



Araştırma Makalesi / Research Article

**İTFAİYE İSTASYONLARINDAKİ TEHLİKELERİN ÇOK KRİTERLİ
KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE ÖLÇÜLMESİ***

**MEASURING THE HAZARDS IN FIRE STATIONS WITH MULTI-CRITERIA DECISION
MAKING METHODS**

Muhammed Ali GÜLEÇ¹

Berk AYVAZ²

Sorumlu Yazar / Corresponding Author
m.aligulec60@gmail.com

Geliş Tarihi / Received
10.05.2021

Kabul Tarihi / Accepted
26.05.2021

Öz

İtfaiyelerde ki tehlikeleri değerlendirme süreci karmaşık bir yapıda olup problemleri ortaya çıkararak çözüm yöntemleri üretmek zorunlu hale gelmiştir. Tehlikelerin bertaraf edilmesi açısından İtfaiye istasyonlarının belirli ölçütlere göre değerlendirilmesi itfaiyeler için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle itfaiye istasyonlarındaki tehlikelerin belirlenerek, çalışanların korunması sağlanması için bu sistemin doğru ve sistematik bir şekilde planlanması gerekir. Bu çalışma, İtfaiye istasyonlarındaki tehlikelerin değerlendirilmesi problemi üzerinde odaklanmıştır. Bu çalışmadaki amaç, İtfaiye istasyonlarındaki tehlikelerin kriterler doğrultusunda değerlendirme ölçütleri belirlemek, bu ölçütlere dayanarak tehlikelerin ortadan kaldırılmasını sağlamaktır. Bu amaçla çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP yöntemi ile kriterler ağırlıkları belirlenmiş ve TOPSIS yöntemi ile de belirlenen alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: AHP yöntemi, çok kriterli karar verme yöntemleri, itfaiye, iş sağlığı ve güvenliği, TOPSIS yöntemi.

Abstract

The process of evaluating the dangers in fire brigades is a complex structure and it has become necessary to produce solutions by revealing the problems. It is of great importance for firefighters to evaluate fire stations according to certain criteria in terms of eliminating hazards. For this reason, this system should be planned in a correct and systematic way in order to protect the employees by determining the dangers in the fire stations. This study focused on the problem of assessment of hazards in fire stations. The purpose of this study is to determine the evaluation criteria of the hazards in the fire stations in line with the criteria and to eliminate the dangers based on these criteria. For this purpose, criteria weights were determined with the AHP method, one of the multi-criteria decision making techniques, and the ranking of the alternatives determined by the TOPSIS method was performed.

Keywords: AHP method, fire department, multi criteria decision making method, occupational health and safety, TOPSIS method.

*Bu yayın Muhammed Ali GÜLEÇ isimli öğrencinin İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Programındaki Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

¹İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye.
m.aligulec@gmail.com, Orcid.org/0000-0002-5143-7996.

²İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye.
bayvaz@ticaret.edu.tr, Orcid.org/0000-0002-8098-3611.

1. GİRİŞ

Günümüzde yangın, deprem sel vb. gibi olaylara müdahalede en önemli acil müdahale ekiplerinden biri olarak gösterilen itfaiyeler, buldukları ortam ve istasyonlarda daha az tehlikelerle çalışabilmek için İş sağlığı ve güvenliği sektöründen büyük katkılar beklemektedir. İtfaiyecilik alanında hem başarılı bir şekilde yangınlara müdahale edebilmek, hem de tehlikesiz bir ortamda çalışmak amacıyla; riskleri azaltacak çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda itfaiye istasyonlarının bu iş sağlığı ve güvenliği açısından performans seviyelerinin net bir biçimde görülebilmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu şekilde istasyonlarda alınması gereken tedbirler daha net anlaşılıp ve gerekli düzenlemeler yapılabilecektir.

