acil servis her hastanenin kalbidir çünkü içinde meydana gelen hatalar, arızalar veya yanlışlar hastaların sağlığını ve hastanenin prestijini önemli ölçüde etkileyecektir. Bu nedenle acil servisler dikkatli bir şekilde izlenmelidir (Chanamool ve Naenna, 2016).

Sağlık sektörü, sağlığa doğrudan ve dolaylı etkileri olan mal ve hizmeti sunmak üzere oluşturulmuş sistemlerdir (Akarsu, 2015). Sağlık hizmetleri, toplumla çok yakın iletişim gerektirmesinden dolayı çok özel bir çalışma alanıdır. Sağlık çalışanları, her yaş grubu ve cinsiyette tüm topluma hastalık, yaşlanma ya da farklı durumlar sebebiyle kendi kendine bakma gücünü yitiren, bakıma muhtaç kimselere hizmet vermekle sorumludurlar (Pınar ve Pınar, 2013). Sağlık hizmetleri kapsamında sağlıklı insanları, hastaları, sağlık personellerini ve hastane, sağlık ocağı, laboratuvar, eczane, muayenehane, üniversiteler, özel sektör ve benzeri kurumlarca verilen yataklı ve yataksız hizmetleri barındırmaktadır (Akarsu, 2015). Bu kurumlardan hastaneler, hastaların bakımının yerine getirilmesi sağlayan en önemli hizmet noktalarından birisini oluşturmaktadır (Chanamool ve Naenna, 2016).

Günümüzde hasta ve hastalık sayısının artması insan sağlığına verilen önemin daha da artmasını sağlamıştır. Buna karşın sağlık hizmetlerince sunulan her yeni madde, makine, sistem ve keşfedilen her yeni tedavi yöntemi aynı zamanda hasta güvenliği, çalışan sağlığı, çalışma ortamı güvenliği, çevre sağlığı ve güvenliği için tehditler oluşturabilmektedir. Bu durumda sağlık hizmetlerinin sunumunda en önemli konuyu güvenli sağlık hizmetleri oluşturmaktadır. Güvenli bir sağlık hizmeti alınacak olan önlemler ve uygulanan teknikler ile sağlanabilmektedir (Aksay ve ark., 2012).

Sağlık hizmetlerinde gerçekleştirilen her hizmet, müşteri konumundaki hastalar tarafından talep edilebileceği gibi, onlar adına örgütlü diğer işletmeler veya sosyal ve ulusal kurumlar tarafından da talep edilebilmektedir. Tüm bu

durumlarda müşteriye finanse eden örgüt açısından kalite uygunsuzlukları, bir sağlık işletmesi açısından oldukça sistematik bir risk yönetimini gerekli kılmaktadır. Belirtilen risk yönetiminin sağlık işletmeleri açısından tanımı “belirli bir sistem dahilinde maddi ve manevi kayıp ihtimalinin planlı olarak en aza indirilmesi veya yok edilmesi yönelik sistematik ve sürekli faaliyetleri içeren süreç” olarak ifade edilmektedir (Soykan ve ark., 2014).

Sağlık çalışanlarının zamana karşı yarışması ve daha kısa sürede daha çok kişiye teşhis, tedavi ve bakım hizmeti vermek zorunda kalmaları, kendilerini baskı altında hissetmelerine, bunun sonucu olarak da alınacak olan kararlarda ve uygulamalarda yanlış veya hataya düşmelerine neden olabilmektedir. Bir hata söz konusu olmasa bile sağlık hizmetleri, doğasından dolayı yüksek oranda risk barındırmaktadır (Gül ve ark., 2013).

Amerika Birleşik Devletleri’nde Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Kurumu (National Institute for Occupational Safety and Health-NIOSH), sağlıklı ve güvenli bir hastane ortamını “işin yürütülmesi ile ilgili olarak oluşan ve sağlığa zarar veren fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik, mekanik tehlikelerin, tehlike ve risklere bağlı meslek hastalıkları ve iş kazalarının olmaması durumu” olarak tanımlamaktadır. Bunun yanında sağlık çalışanları hastanelerde ilaçlar, enfeksiyonlar, malzemelerin yarattığı tehlikeler, atıklar, ergonomik tasarım eksikliği, çalışma koşulları ve malzeme yetersizliği, iş yükü fazlalığı, çalışanların dikkatsiz davranışları vb. nedenlerle birçok tehlike, kaza ve hastalık riskleri ile karşı karşıya kalmaktadır (Özkan Ö., 2001; Öztürk ve ark. 2012’den).

Ağır ve Tehlikeli İşler yönetmeliğine göre, radyoloji işleri ile radyum ve radyoaktif maddelerle ve radyasyon yayan her türlü cihazla (röntgen cihazı ve benzeri elektronik cihazlar) çalışılan işler, hastane, bakteriyoloji ve kimya laboratuvarları, eczacılık (ilaç üretimi, ilaç hammadde üretimi vb.) işleri ağır ve tehlikeli iş olarak kabul edilmektedir (Tüzüner ve Özaslan, 2011). Açıklamaya ek olarak İSG’ye ilişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği’ ne göre hastaneler “Çok tehlikeli işyeri” sınıfında değerlendirilmektedir. Sağlık sektörünün içinde pek çok

riski barındırması bu sınıfta olmasını gerektirmiştir. Bu risklere, iğne batmaları, kesici-delici alet yaralanmaları, kas-iskelet sistemi hastalıkları, ambulans kazaları, radyasyona maruz kalma örnek olarak verilebilir. Çalışanların karşı karşıya kaldığı bu risklerin en aza indirilmesi, ortadan kaldırılması ve iyi durumun sürekliliğinin sağlanması amacıyla İSG düzenlemelerinin etkili bir şekilde uygulanmasıyla sağlanmaktadır. Yapılacak düzenlemelerle sağlık hizmetlerinin kalitesi ve sürekliliğinin sağlanması, sağlık hizmetlerinde çalışanlara fayda sağlamanın yanında sağlık hizmetlerinden yararlananların da iyiliklerine hizmet etmesini sağlamaktadır (Solmaz ve Solmaz, 2017).

1.2.1. Sağlık Hizmetlerinde Çalışan Güvenliğini Tehdit Eden Riskler

Sağlık çalışanlarının sağlık hizmeti sunumu sırasında kaldığı önde gelen mesleki riskler; kimyasal riskler, biyolojik riskler, fiziksel, psiko-sosyal riskler ve güvenlik riskleri olarak tanımlanmaktadır. Sağlık kurumlarında bu risklerin tespit edilmesi ve yönetimi büyük önem taşımaktadır (Beşer, 2012). Çünkü hastanelerin potansiyel başarısızlıkları kabul etme düzeyi diğer sektörlerden daha düşüktür (Chanamool ve Naenna, 2016). Çalışan güvenliği tehdit eden risk grupları tehlikelerin belirlenmesine katkı sağlayarak risk alanlarını oluşturmaktadır.

1.2.1.1. Fiziksel Riskler

Sağlık çalışanlarının hastaların transferlerinde ve el ile yapılan diğer müdahalelerde sıklıkla yaşanan kaza ve yaralanma olaylardır. Kaza ve yaralanmalar hastanenin fiziksel yapısından da kaynaklanabilmektedir. Hastanelerde fiziksel tehlikeler aydınlatma, gürültü, havalandırma ve radyasyon başlığı altında toplanmaktadır (Hisar, 2013).

1.2.1.2. Biyolojik Riskler

Biyolojik etkenler; enfeksiyona, alerjiye veya zehirlenmeye yol açabilen, genetiği değiştirilmişlerde dahil mikroorganizmalar, hücre kültürleri ve insan

endoparazitleri olarak tanımlanmaktadır. Sağlık sektöründe çalışanlar, hastalardan kan ve kan ürünleri, vücut sıvıları veya vücut salgıları ile bulaşan bakteriler, virüsler, mantarlar ya da parazitler gibi biyolojik tehlike oluşturan durumlardan etkilenebilirler. Bu durumlar hastanenin her biriminde çalışan personel açısından tehlikelidir ve gerekli iyileştirmeler yapılmadığı veya önlemler alınmadığı takdirde deride iltihaba, solunum sistemi hastalıklarına, alerjik reaksiyonlara ve diğer bulaşıcı hastalıklara yol açma potansiyeli bulunmaktadır (Akarsu, 2015).

1.2.1.3. Kimyasal Riskler

Sağlık çalışanları çalışma ortamında çeşitli kimyasal risklere maruz kalabilmektedir. Sağlık çalışanlarının hizmet ve bakım uygulamaları esnasında karşılaştıkları kimyasal faktörlerin ilki dezenfektanlar ikincisi ise antiseptiklerdir. Bunların dışında; anestezi maddeleri, latex, civa, gluteraldehid vb. maddeler de bulunmaktadır. Kimyasal maddelerin etkisi; yoğunluğuna, temas süresine, temas yoluna, maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Kimyasal maddeler; cilt, solunum sistemi, ağız, göz ve iğne batması gibi çeşitli yollar ile vücuda alınmaktadır. Kimyasal maddelerden kaynaklanabilecek riskler önlenmediğinde akut, kronik etkiler, alerjik reaksiyonlar, deri ve solunum yolu rahatsızlıkları, karaciğer ve sinir sistemi rahatsızlıklarına vb. rahatsızlıklara sebebiyet verebilmektedir (Parlar, 2008).

1.2.1.4. Psiko-Sosyal Riskler

Psiko-sosyal riskler iş doyumu, çalışma ortamı, ücret, çalışma süresi, iş yükü gibi durumlardan kaynaklı meydana gelen psikolojik sıkıntılar olarak tanımlanmaktadır (Demirkan, 2015).

1.2.1.5. Güvenlik Riskleri

Çalışma ortamında potansiyel kazalara ve yaralanmalara veya sıkıntıya neden olabilecek faktörlerdir. Bu risk grubuna ergonomik risklerde girmektedir (Hisar, 2013).

1.3. Problemin Tanımı

Risk analizi için daha objektif ve daha hassas bir değerlendirme metodu ortaya koymak amaçlanmıştır.

Risk analizinde genellikle tehlikelerin, farklı parametreler ve parametrelere bağlı farklı skalalarla ölçümlenerek bir karar verici tarafından değerlendirilmesi sağlanır. Bu çalışmada da benzer bir şekilde parametre skalalarıyla kişilerin karar vermesi problemi incelenmiştir.

Yapılan çalışmalarda genellikle şiddet tek boyutlu olarak ele alınır. Ama birçok farklı risk için birden fazla şiddet boyutu mevcuttur. Örneğin bir hastaneyi düşünersek ele kan sıçramasına bağlı şiddet insan sağlığı için çok büyük önem teşkil ederken şiddetin ekipman ve iş süreci üzerinde pek etkisinden söz edilemeyeceğinden düşük etki gösterecektir. Yani bu tehlikenin ortaya çıkaracağı şiddetin insana etkisi daha büyük olacaktır. Başka bir örnekle elektrik arızasına bağlı bir tehlikenin ortaya çıkaracağı şiddet insan sağlığında ve ekipmanda yüksek öneme, şiddete sahipken iş süreçlerinde kabul edilebilir seviyede şiddete sahip olabilir. Bu gibi durumlar da karar verici tarafından benzer puanların farklı koşullara göre verilebilmesine yol açabilmektedir ve önlenmesi gereken bir sorun olarak düşünülmüştür. Bu çalışmada şiddet 3 boyuttaki parametrelerle, insana etki, ekipmana etki ve iş süreçlerine etki olarak tanımlanmıştır.

Risk analizinde birçok farklı metotta tehlikelere ait parametre puanlandırmaların karar vericiler tarafından elde edilmesine odaklanır. Burada da kişilerin kararsızlığı meydana gelebilir ve tehlikeler üzerinde net bir karar veremedikleri durum oluşabilir. Bu nedenle de bulanık skala parametreleri ile belirsizliği azaltmak amaçlanmıştır. Bulanık sayıların kullanımıyla birlikte daha objektif bir risk değerlendirmesi yapılabileceği düşünülmüştür ve bu çalışmada incelenen tüm parametreler bulanık olarak derecelendirilmiştir.

Risk analiz çalışmalarında yaşanabilecek bir diğer sorunda risk değerlerinin sınıflandırılmasıdır. Bu çalışmada sınıflandırma işlemleri için envanter

yönetimde yer alan ABC analiz yöntemiyle bir sınıflandırma yapılmış ve en önemli risklerin sınıflarının ortaya konulması sağlanmıştır.

1.4. Çalışmanın Amacı

Risk analizi için farklı parametreleri göz önüne alan ve buna göre risk analizi yapan yeni bir risk analizi yönteminin ortaya konulması amaçlanmıştır. Alt amaçlar şu şekilde özetlenebilmektedir:

- Risk analizinde bütüncül bir yaklaşımla farklı risk analizi metotlarının parametrelerini de kullanarak çok riskli sektörlerde kullanılabilecek bir risk analizi metodu geliştirmek
- Şiddetin farklı boyutlarının göz önüne alınarak önceliklendirilmesini sağlamak ve böylece RÖP'lerin daha hassas hesaplanmasını gerçekleştirmek
- Sağlık sektöründe kullanılabilecek ve sağlık sektörünün dinamiklerine uygun bir risk analizi yaklaşımı ortaya koymak
- Kişilerin yargılarından bağımsız ve objektif bir risk analizi çalışması ortaya koymak

1.5. Çalışmanın Katkısı

Bu çalışmanın temel amacı da sağlık sektöründe insan sağlığı için önemli yer tutan risk analizi çalışmalarına farklı bir yaklaşım kazandırmaktır. Bu çalışmanın ana katkıları şunlardır:

- Hastanelerin acil servisleri için literatürde yer alan çalışmalardan ve saha incelemelerinden farklı tehlike tanımlamaları elde edilmiş ve 47 tehlike için analiz yapılmıştır.

- Literatürde yer alan risk analiz yaklaşımlarında değerlendirilen bazı risk parametrelerinin (olasılık, şiddet, sıklık vb.) ve yeni tanımlanan parametrelerin (şiddetin insana etkisi, ekipmana etkisi ve süreçlere etkisi) kullanıldığı robust bir risk analiz metodu önerilmesi sağlanmıştır. Literatüre kazandırılan yeni parametrelerle risk analizinin daha bütüncül bir şekilde değerlendirilebilmesi sağlanmıştır. Sübjektif bir risk analizi değerlendirmesinin önüne geçilmeye çalışılmış ve 6 temel parametre risk parametresi ilk kez bir çalışmada birlikte kullanılmıştır: olasılık, sıklık, tespit edilebilirlik, şiddetin insana etkisi, şiddetin ekipmana etkisi, şiddetin sürece etkisi.
- Şiddet boyutlarından şiddetin insana etkisi sağlık sektörü özelinde bakıldığında hem sağlık personellerinin hem de hastaların üzerinde oluşabilecek etki olarak değerlendirilmiştir.
- Şiddetin üç aşamasının (insana etki, ekipmana etki, sürece etki) önem düzeyleri bulanık AHP ile ağırlıklandırılmıştır.
- Çalışmada, kullanılan parametreler bulanık mantık yöntemi ile bulanıklaştırarak tehlikelerin puanlandırılmasında mevcut olan belirsizliklerin en aza düşürülmesi sağlanmıştır.
- Tehlikelerin gruplandırılarak karşılaştırılabilmesi için çalışmada geliştirilen entegre risk analizi ile elde edilen RÖP değerlerine dayalı RÖP sınıfları ABC analizi ile sınıflandırılmıştır. Literatürde genellikle parametrelerin olası tüm aralıkları dikkate alınarak RÖP sınıfları belirlenmektedir. Bu durum sınıflandırmaya bağlı değerlendirmelerde bazı sınıflarda tehlikenin oluşmamasına, uygulayıcının risklere karşı farkındalığının düşük olmasına ve tehlikelerin genellikle aynı sınıfta birikmesine neden olmaktadır. RÖP değerlerinin büyüklükleri dikkate alınarak ABC analizine göre risk sınıfının belirlenmesi ile risk analizi doğru bir şekilde dinamik olarak ortaya konulmuştur.

- Ayrıca önerilen yaklaşımla yine çalışmada önerilen diğer kıyaslanabilir yaklaşımların sahip olduğu risk puanlarının birbirleriyle kıyaslanması zorluğunu ortadan kaldırmak için ABC analizi kullanılmıştır.

1.6. Çalışmanın Adımları ve Organizasyonu

1.6.1. Çalışmanın Adımları

- Uygulama Alanının Seçilmesi:*** Çalışmanın yapılacağı alanın belirlenme sürecidir. Böylelikle problemin tanımında uygulama alanına dönük fikirler göz önüne alınmıştır.
- Uygulama Metotlarının Belirlenmesi:*** Uygulanacak risk analizi çalışmasının hangi metotlar kullanılarak yapılacağını karar verme sürecindeki adımdır.
- Önceki Çalışmaların İncelenmesi:*** Risk analizi çalışmalarıyla ilgili olarak klasik, bulanık ve sağlık sektörüne ilişkin geçmiş çalışmaların incelendiği süreçtir. Literatürde yer alan, çeşitli sektörlerde yapılmış risk analizi metotlarının detaylı analiz edildiği adımdır.
- Uygulama Verilerinin Elde Edilmesi:*** Mevcut hastanenin risk analizi raporları, yapılan gözlemler ve geçmiş çalışmalar neticesinde tehlikelerin belirlenme sürecidir. Belirlenmiş risk analizi metotları parametrelerinin geçmiş veriler ve uzmanların görüşleri doğrultusunda değerlendirildiği adımdır.
- Önerilen Yaklaşımların Kıyaslanması:*** Bulanık değerlendirme ve ağırlıklandırma durumlarının dört farklı kombinasyonunun hesaplamalarıyla tehlikelerin kıyaslanması sürecidir. Önerilen entegre yaklaşım olan Ağırlıklandırılmış Bulanık Risk Yaklaşımı'nın da ilgili yaklaşımlarla ve hastanenin mevcut risk analiziyle karşılaştırıldığı adımdır.

- vi. ***Sonuçların Analiz Edilmesi:*** Önerilen entegre yaklaşım, Ağırlıklandırılmış Bulanık Risk Yaklaşımı'nın farklarının, avantajlarının ortaya konduğu ve gelecek çalışmalar için önerilerin verildiği adımdır.

1.6.2. Çalışmanın Organizasyonu

Çalışmanın ikinci bölümünde; klasik yöntemler, bulanık mantığın entegre edildiği yöntemler ve sağlık sektöründe yapılmış önceki çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, uygulamanın yapılacağı hastaneyle ilgili bilgiler verilmiş ve yapılacak analizin adımları açıklanmıştır. Analizde uygulanacak metotlar, formülasyonlar ve kullanılan veriler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, geliştirilen yaklaşım için elde edilen bulgular ve analizlere yer verilmiştir. Geliştirilen yaklaşımın farklı yaklaşımlarla ve mevcut uygulama sonuçlarıyla karşılaştırılması sunulmuştur. Son bölümde elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve gelecekteki çalışmalar için yapılan önerilere yer verilmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Her sektörde farklı risk analizi metotları uygulama alanı bulmaktadır. Erdem ve arkadaşlarının (2017) yaptığı çalışma Demiryolu Taşımacılığı sektöründe gerçekleştirilmiştir. Yüksek hızlı trenler insan beklentilerini karşılamış olsa da hala kaza olasılıklarını azaltacak tedbirlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple yapılan çalışmada makinistlere ilişkin insan hatası, iş yükü ve stresi ve yorgunluğa bağlı tehlikeler analiz edilip, 5x5'lik matris kullanılarak değerlendirme gerçekleştirilmiştir (Erdem ve ark., 2017).

Karadayı ve Kuvvetli (2015) yaptıkları çalışma risk analizi uygulamalarının yapıldığı bir diğer sektör olan tarımsal ürünler sektöründe, şeker üretimi alanında gerçekleştirilmiştir. Şeker üretimi içerisinde birçok risk faktörünü bulunmaktadır. Bu nedenle şeker üretiminde faaliyet gösteren firmalarda özellikle yangın, patlama ve yaralanma gibi belirgin riskler, sıklıkla iş kazalarına ve maddi kayıplara yol açmaktadır. Yapılan çalışma ile şeker üretimi yapan bir firmada, üretim ortamında karşılaşılan tehlikelerin ortaya konulması ve risklerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada risklerin değerlendirmesinde önceki çalışmalarda sıklıkla kullanılan Fine-Kinney ve HTEA yaklaşımları kullanılmıştır. Her iki yöntemle elde edilen bulgular kıyaslanarak firma için tehlikelerin tanımlanması ve risklerin analizi gerçekleştirilmiştir (Karadayı ve Kuvvetli, 2015).

