



HTEA TEMELLİ CRITIC YÖNTEMİ İLE BİR DEVLET HASTANESİNDE RİSK DEĞERLENDİRME UYGULAMASI

Gülin Feryal CAN^{*1}, Kumru Didem ATALAY¹, Ergün ERASLAN²

¹ Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

² Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler

*CRITIC,
Hastane,
HTEA,
Risk Değerlendirme.*

Öz

Risk değerlendirme, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin en önemli aşamalarından birisidir. Risk değerlendirme ile var olan veya ortaya çıkması muhtemel tehlikeler belirlenmekte ve bunlara ilişkin düzeltici-önleyici tedbirler planlanabilmektedir. Literatürde risk değerlendirme amacıyla geliştirilen birçok yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılanlardan birisi Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA)'dir. HTEA, tehlike türlerinin birçok risk faktörü dikkate alınarak uzmanlar tarafından değerlendirilmesi nedeniyle Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi yapısındadır. Ancak, HTEA'nın farklı risk faktörlerini dikkate almaması, uzman görüşlerinin birleştirilmesi prosedürü, risk faktörleri arasındaki ilişkilerin modellenmemesi gibi geliştirilmesi gereken yönleri de bulunmaktadır. Bu yönleri ÇKKV yapısı uygulanarak yöntemin performansı artırılabilir. Çalışmada, HTEA yöntemi ile CRITIC (Criteria Importance Through Inter criteria Correlation) yöntemi birleştirilerek yeni bir risk değerlendirme yaklaşımı oluşturulmuştur. CRITIC, kriterler arasındaki ilişkinin gücü ve yönünü kullanarak kriter önem ağırlıklarını belirlemektedir. Önerilen risk değerlendirme yaklaşımı bir devlet hastanesinde uygulanarak öncelikle önlenmesi gereken tehlike türleri belirlenmiştir. Bu kapsamda hastanenin genelinde ortaya çıkabilecek on farklı tehlike türü beş farklı risk faktörü dikkate alınarak sıralanmıştır. Sonuçta; yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılmaması, ilaç ve malzeme dolaplarının duvara sabitlenmemesi, yoğun bakım ünitesine izinsiz giriş-çıkışların olması durumlarının öncelikle önlenmesi gereken tehlike türleri olduğu belirlenmiştir.

APPLICATION OF RISK ASSESSMENT IN A STATE HOSPITAL WITH FMEA BASED CRITIC METHOD

Keywords

*CRITIC,
Hospital,
FMEA,
Risk Assessment.*

Abstract

Risk assessment is one of the most important steps in the health and safety management system. The risk assessment identifies existing or emerging hazards, and corrective-preventive measures related to these hazards can be planned. There are many approaches developed for risk assessment in the literature. One of the most used of these is Failure Modes and Effects Analysis (FMEA). FMEA is a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) problem because the failure modes are evaluated by experts considering many risk factors. However, FMEA also has some aspects that need to be improved, such as not taking into account the different risk factors, the procedure of combining expert opinions, modeling the relationships among risk factors. The performance of the method can be improved by applying the MCDM structure. In the study, a new risk assessment approach was developed by combining the FMEA and the CRITIC (Criteria Importance Through Inter criteria Correlation) method. CRITIC identifies criteria importance weights by using the strength and direction of the relationship between the criteria. The proposed risk

* İlgili yazar / Corresponding author: gfcan@baskent.edu.tr, +90-312-246-6664

assessment approach is implemented in a state hospital to identify the types of errors that should be avoided first. Within this scope, ten different failure modes that can occur throughout the hospital are ranked according to five different risk factors. After all; it was determined that to control the fire extinguishers periodically, fixation of medicine and material cabinets to the wall, and intrusion into and out of the intensive care unit failure modes should be primarily avoided.

Alıntı / Cite

Can G.F., Atalay K.D., Eraslan E., (2018). Htea Temelli Critic Yöntemi İle Bir Devlet Hastanesinde Risk Değerlendirme Uygulaması, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 6(ÖS: Ergonomi2017), 176 – 187

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

Gülin Feryal Can, 0000-0002-7275-2012
Kumru Didem Atalay, 0000-0002-9021-3565
Ergün Eraslan, 0000-0002-5667-0391

Makale Süreci / Article Process

| | |
|---|------------|
| Başvuru Tarihi / Submission Date | 07.11.2017 |
| Revizyon Tarihi / Revision Date | 03.04.2018 |
| Kabul Tarihi / Accepted Date | 17.09.2018 |
| Yayın Tarihi / Published Date | 24.12.2018 |

1. Giriş

Günümüzde hastaneler, yaşlı, genç, çocuk, engelli olmak üzere farklı kesimler tarafından en çok ihtiyaç duyulan kurumlardır. Yedi gün, 24 saat sistemiyle çalışan hastaneler sağlık hizmetinin verildiği en önemli kurum/kuruluşlardır. Bu kurum/kuruluşlar, farklı rahatsızlıklar için farklı tedavi türlerinin uygulandığı hizmet birimleridir. Bu nedenle hastanelerin her zaman güvenli şekilde hizmet verebilmesi çok önemlidir.

Sağlık hizmetleri iş kazaları açısından riskli bir sektördür. Sağlık çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliğini etkileyen değişkenler ve hastaların karşı karşıya kaldığı riskler her sağlık işletmesi için farklılık göstermekle beraber genel olarak biyolojik, kimyasal, fiziksel ve psikolojik ya da çevresel risklere maruz kalındığı görülmektedir. Sağlık kurum/kuruluşları bu riskleri dikkate almadıkları takdirde hem sağlık çalışanları hem de hasta/hasta yakınları açısından tercih edilmeyen bir işletme olmaları kaçınılmazdır. Bu durum sağlık işletmesinin diğer sağlık hizmeti sunan işletmeler ile rekabet gücünü düşürecek, işletmenin karlılığında ve performansında azalmaya neden olacaktır. Bu kapsamda, hastanelerde risk değerlendirmesi büyük öneme sahiptir. Literatürde risk değerlendirme amacıyla kullanılan birçok yöntem bulunmakla birlikte Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) bu yöntemler arasında en yaygın kullanılanlardan birisidir.

HTEA, oluşabilecek potansiyel tehlikeleri tahmin ederek önlemeye çalışan ve meydana gelebilecek problemlerin etkilerini azaltmayı hedefleyen güçlü bir tekniktir. HTEA'da tehlike türleri hata türleri olarak ifade edilmekte ve bu tehlike türlerinin risk dereceleri farklı risk faktörleri dikkate alınarak belirlenmektedir. Bu anlamda, HTEA prosedürü çok kriterli karar verme (ÇKKV) yapısına sahiptir. Bu yapıya göre risk faktörleri kriterleri oluştururken, tehlike türleri ise alternatifleri tanımlar. Risk faktörlerinin tehlike

türlerine göre değerlendirilmesi konunun uzmanları tarafından gerçekleştirilir.