İş sağlığı ve güvenliği disiplinler arası bir çalışma alanıdır. İnsan davranışları ile doğrudan etkileşim içinde olduğundan dolayı insan kaynaklı kazaların, iş kazaları sınıflandırmasında ve azalmasında yardımcı olması en büyük hedef olmalıdır. Kanunlar, tüzükler, yönetmeliklerle çalışma hayatının düzenlenmesi hukukun temel unsurları sayesinde yerine getirilmeye çalışılmalıdır. İstanbul İtfaiye Teşkilatı, İstanbul Büyükşehir Belediyesine bağlı olarak İtfaiye Daire Başkanlığı adı altında acil durumlara müdahale ve yangın söndürme görevini ifa eden kamu kuruluşudur. Teşkilat görevi gereği 24 saat esasına göre vardiya usulü çalışılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, itfaiyelerde tehlike etmenlerini belirleyerek riskleri ortaya çıkarmak ve çalışanların nasıl bir tehlike ve risk yapısı içinde olduklarını ölçmeye yardımcı olacak bir yöntem ortaya koyabilmektir. Böylelikle, tehlikeler ortaya çıkarıldıkça iş kazaları azalacak ve çözüm yollarının iş sağlığı ve güvenliği çerçevesinde incelenmesi mümkün olacaktır. Kaliteli hizmet sunumunun önemli şartlarından birisi olan ve kamu hizmetlerinin gerçekleştirilmesinde nihai bir amaç olarak kabul edilen itfaiye hizmetleri olaya anında müdahale ve yangın söndürme gibi çalışmalar yer almakta olup 6331 sayılı İş sağlığı ve güvenliği Kanununda ki konular bu kapsam içinde yer almadığından dolayı sadece kanun kapsamında yer alan işyeri sınırları içinde değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmada itfaiye istasyonlarında risk ölçümü yapmak için AHP ve TOPSIS metotlarından oluşan hybrid bir model geliştirilmiştir. Modelin ilk aşamasında AHP kullanılarak risk ölçüm kriterleri ağırlıklandırılmış, ikinci aşamada ise TOPSIS yöntemi kullanılarak istasyonlar için risk skorları hesaplanmıştır. Önerilen ölçüm metodunun, İstanbul itfaiyesi bünyesinde yer alan Bağcılar, Beşiktaş ve Sarıyer itfaiye istasyonlarında uygulaması yapılmıştır. Yapılan bu çalışma ile birlikte; itfaiye istasyonlarında iş sağlığı ve güvenliği kapsamında risk ölçümü hususunda literatürdeki önemli bir boşluk doldurulacaktır.

Çalışmanın ikinci bölümünde iş sağlığı ve güvenliği alanında risk ölçümü ile ilgili yapılmış çalışmalardan bazısına yer verilerek literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde önerilen risk ölçüm modelinin yapısı ve uygulamasına yer verilmiştir. Son olarak da, çalışmanın sonuçları değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde itfaiyelerde iş sağlığı ve güvenliği, tehlikeler ve risk değerlendirmeleri üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalarda uygulanan çözüm yöntemleri AHP ve TOPSIS yöntemleri ile analiz edilmeye çalışılmıştır.

Fera ve Macchiaroli (2010), tünellerde yangın güvenliğini değerlendirmek için karbon monoksit, oksijen, sıcaklık ve görünürlük kriterlerini dikkate alarak AHP ve yangın dinamiği simülatörünü kullanmıştır.

Ayanoğlu ve Biberici (2015) İş Sağlığı ve Güvenliği Kültürünü oluşturmada önemli olması beklenen üretim güvenliği, çalışma ortamı, çalışanların korunması ve iş kazası için gerekli olan önleyici tedbirler ve iş kazaları risklerini belirleme amacı ile AHS kullanılmış olup iş sağlığı ve güvenliği kültürünü etkileyen görece önemli faktörler belirlenmiştir.

Heller (2006), hazırladığı çalışmada, bir fabrikanın yerleşiminin yapılacağı üç bölge için mevcut riskleri AHP yöntemi ile değerlendirmiştir. Önce alt ölçütler oluşturulup daha sonra bunlar insan, çevre ve teknoloji başlıkları altında incelenmiştir.

Fouladgar vd., (2012), bir tünel projesine ait riskleri değerlendirmek için TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Yöntemin geçerliliğini göstermek için su iletim tüneline ait vaka çalışması yapılmış, tünelin çöküşünün projedeki en riskli faktör olduğunu belirlemişlerdir.