Kokangül ve arkadaşlarının (2017) yaptığı bir çalışmada yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. AHP, risk değerlendirme çalışmalarında tehlikelerin önem düzeylerini belirlemede etkili bir yöntem olarak da kullanılabilmektedir ancak AHP yöntemi, tehlikelerin risk noktalarına göre kabul edilebilir bir seviyede olup olmadığını belirlenememektedir. Tehlikelerin deneyime dayalı olarak belirlendiği ve son 10 yıllık istatistiksel kayıtların kategorize edildiği ve her kategorinin AHP yöntemi kullanılarak önceliklendirildiği büyük bir üretim şirketine bir risk değerlendirme çalışması yapılmıştır. Alanda belirlenen tehlikeler de Fine-Kinney

yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Fine-Kinney risk analizi metodunda risk sınıfının değerlendirilmesi ile AHP noktaları arasındaki ilişki incelenmiş ve AHP için risk sınıfı aralıkları belirlenmiştir (Kokangül ve ark., 2017).

Gül ve arkadaşlarının (2018) yaptıkları çalışmada tehlikelerin kontrol edilmesine yardımcı olmak amacıyla niceliksel değerlendirmeler içeren Fine-Kinney yöntemi kullanılarak silah endüstrisindeki risklerin değerlendirilmesine ilişkin bir vaka incelemesini içermektedir. Bu sebeple ilgili çalışmada Bulanık VİKOR (FVİKOR) ile Bulanık AHP (FAHP)'ni içeren yeni bir risk değerlendirme yöntemi önerilmiştir. Bulanık AHP yöntemi Fine-Kinney yönteminin parametrelerini ağırlıklandırmak için kullanılmıştır. Bulanık VİKOR yöntemiyle de tespit edilen tehlikelerin öncelikleri belirlenmiştir. Önerilen yöntemle Klasik Fine-Kinney yöntemi karşılaştırılarak tehlikelerin değerlendirilmesinde etkili karar verildiği sonucuna varılmıştır (Gül ve ark., 2018).

Mutlu ve Altuntaş (2019) yaptıkları çalışma bir tekstil firmasının risk analiziyle ilgili incelemeleri içermektedir. Literatürde HTEA, farklı endüstrilerde en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Bununla birlikte HTEA yönteminin doğruluğu ve güvenilirliği, alandaki birçok araştırmacı tarafından oldukça eleştirilmiştir. Yapılan çalışmada HTEA tabanlı yaklaşıma FTA metodunun avantajları ve Zaman Algoritması'nın Bulanık Olasılık Tahminleri Yöntemi (BIFPET) entegre edilerek performans arttırılmak amaçlanmıştır. Önerilen HTEA-FTA-BIFPET yönteminin performansından elde edilen sonuçlar, HTEA-FTA ve HTEA-FTA-Program Değerlendirme ve İnceleme Tekniği (PERT) birleşimleri ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır (Mutlu ve Altuntaş, 2019).

Güncel araştırmalardan birinde Birgören ve Yalçınkaya (2019) HTEA yönteminin İSG risk değerlendirmesi uygulamalarında etkin bir şekilde nasıl kullanılabileceği ele almışlardır. Bu çerçevede hata türlerinin İSG uygulamalarında tehlikeli olay ve durumlara karşılık geldiği, RÖP bileşenlerinden olasılık değerinin tehlikelerin olasılığı olarak yorumlanması gerektiği, bu nedenle HTEA yönteminin iş güvenliği risklerinin değerlendirmesine ek olarak iş sağlığı risklerinin

değerlendirmesinde de başarılı bir şekilde kullanılabileceği ortaya konmuştur (Birgören ve Yalçınkaya, 2019).

2.1. Bulanık Mantık ile Risk Analizi

Kullanılacak parametrelere ilişkin risk analizi yöntemleri sektörden sektöre farklılık göstermektedir. Bu parametrelere dair puanlama seçilen firmaya ilişkin geçmiş iş kazaları ve meslek hastalıklarına bakılarak uzman görüşlerinin nihai kararıyla sağlanır. Fakat uzmanlar arasında farklı yorumlamalar neticesinde puanlamalar değişkenlik gösterebilmektedir. Risk analizini yapan ekipte bulunan uzman kişilerin deneyimine göre değişebilen bu puanlamalar, analiz sonucunda ortaya çıkan tehlikenin sınıflandırmasında farklılık ve tutarsızlık yaratabilmekte, hayati önem taşıyan bir tehlike göz ardı edilebilmektedir (Oturakçı ve Dağsuyu, 2017). Bu farklılıkları yani belirsizlikleri en az indirmek için Bulanık Mantık Yaklaşımı literatürde önemli bir yer almaktadır. Bulanık mantığın temelleri 1965 yılında Zadeh tarafından atılmıştır. Zadeh (1965) çalışmasında “Bulanık küme, üyelik sınıflarının sürekliliği olan bir nesne sınıfıdır. Üyelik fonksiyonları ile karakterize edilen bu küme her nesneye 0 ile 1 aralığında değişen bir üyelik notu atar.” tanımını yapmıştır.

Oturakçı ve Dağsuyu (2017) yaptıkları çalışmada Fine-Kinney yöntemi için Bulanık Mantık çerçevesinde yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Çalışma inşaat sektöründe hizmet veren orta ölçekli bir firmanın yapımını üstlendiği bir yapı merkezi inşaatında gerçekleştirilmiştir. Tehlikelere dair Klasik ve Bulanık Fine-Kinney metotları uygulanarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlarla belirlenen tehlikelerin yarısının risk skorlarına bakıldığında sınıflarının değiştiği, hassasiyetlerinin ve önem derecelerinin arttığı tespit edilmiştir. Böylelikle Bulanık Fine-Kinney yönteminin katkısı uzman görüşlerindeki farklılıkların azaltılarak, parametrelerdeki hassasiyetin artırılması ve belirsizlikleri ortadan kaldırılması olmuştur (Oturakçı ve Dağsuyu, 2017).

Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Fine-Kinney Yöntemi'nin kullanıldığı bir çalışma Gül ve Çelik (2017) tarafından Demiryolu Taşımacılığı sektöründe gerçekleştirilmiştir. Demiryolu taşımacılığı sistemlerinde paydaşlar, atölyeler, istasyonlar, hatlar, genel ofis binaları ve diğer ortamlar ciddi tehlikeler ile yüz yüze gelmektedir. Bu sebeple farkındalığı arttırmak ve daha iyi bir İSG yönetiminin gerçekleştirilmesi amacıyla çalışmada yeni bir risk değerlendirme yaklaşımı önerilmiştir. Bu yaklaşım Fine-Kinney Yöntemi'nin Bulanık Kural Tabanlı bir kombinasyonunu içerir. Önerilen yaklaşımın uygulanması, büyük ve kalabalık şehirler için risk kontrol politikalarının belirlenmesinde paydaşları yönlendirmektedir. Öte yandan, önerilen yaklaşım gelecekteki çalışmalara öncülük edecek nitelikte olup inşaat, taşıma ve diğer uygulama alanlarında risk değerlendirmesi için uygulanabilecektir (Gül ve Çelik, 2017).

Sang ve arkadaşlarının (2018) çalışmasında çiftçilere ve tarım görevlilerine daha iyi verim ve daha iyi ürün yönetimi sağlamak için en iyi uygulamaları sunmaya, çevresel ve iş sağlığı ve güvenliği risklerini azaltmak amaçlanmıştır. Çalışmada pirinç üretiminde kas ve iskelet sistemine bağlı bozukluklar üzerine iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları yapılarak kas ve iskelet sistemine bağlı tehlikeler belirlenmiştir. Tehlikelere ait risk puanları bulanık HTEA'ya göre hesaplanmıştır (Sang ve ark., 2018).

Bilim ve teknolojinin hızla gelişmesi sayesinde inşaat sektöründeki tekniklerde gelişmiştir. Ancak sektördeki yapısal tehlikeler beklenildiği gibi azalma göstermemiştir. İnşaat sektöründeki mesleki tehlikeleri azaltmak veya önlemek için Liu ve Tsai (2012) yaptıkları çalışmada bulanık bir risk değerlendirme yöntemi önerilmiştir. Tehlike türleri ve tehlike nedenleri arasındaki ilişkileri temsil etmek için iki aşamalı kalite işlevi dağıtımı (QFD) çizelgeleri kullanılmıştır. Önemli tehlike türleri ve tehlike nedenlerini belirlemek için Bulanık Analitik Ağ Süreci (AAS) yönteminden yararlanılmıştır. Bulanık Çıkarım Yaklaşımı'na dayalı tehlike nedenlerinin risk değerini değerlendirmek için HTEA uygulanmıştır (Liu ve Tsai, 2012).

HTEA' nin kullanım alanı bulunduğu bir sektörde gaz sektörüdür. Kumar ve arkadaşlarının (2018) yaptıkları çalışmada LPG istasyonuna ait riskler tanımlanarak, Bulanık HTEA ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemi (GRA) metotlarıyla değerlendirmeler yapılmış risklere ait önem dereceleri sıralanmıştır (Kumar ve ark., 2018).

Gallab ve arkadaşlarının (2019) yaptığı çalışmada ise LPG tedarik zincirindeki tehlikeler tanımlanmıştır. Bu tehlikelere ait RÖP'ün nicelleştirilmesi için şiddet, frekans ve tespit edilebilirlik parametreleri kullanılarak, Bulanık Yaklaşım yardımıyla tehlikeler önceliklendirilmiştir. Yapılan çalışma, risk analizi yöntemlerindeki frekans ve tespit edilebilirlik parametrelerini birleştirerek bakım faaliyetleriyle ilişkili riskleri bulanık mantık ile ölçmek için yeni bir model sunmaktadır. (Gallab ve ark., 2019).

İlbahar ve arkadaşlarının (2018) yaptığı çalışmada hem Fine-Kinney hem de HTEA metodundan yararlanılarak risk analizi gerçekleştirilmiştir. Risk büyüklüğü hesaplanırken Bulanık Mantık Yaklaşımı kullanılarak hem sözel hem sayısal değerlendirmeler yapılmıştır. Risk değerlendirme metodunun olasılık ve şiddet parametrelerinin değerleri her bir tehlike için hesaplanmıştır. Frekans parametresinin değeri uzman görüşleriyle belirlenmiştir. Bulanık Mantık Yaklaşımı'ndan elde edilen veriler Bulanık Çıkarım Sistemi'ne entegre edilmiştir ve her tehlikenin risk büyüklüğü değeri hesaplanarak sınıfları belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada aynı işlemler HTEA metodu içinde yapılmıştır. Tespit edilen tehlikelerin önem derecesi hem Fine-Kinney metodu hem de HTEA metodundan yararlanarak belirsizliği daha az yorumlarla ifade edilmiştir (İlbahar ve ark., 2018).

Literatürdeki çalışmaların çoğu risk büyüklüğünü olasılık ve şiddet parametrelerini temel alarak hesaplar. Karaşan ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan çalışmada HTEA ve Fine-Kinney metotlarının parametreleri bir araya getirilmiştir. Yani olasılık ve şiddet parametrelerinin yanında tespit edilebilirlik ve sıklık parametrelerinin de etkisi aynı analizde hesaplanmıştır. Bu 4 parametrenin her biri risk düzeyini belirlemede önemli rol üstlenir. Bu nedenle yapılan

çalışmada, daha kapsamlı ve doğru bir risk değerlendirmesi sağlamak için HTEA ve Fine-Kinney metotlarında kullanılan parametreler birleştirilerek yeni bir yaklaşım olan Güvenlik ve Kritik Etki Analizi (SCEA) geliştirilmiştir ve Pisagor Bulanık Kümeleri ile değerlendirme gerçekleştirilmiştir. SCEA metoduyla risk büyüklüğü hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar, Klasik HTEA ve Klasik Fine-Kinney Yöntemleri ile karşılaştırılarak önerilen yöntemin tüm temel parametrelere dayanarak daha güvenilir ve bilgilendirici çıktılar sağladığını ortaya konulmuştur (Karaşan ve ark., 2018).

Wang ve arkadaşlarının (2018) yaptıkları çalışmada HTEA yönteminde risk değerlendirme ve önceliklendirmeyi hesaplamak için karar vericinin risk faktörleri arasındaki psikolojik davranış ve etkileşim ilişkilerini aynı anda göz önünde bulundurarak yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Yeni bir HTEA çerçevesi, Prospect Teorisi ve Choquet İntegrali kullanılarak önerilmiştir. Uçak iniş sisteminin açıklayıcı bir örneğiyle önerilen Hibrit HTEA'nın uygulanması ve fizibilitesini gösterilmiştir. Yeni HTEA modelinin etkinliğini doğrulamak için bir karşılaştırma çalışması da yapılmıştır (Wang ve ark., 2018).

Fattahi ve Khalilzadeh (2018) yaptıkları çalışmada çeşitli hata türlerini daha hassas bir şekilde değerlendirecek HTEA için yeni bir bulanık hibrid model önermişlerdir. HTEA yönteminde ki olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik parametreleri ile risk önem puanları hesaplanmıştır. Ayrıca her bir tehlikenin ağırlık değerleri Genişletilmiş AHP ve Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden olan MULTİMOORA yöntemlerinin bulanıklaştırılması ile hesaplanmıştır. Bu önerilen Bulanık MULTİMOORA yöntemi zaman, maliyet ve kar kriterlerine göre her tehlikenin ağırlığı bulanık dilsel terimlerle hesaplanmıştır. Her tehlike için bulanık ağırlıklandırılmış risk puanları hesapladıktan sonra, düzeltici eylemler oluşturulmuştur (Fattahi ve Khalilzadeh, 2018).

Ardeshtir ve arkadaşları (2016) yaptıkları çalışma inşaat sektöründe iki çeşit inşaat projesinde uygulanmıştır. İnşaat endüstrisinin çalışmak için en tehlikeli ortamlardan birisi olduğunu ve bu nedenle risk analizinin, büyük inşaat projelerini

yönetirken yapılması gereken en önemli görevlerden birisi olduğunu savunmuşlardır. Riskleri yönetme sürecini iyileştirmek için Bulanık Mantık Yaklaşımı ile HTEA, FTA ve AHP-Veri Zarflama Analizi (VZA) birleştirilmiştir. Yükseklikten düşme riskinin her iki proje türünde de en önemli risk olduğu bulunmuştur. Ayrıca, düşen işçilerde yaralanma riskini yoğunlaştıran faktörlerin güvenlik ve kişisel koruyucu ekipman eksikliğinin yanı sıra inşaat işçilerine uygun eğitim eksikliğinin göz ardı edildiği bulunmuştur. Ek olarak yapılan analizin tüm şantiyeler için geçerli olduğu, tüm güvenlik yönlerini kapsadığı ve geçerli sonuçlara sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Ardeshir ve ark., 2016).

Risk analizinde sıkça kullanılan yöntemlerden biri de FTA yöntemidir. Kuzu ve arkadaşlarının (2019) yaptığı çalışma Deniz Taşımacılığı'nda FTA yönteminin uygulamasını içermektedir. Risk değerlendirmesi Deniz Taşımacılığı'nda ciddi bir endişe kaynağıdır çünkü nakliye faaliyetlerinin insan yaşamına, deniz ortamına ve satılacak mallara zarar verme potansiyeli bulunmaktadır. Gerçekleştirilen çalışma terminale yaklaşan bir geminin kaza geçirmesi ve mürettebatın ciddi şekilde yaralanması sonucunda uygulanmıştır. Tehlikelere ait belirsizliklerin ele alınması amacıyla, Bulanık Hata Ağacı Analizi yöntemi kullanılarak risk değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Ortaya çıkan kazanın oluşma nedenlerine dair değerlendirmeler, 6 uzmanın görüşleriyle yapılmıştır. Bu değerlendirmeler Bulanık Mantık Yaklaşımı ile sınıflandırılarak tehlikelere ait oluşma olasılıkları ve büyüklüklerine dair hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmayla gemi sahipleri ve tanker terminal yöneticileri için risk analizinin özellikle de kritik liman ve terminal operasyonlarında ciddi kazaların önlenmesine pratik katkılar sağladığı sonucuna varılmıştır (Kuzu ve ark., 2019).

Risk değerlendirmesi açısından endişe kaynağı olan bir olayda, maden mühendislerinin geçen on yıllardan bu yana mücadele ettiği tehlikeli olaylardan en önemlisi olan kömür patlamasıdır. Bu olay neredeyse hiç uyarı oluşmadan, ani ve şiddetli bir şekilde gerçekleşen yapıya sahiptir. Kömür patlaması farklı tetikleme

mekanizmalarıyla gerçekleşebilir (Mottahedi ve Ataei, 2019). Mottahedi ve Ataei (2019) tarafından yapılan çalışmada kömür patlaması kendiliğinden başlayan ve uzaktan tetiklenen olmak üzere ayrılmış ve kömür madeninde patlama oluşmasına dair faktörler FTA ile tanımlanmıştır. Bu faktörlere ilişkin 5 uzman görüşüyle sözel değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmeler Bulanık Mantık Yaklaşımı ile sınıflandırılarak tehlikelere ait oluşma olasılıkları ve büyüklüklerine dair hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kendiliğinden başlayan ve uzaktan tetiklenen mekanizmalarla kömürün patlama olasılığı değerleri bulunmuştur ve sonuçlar alınacak önlemler için maden mühendislerine ilham verici nitelikte olmuştur (Mottahedi ve Ataei, 2019).

Shi ve arkadaşları da (2018) yaptığı çalışmada Bulanık FTA yöntemini kömür tozu ve gaz patlama kazalarının analizinde uygulamıştır. Her bir tehlike için uzman görüşleri, bulanık sayılarla kesin olmayan olasılıklara dönüştürülmüştür. Trapezoidal Bulanık Sayılar Yöntemi ile her bir tehlikeli olayın olasılığı tahmin edilmiştir.

FTA'nın kullanıldığı bir başka çalışma Abad ve arkadaşları (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bir proje sırasında meydana gelen değişiklikler inşaat endüstrisinde yaygın ve kaçınılmaz bir sorundur. Değişim, proje performansını önemli ölçüde etkileyebilecek bir risk kaynağıdır. Bu nedenle değişim riskini tahmin etmek ve değerlendirmek için gerekli önlemleri göz önünde bulundurmak gerekir. Bu amaçla çalışmada Hata Ağacı'nın kantitatif analizini ve değişimin proje hedefleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için Bulanık Mantık yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmada Bulanık Mantık Tabanlı FTA kullanılmasıyla inşaat projelerinde proaktif değişim yönetimi için yeni bir çerçeve geliştirmek hedeflenmiştir. Değişimin olasılığını ve etkisini göz önüne alarak, değişim riskini değerlendirmek için bir risk endeksi geliştirilmiştir. Sonuç olarak Bulanık FTA ile bir inşaat projesindeki değişimin zaman, maliyet ve kalite üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir (Abad ve ark., 2019).

Badida ve arkadaşları (2019) tarafından uygulanan risk analizi çalışması petrol ve gaz sektöründe gerçekleştirilmiştir. Ülke ekonomisinde önemli bir rol oynayan kara ve deniz gaz taşımacılığı için büyük iletim boru hatlarının geliştirilmesi hızla yürütülmektedir. Ancak bu boru hatları doğal afetlere karşı savunmasız olması ve çevre üzerinde ciddi bir etkisi olmasından dolayı gerçekleştirilecek tehlikeleri göz önüne serebilmek amacıyla çalışmada FTA uygulanmıştır. Bu metotla, geçmiş verilerin bulunmamasına bağlı olarak doğal tehlikelerden dolayı boru hatlarının hata oranını analiz etmek amaçlanmaktadır. FTA'nın kullandığı geleneksel olasılık teorisi insan hatalarından kaynaklanan yanlışlıkları hesaba katmadığı için Bulanık FTA kullanılmıştır. Çalışmayla, petrol ve gaz boru hatları için risk yönetimi kararları alınırken risk analizi uzmanlarına yardımcı olacağı sonucuna varılmıştır (Badida ve ark., 2019).

Supciller ve Abali (2015) yaptığı çalışmada bir tekstil firmasında tehlikeler tanımlanmıştır. Tehlikelere dayalı Standart Bulanık Oransal Risk Değerlendirme Tekniği (PRAT) ve Bulanık PRAT teknikleri uygulanarak karşılaştırma yapılmıştır.

Yazdi (2018) yaptığı çalışmada risk faktörünü şiddet, olasılık parametreleri ve geleneksel bir matris yöntemi kullanarak değerlendirmiştir. Çalışmada, Sezgisel Bulanık Hibrit TOPSİS Yaklaşımı, bir risk matrisinin sınırlamalarını ve grup karar vericilerin, uzmanların görüşlerini dil açısından kullanarak belirsizliklerle başa çıkması amacıyla önerilmiştir. Buna ek olarak önerilen yaklaşımla risk yönetiminin etkinliğinin ve güvenilirliğinin artırılması, kapsamlı bir risk değerlendirme tekniği elde edilmesi hedeflenmiştir (Yazdi, 2018).