Çalışmada, HTEA temelinde risk faktörleri arasındaki ilişkilerin gücü ve yönünü dikkate alarak bu faktörlerin önem ağırlıklarını hesaplayan Kriterler Arasındaki İlişkiye Göre Kriter Önemi (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation-CRITIC) Yöntemi ve bu ağırlıkları kullanarak risk türlerinin öncelik sırasını belirleyen basit çarpım yönteminin birleştirilmesiyle yeni bir risk değerlendirme yaklaşımı önerilmiştir. CRITIC 1995 yılında Diakoulaki vd. tarafından geliştirilmiştir. Yöntem, kriterler arasındaki korelasyona dayalı olarak objektif bir şekilde kriter önem ağırlıklarını belirleyebilmektedir. Yöntem objektif bir ağırlıklandırma yapabildiği için subjektif yöntemlerde olduğu gibi karar vericilerin tercihleri dikkate alınmamaktadır. Bunun yerine alternatiflerin kriterlere göre aldığı nicel performans verileri kullanılarak kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmaktadır (Diakoulaki vd., 1995; Deng vd., 2000). Bu şekilde, subjektif yöntemlerdeki karar vericiler arasında görüş birliği sağlanamaması durumu da ortadan kalkmıştır. Bu durum, uygun karar vericilerin yokluğunda daha büyük bir problem yaratmaktadır (Deng vd., 2000). Alternatiflerin objektif olarak sıralanması kriter ağırlıklarının objektif olarak belirlenmesinden büyük ölçüde etkilenmektedir (Diakoulaki vd., 1995).

Yapılan çalışma, risk değerlendirmesine risk faktörlerinin önem ağırlıklarının belirlenmesi ve tehlike türlerinin sıralanması açısından yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. Bu çalışma ile gerçek hayatta risklerin birbirini etkilemesi durumu matematiksel olarak analizlere aktarılabilmiş ve bu etki korelasyon hesaplamalarıyla ilişki gücü ve yönü bağlamında ortaya koyulabilmiştir. Ayrıca, risk faktörlerinin tehlike türlerinin önceliklendirilmesinde etki düzeylerini oluşturan ilişki temelli bu önem ağırlıkları ile tehlike türleri daha hassas bir şekilde sıralanabilmektedir. Bu durum, alınması gereken önlemlerin de daha mantıklı bir şekilde önceliklendirilmesi anlamını taşımaktadır. Ayrıca,

CRITIC yönteminde göz ardı edilen uzman görüşleri yöntemin içine aktarılabilmiştir. Uzman değerlendirmeleri arasındaki korelasyon analizlerinin yapılması yönetime yönelik bir geliştirme çalışmasıdır. Bu yönleriyle çalışma, literatürde risk değerlendirme konusundaki ilişkisel değerlendirme boşluğunu dolduran, orijinal bir çalışmadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde HTEA ve CRITIC yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların yer aldığı bilimsel yazın taraması sunulmuştur. Üçüncü bölümde HTEA, CRITIC ve önerilen yöntemin işleyiş prosedürlerine değinilmiştir. Dördüncü bölümde, önerilen yöntemin bir devlet hastanesinde uygulamasına yer verilmiş, beşinci bölümde ise sonuçlar ve tartışma kısmı sunulmuştur.

2. Bilimsel Yazın Taraması

HTEA geliştirilmesi gereken yönleri nedeni ile birçok araştırmacının ilgi odağı olmuştur. Bu kapsamda, literatürde HTEA'nın ÇKKV yöntemleri ile birleştirildiği birçok çalışma bulunmaktadır. Aşağıda bu çalışmalara örnekler verilmiştir.

Chang vd. (1999) bulanık mantık ve gri teoriyi kullanarak Risk Öncelik Puanlarını (RÖP) hesaplayan bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Chang vd. (2001) gri teoriyi kullanarak RÖP'leri belirlemiş ve geleneksel HTEA sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. Pillay ve Wang (2003), gri ilişkisel analiz (GİA) yöntemini kullanarak tehlike türlerini önceliklendirmişlerdir. Braglia vd. (2003) Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) yöntemi kapsamında öklit uzaklığını kullanarak tehlike türlerini sıralamışlardır. Keskin ve Özkan (2009) RÖP'leri bulanık adaptif rezonans teorisini (Adaptive Resonance Theory-Fuzzy ART) uygulayarak hesaplamışlardır. Wang vd. (2009) alfa kesim kümeleri ile doğrusal programlama kapsamında bulanık geometrik ortalama ile bulanık RÖP değerlerini elde etmişler. Ayrıca tehlike türlerinin sıralaması için alfa kesim kümeleri temelinde yeni bir merkezci durulaştırma formülü kullanmışlardır. Chang ve Cheng (2011) bulanık sıralı ağırlıklı ortalama operatörünü ve Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) yöntemini uygulayarak tehlike türlerine ait risk derecelerini belirlemiştir. Chang (2009), HTEA'yı ağırlıklandırılmış geometrik ortalama operatörü ve DEMATEL yöntemi ile birleştirerek tehlike türlerini önceliklendirmiştir. Abdelgawad ve Fayek (2010), bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (Fuzzy AHP-F-AHP) ile HTEA'yı birleştirerek inşaat sektöründe oluşabilecek riskleri önceliklendirmiştir. Zammori ve Gabbrielli (2012) karar hiyerarşisini dikkate alarak Analitik Ağ Prosesi (Analytic Network Process-ANP) ile RÖP'leri belirlemişlerdir. Hadi-Vencheh ve Aghajani (2013) alfa kesim kümelerine dayalı yeni bir risk analiz yöntemi önermişlerdir. Adhikary vd. (2014) Gri

Karmaşık Oranlama (Grey Complex Proportional Assessment-COPRAS-G) yöntemi ile termal güç sistemlerinde tehlike türlerini sıralamışlardır. Emovon vd. (2015) VIšekriterijumsko KOMpromisno Rangiranje (VIKOR) yöntemini deniz makineleri üretim sürecindeki tehlike türlerini sıralamak için kullanmışlardır. Lolli vd. (2016) Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) yöntemini HTEA ile birlikte kullanmışlardır. Zhao vd. (2016) aralıklı sezgisel bulanık küme teorisi ve Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MULTIMOORA) yöntemini kullanarak yeni bir HTEA önermişlerdir. Wang vd. (2016) entropi ve DEMATEL yöntemlerini birleştirerek HTEA'nın performansını geliştirmeye çalışmışlardır. Toptancı ve Erginel (2017) bir inşaat firmasında risk değerlendirmesinin yapılması için HTEA ve Kalite Fonksiyon Yayılımını birleştirerek bütünlük bir yaklaşım önermişlerdir.

CRITIC yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmalara bakıldığında literatürde sınırlı sayıda araştırmanın olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan aşağıda bahsedilmiştir.

Çetinyokuş ve Özdil (2015) CRITIC ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak işletmelerin iş zekası raporlarını kıyaslamışlardır. Kılıç ve Çerçioğlu (2016) Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları (TCDD) tarafından planlanan 78 demiryolu bağlantısı (iltisak hattı) için bir önceliklendirme yapmıştır. Demiryolu bağlantılarının değerlendirilmesinde kullanılan kriterler; CRITIC, Standart Sapma (Standard Deviation-SD) ve Ortalama Ağırlık (Mean Weight-MW) gibi üç farklı kriter ağırlıklandırma yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. TOPSIS ve VIKOR yöntemleri uygulanarak 78 bağlantı alternatifi sıralanmıştır. Ayrıca, Borda Sayım Metodu ile farklı metodların önerdiği sıralamalar birleştirilerek bütünlük tek bir sıralama elde edilmiştir. Orakçı ve Özdemir (2017) tarafından ülkelerin insani gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde, GİA ve Multi-Objective Optimization on the basis Ratio Analysis (MOORA) yöntemlerinden yararlanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Göstergelerin etki düzeyi Entropi ve CRITIC ağırlıklandırma yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Ünlü vd. (2017) tarafından Borsa İstanbul (BIST) 30 endeksinde yer alan firmalardan Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi kapsamında olan ve olmayan firmaların performansları TOPSIS yöntemi ile ölçülmüştür. TOPSIS yönteminde performans ölçütlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde CRITIC yöntemi kullanılmıştır. Keshavarz Ghorabae vd. (2017) üçüncü parti lojistik sağlayıcılarını aralık tip-2 bulanık kümeler ile CRITIC ve Ağırlıklandırılmış Entegre Toplam Çarpım Değerlendirmesi (Weighted Aggregated Sum Product Assessment WASPAS) entegrasyonunu kullanarak önceliklendirmişlerdir. Çalışmada, kriterlerin objektif ağırlıkları aralık tip-2 bulanık kümeler temelli CRITIC ile belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar subjektif değerlerle birleştirilmiştir.