Kısa, Yunus., (2014), Bu çalışmada uygulama yapılan firmanın iş güvenliği profesyonelleri ile birlikte çalışma koşullarını olumsuz etkileyebilecek faktörler 4 ana kriter altında 18 alt kriter belirlenmiştir. Belirlenen bu döküm atölyelerindeki çalışma koşullarına olan etkisi AHP yöntemiyle ağırlıklandırılmış, uygulama yapılan firmanın ortam ölçümleri alınmıştır. Ölçüm verileri atölyelerin çalışma koşullarının İş Sağlığı ve Güvenliği açısından TOPSIS yöntemiyle sıralanmıştır.

Barlas (2012), Türkiye'deki tesislerde meydana gelen ölümcül iş kazalarını AHP tekniğinden faydalanarak araştırmış ve uygulama alanı olarak İstanbul Tuzla bölgesindeki tesisleri seçmiştir. Öncelikli nedenleri belirlemek için anket uygulaması yapmış ve belirlediği temel ölümcül iş kazalarının nedenlerini sınıflandırırken de AHP tekniğinden yararlanmışır.

Acuner ve Çebi (2013), tersanelerde yaşanan kazaların önlenmesine yönelik risklerin belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci tekniğine dayalı bir bulanık model önermişlerdir.

Liu vd. (2013), yaptıkları çalışmada, bilimsel sondaj projesi, risk değerlendirmesi için bir bulanık sentetik değerlendirme yaklaşımı önermişlerdir. Olasılık, şiddet, tespit edilememe ve kötüleşme faktörleri bireysel ve genel risklerin kapsamlı değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Kriter ağırlıklarını belirlemek için analitik hiyerarşi süreci (AHP) / analitik ağ süreci (ANP) kullanılmıştır.

Ali ve Maryam (2013), hazırladıkları çalışmada, İran'daki Polrood barajının yapımı sırasındaki çevresel riskleri belirlenmiş, sıralanmış ve değerlendirilmiştir. İlk olarak Delphi Tekniği kullanılarak risk faktörleri belirlenmiş ve TOPSIS yöntemi ile bu faktörler derecelendirilmiştir. İkinci olarak AHP yöntemi ile risk faktörleri dört ana gruba ayırmış ve risk faktörlerine karşılık gelen ağırlıklar belirlenmiştir.

Jozi vd. (2015), Balarood barajının yapısal olarak yarattığı çevresel ve sağlık risklerini belirlemek amacıyla Delphi yöntemini kullanarak en önemli risk faktörlerini belirlemişler ve belirlenen risk faktörlerinin önem ağırlıklarını ise Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanarak hesaplamışlardır. Ayrıca, TOPSIS yöntemini uygulayarak risk türlerini önceliklendirmişlerdir.

Zeng vd. (2007), karmaşık inşaat süreçlerindeki riskleri önceliklendirme de AHP kullanmış ve bulanık esaslı karar verme yöntemi ile yeni bir risk değerlendirme yaklaşımı önermiştir.

Güneri vd (2015), küçük ve orta ölçekli işletmeler için iş güvenliği operasyonlarında en iyi risk değerlendirme yöntemini seçmek için kapsam, pratiklik, maliyet ve hassasiyet kriterlerini dikkate alarak bulanık AHP'yi kullanmıştır.

Can vd. (2017), yapılan çalışmada ergonomik risk değerlendirme yöntemleri ile bir ÇKKV yöntemi olan AHP'yi birlikte kullanılmışlardır.

Kasap ve Subaşı (2011), tarafından yapılan çalışmada açık işletme madenlerinde farklı meslek gruplarında çalışanların hangi tür tehlikelere daha fazla maruz kaldıklarının belirlenmesi ile tehlikeler karşısında iş kazası geçirme veya meslek hastalığına yakalanma risklerinin denetim altına alınmasında AHP yöntemini kullanarak Türkiye Kömür İşletmelerine bağlı bir kurumdan alınan veriler ile uygulamalı olarak yapmıştır.