2.2. Sağlık Sektöründe Risk Analizi

Sağlıkta Kalite Standartları önemli bir kısmını, sağlık hizmetlerinde risk yönetimi ve hasta güvenliği kriterleri oluşturmaktadır. Gül ve arkadaşlarının (2013) yaptığı çalışmada, bir eğitim araştırma hastanesindeki risk analizini içermekle beraber analiz sonrasında gerçekleştirilmesi gereken iyileştirmelerin de ortaya

konulması amaçlanmıştır. Kalite sorumluları her birime özgü riskleri tanımlayarak, 5x5'lik matris çerçevesinde olasılık ve şiddet puanlamasını gerçekleştirmişlerdir. Neticesinde kırk altı farklı risk tespit edilerek hastanenin risk haritası çıkartılmış, yüksek ve orta düzeydeki risklerin kabul edilebilir seviyeye indirilmesi için yapılacak çalışmalar planlanmıştır. İyileştirme çalışmalarına öncelik yüksek riskli tehlikelere verilmiştir. Çalışmada hastanenin risk haritasının çıkartılıp, buna göre iyileştirme çalışmaların yapılması hem çalışan hem de hasta güvenliği için olumlu sonuçlar doğurduğu ispatlanmıştır (Gül ve ark., 2013).

Sağlık işletmelerinde kullanılan risk analizi metotlarından bir diğeri HTEA'dır. Soykan ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan çalışmada sağlık işletmelerinde bulaşıcı hastalık risklerinin derecelendirilmesinde HTEA metodundan yararlanılarak kullanılabilirliği açıklanmıştır. HTEA metodu içerisinde hastalığın olasılığı, hastalığın teşhis edilebilirliği ve hastalığın şiddeti dokuz bulaşıcı hastalık için ağırlıklandırılmıştır. Elde edilen risk önem değerleri ile bulaşıcı hastalıklar derecelendirilerek bir sıralama elde edilmiştir (Soykan ve ark., 2014).

Akarsu (2015) tarafından yapılan çalışma; sağlık çalışanlarının, hastalara uygun düzeyde ve nitelikte hizmet verebilmesi ve çalışanların tehlike ve risklerden korundukları, doyumlu çalışabilecekleri koşullar sağlanması amacına katkı sağlayabilmesi için bir hastanede gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda yapılan çalışmayla, sağlık çalışanlarının hastanede karşılaştıkları tehlikeli durumları tespit edip bu durumlardan korunmak için alınacak önlemlere karar verdikten sonra önlemlerin nasıl uygulanması gerektiğini belirlemek hedeflenmiştir. Risk değerlendirme ekibi oluşturularak saha gözlemi ile hastanede her birime özgü riskler tanımlanmıştır. Elde edilen riskler Altı Puanlı Sonuç, Beş Puanlı Olasılık Ölçekli Risk Matrisi Yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre risklere dair değerlendirmeler yapılarak, değerlendirme sonuçlarını ve çalışma koşullarını iyileştirmek için öneriler sunulmuştur (Akarsu, 2015).

80'li yılların sonlarında endüstri sektörüne benzer şekilde, günümüzde sağlık sektöründe lider kuruluşlar insan hatalarının ve sistem arızalarının hiçbir zaman tamamen ortadan kaldırılamayacağı gerçeğini kabul etmiştir. Buna bağlı olarak, hastaneler bakım yönetimi süreçlerinde “hataya dayanıklı” sistemler tasarlama zorluğuna girmiştir. Bu yeni bakış açısı yapılacak analizleri yeni bir tarafa yönlendirmiştir: Sadece geriye dönük bir yaklaşımdan, tam bir Klinik Risk Yönetimi (CRM) sürecine dayanan ortak bir ileri-geri yaklaşıma. Mevcut Klinik Risk Değerlendirme (CRA) yöntemleri, sağlık kuruluşlarının güvenlik hedeflerini belirlemede ve güvenlik-performans iyileştirmelerini niceliksel olarak değerlendirmede yetersiz kaldıkları görülmüştür (Trucco ve Cavallin, 2016). Bu sebeple Trucco ve Cavallin (2016) tarafından yapılan çalışmada Klinik Risk ve Hata Analizi (CREA) adı verilen ve teknolojinin son durumuna göre geliştirilmiş özellikler içeren yeni bir CRA yöntemi önerilmiştir. CREA yöntemi yalnızca hata türlerinin niceliksel bir risk analizini değil, aynı zamanda hasta güvenliğini etkileyen kritik örgütsel faktörlerin niceliksel bir değerlendirmesini de uygulamaktadır. Bu yöntem yılda 2.500'den fazla cerrahi operasyonun ve 15.000 ayakta tedavi hizmetinin yapıldığı bir vasküler cerrahi bölümünde test edilmiştir. Veri analizi ve uzman görüşleri entegrasyonu için tutarlı bir yöntem sunan CREA yöntemi, HTEA ile karşılaştırılarak yöntemin daha yüksek bir doğruluk ve güvenlik seviyesine sunduğu sonucuna varılmıştır (Trucco ve Cavallin, 2016).

HTEA, hatalar meydana geldikten sonra durumu düzeltmeye çalışmak yerine, onları önlemeyi amaçlayan yani proaktif nitelikli bir yöntem olduğundan Toplam Kalite Yönetimi anlayışında da yer bulmaktadır. HTEA uygulanması kolay ve düşük maliyetli olduğundan sıklıkla bu yöntem kullanılır ve literatürdeki yerini alır. Aydan ve Kaya (2017) yaptığı çalışmada HTEA'nın kullanımı sağlık sektöründe, Ankara'daki bir üniversite hastanesinde gerçekleştirilmiştir ve sağlık hizmet süreçlerini iyileştirmek amaçlanmıştır. Uygulama kapsamında hastanenin Patoloji Laboratuvarı Tetkik Süreci yeniden planlanarak, planlama sürecine ilişkin riskler HTEA yöntemi ile açığa çıkartılmaya çalışılmıştır. Bu yöntemle elde edilen

sonuçlar doğrultusunda yöntemin, sürece ilişkin olası hataları açığa çıkarmada ve bu hataları önleyerek hayati düzeydeki tehlikeleri azaltılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca HTEA yönteminin hizmet ve kalite iyileştirme maliyetlerindeki olası artışları önleyebilecek özellikte olması "verimlilik" açısından da faydalı olduğunun göstergesi olmuştur (Aydan ve Kaya, 2017).

Alarmy ve arkadaşlarının (2017) yaptığı çalışma Suudi Arabistan'da bir hastanede gerçekleştirilmiştir. Uygulama hastanenin acil servisine başvuran septik hastalar üzerine yapılan bir analizi içermektedir. Sepsis, kana bakteri ve toksin karışması yani enfeksiyon sonucu bağışıklık sisteminin çökmesiyle ortaya çıkan ölümcül bir hastalıktır. Acil servise başvuran septik hastaların tedavisinde başarısızlık olasılığını incelemek için HTEA'nın herhangi bir çalışmada kullanılmaması ve daha iyi sonuçların elde edilebileceği düşüncesiyle çalışmada bu yöntemin kullanılmasına karar verilmiştir. Çalışmanın amacı septik hastaların bakım sürecine ilişkin risklerin HTEA yöntemi ile önceliklendirilmesidir. Sonuç olarak çalışma, septik hastalarının bakım sürecine dair riskleri azaltarak daha iyi ve güvenli hizmet sağlamada yardımcı olmuştur (Alarmy ve ark., 2017).

Chanamool ve Naenna (2016) tarafından yapılan çalışmada bir acil servisin çalışma sürecinde ortaya çıkabilecek hatalı durumların önceliklendirilmesi ve değerlendirilmesi için Bulanık HTEA uygulaması önerilmiştir. Bu çalışmada Bulanık Mantık Yaklaşımı'nın uygulanması risklerin önceliklendirilmesi ve acil serviste düzeltici eylemlerin akıllıca seçilmesine yardımcı olmuştur. Sonuç olarak Bulanık HTEA'nın acil servise adapte edilmesinin uygun olacağı ve bu yöntem ile hastanelere olan güven düzeyinin arttırılabileceği sonucuna varılmıştır (Chanamool ve Naenna, 2016).

2.3. Önceki çalışmaların değerlendirilmesi

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde klasik yöntemlerin uygulandığı çalışmalarla sıkça karşılaşılmaktadır. Birçok yöntem birçok sektörde kullanılmakla beraber olasılık ve şiddet parametrelerini temel alarak hesaplayan çalışmalar

mevcuttur. Fakat iki parametrenin kullanılarak yapıldığı analizler parametre sayısının azlığından ve tehlikenin boyutunun tam olarak tanımlanamaması açısından tercih edilmesi doğru bir seçim olmayabilir. Literatürde sıkça kullanılan yöntemlerden olan Fine-Kinney yöntemi olasılık ve şiddet parametrelerinin yanında sıklık parametresini içerdiğinden dolayı geçmişe dair verilerin, istatistiklerin yer aldığı sektörlerde kullanım alanı bulmaktadır. Bir başka sıkça kullanılan yöntem olan HTEA yöntemi de diğerlerinden farklı olarak olasılık ve şiddet parametresinin yanında tespit edilebilirlik parametresini barındırmaktadır. Çalışmalar değerlendirildiğinde gaz, inşaat, çelik, tarım, tekstil, enerji ve birçok sektörde bu yöntemlerden yararlanılmaktadır. Çalışmalara göre en çok bakılan parametreler olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik olmuştur. Genelde HTEA kullanılmakla beraber Fine-Kinney ve FTA'ya da sıkça yer verilmiştir. Bazı çalışmalarda iki farklı yöntemle risk analizi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılarak önemli tehlikelerin ortaya çıkması sağlanmıştır. Ayrıca standart metotların dışında zaman, maliyet ve kalite parametrelerinin de literatürde yer aldığı söylenebilmektedir. Çalışmalarda risklerin ağırlıklandırılması için çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı da görülmüştür. Bu sayede risklerin ağırlık değerleri hesaplanmış ve risk önem düzeyi değerleri ağırlıklandırılmıştır. Çalışmalardan bazıları HTEA ve Fine-Kinney yöntemlerinin parametrelerini bir araya getirerek analiz gerçekleştirmiş ve yeni yöntemi klasik yöntemlerle karşılaştırarak yöntemin üstünlüklerini ortaya çıkarmıştır.

Bulanık Mantık Yaklaşımı'nın risk analizi çalışmalarında sıkça kullanıldığı görülmektedir. Bulanık yaklaşımın uzman görüşlerindeki farklılıkları azaltarak risk sonuçları üzerindeki belirsizliğin giderilmesine yardımcı olduğu gözlenmiştir. Sağlık sektöründeki çalışmalara bakıldığında klasik yöntemler sıkça kullanılmaktadır. 5x5'lik Matris, HTEA, Fine-Kinney sıkça kullanılan yöntemlerdir. Son yıllardaki çalışmalara bakıldığında, HTEA yönteminin daha sık tercih edildiği görülmektedir. Yapılan bir sağlık sektörü çalışmasında HTEA metoduyla bulanık yaklaşımın bir kombinasyonu görülmektedir ve olumlu sonuçlar

doğurduğu ortaya çıkarılmıştır. İncelenen çalışmalarda kullanılan metotlar ve kullanılan parametrelere ilişkin bilgiler Ek-A'da sunulmuştur.

Literatür çalışmaları incelendiğinde şiddetin tek parametre olarak kabul edildiği görülmüştür. Şiddetin boyutlandırılmaması karar vericilerin yargılarına bağımlı olarak ilerlemesine, tehlikelerin puanlandırılmasında hassas davranılamamasına ve objektif bir değerlendirme gerçekleştirilememesine yol açabilmektedir.



3. MATERYAL VE METOT

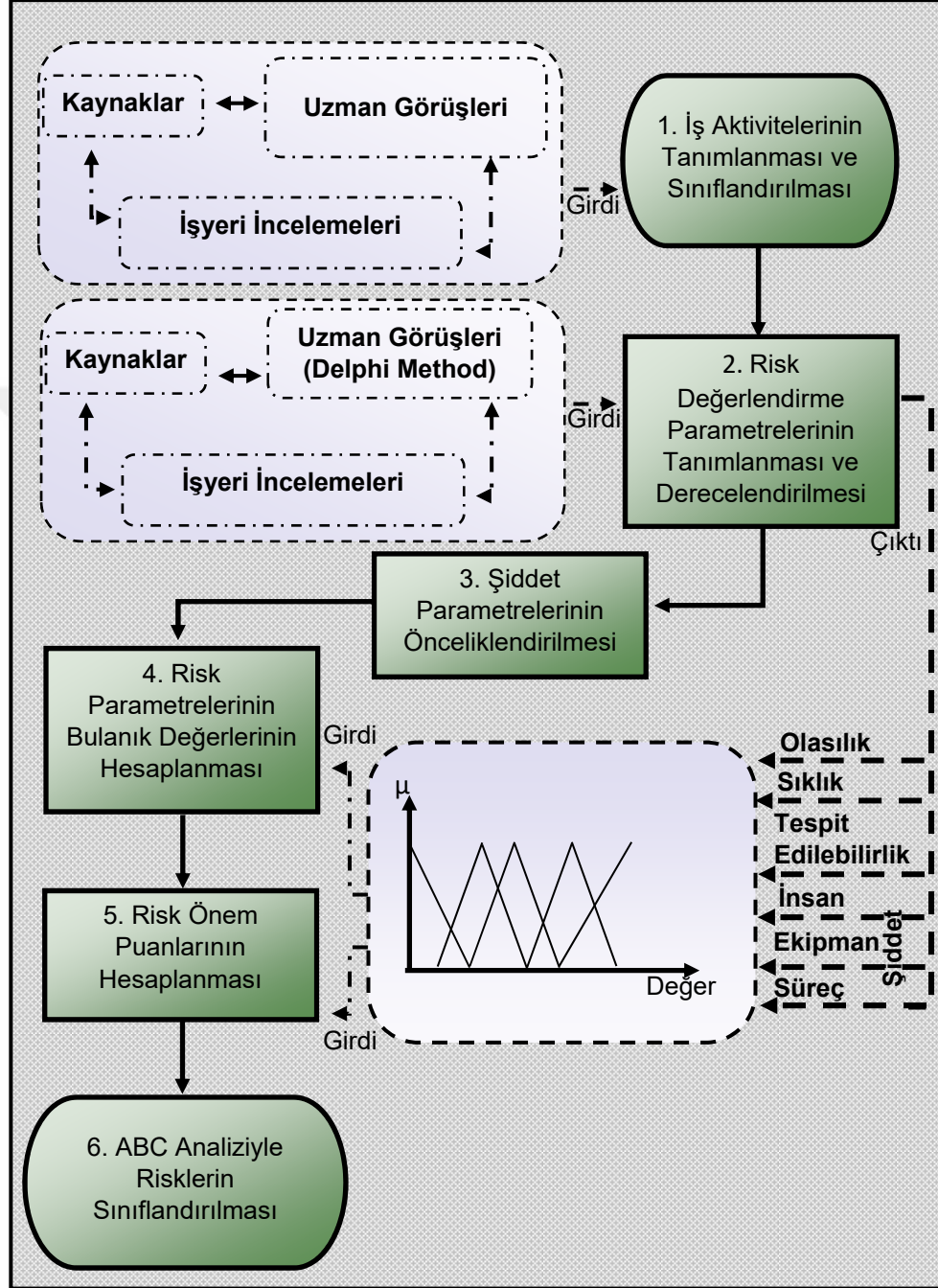
3.1. Materyal

Risk analizi başka sektörlerde olduğu gibi sağlık sektöründe de hem sağlık biriminde çalışanlar hem de hastalar açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilecek risk analizi için bir özel hastane seçilmiştir. Hastane 11.000 m² kapalı alana sahip olmasıyla birlikte bünyesinde 30 adet poliklinik bulundurmakta ve 49 adet doktorla hizmet sunmaktadır. 143 adet yatak kapasitesine sahip olan hastane 66 adet tek kişilik hasta odası, 66 adet çift kişilik hasta odası, 5 adet yetişkin yoğun bakım yatağı ve 6 adet pediatri yoğun bakım yatağı ile hizmet vermektedir. Hastanelerin acil servis bölümünde çeşitli hastalıklarla karşılaşılması, çeşitli tedavi yöntemlerinin bir arada bulunmasından kaynaklı yaşanabilecek tehlike durumların fazlalığı ve çeşitliliği risk analizinin hastanenin acil servis bölümünde yapılmasına karar verilmiştir. Ek olarak hastanelerin acil servis birimi her zaman hizmet sunmayı amaçlayarak hastanenin kalbi niteliğini taşımaktadır (Chanamool ve Naenna, 2016).

Hastane çalışanların ve hastaların karşılaşabileceği tehlikeli durumlardan kaynaklı riskleri tespit etmek ve değerlendirmek için hastanenin acil servis bölümünde incelemeler gerçekleştirilmiştir. Hastanenin İSG uzmanı, doktorları, hemşireleriyle görüşmeler yapılmıştır. Son 2 yıllık risk bilgileri alınarak her bir riskin puanının hesaplanabilmesi için gereken parametrelere verilen değerler incelemeye alınmıştır. Bu değerler uygulamada kullanılacak parametre skalalarına uyarlanmıştır. Her bir riskin parametrelere göre sayısal büyüklükleri; hastanenin mevcut risk analiz sonuçları ve İSG uzmanı, doktorlar ve hemşirelerin değerlendirmeleri göz önüne alınarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir

3.2. Metot

Çalışmada birden fazla sayıda risk analizi metodundan faydalanılarak, bu metotlarda kullanılan risk parametrelerinin yeni bir metotta birleştirilmesi sağlanmıştır. Literatürde kullanılan risk parametreleri yanında risk analizinde değer görebilecek, farkındalık yaratabilecek parametreler de metodolojiye eklenmiştir. Bu kapsamda, literatürde yer alan farklı risk analiz tekniklerindeki olasılık, sıklık, tespit edilebilirlik parametreleri ve bu çalışmada tanımlanan 3 aşamalı şiddet parametresine dayalı entegre bir risk analiz yöntemi önerilmiştir. Şiddet parametresi etkinin insan, ekipman ve iş süreçleri aşamaları üzerindeki büyüklüğüne göre 3 kategoride incelenmiştir. Böylelikle risk analizinin daha bütüncül bir şekilde değerlendirilebilmesi sağlanmıştır. Çalışmada kullanılacak parametreler bulanık mantık yöntemi ile bulanıklaştırarak risklerin puanlandırılmasında mevcut olan belirsizliklerin en aza düşürülmesi hedeflenmiştir. Ayrıca 3 kategoriye ayrılan şiddet parametresi için bulanık AHP tekniğiyle her birinin önem düzeylerinin (ağırlıklarının) belirlenmesi sağlanarak yöntemine dahil edilmiştir. Hastaneden elde edilen riskler bulanık değerlendirme ve ağırlıklandırma durumlarının dört farklı kombinasyonu ile RÖP hesaplamaları gerçekleştirilmiştir ve kıyaslanmıştır. Kıyaslama yapılırken farklı RÖP hesaplamalarının, uygulamadan uygulamaya değişen farklı RÖP düzeyleri olacağından uygulanan tüm hesaplama çeşitlerinin tek bir metotta kıyaslanmasının sağlanması, ABC analizinden faydalanarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda çalışmada önerilen risk değerlendirme yaklaşımı 6 temel adımdan oluşmakta olup Şekil 3.1’de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Önerilen Risk Değerlendirme Sürecinin Akış Şeması

Adım 1. Sistemin ve İş Aktivitelerinin Tanımlanması ve Sınıflandırılması (Tehlikelerin Tanımlanması)

Risk analizi çalışmasının ilk adımı sistemin tanımlanması ve bu sistemde oluşabilecek tehlikelerin neler olduğunun belirlenmesidir. Bu aşamada, tüm sistemi içeren tehlikelerin belirlenmesi sağlanır ve böylelikle bütüncül bir sistem yaklaşımı ile analizlerin yapılması sağlanır.