Firmaların sıralaması ise aralık tip-2 bulanık kümeler ile WASPAS birleşiminden elde edilmiştir. Rostamzadeh vd. (2018) sürdürülebilir tedarik zinciri risk yönetiminde bulanık TOPSIS ve CRITIC entegrasyonunu kullanmışlardır. Risk yönetiminin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan yedi ana kriter ve kırk alt kriter belirlenerek bu kriterlerin ağırlıkları bulanık CRITIC ile elde edilmiştir. Risk yönetimi uygulayıcıları açısından performans olarak en iyisinin belirlenmesinde ise bulanık TOPSIS kullanılmıştır. Guan vd. (2017) su kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla Xuchang bölgesindeki farklı su kaynaklarını inceleyerek CRITIC yöntemi ile her bir su kaynağı için kirlilik indeksi hesaplamışlardır. Keshavarz Ghorabae vd. (2018) bulanık kümeleri kullanarak genişletilmiş Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) ve CRITIC yöntemleri ile inşaat ekipmanı seçim sürecin de dikkate alınan kriterlerin önem ağırlıklarını belirlemişlerdir. Bu yöntemlerden elde edilen objektif ve subjektif önem ağırlıkları Ortalama Çözümün Uzaklığa Göre Değerlendirme (Evaluation based on Distance from Average Solution-EDAS) yöntemi ile birleştirilerek önem ağırlıkları daha hassas bir şekilde belirlenmiştir.

Literatürde hastaneler için gerçekleştirilen risk değerlendirme çalışmalarından özetle bahsedilecek olursa, Andersen vd. (2014) sağlık çalışanlarının hasta transferi sırasında ve yardımcı sistemleri kullanırken karşı karşıya kaldıkları sırt rahatsızlıkları riskini araştırmışlardır. Yasobant vd. (2014) Hindistan'da bulunan bir hastanede çalışan hemşirelerin, laboratuvar teknisyenlerinin, diş hekimlerinin ve fizyoterapistlerin mesleki kas-iskelet rahatsızlıklarına yakalanmalarına yol açan risk faktörlerini anket yöntemi ile belirlemişlerdir. Aluko vd. (2016) Nijerya'da bulunan bir sağlık kuruluşunda çalışan personelin maruz kaldığı riskleri tanımlayıcı istatistikleri kullanarak değerlendirmişlerdir. Gül vd. (2017) bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemlerini kullanarak Türkiye'de faaliyet gösteren bir hastanenin farklı bölümlerini risk düzeyi açısından sıralamışlardır.

Bilimsel yazın taramasından da görüldüğü gibi literatürde risk faktörleri arasındaki ilişkinin gücü ve yönünü dikkate alan herhangi bir risk değerlendirme çalışması yapılmamıştır. Bununla birlikte HTEA, CRITIC yöntemi ile bugüne kadar birleştirilmemiştir. HTEA'nin zayıf yönlerini geliştirmek amacıyla bu yaklaşımın farklı yöntemlerle birleştirildiği bir çok çalışma mevcuttur. Ancak risk faktörleri arasındaki ilişkinin gücü ve yönünün değerlendirilmesi herhangi bir HTEA çalışmasında mevcut değildir. Gerçekleştirilen çalışma, matematiksel işlem süreçlerinin basit olması ve pratik bir şekilde uygulanabilecek bir metodoloji önermesi açısından da diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)

Literatürde en fazla kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinden birisi olan HTEA, 1960'lı yıllarda uzay endüstrisinde tasarım metodolojisi olarak geliştirilmiştir. HTEA, bilinen veya potansiyel tehlikelerin sebeplerini, sistemde veya son kullanıcıda söz konusu tehlikelerin oluşturabileceği etkileri dikkate alarak tehlikelerle ilişkili risklerin değerlendirilmesi ve bunların önlenmesi için öncelik sırasının belirlenmesi amacıyla geliştirilmiş sistematik bir yaklaşımdır (Ayrım ve Can, 2017). HTEA'da tehlikeleri önceden belirleyerek gerekli önlemleri almak ve tasarımdan itibaren üründe, sistemde veya serviste olabilecek tehlikelerin olası nedenlerini belirlemek amaçlanmaktadır (Chang ve Cheng, 2011).

HTEA'da, alanında uzman bir ekip kurularak ortaya çıkabilecek tüm olası tehlike türleri tanımlanır. Bu tehlike türlerine ait risk derecesi, olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik risk faktörleri dikkate alınarak hesaplanan risk öncelik puanı (RÖP) ile belirlenir. RÖP Eşitlik (1)'deki gibi hesaplanır.

$$RÖP_i = O_i * S_i * F_i \quad (1)$$

Burada;

$RÖP_i$: i . tehlike türünün risk öncelik puanı,

O_i : i . tehlike türünün oluşma olasılığı,

S_i : i . tehlike türünün şiddet değeri,

F_i : i . tehlike türünün fark edilebilirlik değeridir.

$RÖP_i$ değerlerine göre tehlike türleri ve bunlara ilişkin alınacak önlemler sıralanır. En yüksek $RÖP_i$ değerine sahip olan tehlike türü öncelikle önlenmesi gereken tehlike türüdür. RÖP hesaplamasında olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik risk faktörleri için kullanılan skalalar sırasıyla Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir (Ford Motor Company, 1988).

Tablo 1. Olasılık için kullanılan değerlendirme skalası

| TEHLİKE OLASILIĞI | TEHLİKE KÜMÜLATİF SAYISI | DERECE |
|---|--------------------------|--------|
| Aşırı Derecede Yüksek: Kaçınılmaz Tehlike | ½'den fazla | 10 |
| Çok Yüksek | 1/3 | 9 |
| Tekrarlanan Tehlike | 1/8 | 8 |
| Yüksek | 1/20 | 7 |
| Kısmen Orta | 1/80 | 6 |
| Orta | 1/400 | 5 |
| Nispeten Az | 1/2000 | 4 |
| Az | 1/15000 | 3 |
| Çok Az | 1/150000 | 2 |

| | | |
|-----------------------|---------------------|---|
| Olası Olmayan Tehlike | 1/1500000'den düşük | 1 |
|-----------------------|---------------------|---|