Mokhtari vd. Liman (2012), hizmetlerinde yürüttükleri risk analizi çalışmasında risk kaynaklarını güvenlik, kirlilik, yasal yükümlülükler, insan faktörleri ve teknik olmak üzere beş ana başlıkta sınıflandırmış, çalışma sahalarında tespit ettikleri riskleri Kanıtsal Muhakeme (ER) yöntemi ile değerlendirmiş ve AHP ile önceliklendirmiştir.

Braglia vd.(2003), Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) yöntemi kapsamında öklit uzaklığını kullanarak tehlike türlerini sıralamışlardır.

Literatürde itfaiyelerdeki tehlikeler ile ilgili sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. İş sağlığı ve güvenliğine yönelik araştırmalar ele alındığında ise, çok kriterli karar verme yöntemlerinin daha çok kullanıldığı görülmektedir.

3. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

3.1. Analitik Hiyerarşik Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi 1970'li yılların ortasında Pensilvanya Üniversitesinden Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen ölçme ve karar verme için kullanılan bir matematiksel teodir. (Saaty ve Niemira, 2006:1). AHP literatürde yaygın olarak çalışılmıştır ve son 20 yılda çok kriterli karar verme ile ilgili birçok uygulamada kullanılmıştır (Ho, 2008: 211). Bunun nedeni, karar vericiler tarafından kolay anlaşılabilir olmasıdır.

AHP yönteminin uygulama adımları şu şekildedir:

1. Adım: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Karar amacı ile tepeden başlayarak karar hiyerarşisi oluşturulur. Orta seviyede kriterler ve en düşük seviyede ise alternatifler bulunur (Saaty, 2008: 85).

2.Adım: İkili Karşılaştırma Matrisleri (A) ve Üstünlüklerin Belirlenmesi: Amaç, kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarında önem derecelerinin belirlenmesi için 1 numaralı ifadede gösterilen (nxn) ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Saaty, 1990: 12). Karar verici kriter matrisi veya alternatif matrisi için kriterleri veya alternatifleri ikili olarak karşılaştırır.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{21} & a_{31} & \dots & a_{n1} \\ 1/a_{21} & 1 & a_{32} & \dots & a_{n2} \\ 1/a_{31} & 1/a_{32} & 1 & \dots & a_{n3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & 1/a_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Tablo 1’de verilen önem ölçeği kullanılmalıdır (Saaty, 1990: 15).

Tablo 1. AHP Önem Ölçeği (Saaty, 1990: 15)

Sayısal Değer	Tanım
1	Öğeler eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalınıyor.
3	1. öğe 2.’ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor.
5	1. öğe 2.’ye göre fazla önemli veya fazla tercih ediliyor.
7	1. öğe 2.’ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor.
9	1. öğe 2.’ye göre aşırı derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor.
	2,4,6,8Ara değerler

1. Adım: Özvektörün (Görelî Önem Vektörünün) Belirlenmesi: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonraki adım, ilgili matristeki her bir öğenin diğer öğelere göre önemini gösteren özvektörün hesaplanmasıdır (Sipahioğlu, 2008: 5). Matrisin $n \times n$ boyutunda özvektörü şu şekilde belirlenmektedir:

$i=1,2,3,\dots,n$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad w_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (2)$$

Kriterlerin yüzde önem dağılımlarını belirlemek için $W = [w_i]_{n \times 1}$ şeklindeki sütun vektörlerinin hesaplanması gerekmektedir. W sütun vektörü, 2 numaralı eşitlikte belirtilen b_{ij} değerlerinin meydana getirdiği matrisin satır elemanlarının aritmetik ortalamasından elde edilir.

Adım: Özvektörün Tutarlılığının Hesaplanması: Her ikili karşılaştırma matrisi için tutarlılık oranı (CR) hesaplanır ve bu oran için üst limitin 0,10 olması istenir. Oranın 0,10’un üstünde olması, karar vericinin yargılarında tutarsızlık olduğunu ifade eder. Bu durumda, yargıların iyileştirilmesi gerekmektedir. CR değerine ulaşmak için öncelikle A matrisinin en büyük özvektörünü (λ_{max}) hesaplamak gerekmektedir (eşitlik 4).