Adım 2. Risk Değerlendirme Parametrelerinin Tanımlanması ve Derecelendirilmesi

Bu çalışmada önerilen, risk analizi metodu bütüncül bir metottur. Bu metotta; ilk olarak Fine-Kinney ve HTEA metotlarından olasılık, sıklık ve tespit edilebilirlik parametreleri alınmıştır. Olasılık parametresi, tehlikeli durumun hangi olasılıkla ortaya çıkabileceğini ifade eder ve HTEA skalasından faydalanılmıştır (Çizelge 3.1). HTEA yönteminde yer alan ve skalası bu yöntemden alınan tespit edilebilirlik parametresi, gerçekleşmemiş veya gerçekleşmiş bir tehlikenin ortaya çıkma durumunun ne kadar saptanabileceğinin ölçüsünü ifade etmek için kullanılmıştır (Çizelge 3.2). Sıklık parametresi, tehlikenin ne sıklıkla ortaya çıktığını saatlik tekrar ve yıllık tekrar arasında derecelendirir ve Fine-Kinney skalası dikkate alınmıştır (Çizelge 3.3). Şiddet incelendiğinde, şiddetin üç boyutu mümkün bunlar; insanların göreceği zararlar, makine ve ekipmanın zarar görmesi sonucu oluşacak maliyetler ve son olarak proseslerin durması sonucu işlerde oluşabilecek aksamalardır. Şiddet parametresini tek bir parametre olarak değerlendirmek, yapılacak analizde şiddetin insana etkisini, ekipmana etkisini ve sürece etkisini değerlendirmede subjektif kalabilir. Bu çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak şiddet parametresi üç farklı parametre ile tanımlanmıştır. Bu kapsamda insana etki skalası, ortaya çıkan tehlikeli durumun insana vereceği bedensel açıdan zararı ifade etmektedir (Çizelge 3.4). Ekipmana etki parametre skalası ise tehlikeli durumun gerçekleşmesinin ekipmana vereceği şiddeti maddi açıdan inceler (Çizelge 3.5). Son olarak iş süreçlerine etki

parametresi skalası, tehlikenin sebep olacağı şiddetin iş süreçleri üzerindeki olumsuz, hizmetin zamana bağlı oluşacak aksaklıklarını ifade etmek için yaklaşıma dahil edilmiştir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.1. Olasılık Skalası (Şimşir ve ark., 2018)

OLASILIK		
Değer	Tanım	Açıklama
1	Neredeyse imkansız	Potansiyel hata 1/1500000'den düşük olasılıkla meydana gelir.
2	Düşük olasılık	Potansiyel hata 1/150000 olasılıkla meydana gelir.
3	Orta derece olasılık	Potansiyel hata 1/15000-1/2000 olasılıkla meydana gelir.
4		
5	Yüksek olasılık	Potansiyel hata 1/400-1/80 olasılıkla meydana gelir.
6		
7	Çok yüksek olasılık	Potansiyel hata 1/20-1/8 olasılıkla meydana gelir.
8		
9	Neredeyse kaçınılmaz	Potansiyel hata 1/3 olasılıkla meydana gelir.
10	Kesin	Potansiyel hata 1/2'den büyük olasılıkla meydana gelir.

Çizelge 3.2. Tespit Edilebilirlik Skalası (Silva ve ark., 2014)

TESPİT EDİLEBİLİRLİK		
Değer	Tanım	Açıklama
1	Neredeyse kesin	Sistem potansiyel hatayı otomatik olarak tespit eder.
2	Çok yüksek	Hata kontrol ve muayene ile %100 oranında otomatik olarak tespit edilebilir.
3	Yüksek	Hata kontrol ve muayene ile %100 oranında tespit edilebilir
4		
5	Orta	Hata tespiti için manuel bir kontrol sistemi ya da çift taraflı kontrol vardır.
6	Düşük	Hata tespiti için manuel bir kontrol sistemi istenirse uygulanabilir.
7		
8	Çok düşük	Güvenli bir kontrol sistemi bulunmamaktadır.
9		
10	İmkansız	Herhangi bir kontrol sistemi bulunmamaktadır.

Çizelge 3.2. Sıklık Skalası (Kinney and Wiruth, 1976)

SIKLIK (FREKANS)		
Değer	Tanım	Açıklama
0,5	Oldukça seyrek	Potansiyel hata yılda belki bir kez meydana gelir.
1	Seyrek	Potansiyel hata yıllık meydana gelir.
2	Nadir	Potansiyel hata aylık meydana gelir.
3	Ara sıra	Potansiyel hata haftalık meydana gelir.
6	Sıklıkla	Potansiyel hata günlük meydana gelir.
10	Sürekli	Potansiyel hata saatlik meydana gelir.

Çizelge 3.3. İnsana Etki Skalası

ŞİDDET		
Değer	Tanım	Açıklama
1	İhmal edilebilir	Küçük kesikler, yaralanmalar, ucuz atlatma
2	Önemli	İlk yardım gerektiren durum
3	Ciddi	Sağlık birimleri tarafından müdahale, ilk yardım, 3 günden az iş gücü kaybı
4	Çok ciddi	Yaralanmaya bağlı olarak iş gücü kaybı 3 gün ve fazlası
5	Felaket	Öldürücü kaza
6	Facia	Sel, yangın, deprem vb. olaylar ve öldürücü kazalar sebebiyle birden fazla ölümlü kaza

Çizelge 3.4. Ekipmana Etki Skalası

EKİPMAN (MALİYET)		
Değer	Tanım	Açıklama
1	İhmal edilebilir	Kısmi arıza %1'den düşük maliyet artışı
2	Çok düşük	%1 ile %5 arasında maliyet artışı
3	Düşük	%5 ile %10 arasında maliyet artışı
4	Orta	%10 ile %20 arasında maliyet artışı
5	Yüksek	%20 ile %40 arasında maliyet artışı
6	Çok Yüksek	%40'dan yüksek maliyet artışı

Çizelge 3.5. İş Süreçlerine Etki Skalası

Değer	İŞ SÜREÇLERİ	
	Tanım	Açıklama
1	İhmal edilebilir	İş süreçlerindeki aksaklık 1 saatten daha az duruş meydana getirir.
2	Çok Düşük	İş süreçlerindeki aksaklık 1 ile 3 saat arasında duruş meydana gelir.
3	Düşük	İş süreçlerindeki aksaklık yaklaşık yarım çalışma günü duruş meydana getirir.
4	Orta	İş süreçlerindeki aksaklık 1 ile 3 gün arasında duruş meydana getirir.
5	Yüksek	İş süreçlerindeki aksaklık 3 gün ile 1 hafta arası duruş meydana getirir.
6	Çok Yüksek	İş süreçlerinin bozulması, en az 1 hafta duruş meydana getirir.

Adım 3. Şiddet Parametrelerinin Önceliklendirilmesi

Bu çalışmada, bir önceki adımda anlatıldığı gibi şiddet değeri insanlara olan etki, ekipmanlara olan etki ve iş süreçlerine olan etki olarak üç parametre halinde elde edilmiştir. Risk hesabında bu parametreler arasında hangisinin önemli olacağının belirlenmesi için Bulanık AHP, Chang (1996) yöntemi ile kullanılmıştır. Saaty (2008) tarafından önerilen AHP, belirlenmiş kriterlerin uzmanların yargılarıyla çift yönlü karşılaştırılmalarına dayanan bir ölçüm yaklaşımı teorisi. AHP, karmaşık ve çoklu özellikli kararlar için yapılandırılmamış bir karar destek prosedürüdür. AHP ilk gelişmesinden bu yana ekonomi, planlama enerji politikaları, sağlık, proje seçimi, bütçe tahsis ve birçok karar alanlarında uygulama alanı bulmuştur (Partovi ve Burton, 1993).

Buna göre, Chang (1996) tarafından önerilen yaklaşıma göre kriterlerin önceliklerinin belirlenmesinde uygulanacak adımlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

1. Problem tanımlanır ve problemde ele alınacak bilgi türleri yani kriterler belirlenir.
2. Belirlenen kriterler doğrultusunda kriterlere ait potansiyel alternatifler tespit edilerek bir hiyerarşik yapı oluşturulmuş olur.
3. Karşılaştırmaya dayanan AHP metodu için her bir kriterin ve bunlara bağlı alternatiflerin ikili karşılaştırmalarını sağlayacak matrisler oluşturulur.
4. Bir kriterin karşılaştırıldığı kriterden ne kadar baskın olduğu derecelendirmek için Çizelge 3.7’de yer alan bulanık önem skalası kullanılır.
5. Önem düzeylerine göre her bir kritere ait sentetik değer (S_i) Eşitlik 3.1’deki gibi hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m \widetilde{a}_{ij} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \widetilde{a}_{ij} \right]^{-1} \quad (3.1)$$

Burada, i kriterleri ifade eden indisi, j üçgensel bulanık sayıdaki indisleri (1 en küçük, 2 orta değer ve 3 en yüksek değer olmak üzere) ve $\widetilde{a}_{ij}$ i. kriterin j. bulanık üçgensel sayıdaki karşılığını ifade etmektedir.

İki üçgensel bulanık sayı $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ ’nin toplam işlemi Eşitlik 3.2’ deki gibi yapılabilir (Bede, 2013). Benzer şekilde, iki üçgensel bulanık sayının çarpım işlemi Eşitlik 3.3’teki gibi yapılabilir (Chen, 1996).

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (3.2)$$

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3) \quad (3.3)$$

6. Sentetik değerler normalize edilerek üçgensel bulanık sayılara bağlı ağırlık değerleri elde edilir.
7. Durulaştırma yapılarak nihai ağırlık değerlerine ulaşılır.

Kwong ve Bai (2003)'e göre bulanık üçgensel bir sayı olan $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ Eşitlik 3.4'te görüldüğü gibi durulaştırılabilir.

$$A = \frac{a_1 + 4 * a_2 + a_3}{6} \quad (3.4)$$

Çizelge 3.6. Önem Skalası (Şengül ve ark., 2012)

Kriter Önemi	Değeri	Üçgensel Bulanık Sayı $(\tilde{a}_{ij})$	Ters Üçgensel Bulanık Sayı $[\tilde{a}_{ij}]^{-1}$
İki kriter eşit öneme sahiptir.	1	(1,1,1)	(1,1,1)
Ara değer	2	(1,2,4)	(1/4,1/2,1)
Birinci kriter ikinci kritere göre az düzeyde önemlidir	3	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)
Ara değer	4	(2,4,6)	(1/6,1/4,1/2)
Birinci kriter ikinci kritere göre orta düzeyde önemlidir	5	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)
Ara değer	6	(4,6,8)	(1/8,1/6,1/4)
Birinci kriter ikinci kritere göre yüksek düzeyde önemlidir	7	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)
Ara değer	8	(6,8,9)	(1/9,1/8,1/6)
Birinci kriter ikinci kritere göre kesin düzeyde önemlidir	9	(7,9,9)	(1/9,1/9,1/7)
* 2,4,6,8 ara değerler olarak kullanılabilir.			

Adım 4. Risk Parametrelerinin Bulanık Değerlerinin Hesaplanması

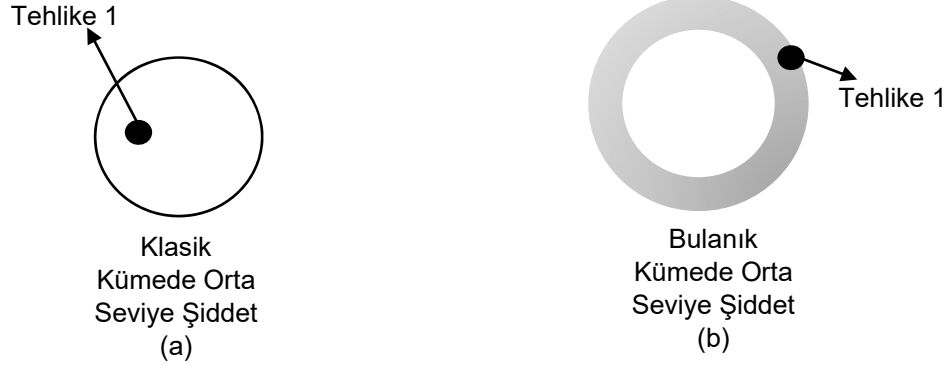
Adım 1'de verilen her bir tehlikenin Adım 2'de verilen her bir değerlendirme parametresi için hesaplanması gereklidir. Buna ek olarak parametrelere verilen puan değerlerinin bulanıklaştırılması gereklidir.

Birçok karar verilirken kullanılan parametre bilgileri uzman görüşüyle elde edilen evet/hayır gibi kesin bilgilerden oluşmaktadır ve bu durum klasik küme

teorisinde her elemanın yalnızca bir kümeye üye olabileceğini ve ara değerleri alamayacağını göstermektedir (Zimmermann, 2011). Kesinlik varsayımıyla birlikte uzman görüşlerinin tek ve kesin ifadeler olarak ele alınması mümkün olmaktadır. Ancak uzmanın görüşü sırasında iki değer arasında kalması durumunda klasik küme teorisi yetersiz kalmakta ve bulanık kümeler göz önüne alınmak zorundadır.

Bulanık mantığın temelleri 1965 yılında Zadeh tarafından atılmıştır. Zadeh (1965) çalışmasında bulanık kümeyi şöyle tanımlamıştır: “*Bulanık küme, üyelik sınıflarının sürekliliği olan bir nesne sınıfıdır. Üyelik fonksiyonları ile karakterize edilen bu küme her nesneye 0 ile 1 aralığında değişen bir üyelik notu atar*”. Bulanık mantık, “bulanık küme analizi” ve “olasılık teorisi” nin genel adıdır; belirsizlik ve belirsizlikle başa çıkabilir. Keskin sınırların veya problem tanımlarının mümkün olmadığı durumlarda çalışmak için etkili bir araçtır. Bulanık mantık, geleneksel(klasik) olasılık teorisi ile karıştırılabilir. Ancak bulanık mantık bir küme üyeliğinin derecesini ölçebilirken, geleneksel olasılık teorisi ise o kümedeki olayın olma olasılığını ölçmektedir (Gentile ve ark., 2003).

Şekil 3.2’de klasik ve bulanık kümelerin risk analizindeki farklılıkları değerlendirilmektedir. Şekil 3.2(a)’da kesin kümede bir tehlikeye verilen şiddet düzeyinin mutlaka kesin bir kümeye üye olması gerekliliği, Şekil 3.2(b)’de ise bir tehlikenin bir şiddet düzeyine parçalı bir üyeliği olabileceğini göstermektedir. Bu durum, uzman görüşlerindeki olası farklılığın ve hataların elimine edilmesine olanak tanıyacağından, bu çalışmada bulanık yaklaşımla değerlendirme yapılmasının kullanımı tercih edilmiştir.



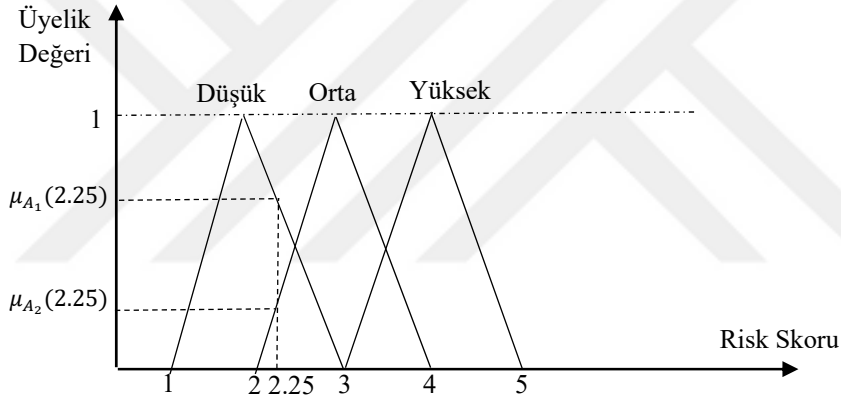
Şekil 3.2. Klasik Küme ve Bulanık Küme Farkı

Başka bir tanımla klasik kümede bir elemanın ifade eden değer aralığı $\{0,1\}$ iken bulanık kümede sistemin elemanın değeri $[0,1]$ aralığındaki mevcut bütün reel sayıları alabileceği anlamına gelir (Zadeh,1965). Bulanık küme teorisi, küçük, orta, büyük, az, çok vb. sözel ifadelerle verileri dereceli olarak modellemeye olanak sağladığı için olaylardaki belirsizliklerin modellenmesinde doğru ve gerçeğe daha yakın sonuçlara ulaşılmasını sağlar (Aytaç, 2011). μ üyelik değerinin $[0,1]$ aralığındaki tüm reel sayıları alabiliyor olması durumu bulanık kümedeki yatay eksen (x eksen) var olan gerçek sayıların, dikey eksen (y eksen) 0 ile 1 arasındaki herhangi bir sayıya karşılık geldiğini ifade etmektedir. Bu aralık arasındaki herhangi bir değer o değişkenin kümeye ne kadar ait olduğu yani üyelik derecesini gösterir. Bu açıklamayla anlaşılan şudur ki bulanık kümeler, kümenin elemanı olmayan değişkenden ($\mu=0$) kümenin tamamen elemanı olan değişkene ($\mu=1$) geçişin esnek ve dereceli olmasına izin verir (Aslan, 2009).

Bulanık kümeler üyelik fonksiyonlarıyla ifade edilir ve her bir üyelik fonksiyona olan üyeliklerin ölçümüyle değerlendirmeler yapılabilir. Bir X sayısının A bulanık kümesine ait üyelik fonksiyonu Eşitlik 3.5'teki gibi tanımlanabilir (Klir ve Yuan, 1996). Buna göre bir X kesin sayısının A bulanık kümesi üzerinde alabileceği üyelik değeri 0 ile 1 arasındadır.

$$\mu_A: X \rightarrow [0,1] \quad (3.5)$$

Bulanık üyelik fonksiyonlarının oluşturulmasında farklı gösterim şekilleri bulunmakla birlikte benzer özelliklere sahip oldukları söylenebilir. Bir bulanık üçgensel sayı $\tilde{A}$, üçgensel üyelik fonksiyonu $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ ile gösterilir. Örneğin bir risk değerlendirmesinde üç üçgensel üyelik fonksiyonu ($N=\{Düşük, Orta, Yüksek\}$) Şekil 3.3'teki gibi verilmiş olsun. Bir crisp x değerinin i . fonksiyondaki üyelik değeri $i \in N$ olmak üzere; $\mu_{A_i}(x)$ ile gösterilir. Eşitlik 3.6'da üyelik değerinin hangi aralıkları içereceği *düşük* örneği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Üçgensel Bulanık Üyelik Fonksiyonlarının Örnek bir Gösterimi

$$\mu_{A_1}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 1 \\ \frac{x-1}{2-1} & 1 \leq x \leq 2 \\ \frac{x-2}{3-2} & 2 \leq x \leq 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases} \quad (3.6)$$

Bulanık mantık teorisi belirlenen kurallar neticesinde aynı puanlamaya sahip risklerin sahip oldukları üyelik dereceleriyle farklı risk sınıflarına girebileceğini göstermektedir. Böylece risk puanlarında klasik risk hesaplama yöntemlerinde olduğu gibi aynı puana sahip riskler aynı sınıfta olmayacağı, risk puanının hesaplanmasında kullanılan parametrelerin aynı etki göstermeyeceği sonucuna varılır. Örneğin aynı risk puanına sahip iki riskten belirlenen kurallar doğrultusunda şiddeti daha büyük olan riskin önem derecesinin yüksek olabilmesi gibidir.

Bulanık mantığın temel özellikleri şu şekilde özetlenebilir (Kaman, 2018):

- Kesin düşünme yerine yaklaşık düşünme kullanılır.
- Klasik mantıkta olduğu gibi elemanlar 0 veya 1 olarak ifade edilmez. Bulanık mantıkta tüm elemanlar $[0,1]$ aralığında belirli bir derece ile ifade edilir.
- Bilgi büyük, geniş, dar gibi sözel ifadelerle belirtilir.
- Derecelendirmeler sözel ifadelerle tanımlanan kurallar neticesinde elde edilir.
- Mantıksal olarak ifade edilen her sistem bulanık olarak da ifade edilebilir.
- Matematiksel modeli kolay oluşturulmayan sistemler için uygunluğu yüksek bir yaklaşımdır.
- Tam olarak elde edilmeyen veya belirsiz bilgiler için işlem yapma yeteneğine sahiptir.

Çalışmada tehlikelere ait parametrelerin derecelendirilmesi yapılırken uzman görüşlerindeki farklılık ve belirsizlikleri en az indirmek amacıyla Bulanık Mantık Yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşımda sık kullanılan üyelik fonksiyonlarından üçgensel üyelik fonksiyonlarının çalışmada kullanılması tercih edilmiştir. Önerilen risk analizi yaklaşımında kullanılan parametrelere (olasılık,

sıklık, tespit edilebilirlik, şiddet (insan, ekipman, iş süreçleri) ilişkin Adım 2’ de yapılan derecelendirmelere karşılık gelen skalalara uygun olarak, Çizelge 3.8, 3.9 ve 3.10’a göre bulanık dönüşümlerin elde edilmesi sağlanmıştır.