Tablo 2. Şiddet için kullanılan değerlendirme skalası

| ETKİ | ŞİDDETİN ETKİSİ | DERECE |
|------------------------|---|--------|
| Uyarısız Gelen Tehlike | Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel tehlike | 10 |
| Uyarısız Gelen Tehlike | Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel tehlike | 9 |
| Çok Yüksek | Sistemin tamamen hasar görmesini sağlayan yıkıcı etkiye sahip ağır yaralanmalara, 3.derece yanık, akut, ölüm vb. etkiye sahip tehlike | 8 |
| Yüksek | Ekipmanı tamamen hasar görmesine sebep olan ve ölüme, zehirlenme, 3.derece yanık, akut ölümcül hastalık vb. etkiye sahip tehlike | 7 |
| Orta | Sistemin performansını etkileyen, uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma, kanser vb. yol açan tehlike | 6 |
| Düşük | Kırık, kalıcı küçük iş görmemezlik, 2.derece yanık, beyin sarsıntısı vb. etkiye sahip tehlike | 5 |
| Çok Düşük | İncinme, küçük kesik ve sıyrıklar, ezilmeler vb. hafif yaralanmalar ile kısa süreli rahatsızlıklara neden olan tehlike | 4 |
| Küçük | Sistemin çalışmasını yavaşlatan tehlike | 3 |
| Çok Küçük | Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan tehlike | 2 |
| Yok | Etki yok | 1 |

Tablo 3. Fark Edilebilirlik için kullanılan değerlendirme skalası

| FARK EDİLEBİLİRLİK | FARK EDİLEBİLİRLİK OLASILIĞI | DERECE |
|--------------------|--|--------|
| Tespit edilemez | Olası tehlikenin nedeninin ve takip eden tehlikenin keşfedilebilirliği mümkün değil | 10 |
| Çok Az | Olası tehlikenin nedeninin ve takip eden tehlikenin keşfedilebilirliği çok uzak | 9 |
| Az | Olası tehlikenin nedeninin ve takip eden tehlikenin keşfedilebilirliği uzak | 8 |
| Çok Düşük | Olası tehlikenin nedeninin ve takip eden tehlikenin keşfedilebilirliği çok düşük | 7 |
| Düşük | Olası tehlikenin nedeninin ve takip eden tehlikenin keşfedilebilirliği düşük | 6 |
| Orta | Olası tehlikenin nedeninin ve takip eden tehlikenin keşfedilebilirliği çok orta | 5 |
| Yüksek Ortalama | Olası tehlikenin nedeninin ve takip eden tehlikenin keşfedilebilirliği yüksek ortalama | 4 |
| Yüksek | Olası tehlikenin nedeninin ve takip eden tehlikenin keşfedilebilirliği yüksek | 3 |
| Çok Yüksek | Olası tehlikenin nedeninin ve takip eden tehlikenin keşfedilebilirliği çok yüksek | 2 |
| Hemen Hemen Kesin | Olası tehlikenin nedeninin ve takip eden tehlikenin keşfedilebilirliği hemen hemen kesin | 1 |

HTEA, pratik olması ve kolay uygulanabilmesi nedenleriyle yaygın bir şekilde kullanılmakla birlikte, geliştirilmesi gereken yönleri nedeniyle de birçok

araştırmacının ilgi odağı olmuştur. HTEA'nın geliştirilmesi gereken yönleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) Geleneksel HTEA'da sadece olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik faktörleri dikkate alınarak tehlike türlerine ilişkin RÖP hesaplanmaktadır.
- 2) Olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik faktörlerinin üçünün de aynı öneme sahip olduğu varsayılmaktadır.
- 3) Bu faktörlere ait skala değerlerinin farklı olduğu durumlarda dahi aynı RÖP'ler elde edilmektedir.
- 4) RÖP hesabı için değişimlere fazlasıyla duyarlı olan matematiksel çarpım işlemi kullanılmaktadır.
- 5) Risk faktörleri arasındaki ilişkiler göz ardı edilmektedir.
- 6) Uzman görüşleri matematiksel açıdan uygun bir şekilde birleştirilememektedir.

Çalışmada yukarıda belirtilen dezavantajların geliştirilmesine yönelik bir yaklaşım önerilmiştir.

3.2. Kriterler Arasındaki İlişkilere göre Kriter Önemi Yöntemi (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation-CRITIC)

CRITIC yönteminde, objektif ağırlıklar her bir değerlendirme kriterinin gerçek verisinin hesaplanmasıyla elde edilmektedir. Kriterlerin objektif ağırlıklarının bu yöntemle göre belirlenmesinde her bir kriterin hem standart sapması hem de diğer kriterlerle arasındaki korelasyon ilişkisi esas alınmaktadır. Yöntemin uygulama adımları aşağıda yer almaktadır.

Birinci Aşama: Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Hesaplanması

Adım 1. Karar kriterlerini ve alternatifleri belirle.

Karar kriterleri C_j $j = 1, \dots, n$ olarak, alternatifler ise A_i $i = 1, \dots, m$ olarak ifade edilir.

Adım 2. Alternatiflerin kriterlere göre aldığı değerleri belirle.

Her bir alternatifin her bir kriter açısından performans değeri t_{ij} belirlenir. Bu değerler kriterlerin gerçek ve ölçülebilir değerleridir. Bu değerlerle başlangıç karar matrisi $[X]$ Eşitlik (2)'deki gibi oluşturulur.

$$[X] = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Adım 3. Başlangıç karar matrisini normalize et.

[X] matrisinde bulunan her bir kriterin alternatiflere göre aldığı değerler t_{ij} Eşitlik (3) kullanılarak normalize edilir ve normalize başlangıç karar matrisi [Y] oluşturulur. [Y] matrisinin her bir elemanı y_{ij} ile tanımlanır.

$$y_{ij} = \frac{t_{ij} - t_j^{\min}}{t_j^{\max} - t_j^{\min}} \quad (3)$$

Burada,

t_j^{\min} : j. kriterin bütün alternatifler gözetilerek aldığı en küçük değer.

t_j^{\max} : j. kriterin bütün alternatifler gözetilerek aldığı en büyük değerdir.

Adım 4. Kriterlere ait standart sapmayı belirle.

[Y] matrisinde bulunan y_{ij} değerleri kullanılarak her bir kritere ait standart sapma σ_j Eşitlik (4)'deki gibi hesaplanır.

$$\sigma_j = \frac{\sum_{i=1}^n (t_{ij} - \bar{t}_j)^2}{n-1} \quad (4)$$

Adım 5. Kriterlere ait korelasyon katsayısını hesapla.

Kriterler arasındaki korelasyon ilişkisi kategorik olmayan veriler için Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak $p_{jk}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, n$ Eşitlik (5)'deki gibi elde edilir.

$$p_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_j)^2}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_j)^2 \sum_{i=1}^n (y_{ik} - \bar{y}_k)^2}} \quad (5)$$

Adım 6. Kriter önem ağırlıklarını hesapla.

Kriter önem ağırlıkları w_j Eşitlik (6) kullanılarak hesaplanır.

$$w_j = \frac{\sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - p_{jk})}{\sum_{k=1}^n \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - p_{jk})} \quad (6)$$

3.3. Önerilen Yöntem

Önerilen yaklaşım iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada kriterlerin önem ağırlıkları CRITIC yöntemi ile belirlenmekte, ikinci aşamada ise alternatiflerin sıralaması basit çarpım yöntemi ile elde edilmektedir. Aşağıda önerilen yaklaşımın uygulama adımları yer almaktadır.

Birinci aşama: Kriterlerin önem ağırlıklarının CRITIC Yöntemi ile belirlenmesi.

Adım 1. Karar kriterlerini ve alternatifleri belirle.

Karar kriterleri $C_j, j = 1, \dots, n$ olarak, alternatifler ise $A_i, i = 1, \dots, m$ olarak ifade edilir.

Adım 2. Karar verici grubu belirle.