$i=1,2,3,\dots,n$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere,

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times [w_i]_{n \times 1} = [d_i]_{n \times 1} \quad (3)$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (4)$$

Tutarlılık oranının hesaplanmasında ihtiyaç duyulan bir başka değer ise rassallık endeksi (RI)’dir. Sabit sayılardan meydana gelen ve n değerine göre belirlenen RI değerlerinin yer aldığı veriler Tablo 1’de verilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda CR değerinin hesaplanması 5 numaralı eşitlikte verilmiştir.

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n-1).RI} \quad (5)$$

Tablo 2. Rassallık Endeksi Verileri (Güner, 2005: 42)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

2. Adım: Hiyerarşik Yapının Genel Sonucunun Elde Edilmesi: Önceki dört aşama, hiyerarşik yapının tamamı için hesaplanır. Bu aşamada hiyerarşik yapıdaki n tane ölçütün her birinin meydana getirdiği mx1 boyutundaki üstünlük sütun vektörleri bir araya getirilerek mxn boyutundaki DW karar matrisi oluşturulur. Elde edilen matrisin ölçütler arası W üstünlük vektörü ile çarpımı sonucunda R sonuç vektörüne ulaşılır (eşitlik 7).

$i=1,2,3,\dots, m$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere,

$$DW = [w_{ij}]_{m \times n} \quad (6)$$

$$R = DW \times W \quad (7)$$

3.2. TOPSIS Yöntemi

Çok kriterli karar verme metotlarından biri olan sık kullanılan TOPSIS yöntemi ilk olarak Hwang ve Yoon tarafından ortaya atılmıştır (Kılıç vd. 2014) Değerlendirme kriterlerinin en iyi değerlerinin birleşiminden oluşan pozitif ideal çözüm ile en kötü değerlerinin bileşiminden oluşan negatif ideal çözümlerin söz konusu olduğu çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Burada ele alınan problemin çözümünde alternatif itfaiye istasyonlarındaki risklerin pozitif ideal çözümden en kısa mesafede ve negatif ideal çözümden en uzak mesafede olması prensibine dayanmaktadır. (Özdoğanlı, 2011) TOPSIS yönteminin adımları şu şekildedir (Yang ve Hung,2007).

Adım1: Her bir değerlendirme kriterinin değeri olmak üzere normalize edilmiş mxn boyutunda karar matrisi rij oluşturulur.

$$\text{En küçükleme problemleri için; } r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad ,i = 1,2,3,\dots,m; j = 1,2,3,\dots,n \quad (8)$$

$$\text{En büyükleme problemleri için; } r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad ,i = 1,2,3,\dots,m; j = 1,2,3,\dots,n \quad (9)$$

Adım 2: Normalize karar matrisi aşağıdaki formüller kullanılarak ağırlıklandırılır. Bu formüldeki kriter ağırlıkları uzmanların görüşleri ile belirlenmektedir.

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_j, i=1,2,3,\dots,m; j=1,2,3,\dots,n \quad (10)$$

Adım 3: Pozitif ideal çözüm (A*) ve negatif ideal çözüm (A-) aşağıdaki şekilde bulunur.

$A^* = \{v^*, \dots, v^*\}$ maksimum değer

$A^- = \{v^-, \dots, v^-\}$ minimum değer

Adım 4: Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözümden uzaklığı bulunur.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, i = 1, \dots, m \quad (11)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1, \dots, m \quad (12)$$

Adım 5: Her bir alternatifin ideal çözüme göreli yakınlığı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, i = 1, \dots, m \quad (13)$$

Adım 6: En büyük CC_i değerine sahip olan alternatif seçilir.

3.3. Problem Çözümü Adımları

Yapılan uygulamada izlenen adımlar aşağıda bulunan Tablo 3’de ifade edilmiştir.