Çizelge 3.7. Olasılık ve Tespit Edilebilirlik için Eşdeğer Bulanık Sayılar (Wang ve ark., 2009)

Klasik Skala	Üçgensel Üyelik Değerleri		
	a_1	a_2	a_3
1	1	1	2
2	1	2	3
3	2	3	4
4	3	4	5
5	4	5	6
6	5	6	7
7	6	7	8
8	7	8	9
9	8	9	10
10	9	10	10

Çizelge 3.8. Sıklık için Eşdeğer Bulanık Sayılar (Oturakçı ve Dağsuyu, 2017)

Klasik Skala	Üçgensel Üyelik Değerleri		
	a_1	a_2	a_3
0,5	0	0,5	1
1	0,5	1	2
2	1	2	3
3	2	3	6
6	3	6	10
10	6	10	10

Çizelge 3.9. İnsan, Ekipman ve İş Süreçleri Üzerindeki Etki için Eşdeğer Bulanık Sayılar (Chen, 2000)

Klasik Skala	Üçgensel Üyelik Değerleri		
	a_1	a_2	a_3
1	0	0,1	0,2
2	0,1	0,3	0,5
3	0,3	0,5	0,7
4	0,5	0,7	0,9
5	0,7	0,9	1
6	0,9	1	1

Adım 5. Risk Önem Puanlarının Hesaplanması

Çalışmada olasılık, tespit edilebilirlik, sıklık ve üç aşamalı şiddet olmak üzere 4 parametre 6 bileşen dikkate alınmıştır. Risk analizlerinde şiddet genellikle tek değişkene bağlı olmamaktadır. Bir tehlike oluşması durumunda bu tehlikenin insana, prosese ve ekipmana etkisi farklı seviyelerde olabilmektedir. Bazı tehlikelerde 3 boyutun hepsi etki görmemektedir. Örneğin, bir hastane ortamında karşılaşılan ele kan bulaşması tehlikesi dikkate alınırsa, böyle bir tehlikenin şiddetini değerlendirirken tek bir değer verilmesi hassas ölçümden uzaklaştırır. Ele kan bulaşması insan sağlığı üzerinde çok büyük öneme sahip iken ekipman ve iş süreci üzerinde düşük etki gösterecektir. Bununla beraber elektrik arızasına bağlı bir tehlike ise insan sağlığında ve ekipmanda yüksek şiddete sahip iken, iş süreçlerinde kabul edilebilir seviyede şiddete sahip olabilir. Değerlendiricinin tehlikenin şiddetini hassas ve çok yönlü yapabilmesi için boyut bazında elde edilen puanların ağırlıklı toplamı dikkate alınmıştır. Bu nedenle, risklere ait risk puanı oluşturulurken Eşitlik 3.7’de gösterildiği gibi olasılık, tespit edilebilirlik ve sıklık parametrelerinin toplam etkisine şiddetin içerdiği 3 aşamanın ağırlıklı etkileri ile elde edilen şiddet parametresi hesaplanıp toplanmıştır. Bulanık değerlere Eşitlik 3.8 yardımıyla durulaştırma yapılarak nihai RÖP değerleri elde edilmiştir.

$$\widetilde{RÖP}_i = \widetilde{p}_i \otimes \widetilde{d}_i \otimes \widetilde{f}_i \otimes \sum_{j=1}^3 \widetilde{a}_j \otimes \widetilde{S}_{ji} \quad (3.7)$$

$\widetilde{RÖP}_i$: i. tehlikenin risk önem puanını gösteren üçgensel bulanık sayı,

$\widetilde{p}_i$: i. tehlikenin olasılık değerinin üçgensel bulanık karşılığı

$\widetilde{d}_i$: i. tehlikenin tespit edilebilirlik değerinin üçgensel bulanık karşılığı

$\widetilde{f}_i$: i. tehlikenin sıklık değerinin üçgensel bulanık karşılığı

$\widetilde{a}_j$: j. şiddet boyutunun (1 ise insana etki, 2 ise ekipmana etki ve 3 sürece olan etki) ağırlığını gösteren üçgensel bulanık sayı

$\widetilde{S}_{ji}$: i. tehlikenin j. şiddet boyutuna karşılık gelen üçgensel bulanık sayı

Burada bir konu skalaların eş değer olmaması durumudur. Çarpım tabanlı bir yaklaşım önerildiği için skalaların eşdeğer olmaması risk önem düzeylerinin belirlenmesinde önem taşımamaktadır. Örneğin Fine-Kinney metodunda da kullanılan parametreler farklı değerlendirme skalasında ölçülmektedir.

Son olarak, risk önem puanının ($\widetilde{RÖP}_i = (r_{i1}, r_{i2}, r_{i3})$) nihai kesin (crisp) değerinin belirlenmesi için Kwong ve Bai (2003) yaklaşımına göre durulaştırma işlemi Eşitlik 3.8'deki gibi yapılır.

$$RÖP_i = \frac{r_{i1} + 4 * r_{i2} + r_{i3}}{6} \quad (3.8)$$

Adım 6. ABC Analiziyle Risklerin Sınıflandırılması

Adım 5'te tüm tehlikeler için hesaplanan RÖP değerleri baz alınarak bir risk analiz sınıflandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Risk düzeyi uygulamadan uygulamaya geçebileceğinden mevcut tehlike puanlarının göz önüne alındığı bir sınıflandırma yaklaşımına ihtiyaç duyulmuştur. Sınıflandırma için kullanılabilecek bir yaklaşım olarak ABC analizi tercih edilmiştir. ABC analizi envanter

yönetiminde kullanılan, kuruluşların envanter öğelerini 3 sınıfa ayırmasına izin veren bir yaklaşımdır. Bu sınıflar “A” çok önemli, “B” orta derecede önemli ve “C” en az önemli olarak sınıflandırılmaktadır (Partovi ve Burton, 1993). Bu mantıkla sınıflandırılma yapılan envanterin etkin yönetilebilmesi için “A” öğeleri üzerinde yoğunlaşıp daha yakından takip edilmesi gerekirken “C” öğeleri için durum tam tersi olmakla beraber daha az zaman harcanması anlamına gelmektedir (Flores ve Whybark, 1987). Bu sınıflandırma yapılırken malzemelerin kullanım oranı dikkate alınır. Buna göre kullanım hacmi (maliyeti) büyükten küçüğe sıralandığında tüm parçaların yaklaşık ilk yüzde 10’u toplam maliyetin yüzde 50’sini oluştururken, sonraki %40’ı toplam maliyetin %40’ını oluştur ve kalan parçalar ise maliyetin yaklaşık %10’unu oluşturur (Fuerst, 1981). Bu çalışmada benzer bir yaklaşımla, tüm tehlikeler RÖP değerlerine göre büyükten küçüğe sıralanmış ve sayıca ilk %20’sinin A grubu riskleri, sonraki %40’ının B grubu riskleri ve kalan tehlikelerin de C grubu riskleri oluşturduğu düşünülerek uygulamaya özgü risk sınıfları belirlenmiştir.

Sınıflarına göre riskler şöyle ifade edilebilir: A sınıfı tehlikeler-kabul edilemez, acil aksiyon alınmalı, B sınıfı tehlikeler-orta önem seviyesinde, önemli risk, dikkatle izlenmeli ve C sınıfı riskler ise kabul edilebilir, acil eylem gerekmebilir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Önerilen yaklaşım sağlık, inşaat, otomotiv ve farklı birçok uygulamada incelenebilir. Bu çalışmada, sağlık sektöründeki bir uygulamanın nasıl olacağı gösterilmiştir. Bu amaçla önerilen metodolojinin adımlarına göre elde edilen bulgular bu bölümde sunulmuştur.

4.1. Bulgular

Adım 1. Sistemin ve İş Aktivitelerinin Tanımlanması ve Sınıflandırılması (Tehlikelerin Tanımlanması)

Çalışma kapsamında gerçekleştirilecek risk analizinin uygulaması için büyük ölçekli bir özel hastane seçilmiştir. Adana ilinde faaliyet gösteren bir özel hastanenin acil servisinde yapılan çalışma farklı uzmanlardan alınan görüşler doğrultusunda oluşturulmuştur. Hastane acil servisi 4 adet doktor, 9 adet hemşire, 3 adet personel ve 1. Düzey 8 adet gözlem odasıyla hizmet vermektedir. Hastane çalışanlarının ve hastaların karşılaşabileceği tehlikeli durumlardan kaynaklı riskleri tespit etmek ve değerlendirmek için hastanenin acil servis bölümünde incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Risk analizi başka sektörlerde olduğu gibi sağlık sektöründe de hem sağlık biriminde çalışanlar hem de hastalar ve hasta yakınları açısından büyük önem taşımaktadır. Benzer çalışmalarda yer alan, bir hastane gözlemi sonucunda elde edilen tehlikeler Ek-B’de özetlenmiştir. Gözlem yapılan hastanenin İSG uzmanı, doktorları ve hemşireleriyle görüşmelere ek olarak gerçekleşen kaza raporlarının ve benzer çalışmalarda ele alınan tehlikeler incelemelere dahil edilmiştir. Bu sayede mevcut olan tehlikelerin yanında göz ardı edilebilecek tehlikeler de ortaya konmuştur. Yapılan bu analizlerle birlikte hastanelerin acil servislerindeki tehlikelere geniş bir açıdan bakılarak birçok tehlike için tanımlamalar yapılmıştır.

Adım 2. Risk Değerlendirme Parametrelerinin Tanımlanması ve Derecelendirilmesi

Risk puanlarını belirlemek için 2'si doktor olmak üzere 3 farklı uzmandan görüş alınmıştır. Uzmanların geçmiş deneyimleri incelendiğinde, doktorların en az 5 yıl acil departman tecrübesine sahip ve aynı zamanda iş yeri hekimi unvanına sahip oldukları ve üçüncü uzmanın ise İSG alanında 5 yıllık tecrübeye sahip bir mühendis olduğu görülmektedir. Puanlamalar uzmanların görüşleri yapılmıştır. Delphi uygulamasında moderatör olarak doktora düzeyi bir uzman yer almış ve tüm bilgiler yapılan toplantılar sonucunda oluşturulmuştur.

Adım 3. Şiddet Parametrelerinin Önceliklendirilmesi

Risk puanının hesaplanabilmesi için öncelikle şiddet parametresinin boyutlarının ağırlıklandırılması gereklidir. Adım 2'de belirtilen 3 uzmanın tecrübelerine göre şiddet parametrelerine ilişkin önceliklendirmeler Çizelge 3.7'deki önem skalasındaki değerler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Şiddet parametresine ilişkin önceliklendirilmeler Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Şiddet Parametrelerinin Önceliklendirilmesi (Uzman 1)

Uzman 1 / Kriterler	İnsana Etki	Ekipmana Etki	Proses Etki
İnsana Etki	1	6	7
Ekipmana Etki	0,166667	1	0,2
Proses Etki	0,142857	5	1

Çizelge 4.2. Şiddet Parametrelerinin Önceliklendirilmesi (Uzman 2)

Uzman 2 / Kriterler	İnsana Etki	Ekipmana Etki	Proses Etki
İnsana Etki	1	7	9
Ekipmana Etki	0,142857	1	5
Proses Etki	0,111111	0,2	1

Çizelge 4.3. Şiddet Parametrelerinin Önceliklendirilmesi (Uzman 3)

Uzman 3 / Kriterler	İnsana Etki	Ekipmana Etki	Proses Etki
İnsana Etki	1	7	8
Ekipmana Etki	0,142857	1	0,2
Proses Etki	0,125	5	1

Kriterlerde belirsizlikleri ortadan kaldırmak üzere gerçekleştirilerek bir sonraki aşama ise uzmanların verdiği değerlerin bulanıklaştırılması işlemidir. Bulanık AHP ile Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.3'te verilen değerler yine Çizelge 3.7'den faydalanılarak bu değerlere karşılık gelen bulanık değerlere dönüştürülmesi gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.4, 4.5, 4.6'da bulanık AHP değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4. Şiddet Parametrelerinin Bulanık Öncelik Değerleri (Uzman 1)

Uzman 1 / Kriterler	İnsana Etki	Ekipmana Etki	Proses Etki
İnsana Etki	(1,1,1)	(4,6,8)	(5,7,9)
Ekipmana Etki	(0.12,0.16,0.25)	(1,1,1)	(0.14,0.2,0.33)
Proses Etki	(0.11,0.14,0.2)	(3,5,7)	(1,1,1)

Çizelge 4.5. Şiddet Parametrelerinin Bulanık Öncelik Değerleri (Uzman 2)

Uzman 2 / Kriterler	İnsana Etki	Ekipmana Etki	Proses Etki
İnsana Etki	(1,1,1)	(5,7,9)	(7,9,9)
Ekipmana Etki	(0.11,0.14,0.2)	(1,1,1)	(3,5,7)
Proses Etki	(0.11,0.11,0.14)	(0.14,0.2,0.33)	(1,1,1)

Çizelge 4.6. Şiddet Parametlerinin Bulanık Öncelik Değerleri (Uzman 3)

Uzman 3 / Kriterler	İnsana Etki	Ekipmana Etki	Proses Etki
İnsana Etki	(1,1,1)	(5,7,9)	(6,8,9)
Ekipmana Etki	(0.11,0.14,0.2)	(1,1,1)	(0.14,0.2,0.33)
Proses Etki	(0.11,0.12,0.16)	(3,5,7)	(1,1,1)

Oluşturulan çizelgelerin (4.4, 4.5, 4.6) her bir kriter için aritmetik ortalama alınarak bulanık önceliklendirilme işlemi tamamlanmıştır. Aşağıdaki Çizelge 4.7’de elde edilen ortalama bulanık öncelik değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.7. Şiddet Parametlerinin Ortalama Bulanık Öncelik Değerleri

Kriter	İnsana Etki	Ekipmana Etki	Proses Etki
İnsana Etki	(1,1,1)	(4.66,6.66,8.66)	(6,8,9)
Ekipmana Etki	(0.11,0.15,0.21)	(1,1,1)	(1.09,1.8,2.55)
Proses Etki	(0.11,0.12,0.16)	(2.04,3.40,4.77)	(1,1,1)

Çizelge 4.7’de hesaplanan değerler neticesinde Eşitlik 3.1’e göre şiddet parametrelerini sentetik mertbe değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

Çizelge 4.8. Şiddet Parametrelerinin Sentetik Mertbe Değerleri

Kriterler	Sentetik Değer
İnsana Etki	(0.411,0.677,1.096)
Ekipmana Etki	(0.078,0.128,0.211)
Proses Etki	(0.111,0.196,0.349)

Çizelge 4.8’ de elde edilen sentetik değerler normalize edilerek üçgensel bulanık sayılara bağlı ağırlık değerleri elde edilir. Eşitlik 3.4’e göre sentetik mertebe değerlerine durulaştırma işlemi yapılarak nihai ağırlık değerlerine (Çizelge 4.9) ulaşılır. Şiddetin insana etkisi kriteri ağırlığı en yüksek kriter olarak hesaplanmıştır. Acil servis biriminde kritik yapı doktorlar, hemşireler ve hastalar olduğu için şiddetin insana etkisi daha önemlidir. Zaten hizmet sektörü doğası gereği bu kabul edilebilir bir sonuçtur. Ağırlığı en düşük kriter ekipmana etki olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın yapıldığı acil servis biriminde büyük ekipmanlar yoktur. Eğer risk analizinin gerçekleştirildiği alan bir üretim işletmesi olsaydı ekipmanın etkisi farklı olabilirdi. Üretim işletmesinde otomatize edilmiş bir sistem olduğu düşünülürse oluşabilecek kaza durumunda tüm sistemin durması söz konusu olabilirdi.

Çizelge 4.9. Bulanık AHP Bulgularına Dair Kriter Ağırlıkları

Kriterler	Ağırlıklar
İnsana Etki	0.6725
Ekipmana Etki	0.1292
Proses Etki	0.1983

Adım 4. Risk Parametrelerinin Bulanık Değerlerinin Hesaplanması

Adım 2’de belirlenen 47 tehlike için değerlendirmeler yapılmıştır. Çizelge 3.8, 3.9 ve 3.10 arasında yer alan klasik değerlere karşı gelen üçgensel bulanık üyelik değerleri göz önüne alınarak her bir parametre değerinin bulanık hale dönüştürülmesi gereklidir. Bu adımın sonucunda, 47 tehlikenin her bir parametresi için (a_1, a_2, a_3) değerleri tespit edilir ve böylelikle bir sonraki adım için RÖP değerlerinin belirlenmesini sağlayacak veriler tamamlanmış olur.

Adım 5. Risk Önem Puanlarının Hesaplanması

Ağırlıkların göz önüne alınmasıyla birlikte Eşitlik 3.7’de tüm parametreler yerine konularak her bir tehlikenin risk önem puanları bulanık olarak hesaplanmıştır. Eşitlik 3.8 ile verilerin durulaştırılması sağlanarak nihai RÖP skorları elde edilmiştir. Önerilen yaklaşım olan bulanık ağırlıklı risk analizi (BARA) yaklaşımının kıyaslanabilmesi amacıyla klasik risk analizi (RA) yaklaşımı, ağırlıklı risk analizi (ARA) yaklaşımı ve bulanık risk analizi (BRA) yaklaşımına dair risk değerleri de hesaplanmıştır. Elde edilen tüm risk analiz değerleri Çizelge 4.10’ da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Risk Analiz Sonuçları

Tehlike	RA	ARA	BRA	BARA	Tehlike	RA	ARA	BRA	BARA	Tehlike	RA	ARA	BRA	BARA
H1	210	110,7	51,4	28,5	H17	630	295,5	123,4	63	H33	320	150,1	55,7	28,5
H2	126	66,4	32,6	18	H18	504	187,4	94,5	35,9	H34	630	191,6	140,7	42,5
H3	24	11,7	7,3	3,6	H19	1080	360	122	40,7	H35	8	3,3	2	0,9
H4	10,5	5,5	3	1,6	H20	162	54	30,8	10,3	H36	144	59,4	31,7	13,5
H5	30	15,1	8,4	4,5	H21	420	178	77,2	34,3	H37	576	192	106,6	35,5
H6	84	44,3	19,2	10,7	H22	168	56	37,3	12,4	H38	576	185,4	104	33,6
H7	60	25,3	14,1	5,9	H23	90	42,2	18,9	9,6	H39	576	280	108,1	54,4
H8	30	12,6	7,8	3,2	H24	180	84,4	32,7	16,7	H40	384	160,6	60,9	28,1
H9	15	6,3	4,6	1,9	H25	180	84,4	32,7	16,7	H41	162	54	28,8	9,6
H10	160	67,5	35,2	14,8	H26	504	168	73,6	24,5	H42	288	103,4	60,6	21,9
H11	80	33,7	20,3	8,5	H27	525	246,2	104,2	53,2	H43	320	115,3	57,6	21,3
H12	30	12,6	7,8	3,2	H28	189	59,4	43,1	13,5	H44	162	54	33	11
H13	144	70	29,7	14,8	H29	810	276,2	157,8	53,9	H45	153	52,2	32,4	10,9
H14	780	284,5	154,4	56,3	H30	450	211,1	90,2	46	H46	32	9,6	6,7	1,9
H15	1728	605,2	353,9	124,4	H31	567	189	85,8	28,6	H47	24	12,1	6,4	3,4
H16	350	164,2	60,3	30,9	H32	256	107	41,9	19,3					

Adım 6. ABC Analiziyle Risklerin Sınıflandırılması

Buna göre hesaplanan RÖP değerleri göz önüne alınarak ABC analizine göre risk sınıfları oluşturulmuştur. Buna göre geliştirilen yöntemle göre en önemli risk sınıfını oluşturan A sınıfı tehlikeler Çizelge 4.11’de özetlenmiştir. Bu grup değerlendirildiğinde, H14, H15, H17 ve H18 numaralı tehlikelerde doktorların sürekli hastalarla temas halinde olmaları ve sağlık hizmeti esnasında sıklıkla hastanın kan ve vücut sıvılarının cilde, göze teması sonucu veya bu sıvıların bulaştığı aletlerle etkileşimden, yaralanmalardan dolayı hastalıklarla sıklıkla karşı karşıya kalınması bu tehlikeleri önemli kılmıştır.

Sağlık çalışanları patojene bağlı olarak cilde temas gerçekleşmeden vücut sıvılarının, damlacıklarının sıçraması, iğne yaralanmaları, göz, ağız veya burundaki mukoza zarlarına bu sıvıların bulaşması gibi çeşitli iletim yollarıyla enfekte olabilirler (Verbeek ve ark., 2019). Verbeek ve arkadaşları hastalık yapıcı etkilerin elimine edilmesi üzerine kişisel koruyucu donanımların önemi üzerinde durmuştur.