Karar verici grubu $KV_b, b = 1, \dots, z$ olarak tanımlanır. Bu grup karar konusuyla ilgili uzman kişilerden oluşturulur.

Adım 3. Başlangıç karar matrisini her bir karar verici için oluştur.

Alternatiflerin kriterlere göre performans değerlerini gösteren başlangıç karar matrisi $[B]_b$ her bir karar verici için oluşturulur. $[B]_b$ matrisinin her bir elemanı $(x_{ij})_b$ olarak gösterilir. $[B]_b$ Eşitlik (7) ile gösterilmiştir.

$$[B]_b = \begin{bmatrix} (x_{11})_b & (x_{12})_b & \dots & (x_{1n})_b \\ (x_{21})_b & (x_{22})_b & \dots & (x_{2n})_b \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (x_{m1})_b & (x_{m2})_b & \dots & (x_{mn})_b \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 4. Başlangıç karar matrislerini birleştir.

Her bir karar verici için oluşturulan başlangıç karar matrisleri Eşitlik (8)'de verilen aritmetik ortalama yaklaşımı kullanılarak birleştirilir ve birleştirilmiş başlangıç karar matrisi [B] oluşturulur. [B] matrisinin her bir elemanı x_{ij} ile ifade edilir. [B] Eşitlik (9)'da gösterilmektedir.

$$x_{ij} = \frac{\sum_{b=1}^z (x_{ij})_b}{z} \quad (8)$$

$$[B] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Aritmetik ortalama bilindiği gibi sayısal değişkenler için en sık kullanılan merkezi eğilim ölçüsüdür. Geometrik ortalama ise genellikle yüzdelerin, oranların, indeks sayılarının ve bir nokta ile diğer bir nokta arasındaki süreci kapsayan yıllık oranların bulunmasında kullanılır (Tekin, 2008). Çalışmada, karar vericiler, kesin değerlerden oluşan (1-10) arası bir skala kullanarak tehlike türlerini ve risk faktörlerini değerlendirdiği için, karar vericilerin görüşlerini birleştirmek amacıyla aritmetik ortalama kullanılmıştır.

Adım 5. Normalize birleştirilmiş başlangıç karar matrisini oluştur.

[B] matrisinde bulunan her bir kriterin alternatiflere göre aldığı değerler x_{ij} Eşitlik (10) kullanılarak normalize edilir ve normalize birleştirilmiş başlangıç karar matrisi [N] oluşturulur. [N] matrisinin her bir elemanı r_{ij} ile ifade edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (10)$$

Adım 6. Kriterlere ait standart sapmayı belirle.

[N] matrisinde bulunan r_{ij} değerleri kullanılarak her bir kritere ait standart sapma s_j Eşitlik (11)'deki gibi hesaplanır.

$$s_j = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{n-1} \quad (11)$$

Adım 7. Kriterlere ait korelasyon katsayısını hesapla.

Kriterler arasındaki korelasyon ilişkisi kategorik olmayan veriler için Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak $p_{jk}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, n$ ile kategorik veriler için ise Spearman sıra korelasyon katsayısı

kullanılarak sp_{jk} , $j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, n$ ile ifade edilir.

Spearman sıra korelasyon katsayısı, meslek, eğitim, çeşitli marka tercihleri gibi nitel değişkenlerin olduğu durumlarda, değişkenlerin tam değerlerinin elde edilemediği durumlarda ve kesikli verilerin bulunduğu ve normal dağılıma uymadığı durumlarda değişkenler arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılır. Katsayı hesaplanırken verilerin kendi değerleri üzerinden değil de verilerin sıra sayıları üzerinden hesaplama yapılır (Serper, 1996).

Adım 8. Kriter önem ağırlıklarını hesapla.

Kriter önem ağırlıkları w_j , Eşitlik (12) kullanılarak hesaplanır.

$$w_j = \frac{\sigma_j \sum_{k=1}^n (1-sp_{jk})}{\sum_{k=1}^n \sigma_j \sum_{k=1}^n (1-sp_{jk})} \quad (12)$$

İkinci aşama: Alternatiflerin sıralanması.

Adım 9. Alternatiflerin ağırlıklandırılmış performans değerlerini belirle ve bu değerlere göre alternatifleri sırala.

Alternatiflerin sıralanması, her bir alternatif için Adım 4'te elde edilen birleştirilmiş başlangıç karar matrisi $[B]$ 'nin elemanları ile w_j değerlerinin çarpılması sonucu belirlenir. Buna göre Eşitlik (13) kullanılarak alternatiflerin ağırlıklandırılmış performans değerleri P_i elde edilir.

$$P_i = \sum_{j=1}^n (x_{ij} \times w_j) \quad (13)$$

P_i değeri en yüksek olan alternatif en iyi alternatif olarak seçilir.

4. Önerilen Yaklaşımın bir devlet hastanesinde risk değerlendirme sürecine uygulanması

Önerilen yaklaşım, Ankara'da bir devlet hastanesinde, hastanenin genelinde ortaya çıkabilecek risklerin değerlendirilmesi için kullanılmıştır. 1954 yılında açılan ilgili devlet hastanesi 11 poliklinik odası hariç, 139 branş poliklinik odası, semt poliklinikleri ve 772 yatak kapasitesi ile hizmet vermektedir. Aşağıda önerilen yaklaşımın risk değerlendirme amacıyla uygulanmasına ilişkin adımlar yer almaktadır.

Adım 1. Karar kriterlerini ve alternatifleri belirle.

Karar kriterleri risk değerlendirme sürecinde dikkate alınan risk faktörlerini oluşturmaktadır. Bu kapsamda, riskin büyüklüğünü etkilediği düşünülen beş risk faktörüne C_j $j = 1, \dots, 5$ göre risk değerlendirmesi yapılmıştır. Bu faktörler, olasılık (C_1), farkedilebilirlik (C_2), şiddet (C_3), sıklık (C_4) ve maliyet (C_5) tir.

Çalışma kapsamında, incelenen devlet hastanesine ait genel tehlike türleri üzerinde durulmuştur. Buna göre hastanenin başhekim, başhekim yardımcısı ve hastanede çalışan A sınıfı sertifikaya sahip iş güvenliği uzmanının ortak görüşleri doğrultusunda son dönemde yapılan risk değerlendirme çalışmasında ortaya çıkan tehlike türleri arasından en önemli 10

tehlike türü belirlenerek çalışmada dikkate alınmıştır. Hastanede her yıl periyodik olarak risk değerlendirmesi yapılmaktadır. Risk değerlendirme sürecinde başhekim, başhekim yardımcısı ve iş güvenliği uzmanı birlikte çalışmaktadır. Söz konusu tehlike türleri, alternatifleri A_i $i = 1, \dots, 10$ oluşturmaktadır. Alternatifler aşağıda yer alan Tablo 4'de sunulmaktadır.

Tablo 4. Hastane genelindeki tehlike türleri

| Alternatif A_i | Tanım |
|------------------|--|
| A_1 | Yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılmaması |
| A_2 | İlaç ve malzeme dolaplarının duvara sabitlenmemesi |
| A_3 | Düşme kayma tehlikesi yaşanabilecek alanların işaretlenmesi ve gerekli kaydırmazlık ekipmanlarının yerleştirilmesi |
| A_4 | Güvenlik birimine acil durumlarda aranması gereken acil telefon listesinin tebliğ edilmemesi |
| A_5 | Yoğun bakım ünitesine izinsiz giriş-çıkışların olması |
| A_6 | İşyeri içerisinde sağlık ve güvenlik işaretlerinin eksik olması |
| A_7 | Tuvalet, lavabo ve duşların temizlenmemesi ve kontrol formunun asılmaması |
| A_8 | İşyerinin elektrik panolarında çalışanları tehlikeli gerilimden koruyacak uygun (30mA) kaçak akım rölesi bulunmaması |
| A_9 | Çalışma alanlarının hepsinde pencere bulunmaması veya pencerelerin güneş ışığı almayan bina boşluklarına açılması |
| A_{10} | Kimyasal güvenlik formlarının bulunmaması |

Adım 2. Karar verici grubu belirle.