Tablo 3. İtfaiye İstasyonlarındaki Tehlikeler Uygulama Adımları

AHP ile Gerçekleştirilen Çözüm Adımları
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. 2. Kriterlerin birbiri ile karşılaştırılarak ağırlıkları hesaplanır. Karşılaştırma işleminde temel ölçek olan "1 - 9 ölçeği" kullanılmıştır. 3. Karşılaştırma matrisinde, söz konusu kriterler için satırlar sütunlarla karşılaştırılarak önem sırası sorusunun cevabı verilerek, ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. 4. Normalleştirme işlemi yapılarak elde edilen yeni matrisin ortalamaları hesaplanmış ve bulunan aritmetik ortalama değerleri yeni matrisin göreli önem ağırlığı oluşturularak kendi aralarındaki önem dereceleri ortaya çıkmıştır. 5. İkili karşılaştırmalar yapılarak ortaya çıkan önceliklerin birbirleri ile olan ilişkisi ile verilen kararların güvenilirliği yapılan değerlendirmelerin tutarlılığı ölçülmüştür. 6. Alternatiflerle ilgili sıralamanın belirlenmiş olup işlemlerden elde edilen hesaplamalardan önceliklerine bakarak en iyi alternatif belirlenmiştir.
TOPSIS ile Gerçekleştirilen Çözüm Adımları
<ol style="list-style-type: none"> 1. Karşılaştırmak istenen alternatifler değerlendirilmiştir. 2. Matriste yer alan alternatifler normalize edilmiş olup karar Matrisi oluşturulmuştur. 3. Değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri belirlenmiş olup daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_i değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulmuştur. 4. İdeal çözüm setinin oluşturulması için, V matrisinin sütun değerlerinin, eğer ilgili değerlendirme kriteri maksimizasyon yönlü ise en büyüğü, minimizasyon yönlü ise en küçüğü seçilmiş ve daha sonra ideal çözüm seti bulunmuştur. 5. Alternatiflerin birbirlerine göre uzaklıkları uzaklık yaklaşımı kullanılarak hesaplanmıştır. 6. Alternatiflerin ideal çözüme göreli yakınlık değeri hesaplanmıştır.

4. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde, itfaiyelerde belirlenen tehlikeler değerlendirme kriterleri ile işbirliği yapılabilecek en uygun kriterlerin analiz edilmesi amacıyla iki aşamalı bir çözüm önerisi oluşturulmuştur. İlk olarak, değerlendirme kriterleri belirlenerek, kriter ağırlıkları Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi (AHP) ile hesaplanmaktadır. Belirlenen riskler üç ayrı uzman değerlendirmesi de AHP yöntemi ile tek bir matriste toplanmıştır. İkinci aşamada, Topsis Yöntemi kullanılarak 3 itfaiye istasyonunun tehlike sıralamaları yapılmıştır.

Problem kapsamında 14 kriter belirlenmiştir. Bunlar;

- Gürültü(G1)
- Titreşim(G2)(Erkan, Necmettin.,1997)
- Termal Konfor(G3)
- Basınç(G4)
- Aydınlatma(G5)(Güler,Ç.1997)
- Elektrik(G6)
- İş kazaları ve Meslek Hastalıkları(G7)(Karadeniz, Oğuz, 2012)
- Radyasyon(G8)(UNSCEAR,2008)
- Fiziksel(K1)
- Çevresel(K2)
- Psikososyal(K3)(Kıraç, Y,2005)
- Kimyasal Maddeler(M1)
- Etiketleme(M2)
- MSDS(M3)
- Alternatifler ise;
- Bağcılar İstasyonu
- Beşiktaş İstasyonu
- Sarıyer İstasyonu şeklindedir.

Kriter açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Gürültü(G1): İtfaiye istasyonlarında ki normal çalışma ortamları ve gürültü oluşturabilecek itfaiye araçları, elektrikli ekipmanlar vb. malzemelerin bulunduğu çalışma ortamlarını kapsamaktadır.