Thomas ve ark. (2001) yaptıkları çalışma da ise bu risklerin en aza indirilebilmesi üzerine 66 cerrahi operasyon üzerinde inceleme yapılarak iyileştirme önerisi sunulmuştur. Cilt kontaminasyonu sebepleri doğrultusunda eldiven üzerindeki delikler incelenmiştir ve çift eldiven uygulama önerisi sunulmuştur. Tek eldivenin kullanıldığı uygulamada doktorların %57,9’unun kan ve vücut sıvılarından korunabileceği tespit edilirken çift eldiven uygulamasında %82,3’ünün korunabileceği tespit edilmiştir.

Teknolojinin gelişmesiyle X ışınlarının tanı koymada etkisi büyük önem taşır olmuştur. Şener ve Göksan yaptığı çalışmada (1995) ortopedi doktorlarının, ortopedi hastalarının ve sağlık personellerinin görüntüleme uygulamalarıyla önemli ölçüde radyasyona maruz kaldığı ve bu sebebiyetle çeşitli kanserlere (lösemi, kemik, tiroid, cilt) yol açtığı, katarak oluşumunu hızlandırdığı bulguları ifade edilmiştir. Çalışmada çeşitli uygulamalarla (kurşun gömlek, tiroid yakalığı, radyasyon kaynağının doğru kullanımı vs.) düzenleyici ve önleyici faaliyetler önerilmiştir. Bu çalışma bir örnek olarak, önerilen yaklaşımda H19’un yüksek

sınıfta değerlendirilmesine sebep olmuştur. H27 riskiyle ilgili olarak yapılan Polovich yaptığı çalışmada (2004) sağlık personellerinin, sağlık hizmetinin hazırlık veya uygulama aşaması sırasında sıklıkla maruz kalabilecekleri tehlikeli ilaçlar tanımlanmıştır. Bu ilaçların solunum, deri ile emilim, yeme ve enjeksiyon yoluyla bulaşma durumları incelenmiştir. Sağlık personellerinin sıklıkla tehlikeli ilaçlara maruz kalmasının potansiyelinin yüksek olduğu ve uyulması gereken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerine dikkat edilmesi gerektiği sunulmuştur. H29, H30 ve H34 ergonomik riskler sınıfına girmektedir. Çalışma ortamının düzensizliğinden ve ortamda hareket ettirilen araç ve gereçlerden kaynaklı yaralanmalar sağlık personellerinin görüşleri doğrultusunda A sınıfı riskler sınıfında yer almıştır. Ayrıca sağlık personellerinin sağlık hizmetlerinin sunumunda genelde ayakta hizmet vermesi damar yolu hastalıklarının (varis vb.) oluşumuna yol açarken ek olarak duruş bozuklukları sebebiyle kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları da önemli riskler grubunda yer almıştır. A grubu risk sınıfında yer alan H39 ise hastaların veya hasta yakınlarının sağlık görevlerine uyguladığı fiziksel şiddetle ilgili olup sağlıkta fiziksel şiddet konusu dünyanın birçok yerinde büyük önem konusu durumundadır. Riskin sebep olacağı olumsuz etkilerden olan sağlık personellerinin iş süreçlerini belli bir süre veya süresiz kısıtlayabileceği, önemli sorunlardan birisidir. Xing ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan bir anket çalışmasında 12 aylık süreç içinde 90 hastaneden elde edilen verilerle fiziksel şiddetin kaynağının %62,3 oranında hasta yakınlarının olduğu, %22,6'sının da hasta olduğu sonucuna varılırken fiziksel şiddete maruz kalan sağlık personellerinin %45'inin iş görmelerinin 2 veya 3 gün mümkün olmadığı incelemelerle saptanmıştır (Xing ve ark., 2015).

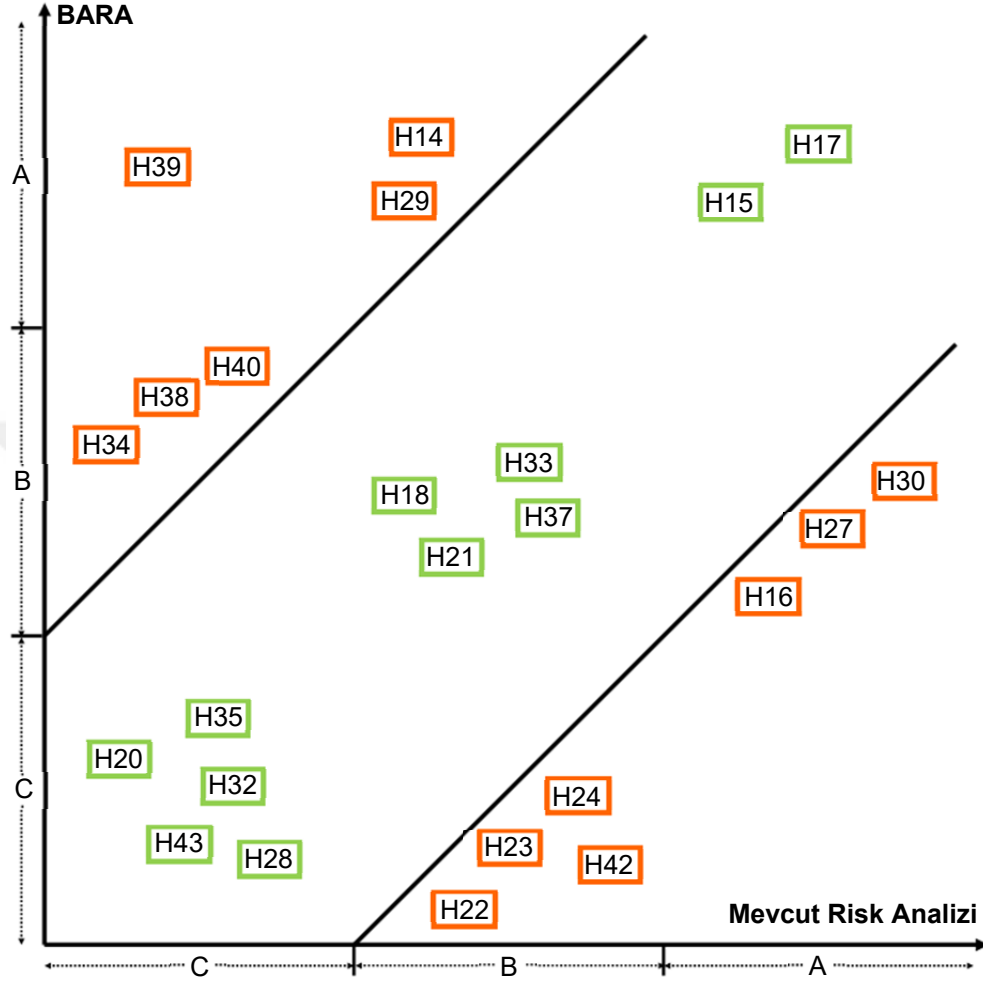
Biyolojik tehlikelerin %80'i, ergonomik ve psiko-sosyal tehlikelerin yaklaşık %33'ü, alerjik tehlikelerin %20'si ve radyasyon kaynaklı tehlikenin A grubu tehlike sınıfında olduğu Çizelge 4.11'de görülmektedir. Çizelge 4.11 acil servis biriminde risk alanına bağlı olarak dikkat edilmesi gereken en önemli tehlikeleri ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.11. A Sınıfı Riskler

Risk Alanı	Numara	Tehlikeler	RÖP
Biyolojik	H15	Hastanın kan ve vücut sıvılarının cilde teması	124.4
Biyolojik	H17	Kesici delici aletlerle yaralanma	63.5
Biyolojik	H14	Vücut sıvısıyla kontamine olmuş tıbbi aletlere, tıbbi atıklarla temasa bağlı enfeksiyon riski	56.3
Psiko-Sosyal	H39	Fiziksel şiddete (Saldırı, Darp vs.) bağlı depresyon, yaralanma ve ölüm	54.4
Ergonomik	H29	Çalışma ortamındaki eşyaların düzensiz yerleşimine bağlı; çarpma, sıkışma, düşme ve yaralanma riski	53.9
Alerjik	H27	İlaç sıçramalarına maruz kalma ile ilaç reaksiyonu oluşma riski	53.2
Ergonomik	H30	Uzun süre ayakta kalmaya bağlı olarak kas-iskelet sistemi hastalıkları ve damar yolu hastalıkları(varis) oluşma riski	46
Ergonomik	H34	Birim içi malzemelerin çekilmesi, taşınması, sırasında meydana gelen vücut yaralanmaları	42.5
Radyasyon	H19	Röntgen çekimlerinde hastalara müdahale/yardım ederken radyasyona maruz kalma riski	40.7
Biyolojik	H18	Kan ve vücut sıvılarının göze temas ile bulaşma riski	35.9

4.2. Tartışma

Önerilen yaklaşımın hastanedeki mevcut risk analizi uygulamasıyla kıyaslanması sağlanmıştır. Şekil 4.1’te hastanede mevcut durumda yer alan 24 tehlike ile ağırlıklandırılmış bulanık yaklaşım için aynı tehlikelerin sınıflandırılma sonuçları ortaya konmuştur. Tehlike sayısı hastanede daha az olduğundan mevcut tehlike sayılarına göre ABC yaklaşımı yeniden uygulandığı için ağırlıklandırılmış bulanık risk yaklaşımı sınıfları değişmiştir. Önerilen yaklaşımla elde edilen analiz sonuçları neticesinde mevcut risk sınıfında olan H34, H38, H40 tehlikelerinin C sınıfından B sınıfına yükseldiği; H14, H29 tehlikelerinin B seviyesinden A seviyesine yükseldiği ve diğer grafiklerden ayrı olarak hastanede karşılaşılan fiziksel şiddet yaşanması riskinin (H39) C seviyesinden en yüksek artışla A sınıfına yükseldiği görülmüştür. Bunun sebepleri üzerine durulduğunda sağlık sektöründe şiddet, tüm dünyada sürekli artma eğiliminde olan bir endişe kaynağıdır. Sağlık çalışanlarının sağlık hizmeti sunumunda hastalar, hastaların akrabaları ve yakınları ile stresli ve endişeli şartlar altında iletişim sürdürme durumları sıklıkla yaşanmaktadır. Hastaların kullandıkları ilaçlar veya içerisinde bulundukları tıbbi durum şiddete yönelmelerine sebep olabileceği gibi yakınlarının da endişelerinin kontrolsüz dışa vurumu şiddete sebep olabilmektedir. Ayrıca hastanenin sağlık personellerini korumak ve kollamak üzere sağlanması gereken güvenlik hizmetlerinin varlığı da büyük önem teşkil etmektedir. Sağlık görevlilerinin yarısından fazlası iş hayatları boyunca herhangi bir şiddete maruz kalmaktadır (Pınar ve ark., 2017). Bir çalışmada sağlık çalışanlarının diğer hizmet sektöründe çalışanlara kıyasla 16 kat daha fazla şiddete maruz kaldığını tahmin etmektedir (Cooper ve Swanson, 2002). Sınıfı yükselen tehlikelerin farkındalığı artırılarak tehlikenin sebep olacağı risklerin daha ciddi olabileceği gözler önüne serilmiştir. Alınacak düzenleyici ve iyileştirici faaliyetlerin nerelere odaklanacağı kararı alınabilecek ve sınıfı düşen tehlikelere harcanan kaynak israfı önlenecektir.



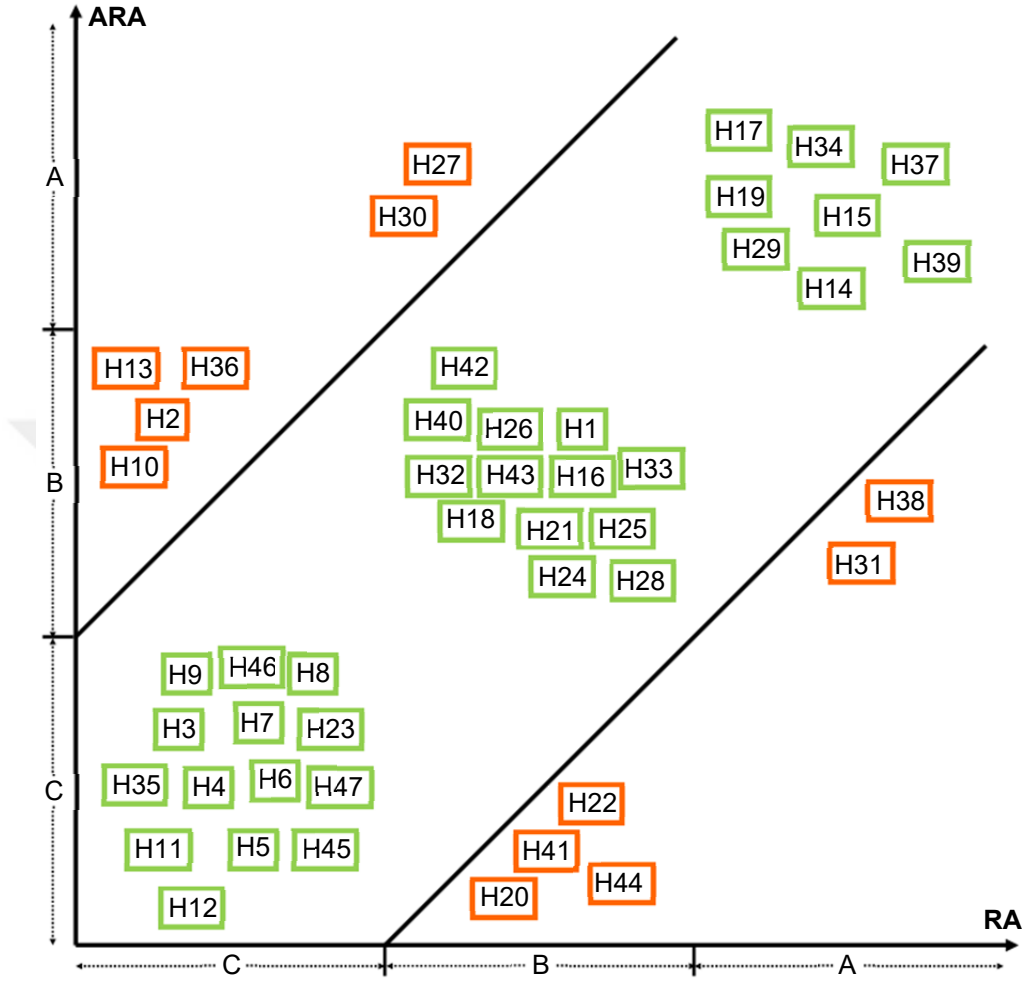
Şekil 4.1. Mevcut Risk ve BARA Karşılaştırma Grafiği

Önerilen risk analiz yaklaşımının performansının incelenmesi amacıyla dört farklı kıyaslanabilir yaklaşım mümkün olmaktadır. Bunların ilki RA adı verilen ve RÖP değerlerini Çizelge 3.1-3.6 arasındaki değerlendirmelerdeki kesin (crisp) olasılık, tespit edilebilirlik, sıklık ve şiddet (insana etki, ekipmana etki ve iş süreçlerine etki) parametrelerinin çarpımı ile belirleyen yaklaşımdır. İkincisi şiddet parametrelerinin Çizelge 10'da verilen kriter ağırlıklarına göre ağırlıklandırılarak toplandığı RÖP değerlerini hesaplayan ARA'dır. Üçüncü yaklaşım olan bulanık

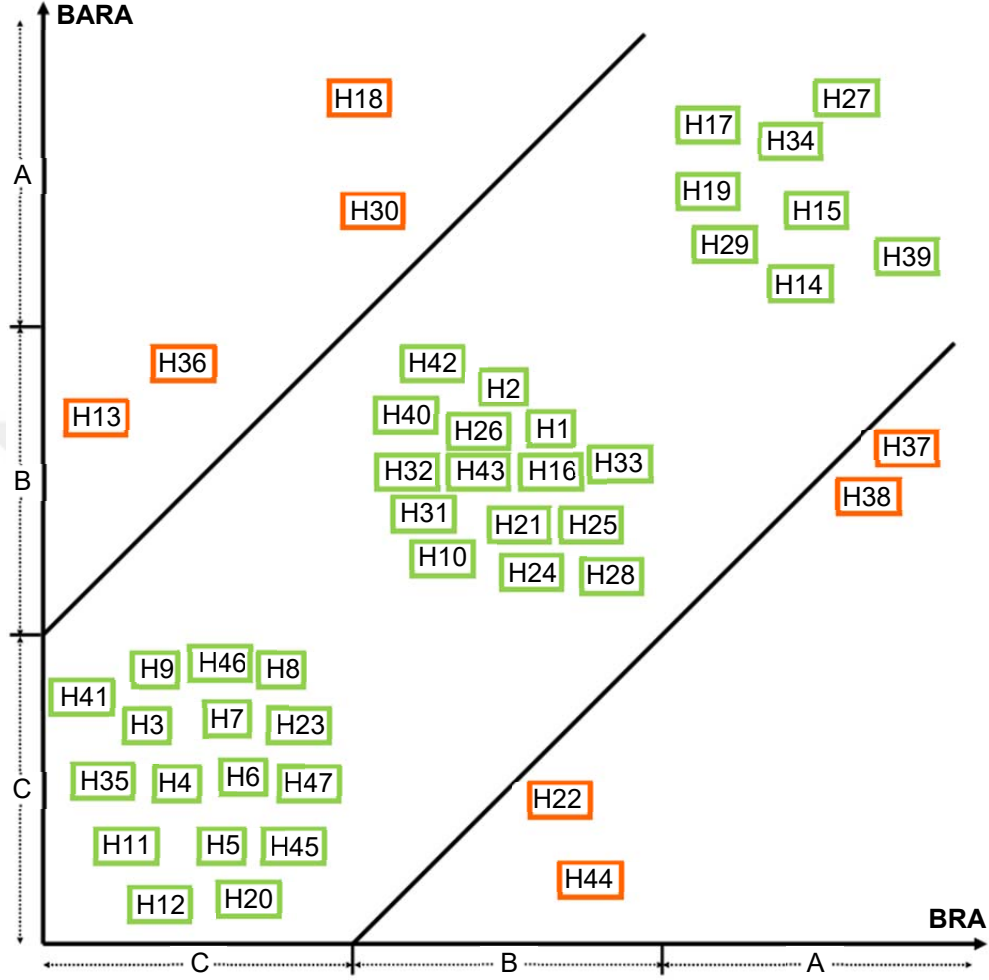
olasılık, sıklık, tespit edilebilirlik ile toplam şiddet parametresi değerlerinin çarpılarak RÖP hesaplanan bulanık risk yaklaşımıdır (BRA). Son yaklaşım ise bu çalışmada önerilen ve Eşitlik 3.7'deki formüle göre RÖP hesaplamaları gerçekleştiren BARA'dır.

Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te ağırlıklandırılmış yaklaşımların (ARA ve BARA) etkileri karşılaştırma grafiği ile sunulmuştur. Ağırlıklı yaklaşım için yapılan ABC Analizi klasik yaklaşımın C sınıfı risk olarak belirlediği 4 tehlikeyi (H2, H10, H13, H36) B sınıfı risk olarak, B sınıfı olarak belirlediği 2 tehlikeyi (H27, H30) ise A sınıfı risk olarak değerlendirmiştir. Buna göre ağırlıklandırmanın tehlikelerin risk düzeyi üzerinde artış sağladığı ve bazı tehlikelerin ortaya konulmasına olanak verdiği söylenebilir. Klasik risk sınıfında değerlendirilen bazı tehlikeler ağırlıklandırılmış risk sınıfında değişim gözlenmiştir. Bu durum, risklerin etkilerinin ağırlıklandırılmasıyla birlikte düzeltici ve önleyici faaliyetlerde kullanılacak kaynağın doğru şekilde kullanılması konusunda önem teşkil etmektedir. Böylece insan ve toplum hayatını etkileyen acil servis biriminde aslında yüksek öneme sahip bir tehlikenin düşük seviye olmasından kaynaklı aksiyon planlarının ihmal edilmesi ve yeni kaza risklerinin oluşmasının önüne geçilebilecektir. Tehlikelerin toplamda %13'ünün bir üst sınıfa, %13'ünün bir alt sınıfa ve geri kalan %74'ünün ise sınıf değiştirmedeği görülmektedir.

BARA için yapılan ABC analizi, BRA'nın C sınıfı risk olarak belirlediği 2 tehlikeyi B sınıfı olarak, B sınıfı olarak belirlediği 2 tehlikeyi A sınıfı risk olarak tespit etmiştir. Tehlikelerin toplamda %9'unun bir üst sınıfa, %9'unun bir alt sınıfa ve geri kalan %82'sinin ise sınıf değiştirmedeği görülmektedir. Bulanık yaklaşımın ağırlıklandırma konusunda risk yaklaşımına göre daha robust olduğu söylenebilir. Genel olarak üç farklı şiddet boyutunun ağırlıklandırılmasının risk sınıfı üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu söylenebilir.