Karar verici grubunu, hastanenin baş hekim, baş hekim yardımcısı ve hastanede çalışan A sınıfı sertifikaya sahip iş güvenliği uzmanı olmak üzere 3 kişi KV_b $b = 1,2,3$ oluşturmaktadır. Bu grup, risk faktörlerinin önem ağırlıklarını ve hastane genelindeki tehlike türleri arasından öncelikle hangisi için düzeltici-önleyici önlemlerin alınması gerektiğini belirlemekle sorumludur.

Adım 3. Başlangıç karar matrisini her bir karar verici için oluşturun.

Karar verici grubu tehlike türlerini risk faktörlerine göre değerlendirirken olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik risk faktörleri için sırasıyla Tablo 1, 2 ve 3'de verilen skalaları kullanmaktadır. Sıklık ve maliyet risk faktörleri için ise aşağıda Tablo 5 ve 6'da sunulan skalalardan yararlanılmaktadır. Sıklık ve maliyet skalaları yine başhekim, başhekim yardımcısı ve iş

güvenliği uzmanının ortak görüşleri doğrultusunda ve HTEA'da kullanılan olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik ölçeklerinin yapısına uygun olacak şekilde belirlenmiştir. $[B]_b$ matrisi Eşitlik (7) kullanılarak oluşturulmuş ve birinci karar verici KV_1 için Tablo 7'de örnek olarak verilmiştir.

Tablo 5. Sıklık risk faktörüne ilişkin skala

| TEHLİKE SIKLIĞI | TEHLİKE SIKLIĞI | DERECE |
|-----------------------|-------------------|--------|
| Aşırı Derecede sık | Günde bir -iki | 10 |
| Çok Yüksek | Günde bir | 9 |
| Tekrarlanan Tehlike | Ayda bir-iki | 8 |
| Yüksek | Ayda bir | 7 |
| Kısmen Orta | Birkaç ayda bir - | 6 |
| Orta | Birkaç ayda bir | 5 |
| Nispeten Az | Bir yılda bir-iki | 4 |
| Az | Bir yılda bir | 3 |
| Çok Az | Birkaç yılda bir- | 2 |
| Olası Olmayan Tehlike | Birkaç yılda bir | 1 |

Tablo 6. Maliyet risk faktörüne ilişkin skala

| TEHLİKE MALİYETİ TANIMI | TEHLİKE MALİYETİ | DERECE |
|-------------------------|----------------------|--------|
| Aşırı Derecede Yüksek: | 500.000 TL'den fazla | 10 |
| Çok Yüksek | 100.001-500.000 | 9 |
| Tekrarlanan Maliyet | 50.001-100.000 TL | 8 |
| Biraz Yüksek Maliyet | 10.001-50.000 | 7 |
| Kısmen Orta Maliyet | 2001-10.000 TL | 6 |
| Orta Maliyet | 701-2000 TL | 5 |
| Nispeten Az Maliyet | 501-700 TL | 4 |
| Az Maliyet | 301-500 TL | 3 |
| Çok Az Maliyet | 101-300 TL | 2 |
| Önemsiz Maliyet | 0-100 TL | 1 |

Tablo 7. Birinci karar verici için başlangıç karar matrisi, $[B]_1$

| Alternatif A_i | Kriterler C_j | | | | |
|------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 |
| A_1 | 5 | 1 | 8 | 9 | 8 |
| A_2 | 7 | 2 | 7 | 8 | 8 |

| | | | | | |
|----------|----|---|---|---|---|
| A_3 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| A_4 | 9 | 6 | 4 | 6 | 4 |
| A_5 | 10 | 7 | 4 | 6 | 6 |
| A_6 | 8 | 5 | 3 | 7 | 5 |
| A_7 | 8 | 4 | 5 | 8 | 4 |
| A_8 | 4 | 4 | 6 | 7 | 6 |
| A_9 | 5 | 6 | 4 | 6 | 8 |
| A_{10} | 4 | 4 | 5 | 5 | 7 |

Adım 4. Başlangıç karar matrislerini birleştir.

$[B]$ matrisi Eşitlik (8) ve Eşitlik (9) kullanılarak oluşturulmuş ve Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Birleştirilmiş başlangıç karar matrisi, $[B]$

| Alternatif A_i | Kriterler C_j | | | | |
|------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 |
| A_1 | 7,00 | 5,67 | 7,67 | 8,67 | 5,67 |
| A_2 | 7,00 | 5,67 | 6,33 | 7,33 | 6,00 |
| A_3 | 5,33 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,67 |
| A_4 | 6,33 | 6,33 | 4,00 | 5,67 | 5,67 |
| A_5 | 6,00 | 6,33 | 4,33 | 6,00 | 8,33 |
| A_6 | 5,33 | 4,33 | 3,00 | 7,33 | 6,67 |
| A_7 | 6,00 | 4,00 | 4,67 | 8,00 | 7,00 |
| A_8 | 6,33 | 5,67 | 6,00 | 7,00 | 5,33 |
| A_9 | 4,33 | 7,33 | 4,33 | 5,33 | 7,67 |
| A_{10} | 4,00 | 5,67 | 5,33 | 5,00 | 5,00 |

Adım 5. Normalize birleştirilmiş başlangıç karar matrisini oluştur.

$[N]$ matrisi Eşitlik (10) kullanılarak oluşturulmuş ve Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Normalize Birleştirilmiş başlangıç karar matrisi, $[N]$

| Alternatif A_i | Kriterler C_j | | | | |
|------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 |
| A_1 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,20 |
| A_2 | 1,00 | 0,50 | 0,71 | 0,64 | 0,30 |
| A_3 | 0,44 | 0,30 | 0,43 | 0,00 | 0,20 |
| A_4 | 0,78 | 0,70 | 0,21 | 0,18 | 0,20 |
| A_5 | 0,67 | 0,70 | 0,29 | 0,27 | 1,00 |
| A_6 | 0,44 | 0,10 | 0,00 | 0,64 | 0,50 |
| A_7 | 0,67 | 0,00 | 0,36 | 0,82 | 0,60 |
| A_8 | 0,78 | 0,50 | 0,64 | 0,55 | 0,10 |
| A_9 | 0,11 | 1,00 | 0,29 | 0,09 | 0,80 |
| A_{10} | 0,00 | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| s_j | 0,34 | 0,29 | 0,29 | 0,36 | 0,32 |

Tablo 9'da yer alan r_{11} değeri Eşitlik (10) kullanılarak aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$r_{11} = \frac{7.00-4.00}{7.00-4.00} = 1,00$$

Adım 6. Kriterlere ait standart sapmayı belirle.

s_j değerleri Eşitlik (11)'deki gibi hesaplanmış ve Tablo 9'da sunulmuştur.

Adım 7. Kriterlere ait korelasyon katsayısını hesapla.

$sp_{jk}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, n$ değerleri SPSS Statistics 17.0 paket programı kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Kriterlere ait korelasyon katsayısı, s_{jk}

| Kriterler C_j | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C_1 | 1,00 | 0,03 | 0,47 | 0,68* | -0,08 |
| C_2 | 0,03 | 1,00 | -0,11 | -0,38 | 0,15 |
| C_3 | 0,47 | -0,11 | 1,00 | 0,26 | -0,49 |
| C_4 | 0,68* | -0,38 | 0,26 | 1,00 | 0,24 |
| C_5 | -0,08 | 0,15 | -0,49 | 0,24 | 1,00 |

* $p = 0.05$ için önemli korelasyon

Adım 8. Kriter önem ağırlıklarını hesapla.

w_j değerleri Eşitlik (12) kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. Kriter önem ağırlıkları, w_j değerleri

| Kriterler C_j | Kriter Önem Ağırlıkları w_j |
|--------------------|----------------------------------|
| C_1 | 0,17 |
| C_2 | 0,22 |
| C_3 | 0,19 |
| C_4 | 0,20 |
| C_5 | 0,23 |

Tablo 11'den de görüldüğü gibi karar verici grubuna göre hastanedeki tehlike türlerini değerlendirirken dikkate alınması gereken en önemli risk faktörü maliyet (C_5) risk faktörüdür. C_1 kriterinin önem ağırlığı w_1 'in elde edilişi örnek olarak aşağıda verilmiştir.

$$w_1 = \frac{0,34((1-1,00) + \dots + (1-(-0,08)))}{0,34((1-1,00) + \dots + (1-(-0,08)))} = 0,17$$

Adım 9. Alternatiflerin ağırlıklandırılmış performans değerlerini belirle ve bu değerlere göre alternatifleri sırala.

Alternatiflerin önceliklendirilmesi için Eşitlik (13) kullanılarak P_i değerleri elde edilmiş ve Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. Alternatiflere ait sıralama, P_i değerleri

| Alternatif A_i | P_i | Sıralama |
|---------------------|-------|-----------|
| A_1 | 6,85 | 1 |
| A_2 | 6,42 | 2 |
| A_3 | 5,21 | 9 |
| A_4 | 5,61 | 7 |
| A_5 | 6,30 | 3 |
| A_6 | 5,38 | 8 |
| A_7 | 5,94 | 6 |
| A_8 | 6,02 | 4 |
| A_9 | 5,95 | 5 |
| A_{10} | 5,04 | 10 |

Tablo 12'den de görüldüğü gibi hastanede öncelikli olarak önlenmesi gereken tehlike türleri yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılmaması (A_1), ilaç ve malzeme dolaplarının duvara sabitlenmemesi (A_2) ve yoğun bakım ünitesine izinsiz giriş-çıkışların olması (A_5) vb. dir. A_1 alternatifine ait P_1 değerinin hesaplanması ise aşağıda örnek olarak verilmiştir.

$$P_1 = (7 \times 0,17) + (5,67 \times 0,22) + (7,67 \times 0,19) + (8,67 \times 0,20) + (5,67 \times 0,23)$$

$$P_1 = 6,85$$

5. Sonuçlar ve Tartışma

Çalışmada HTEA'nın geliştirilmesi gereken yönleri dikkate alınarak yeni bir risk değerlendirme yaklaşımı önerilmiştir. Yaklaşımın birinci aşamasında risk faktörlerinin önem ağırlıkları CRITIC yöntemi ile belirlenmiş, ikinci aşamasında basit çarpım yöntemi ile tehlike türleri sıralanmıştır. CRITIC yöntemi ile risk faktörleri arasındaki değişkenlik, ilişkinin derecesi ve ilişkinin yönü dikkate alınarak risk faktörlerinin önem ağırlıkları elde edilmiştir. Bu önem ağırlıkları kullanılarak tehlike türlerine ilişkin öncelikler belirlenmiştir.

Risk faktörlerinin önem ağırlıklarına bakıldığında en önemli risk faktörünün maliyet olduğu görülmektedir. Bu sonuç, bir devlet hastanesi açısından düşünüldüğünde anlamlıdır. Çünkü devlet tarafından her bir hastaneye ayrılan belirli bir bütçe vardır. Bu bütçe, hastanenin bütün ihtiyaçları için kullanılacaktır. Bu kapsamda, hastane yönetimi de tehlike türlerinin sıralamasına göre öncelikle önlenmesi gereken tehlike türünü dikkate alarak bir iş planı yapacaktır. Söz konusu tehlike türü karar vericilere göre en önemli tehlike türüdür ve ortaya çıkmaması için ya da ortaya çıktığında en az zararlarla atlatılması için önlemler alınmalıdır.

Tehlike türlerine ait sıralamaya bakıldığında ise yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılmaması tehlike türünün birinci sırada önlenmesi gereken tehlike türü olduğu belirlenmiştir. Bu da, yine incelenen devlet hastanesi açısından düşünüldüğünde anlamlı bir sonuçtur. İlgili devlet hastanesi birçok farklı branşta hizmet veren çok kalabalık bir hastanedir. Buna göre, yangın söndürücülerin periyodik bakımının yapılmaması durumu, herhangi bir yangın anında bazı söndürücülerin çalışmama ihtimalini de beraberinde getirmektedir. Yangın söndürücülerin bir kısmı çalışmadığında ise birçok kişi zarar görebilecektir. Beklenenden fazla kişinin zarar görmesi, ilgili tehlike türünün risk derecesini de arttırmaktadır. Bu kapsamda, bu tehlike türüne ilişkin önlemlerin acilen alınması gerekmektedir.

Karar vericiler tarafından yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılmaması öncelikle önlenmesi gereken tehlike türü olarak belirlenmiştir. Bu tehlike türünün önlenmesi için yangın söndürücülerin periyodik kontrollerine önem verilmesi gerektiği ve bu kontrollerin aksatılmadan yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Maliyet faktörünün de en önemli risk faktörü olarak belirlendiği de göz önüne alınacak olursa, söz konusu önlemin maliyet açısından çok fazla bir yük getirmeyeceği açıktır. Bu tehlike türünden olumsuz olarak etkilenebilecek kişilerin sayısı göz önünde bulundurulduğu zaman düşük bir maliyete katlanılarak yangın söndürücülerin periyodik bakımının yaptırılmasının sadece bir önem verme durumu olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tehlike türleri arasında ikinci sırada yer alan ilaç ve malzeme dolaplarının duvara sabitlenmemesi tehlike türü de yine maliyet açısından bakıldığında hastane yönetimini çok fazla zorlamayacağı düşünülen duvara sabitleme işleminin yapılması önlemi ile engellenebilecektir.

Risk faktörleri arasında karar vericiler açısından ikinci derecede önemli olan faktör ise fark edilebilirliktir. Bu risk faktörü, hastane ortamı düşünüldüğünde daha fazla önem kazanmaktadır. Çünkü hastaneler kalabalık ortamlar olarak genelde tıbbi sağlıkla ilgili risklerin öncelikle saptanabildiği alanlardır. İş sağlığı ve güvenliği açısından ortaya çıkabilecek riskleri fark edebilmek diğer tıbbi sağlık risklerine göre daha

zordur. Ancak bu gruba giren riskler de hem hastaları hem de hastane çalışanlarını etkileyebilmesi açısından çok önemlidir.