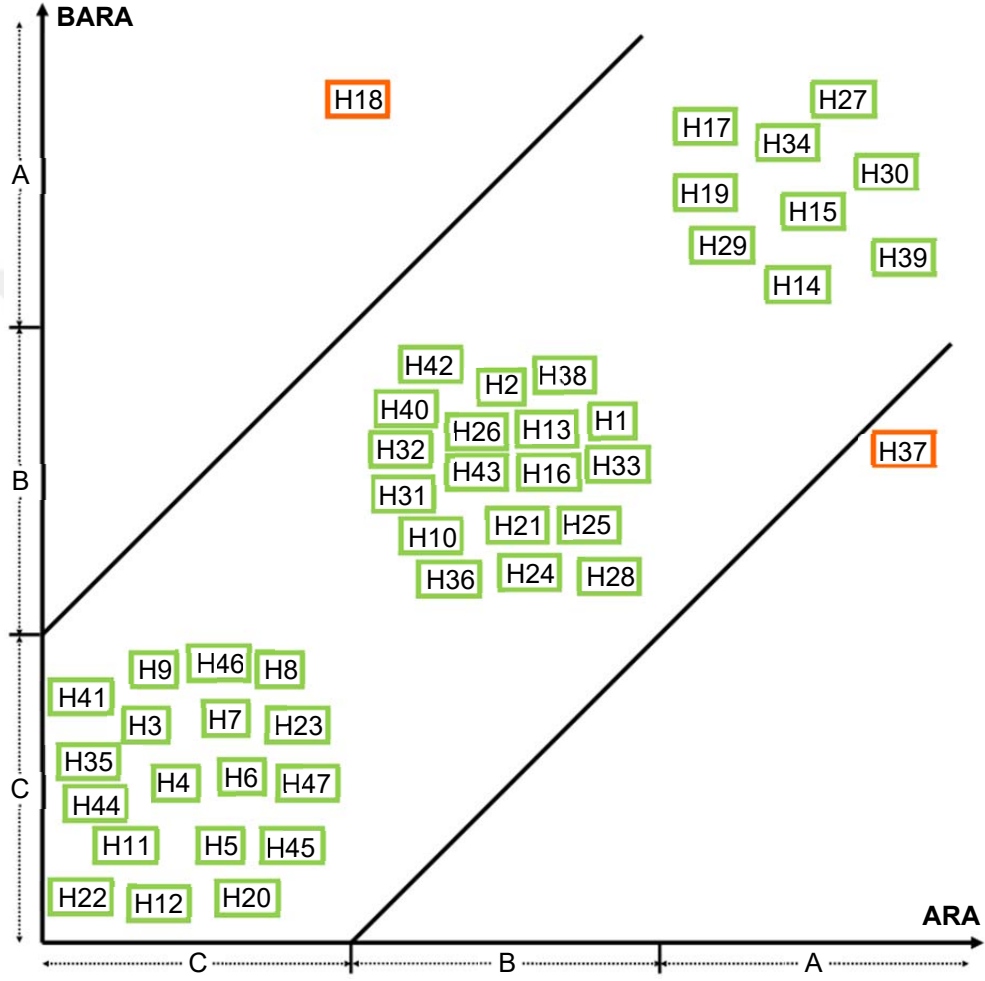
Şekil 4.2. RA ve ARA Karşılaştırma Grafiği



Şekil 4.3. BRA ve BARA Karşılaştırma Grafiği

Şekil 4.4'te ise BARA ve ARA ile elde edilmiş risk değerlendirme sonuçlarına göre ABC analiziyle elde edilmiş karşılaştırma grafiği görülmektedir. Buna göre H18 tehlikesinin bulanık ağırlıklandırılmış yaklaşımda risk sınıfı A seviyesine yükselirken H37 tehlikesinin risk sınıfının B seviyesine düştüğü görülmüştür. Bulanık yaklaşımın farklı risk sınıflarının benzer olmakla birlikte 2 tehlikenin değerlendirmesini değiştirdiği gözlenmiştir. Bu yönüyle bulanık

yaklaşım ile elde edilen risk analiz yaklaşımının tüm diğer yaklaşımlara göre daha etkin bir sınıflandırma yapabilir nitelikte olabileceği sonucuna varılabilir.



Şekil 4.4. ARA ve BARA Karşılaştırma Grafiği

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, bulanık mantık tabanlı olasılık, tespit edilebilirlik, sıklık ve şiddetin 3 boyutunu aynı anda göz önüne alan yeni bir bütüncül risk analiz metodu önerilmiştir. Risk analiz çalışmalarında sıklıkla ele alınan şiddet parametresi değerlendirildiğinde insana olan etki, ekipmanlara olan etki ve iş süreçlerine olan etkinin birlikte göz önüne alınmasının gerekliliği görülmüştür. Sübjektif değerlendirmeden kurtulmak adına bu üç parametrenin farklı değerlendirildiği bütüncül bir risk analiz yaklaşımı önerilmiştir. Buna ek olarak, bulanık mantık ve bulanık küme yaklaşımları tabanlı skalalar ve işlemler yapılarak elde edilen risk önem düzeylerinin kullanıcıların yargısından uzaklaştırılması amaçlanmıştır. Risk önem düzeyinin hesaplanmasında, önerilen üç şiddet parametresi için önem düzeylerinin belirlenmesi amacıyla bulanık AHP yaklaşımı ile ağırlıkların belirlenmesi sağlanmıştır. Bir hastanede önerilen yaklaşım uygulanmış ve 47 tehlike için risk değerlendirmesi yapılmıştır. Sonuçlara göre önerilen yaklaşımın farklı durumlara özgü dinamik bir sınıflandırma yapabilmesi için ABC analizi kullanılması düşünülmüştür. Buna göre bu sınıflandırma ile risklerin sürdürülebilir olarak iyileştirilebileceği dinamik ve önemli risklerin düzeltici önleyici faaliyetlerinin daha proaktif bir şekilde belirlenmesine imkan verilmiştir. Önerilen yaklaşım (BARA); RA, ARA ve BRA sonuçları ile kıyaslanmış ve risk sınıflarındaki değişiklikler gösterilmiştir.

Önerilen yaklaşım RA, ARA ve BRA sonuçları ile kıyaslanmış ve risk sınıflarındaki değişiklikler gösterilmiştir. Kıyaslamalara göre sınıflarda toplam %26'ya kadar değişim gözlenmiş ve bu durum risk analizi metodunun doğru seçiminin önemini vurgulamıştır.

Önerilen yaklaşımla hastanenin mevcut risk analizi sonuçları karşılaştırıldığı zaman şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

- I. Mevcut risk analizi raporu 24 tehlike üzerinde değerlendirmeler sunarken önerilen yaklaşımın uygulanması için yapılan gözlem sonuçları ve geçmiş çalışmalarla elde edilen tehlike sayısı neredeyse iki katına çıkarak 47'ye ulaşmıştır. Bu sayede görülmeyen tehlikelerin ortaya çıkması sağlanarak daha detaylı bir analizin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.
- II. BARA yaklaşımıyla 47 tehlikenin değerlendirilmesi sonucu ABC analizine göre 10 adet tehlike (H14, H15, H17, H18, H19, H27, H29, H30, H34, H39) A sınıfında yer almaktadır. A sınıfında bulunan tehlikeler içinde; biyolojik tehlikelerin %80'i, ergonomik ve psiko-sosyal tehlikelerin yaklaşık %33'ü, alerjik tehlikelerin %20'si ve radyasyon kaynaklı tehlikenin A grubu tehlike sınıfında yer aldığı gözlenmiştir. Bu durum en önemli tehlikelerin hangi risk alanları içinde olduğunu ortaya koymaktadır.
- III. Biyolojik tehlikelerin %80'i, Çizelge 4.11'de görülmektedir. Çizelge 4.11 acil servis biriminde risk alanına bağlı olarak dikkat edilmesi gereken en önemli tehlikeleri ortaya koymaktadır.
- IV. Mevcut risk analizindeki 24 tehlikeye uygun BARA yöntemiyle yapılmış ABC analizine göre ise 6 tehlikenin (H14, H29, H34, H38, H39, H40) sınıfının yükseldiği tespit edilmiştir. Sınıfı yükselen tehlikelerin farkındalığı artırılarak tehlikenin sebep olacağı risklerin daha ciddi olabileceği gözler önüne serilmiştir. Her sınıfı yükselen tehlike oluşacak riskin zararını önlemeye yönelik iyileştirici ve düzenleyici faaliyetlerin uygulaması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Alınacak düzenleyici ve iyileştirici faaliyetlerin nerelere odaklanacağı kararı alınabilecek ve sınıfı düşen tehlikelere harcanan kaynak israfı önlenecektir.

BARA ile özellikle biyolojik, alerjik ve radyasyon gibi yüksek düzeyli risklerin diğer yaklaşımlara göre daha hassas belirlenmesi sağlanmıştır. Böylelikle objektif ve hassas ölçüm yapılarak hasta kaynaklarının etkin kullanımı, tehlikelerin aksiyon planlarının önceliklerinin belirlenmesi ile risk minimizasyonu

hedeflenmektedir. Tehlikelerin azalmasına bağlı olarak, iş sağlığı ve güvenliği açısından iyi bir ortamda çalışılması acil servisin kullanım oranı gibi performans göstergelerine olumlu yönde etki sağlayacaktır.

5.2. Öneriler

Mevcut Çalışmaya ek olarak gelecek çalışmalar için aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- I. Çalışmada kullanılan parametrelere ek olarak yeni parametreler tanımlanıp tehlikelere daha bütüncül bir şekilde değerlendirilebilmesi sağlanabilir.
- II. Yeni çalışmalarda farklı çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılarak parametrelerin ağırlıklandırılması sağlanarak parametre öncelikleri belirlenebilir ve bu tekniklerden elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Bu sayede tehlikelerin önem düzeylerinin nasıl değiştiği incelenebilir, risk boyutu hesaplamasının doğruluğu yüksek sonuçlara ulaşmasına katkı sağlayabilir.
- III. Yapılacak çalışmalarda çok kriterli karar verme teknikleriyle uzman değerlendirmeleri yoluyla kıyaslanan parametrelerin yine bu tekniklerle uzmanlarında ağırlıklandırılması sağlanıp hesaplamanın doğruluğuna katkı sağlanabilir.
- IV. Bu çalışmada RÖP'ün değerlendirilmesi için uygulanan ABC analizi yerine başka değerlendirme metotları ele alınarak tehlike derecelendirilmesi sağlanabilir.
- V. Bulanık kural tabanlı modellerin göz önüne alındığı yaklaşımlar ve veriye odaklı sistemlerin de eklenerek geçmiş verileri göz önüne alan değerlendirmeler yapabilecek bir yaklaşım önerilmesi mümkün olabilir.
- VI. Farklı bulanık operatörlerin göz önüne alınması, kural tabanlı bulanık çıkarım sistemi uygulanması ve farklı sektörlerde önerilen yaklaşımın denenmesi sağlanabilir.



KAYNAKLAR

- Abad, F., Eshtehardian, E., Taghizade, K., 2019. Framework for Proactive Change Management: Assessing the Risk of Change in Construction Projects Using Fuzzy Fault Tree Analysis. *Journal of Architectural Engineering*, 25(2):04019010-1-04019010-8.
- Adar, E., İnce, M., Karatop, B., Bilgili, M. S., 2017. The risk analysis by failure mode and effect analysis (FMEA) and fuzzy-FMEA of supercritical water gasification system used in the sewage sludge treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(1):1261-1268.
- Akarsu, H., 2015. Sağlık İşkolunda Tehlike ve Riskler: Bir Hastanede Risk Analizi Uygulaması. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanlığı Tezi, Ankara, 183s. (yayınlanmamış).
- Akman, A., 2015. Kimya Sektöründe Tehlike ve İşletilebilirlik (HAZOP) Analizi. *Çalışma Dünyası Dergisi*, 3(2):59-74.
- Akpınar, T., Çakmakaya, B. K., 2014. İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşverenlerin Risk Değerlendirme Yükümlülüğü. *Çalışma ve Toplum Dergisi*, 1(40): 273-304.
- Aksay, K., 2003. Hastanelerde Risk Yönetimi ve Bağlantılı Fonksiyonlar: İstanbul Memorial Hastanesi Örneği. A.Ü. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 140s. (yayınlanmamış).
- Aksay, K., Orhan, F., Kurutkan, M. N., 2012. Sağlık Hizmetlerinde Bir Risk Yönetimi Tekniği Olarak FMEA: Laboratuvar Sürecine Yönelik Bir Uygulama. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 4(2):121-142.
- Alarmy, A., Al Owais, S. M., Marini, A. M., Al-Dorzi, H., Alsolamy, S., Arabi, Y., 2017. Application of Failure Mode Effect Analysis to Improve the Care of Septic Patients Admitted Through the Emergency Department. *Journal of Patient Safety*, 13(2):76-81.

- Altuntaş, H., 2017. İş Güvenliği Uzmanlarının Mevcut Durum Analizi: Amasya İli Örneği. N.K.Ü. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 70s. (yayınlanmamış).
- Andaç, M., 2002. Risk Analizi ve Yönetimi. İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 14:1-14.
- Ardeshir, A., Mohajeri, M., Amiri, M., 2016. Evaluation of safety risks in construction using Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FFMEA). Scientia Iranica, 23(6):2546-2556.
- Aslan, E., 2009. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Yardımıyla Tedarikçi Seçimi ve Üretim Sektöründe Bir Uygulama. D.E.Ü. Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 154s. (yayınlanmamış).
- Aydan, M., Kaya, S., 2017. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA): Üniversite Hastanesinde Bir Uygulama. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 20(4):475-502.
- Aytaç, E., 2011. Kalite İyileştirme Sürecinde Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Uygulama Örneği. A.D.Ü. Doktora Tezi, Aydın, 293s. (yayınlanmamış).
- Badida, P., Balasubramaniam, Y., Jayaprakash, J., 2019. Risk evaluation of oil and natural gas pipelines due to natural hazards using fuzzy fault tree analysis. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 66:284-292.
- Bakacak, M., 2007. Gemi İnşa ve Onarım Faaliyetlerinde Meydana Gelen Kazaların Analizi. D.E.Ü. Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, İzmir, 89s. (yayınlanmamış).
- Bede, B., 2013. Fuzzy clustering. In Mathematics of Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Springer, Berlin, Heidelberg, s.213-219.
- Bekdemir, E., 2019. Bina İnşaatında Fine Kinney ve 5x5 Matris Risk Analizi Yöntemlerinin Uygulanması. İ.A.Ü. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 80s. (yayınlanmamış).
- Beşer, A., 2012. Sağlık Çalışanlarının Sağlık Riskleri ve Yönetimi. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Elektronik Dergisi, 5(1):39-44.

- Birgören, B., 2017. Fine Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve Çözüm Önerileri. International Journal of Engineering Research and Development, 9(1):19-25.
- Birgören, B., Yalçinkaya, M., 2019. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesinde Hata Türleri ve Etkileri Analizinin (FMEA) Kullanımı. International Journal of Engineering Research and Development, 11(1):41-50.
- Chanamool, N., Naenna, T., 2016. Fuzzy FMEA application to improve decision making process in an emergency department. Applied Soft Computing, 43:441-453.
- Chang, D. Y., 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European Journal of Operational Research, 95(3):649-655.
- Chen, C. T., 2000. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy Sets and Systems, 114(1):1-9.
- Chen, S. M., 1996. Evaluating weapon systems using fuzzy arithmetic operations. Fuzzy sets and Systems, 77(3):265-276.
- Cooper, C., Swanson, N., 2002. Workplace violence in the health sector. State of the art. Geneva: Organización Internacional de Trabajo, Organización Mundial de la Salud, Consejo Internacional de Enfermeras Internacional de Servicios Públicos, 76s. https://www.who.int/violence_injury_prevention/violence/activities/workplace/WVstateart.pdf. Son Erişim Tarihi: 05.06.2020
- Çiçek, Ö., Öçal, M., 2016. Dünyada ve Türkiye 'de İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi. HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 5(11):106-129.

- Demirkan, C. B., 2015. Sağlık Hizmetleri Sektöründe Risk Değerlendirmesi: Hastane Merkez Laboratuvarı Örneği. T.Ü. Uzmanlık Tezi, Edirne, 128s. (yayınlanmamış).
- Erdem, M. S., Tüzemen, Ş., Tükenmez, İ., 2017. Demiryolu Çekim Araçlarında Yeni Teknolojiye Geçişte İnsan Mühendisliği. Transist 2017 İstanbul Ulaşım Kongresi 2-4 Kasım 2017, İstanbul, 8s.
- Ericson, C. A., 2005. Hazard Analysis Techniques for System Safety. John Wiley & Sons Yayıncılık, New Jersey, 613s.
- Fattahi, R., Khalilzadeh, M., 2018. Risk evaluation using a novel hybrid method based on FMEA, extended MULTIMOORA, and AHP methods under fuzzy environment. Safety Science, 102:290-300.
- Flores, B. E., Whybark, D. C., 1987. Implementing multiple criteria ABC analysis. Journal of Operations Management, 7(1-2):79-85.
- Fuerst, W.L., 1981. Small businesses get a new look at ABC analysis for inventory control. Journal of Small Business Management, 19(000003):39-44.
- Gallab, M., Bouloiz, H., Alaoui, Y. L., Tkiouat, M., 2019. Risk Assessment of Maintenance activities using Fuzzy Logic. Procedia Computer Science, 148:226–235.
- Gentile, M., William, J. R., Mannan, M. S., 2003. Development of an Inherent Safety Index Based on Fuzzy Logic. AIChE Journal, 49(4):959-968.
- Ghasemi, S., Mahmoudvand, R., Yavari, K., 2016. Application of the FMEA in insurance of high-risk industries: a case study of Iran's gas refineries. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 30(2):737-745.
- Gül, G., Bol, P., Erbaycu, A. E., 2013. Hasta ve Çalışan Güvenliğinde Risk Yönetimi: Bir Eğitim Araştırma Hastanesi'nde Yapılan Risk Analizi ve İyileştirme. Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi, 5(1):1-16.
- Gül, M., Çelik, E., 2017. Fuzzy rule-based Fine–Kinney risk assessment approach for rail transportation systems. Human and Ecological Risk Assessment, 24(7):1786-1812.

- Gül, M., Güven, B., Güneri, A. F., 2018. A new Fine-Kinney-based risk assessment framework using FAHP-FVIKOR incorporation. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 53:3-16.
- Gürcanlı, G. E., 2006. İnşaat Şantiyelerinde Bulanık Kümeler Yardımıyla İş Güvenliği Risk Analizi Yöntemi. İ.T.Ü. Doktora Tezi, İstanbul, 322s. (yayınlanmamış).
- Hisar, A., 2013. Sağlık Hizmetlerinde Risk Yönetiminin Çalışan Güvenliğine Etkisi ve Bir Uygulama. D.E.Ü. Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 105s. (yayınlanmamış).
- Hong, E. S., Lee, I. M., Shin, H. S., Nam, S. W., Kong, J. S., 2009. Quantitative risk evaluation based on event tree analysis technique: Application to the design of shield TBM. Tunnelling and Underground Space Technology, 24(3):269-277.
- İlbahar, E., Karaşan, A., Cebi, S., Kahraman, C., 2018. A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP&fuzzy inference system. Safety Science, 103:124-136.
- İSG Risk Değerlendirme Yönetmeliği, 2012. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16925&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. Son Erişim Tarihi: 06.05.2020
- Kadıoğlu, M., Uçmuş, E., Gönen, D., 2009. Makine imalatı yapan bir işletmede tasarım hata türü ve etkileri analizi ile hata kaynaklarının belirlenmesi ve kalitenin iyileştirilmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(1):42-55.
- Kaman, Z., 2018. Risk Analizinde Bulanık Mantığın Kullanılmasına Yönelik Bir Uygulama Çalışması. H.Ü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 75s. (yayınlanmamış).