Gelecek çalışmalarda, HTEA analizinin diğer zayıf yönlerine odaklanılarak geliştirilmesine devam edilebilir. Üzerinde çalışılabilecek bu yönler örnek olarak, kullanılan skalaların kesin değerler içermesi nedeniyle potansiyel tehlike türlerinin tahmininde yetersiz kalması, işletmelerin gerçekçi kısıtlarını dikkate alan bir matematiksel modelleme ile tehlike türlerinin önceliklendirilmesi, birkaç karar verici görüşüyle risk değerlendirmesinin yapılması, tehlike türleri arasındaki etkileşimin göz ardı edilmesi verilebilir. Bu kapsamda ilgili yaklaşım, bulanık veya stokastik süreçlerle birleştirilebilir.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar

- Abdelgawad, M., Fayek, A.R., 2010. Risk Management in the Construction Industry Using Combined Fuzzy FMEA and Fuzzy AHP. *Journal of Construction Engineering Management*, 136(9), 1028-1036.
- Adhikary, D.D., Bose, G.K., Bose, Mitra, S., 2014. Multi criteria FMECA for coal-fired thermal power plants using COPRAS-G. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 31(5), 601-614.
- Aluko, O. O., Adebayo, A. E., Adebisi, T. F., Ewegbemi, M. K., Abidoye, A. T., Popoola, B. F., 2016. Knowledge, attitudes and perceptions of occupational hazards and safety practices in Nigerian healthcare workers. *BMC research notes*, 9(1), 71.
- Andersen, L. L., Burdorf, A., Fallentin, N., Persson, R., Jakobsen, M. D., Mortensen, O. S., ... Holtermann, A., 2014. Patient transfers and assistive devices: prospective cohort study on the risk for occupational back injury among healthcare workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 74-81.
- Ayrim, Y., Can, G.F., 2017. Prioritization of Failure Modes in Food Logistics with a Fuzzy Approach. *Journal of Management, Marketing and Logistics*, 4(2), 186-201.
- Braglia, M., Frosolini, M., Montanari, R., 2003. Fuzzy Criticality Assessment Model for Failure Modes and Effects Analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 20(4), 503-524.

- Chang, C. L., Wei, C. C., Lee, Y. H., 1999. Failure mode and effects analysis using fuzzy method and grey theory. *Kybernetes*, 28(9), 1072-1080.
- Chang, C.L., Liu, P.H., Wei, C.C., 2001. Failure Mode and Effects Analysis Using Grey Theory. *Integrated Manufacturing Systems*. 12(3), 211-216.
- Chang, K.H., 2009. Evaluate the orderings of risk for failure problems using a more general RPN methodology. *Microelectronic Reliability* 49(12),1586-1596
- Chang, K.H., Cheng, C.H., 2011. Evaluating the Risk of Failure Using the Fuzzy OWA and DEMATEL Method. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 22(2), 113-129.
- Çetinyokuş, T., Özdil, L., 2015. İş Zekası Yazılımı Alternatiflerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 1(2), 48-61.
- Deng, H., Yeh, C.H., Willis, R.J., 2000. Inter-Company Comparison Using Modified Topsis with Objective Weights. *Computers & Operations Research*, 27(10), 963-973.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., Papayannakis, L., 1995. Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The Critic Method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-70.
- Emovon, I., Norman, R.A., M.A.J., Pazouki, K., 2015. An integrated Multicriteria Decision Making Methodology Using Compromise Solution Methods for Prioritising Risk of Marine Machinery Systems. *Ocean Engineering*, 105, 92-103.
- Guan, X. J., Liu, w. K., Hu, D., 2017. Application of Pollution Index Method in Water Quality Evaluation of Qingyihe River Based on CRITIC Weight. *Water Resources and Power*, 8, 012.
- Gül, M., Ak, M. F., Güneri, A. F., 2017. Occupational health and safety risk assessment in hospitals: A case study using two-stage fuzzy multi-criteria approach. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 23(2), 187-202.
- Hadi-Vencheh, A., Aghajani, M., 2013. Failure Mode and Effects Analysis: A Fuzzy Group MCDM Approach. *Journal of Soft Computing and Applications*. 1-14.
- Keshavarz Ghorabae, M., Amiri, M., Kazimieras Zavadskas, E., Antuchevičienė, J., 2017. Assessment of third-party logistics providers using a CRITIC-WASPAS approach with interval type-2 fuzzy sets. *Transport*, 32(1), 66-78.
- Keshavarz Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., & Antucheviciene, J., 2018. A new hybrid fuzzy MCDM approach for evaluation of construction equipment with sustainability considerations. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 18(1), 32-49.
- Keskin, G.A., Özkan, C., 2009. An alternative Evaluation of FMEA: Fuzzy ART Algorithm. *Quality and Reliability Engineering International*. 25(6), 647-661.
- Kılıç, O., Çerçioğlu, H., 2016., TCDD İltisak Hatları Projelerinin Değerlendirilmesinde Uzlaşık Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri Uygulaması. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 31(1).
- Lolli, F., Ishizaka, A., Gamberini, R., Rimini, B., Ferrari, A.M., Marinelli, S., Savazza, R., 2016. Waste Treatment: an Environmental, Economic and Social Analysis with A new Group Fuzzy PROMETHEE Approach. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 1-16.
- Orakçı, E., Özdemir, A., 2017. Telif Edici Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Türkiye ve AB Ülkelerinin İnsani Gelişmişlik Düzeylerinin Belirlenmesi. *Journal of Economics & Administrative Sciences/Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1).
- Pillay, A., Wang, J., 2003. Modified Failure Mode and Effects Analysis Using Approximate Reasoning. *Reliability Engineering & System Safety*. 79(1), 69-85.
- Potential failure mode and effects analysis (FMEA). 1988. Reference manual. Ford Motor Company.
- Rostamzadeh, R., Ghorabae, M. K., Govindan, K., Esmaili, A., Nobar, H. B. K., 2018. Evaluation of sustainable supply chain risk management using an integrated fuzzy TOPSIS-CRITIC approach. *Journal of Cleaner Production*, 175, 651-669.
- Serper, Ö., 1996. Uygulamalı İstatistik 2. Genişletilmiş 3. Baskı, Filiz Kitap evi, İstanbul.
- Tekin, V.N., 2008. İstatistiğe Giriş. İkinci Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Toptancı, Ş., Erginel, N., 2017. Hata türü ve etkileri analizi ve kalite fonksiyon yayılımı ile bir inşaat firması için risk değerlendirmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(SI), 189-199.
- Ünlü, U., Yalçın, N., Yağlı, İ., 2017. Kurumsal Yönetim ve Firma Performansı: TOPSIS Yöntemi ile BIST 30 firmaları Üzerine Bir Uygulama. *Dokuz Eylül University Journal of Graduate School of Social Sciences*, 19(1).
- 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.
- Wang X., Zhang Y., Shen G., 2016. An improved FMECA for Feed System of CNC of Machining Center based on ICR and DEMATEL Method. *International*

Journal Advanced Manufacture Technology, 83(1), 43-54.

Yasobant, S., Rajkumar, P., 2014. Work-related musculoskeletal disorders among health care professionals: A cross-sectional assessment of risk factors in a tertiary hospital, India. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine, 18(2), 75.

Zammori, F, Gabbrielli, R., 2012. ANP/RPN: A multi Criteria Evaluation of the Risk Priority Number. Quality and Reliability Engineering International. 28(1), 85-104.

Zhao, H., You, J.X., Liu, H.C., 2016. Failure Mode and Effect Analysis Using MULTIMOORA Method with Continuous Weighted Entropy Under Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Environment. Soft Computing, 1-13.