- Karadayı, B., Kuvvetli, Y., 2015. Şeker Üretimi Yapan Bir Firma İçin Risk Analizi. TMMOB Makine Mühendisleri Odası X. Endüstri-İşletme Mühendisliği Kurultayı Kongresi 16-17 Ekim 2015, İstanbul, s.104-109.
- Karaşan, A., İlbar, E., Cebi, S., Kahraman, C., 2018. A new risk assessment approach: Safety and Critical Effect Analysis (SCEA) and its extension with Pythagorean fuzzy sets. Safety Science, 108:173-187.
- Kinney, G. F., Wiruth, A. D., 1976. Practical Risk Analysis for Safety Management. Naval Weapons Center China Lake, California, 20s.
- Klir, G. J., Yuan, B., 1996. Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications. Simon & Schuster Company, New Jersey, 574s.
- Koçak, D., 2019. Bir Kömür Madeninde İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi için Uygun Yöntem Seçimi. H.Ü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 127s. (yayınlanmamış).
- Kokangül, A., Polat, U., Dağsuyu, C., 2017. A new approximation for risk assessment using the AHP and Fine Kinney methodologies. Safety Science, 91:24-32.
- Kumar, A. M., Rajakarunakaran, S., Pitchipoo, P., Vimalasan, R., 2018. Fuzzy based risk prioritisation in an auto LPG dispensing station. Safety Science, 101:231-247.
- Kuzu, A. C., Akyüz, E., Arslan, Ö., 2019. Application of Fuzzy Fault Tree Analysis (FFTA) to maritime industry: A risk analysing of ship mooring operation. Ocean Engineering, 179:128-134.
- Kwong, C. K., Bai, H., 2003. Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach. IIE Transactions, 35(7):619-626.
- Liu, H., Tsai, Y., 2012. A fuzzy risk assessment approach for occupational hazards in the construction industry. Safety Science, 50:1067-1078.

- Luo, T., Wu, C., Duan, L., 2018. Fishbone diagram and risk matrix analysis method and its application in safety assessment of natural gas spherical tank. *Journal of Cleaner Production*, 174:296-304.
- Marhavilas, P., Koulouriotis, D., Nikolaou, I., Tsotoulidou, S., 2018. International Occupational Health and Safety Management-Systems Standards as a Frame for the Sustainability: Mapping the Territory. *Sustainability*, 10(10):3663.
- Mottahedi, A., Ataei, M., 2019. Fuzzy fault tree analysis for coal burst occurrence probability in underground coal mining. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 83:165-174.
- Mutlu, N. G., Altuntaş, S., 2019. Risk analysis for occupational safety and health in the textile industry: Integration of FMEA, FTA, and BIFPET methods. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 72:222-240.
- Naweed, A., Balakrishnan, G., Dorrian, J., 2018. Going solo: Hierarchical task analysis of the second driver in “two-up” (multi-person) freight rail operations. *Applied Ergonomics*, 70:202-231.
- Nickel, P., Lungfiel, A., 2018. Improving occupational safety and health (OSH) in human-system interaction (HSI) through applications in virtual environments. In *International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management*, Springer, Cham, s.85-96.
- Oturakçı, M., Dağsuyu, C., 2017. Risk Değerlendirmesinde Bulanık Fine-Kinney Yöntemi ve Uygulaması. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 1(1):17-25.
- Özkan, Ö., 2001. Sağlık Çalışanlarının Sağlığı/Güvenliği İçin İşyeri Örgütlenme Birimi. *Sağlık Çalışanlarının Sağlığı 2. Ulusal Kongresi 16-18 Kasım 2001, Ankara*, s.50-57.

- Özkılıç, Ö., 2005. İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. Türkiye İşveren Sendikaları Yayını, Ankara, 219s.
- Öztürk, H., Babacan, E., Özdaş Anahar, E., 2012. Hastanede Çalışan Sağlık Personelinin İş Güvenliği. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1(4):252-268.
- Parlar, S., 2008. Sağlık Çalışanlarında Göz Ardı Edilen Bir Durum: Sağlıklı Çalışma Ortamı. TAF Preventive Medicine Bulletin, 7(6):547-554.
- Partovi, F. Y., Burton, J., 1993. Using the Analytic Hierarchy Process for ABC Analysis. International Journal of Operations & Production Management, 13(9):29-44.
- Pınar, T., Açikel, C., Pınar, G., Karabulut, E., Saygun, M., Barışkın, E., ... Eğri, M., 2017. Workplace violence in the health sector in Turkey: a national study. Journal of interpersonal violence, 32(15):2345-2365.
- Pınar, T., Pınar G., 2013. Sağlık Çalışanları ve İşyerinde Şiddet. TAF Preventive Medicine Bulletin, 12(3):315-326.
- Polovich, M., 2004. Safe handling of hazardous drugs. Online Journal of Issues in Nursing, 9(3):6.
- Raiyan, A., Das, S., Islam, M. R., 2017. Event Tree Analysis of Marine Accidents in Bangladesh. Procedia Engineering, 194:276-283.
- Rausand, M., 2004. System Reliability Theory (2nd ed). John Wiley & Sons Yayıncılık, New Jersey, 636s.
- Saaty, T. L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. International journal of services sciences, 1(1):83-98.
- Sang, A. J., Tay, K. M., Lim, C. P., Nahavandi, S., 2018. Application of a Genetic-Fuzzy FMEA to Rainfed Lowland Rice Production in Sarawak: Environmental, Health, and Safety Perspectives. IEEE Access, 6:74628-74647.

- Selçuk, S., Selim H. H., 2018. Mücevherat Sektöründe Kullanılan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Analiz Yöntemlerinden L Tipi Matris Yöntemi. Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi, 1(1):21-27.
- Shi, S., Jiang, B., Meng, X., 2018. Assessment of gas and dust explosion in coal mines by means of fuzzy fault tree analysis. International Journal of Mining Science and Technology, 28(6):991-998.
- Silva, M. M., de Gusmão, A. P. H., Poletto, T., e Silva, L. C., & Costa, A. P. C. S., 2014. A multidimensional approach to information security risk management using FMEA and fuzzy theory. International Journal of Information Management, 34(6):733-740.
- Solmaz, M., Solmaz, T., 2017. Hastanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(3):147-156.
- Sosyal Güvenlik Kurumu İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri, 1997-2018.
http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari. Son Erişim Tarihi: 06.05.2020
- Soy, E., 2010. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Sağlanmasında Devletin Rolündeki Değişim (OHSAS 18001 Örneği). D.E.Ü. Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 97s. (yayınlanmamış).
- Soykan, Y., Kurnaz, N., Kayık, M., 2014. Sağlık İşletmelerinde Hata Türü ve Etkileri Analizi ile Bulaşıcı Hastalık Risklerinin Derecelendirilmesi. Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 6(1):172-183.
- Supciller, A. A., Abali, N., 2015. Occupational Health and Safety Within the Scope of Risk Analysis with Fuzzy Proportional Risk Assessment Technique (Fuzzy Prat). Quality and Reliability Engineering International, 31(7):1137-1150.
- Şener, N., Göksan, M.A., 1995. Ortopedistlerin radyasyona maruz kalma riski. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 29:71-73.

- Şengül, Ü., Miraç, E., Shiraz, S. E., 2012. Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (40):143-165.
- Şimşir, F., Demir, H. İ., Azdemir, S., 2018. Demir Çelik Sektöründe Hibrid DEMATEL ve TOPSİS-ELECTRE Yöntemleri ile Hata Türleri ve Etkileri Analizi. Academic Platform Journal of Engineering and Science, 6(3):22-34.
- Tekin, P., Erol, R., 2016. Risk Analizi: Bir Otomotiv Fabrikasında Gerçekleştirilen X Tipi Karar Matrisi Uygulaması. KSU Journal of Engineering Sciences, 19(3):91-98.
- Thomas, S., Agarwal, M., Mehta, G., 2001. Intraoperative glove perforation—single versus double gloving in protection against skin contamination. Postgraduate Medical Journal, 77(909):458-460.
- TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 2018. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği. MMO/689, Ankara, 224s.
- Trucco, P., Cavallin, M., 2016. A quantitative approach to clinical risk assessment: The CREA method. Safety Science, 44(6):491-513.
- Tüzüner, V. L., Özaslan, B. Ö., 2011. Hastanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Araştırma. Istanbul University Journal of the School of Business Administration, 40(2):138-154.
- U.S. Military Standart-1629A, 1980. Procedures For Performing A Failure Mode, Effects and Criticality Analysis. Washington, 105s.
- Ünal, E., 2014. İmalat Sektöründe İş Güvenliği ve Risk Analizi. T.Ü. Yüksek Lisans Tezi, Edirne, 102s. (yayınlanmamış).
- Verbeek, J.H., Rajamaki, B., Ijaz, S., Tikka, C., Ruotsalainen, J.H., Edmond, M.B., ... Balci, F.S.K., 2019. Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. Cochrane Database of Systematic Reviews, 105s.

- Wang, W., Liu, X., Qin, Y., Fu, Y., 2018. A risk evaluation and prioritization method for FMEA with prospect theory and Choquet integral. *Safety Science*, 110:152-163.
- Wang, Y. M., Chin, K. S., Poon, G. K. K., Yang, J. B., 2009. Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert systems with applications*, 36(2):1195-1207.
- Xing, K., Jiao, M., Ma, H., Qiao, H., Hao, Y., Li, Y., ... Wu, Q., 2015. Physical violence against general practitioners and nurses in Chinese township hospitals: a cross-sectional survey. *PLOS ONE*, 10(11).
- Yazdi, M., 2018. Risk assessment based on novel intuitionistic fuzzy-hybrid-modified TOPSIS approach. *Safety Science*, 110:438-448.
- Yazdi, M., Daneshvar, S., Setareh, H., 2017. An extension to Fuzzy Developed Failure Mode and Effects Analysis (FDFMEA) application for aircraft landing system. *Safety Science*, 98:113-123.
- Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3):338-353.
- Zimmermann, H. J., 2011. *Fuzzy set theory—and its applications*. Springer Science & Business Media, New York, 513s.



ÖZGEÇMİŞ

11.03.1996 tarihinde Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2014 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden 2018 yılında başarıyla mezun oldu. 2019 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı.





EKLER



Ek-A

Kaynak	Sektör	Kullanılan Metotlar	Kullanılan Parametreler			
			Olasılık	Şiddet	Sıklık	Tespit Edilebilirlik
Erdem ve ark., 2017	Demiryolu Taşımacılığı	» L Matris	✓	✓		
Karadayı ve Kuvvetli, 2015	Tarım	» HTEA » Fine-Kinney	✓	✓	✓	✓
Kokangül ve ark., 2017	İnşaat	» Fine-Kinney » AHP	✓	✓	✓	
Mutlu ve Altuntaş, 2019	Tekstil	» HTEA » FTA » BIFPET » PERT	✓	✓		✓
Birgören ve Yalçınkaya, 2019	Otomotiv	» HTEA	✓	✓		✓

Oturakçı ve Dağsuyu, 2017	İnşaat	» Bulanık Fine-Kinney	✓	✓	✓	✓	
Gül ve Çelik, 2017	Demiryolu Taşımacılığı	» Bulanık Fine-Kinney	✓	✓	✓		
Sang ve ark., 2018	Tarım	» Bulanık HTEA	✓	✓	✓	✓	
Liu ve Tsai, 2012	İnşaat	» Bulanık HTEA » Bulanık AAS » QFD	✓	✓	✓	✓	
Kumar ve ark., 2018	Gaz	» Bulanık HTEA » GRA	✓	✓	✓	✓	
Gallab ve ark., 2019	Gaz	» Bulanık Yaklaşım		✓	✓	✓	

İlbahar ve ark., 2018	İnşaat	» Bulanık HTEA » Bulanık Fine-Kinney » Bulanık AHP	✓	✓	✓	✓
Karaşan ve ark., 2018	İnşaat	» Bulanık SCEA » Bulanık AHP	✓	✓	✓	✓
Wang ve ark., 2018	Havacılık	» Bulanık HTEA	✓	✓	✓	✓
Fattahi ve Khalilzadeh, 2018	Çelik Sanayi	» Bulanık HTEA » Bulanık AHP, MULTIMOORA	✓	✓	✓	✓
Ardeshir ve ark., 2016	İnşaat	» Bulanık HTEA » FTA » AHP-VZA	✓	✓	✓	✓
Kuzu ve ark., 2019	Denizcilik	» Bulanık FTA	✓	✓	✓	✓

Mottahedi ve Ataei, 2019	Maden	» Bulanık FTA	✓	✓		
Shi ve ark., 2018	Gaz	» Bulanık FTA	✓	✓		
Abad ve ark., 2019	İnşaat (Proje)	» Bulanık FTA	✓	✓		
Zaman, maliyet ve kalite üzerindeki değişim						
Badida ve ark., 2019	Gaz	» Bulanık FTA	✓	✓		
Supciller ve Abali, 2015	Tekstil	» Bulanık Fine-Kinney » Bulanık PRAT	✓	✓	✓	
Yazdi, 2018	Gaz	» Bulanık L Matris » Bulanık TOPSIS	✓	✓		

Gül ve ark., 2013	Sağlık	» L Matris	✓	✓		
Soykan ve ark., 2014	Sağlık	» HTEA	✓	✓		✓
Akarsu, 2015	Sağlık	» L Matris	✓	✓		
Trucco ve Cavallin, 2016	Sağlık	» CREA	✓	✓		
Aydan ve Kaya, 2017	Sağlık	» HTEA	✓	✓		✓
Alarmy ve ark., 2017	Sağlık	» HTEA	✓	✓		✓
Chanamool ve Naenna, 2016	Sağlık	» Bulanık HTEA	✓	✓		✓

Ek-B

Risk Alanı	No	Tehlikeler	Kaynak
Hasta ve Hastane Planlaması	H1	Hastanın durum kontrolü yapılarak hastane içinde öncelik belirleme işleminin, hastanın akrabalarının baskısı nedeniyle gecikmesi	Chanamool ve Naenna, 2016
	H2	Ön muayenenin çok sayıda hasta sebebiyle gecikmesi	Chanamool ve Naenna, 2016
	H3	Hastanın ön sorgulamada hastalığına ilişkin belirtilerini ifade edememesine bağlı olarak yanlış yönlendirilme riski	Chanamool ve Naenna, 2016
	H4	Hastanın, hastalığının ciddiyetini gösteren, aldığı veya alacağı tedavilerin sıralamasını gösteren etiketlerin bulundurulmaması	Chanamool ve Naenna, 2016
	H5	Çalışma alanının kargaşasından kaynaklı tedavinin etkin bir şekilde verilememesi	Chanamool ve Naenna, 2016
	H6	Oda, yatak sayısının yetersizliğinden kaynaklanan kritik hastalara bakımına yer verilememesi	Chanamool ve Naenna, 2016
İlaç Uygulaması	H7	Yanlış hastaya ilaç uygulamasının yapılması	Trucco ve Cavallin, 2006
	H8	Yanlış ilaç hazırlama ve uygulama (Yanlış anlamadan kaynaklı dikkatsizlik)	Trucco ve Cavallin, 2006
	H9	Hastaya yanlış zamanda ilaç uygulamasının yapılması	Trucco ve Cavallin, 2006
	H10	Hastaya verilmesi gereken ilaç dozunun ihmal edilmesi, atlanması	Trucco ve Cavallin, 2006
	H11	Hastaya yanlış oranda doz uygulamasının yapılması (ekstra doz, yetersiz doz)	Trucco ve Cavallin, 2006
	H12	Hastaya bozulmuş ilaç verilmesi	Trucco ve Cavallin, 2006
	H13	İlaç-ilaç etkileşimi ve ilaç alerjilerine dikkat edilmeden tedavinin yapılması	Trucco ve Cavallin, 2006

Biyolojik	H14	Vücut sıvısıyla kontamine olmuş tıbbi aletlere temas	Akarsu, 2015; Gül ve ark., 2013; Mevcut Hastane İncelemeleri
	H15	Hastanın kan ve vücut sıvılarının cilde teması	Akarsu, 2015; Gül ve ark., 2013; Mevcut Hastane İncelemeleri
	H16	Solunum yolu ile enfeksiyona maruz kalma	Akarsu, 2015; Gül ve ark., 2013; Mevcut Hastane İncelemeleri
	H17	Kesici delici aletlerle temas	Akarsu, 2015; Gül ve ark., 2013; Mevcut Hastane İncelemeleri
	H18	Kan ve vücut sıvılarının göze temas ile bulaşma riski	Mevcut Hastane İncelemeleri
Radyasyon	H19	Röntgen çekimlerinde hastalara müdahale/yardım ederken radyasyona maruz kalma riski	Gül ve ark., 2013
Dış Etkenler	H20	Acile gelen hasta ve hasta yakınlarının neden olduğu gürültü	Gül ve ark., 2013; Akarsu, 2015; Mevcut Hastane İncelemeleri
Tehlikeli Kimyasal Maddeler	H21	Kimyasal madde dökülme sıçramasına bağlı kazalarda; çalışan yaralanmaları, yanıklar ve alerjik	Mevcut Hastane İncelemeleri

		reaksiyon riski	
	H22	Basınçlı oksijen tüplerinin kullanım hatalarına bağlı çalışan yaralanmaları ve yanıklar	Mevcut Hastane İncelemeleri
Alerji	H23	Eldiven kullanımına bağlı oluşan Lateks alerjisi gelişme riski	Akarsu, 2015; Mevcut Hastane İncelemeleri
	H24	El antiseptiklerinin kullanımına bağlı oluşan cilt alerjisi	Akarsu, 2015; Mevcut Hastane İncelemeleri
	H25	Dezenfektana bağlı alerji riski	Saha İncelemesi
	H26	Yüzey dezenfektana bağlı cilt hastalıkları riski	Saha inceleme
	H27	İlaç sıçramalarına maruz kalma ile ilaç reaksiyonu oluşma riski	Mevcut Hastane İncelemeleri
Ergonomik	H28	Duvara, zemine sabitlenmemiş eşyaların düşmesine veya devrilmesine ve sabitleme yapılamayan eşyaların/malzemelerin düşmesi ya da yuvarlanmasına bağlı çalışan yaralanmaları	Mevcut Hastane İncelemeleri
	H29	Çalışma ortamındaki eşyaların düzensiz yerleşimine bağlı; çarpma, sıkışma, düşme ve yaralanma riski	Mevcut Hastane İncelemeleri
	H30	Uzun süre ayakta kalmaya bağlı olarak kas-iskelet sistemi hastalıkları ve damar yolu hastalıkları(varis) oluşma riski	Akarsu, 2015; Mevcut Hastane İncelemeleri
	H31	Öne ya da arkaya eğilerek çalışma veya boyun eğerek çalışmaya bağlı kas-iskelet sistemi hastalıkları	Akarsu, 2015
	H32	Islak/kaygan zemine bağlı; çarpma, kayma, tökezleme, düşme ve sıkışmaya bağlı; çarpma, burkulma ve yaralanma riski	Akarsu, 2015; Mevcut Hastane İncelemeleri

	H33	Hasta kaldırma, taşıma ve çevirme sırasında meydana gelen vücut yaralanmaları, kas-iskelet sistemi hastalıkları	Akarsu, 2015; Gül ve ark., 2013; Mevcut Hastane İncelemeleri
	H34	Birim içi malzemelerin çekilmesi, taşınması, sırasında meydana gelen vücut yaralanmaları	Mevcut Hastane İncelemeleri
	H35	Uzun süre bilgisayar kullanımına bağlı el bileği rahatsızlıkları	
	H36	Hasta transferlerinde kullanılan sedye ve sandalyelerin emniyetli ve yeterli olmamasından kaynaklı hasta düşme ve yaralanmaları	Gül ve ark., 2013
İletişim	H37	Öfke, stres gelişme riski	Mevcut Hastane İncelemeleri
	H38	İddia ya da dava edilme riski	Mevcut Hastane İncelemeleri
Psiko-Sosyal	H39	Fiziksel şiddette (Saldırı, Darp vs.) bağlı depresyon, yaralanma ve ölüm	Akarsu, 2015; Gül ve ark., 2013; Mevcut Hastane İncelemeleri
	H40	Sözel şiddet (Hakaret, tehdit, İftira vs.)	Akarsu, 2015; Gül ve ark., 2013; Mevcut Hastane İncelemeleri
	H41	Uzun çalışma saatlerine bağlı olarak dikkat eksikliği, baş ağrısı ve iş veriminde düşüş	Akarsu, 2015
Elektrik Çarpması	H42	Cihazlardaki elektrik kaçağı sonucu meydana gelen elektrik çarpması	Mevcut Hastane İncelemeleri
	H43	Ekipmanların (Örn. Defibrilatör) kullanımı sırasında meydana gelen elektrik yanığı	Mevcut Hastane İncelemeleri
Genel	H44	Yangın sonucu zehirlenme ve ölüm	Saha İncelemesi

	H45	Elektrik teçhizatından kaynaklı kaçak akım sonucu yaralanma	Saha İncelemesi
	H46	Havalandırmanın yetersizliğinden kaynaklı riskler	Gül ve ark., 2013
	H47	Tuvalet temizliğine bağlı bulaşıcı hastalık riski	Saha İncelemesi