Titreşim(G2): Titreşimin insan sağlığına yönelik zararlı etkilerinden korunabilmek için özellikle elle kullanılan araçların tutma yerlerinin kauçuk ve plastik gibi izalasyon maddeleriyle kaplanması, çalışanlara özel koruyucu eldivenler kullanılması ve makinelerle ilgili olarak da motor devir sayısının azaltılması ve amortisör kullanılması gerekmektedir. (Erkan, 1997)

Termal Konfor(G3): İstasyonlardaki çalışma ortamlarında ısı seviyeleri çalışma düzeyini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Özellikle fazla sayıda çalışanın çalıştığı itfaiye ortamlarında gerekli hava miktarının sağlanması ve temiz hava akışının düzeninin sağlanması büyük önem arz etmektedir.

Basınç(G4): İtfaiyelerde kullanılan basınçlı ekipmanlar arasında temiz hava solunum cihazları itfaiyecileri en çok kullandığı ekipmanlar arasında yer almaktadır. Bu sistem 300 bar basınçla, şişe içerisine sıkıştırılmış havayı, üzerinde bulunan sistemler vasıtasıyla yaklaşık 1 atmosfer basınçla, belirli bir süre solumayı sağlamaktadır.

Aydınlatma(G5): Çalışma ortamlarında iş görenler, yaptıkları işlere, buldukları ortama ve genel çevrelerine veya iş alanı içindeki çeşitli noktalara bakmak durumundadırlar. Bu durumda ortaya çıkan sonuç iş görenin çalıştığı alanın kendisi için en iyi aydınlatılmış alan olmasıdır. Aydınlık düzeyi kullandığı araç gereçleri ve çalıştığı ortamdaki gerekli detayları algılayabilmesi için yetersiz ise, çalışanın konforlu olduğu düzeyi sağlamak gerekmektedir. (Güler, 1997)

Elektrik(G6): İtfaiyelerde çalışma ortamlarında elektrik ihtiyaç bakımından en ön sıralarda yer alır.

Elektrik kaynaklı tehlikeler için yeterli önlemler alınmaması durumunda çalışanların hayatlarını tehdit edebilmektedir. Çalışanları tehlikelerden uzak tutabilmek için toplu ya da bireysel önlemler mutlaka alınmalıdır.

İş kazaları ve Meslek Hastalıkları(G7): İş kazası ve meslek hastalığı ile ilgili sosyal koruma iki aşamada sağlanmaktadır. Bunlardan birincisi risk meydana gelmeden riskin önlenmesini içeren iş sağlığı ve güvenliği sisteminin kurulması ve uygulanmasıdır. İkincisi ise risk meydana geldikten sonra iş kazası ve meslek hastalığı sonucu çalışanın ve bağımlılarının gelir azalışı ve gider artışını tazmin eden sosyal güvenlik programlarıdır. 6331 sayılı yeni İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası, iş sağlığı ve güvenliğinin koruma ağını genişletmektedir. (Karadeniz, 2012)

Radyasyon(G8): Radyasyon, yüksek hızda parçacıkların ve elektromanyetik dalgaların enerjisi olarak tanımlanır. Tüm canlılar doğal kaynaklardan iyonize radyasyona maruz kalırlar ve bu durum doğal yaşamın vazgeçilmez bir özelliğidir. Doğal radyasyon, karasal ve kozmik radyasyonları içeren dış radyasyon ile iç radyasyonları içermektedir. (Unsear, 2008)

Fiziksel(K1): İstasyonlarda fizyolojik açıdan çalışma yeri düzenlemenin amacı, çalışma yöntem ve koşullarının çalışanlara uygun hale getirilmesi ve insan çalışmasının daha iyi hale getirilmesine yönelik olmalıdır. Bu amaca ulaşabilmek için çalışanın etkilenmesi en aza indirilmeli, performansın sürekli sürdürülebilmesi için, hareket hızı ile dinlenme aralarının uyumu iyi ayarlanmalıdır.

Çevresel(K2): İtfaiyelerde yapılan çevresel risk değerlendirmelerinde sistematik metotlarla var olan tehlikeler belirlenmeli, riskler ortaya çıkarılmalı, riskleri ortaya çıkarmak için nitel ve nicel yöntemler kullanılmalıdır. Yapılan bu değerlendirmelerden sonra ortaya çıkan riskleri yok etmek ve kontrol altında tutmak için düzenleyici önleyici raporlar tutularak acilen bu durumların giderilmesi gerekmektedir.

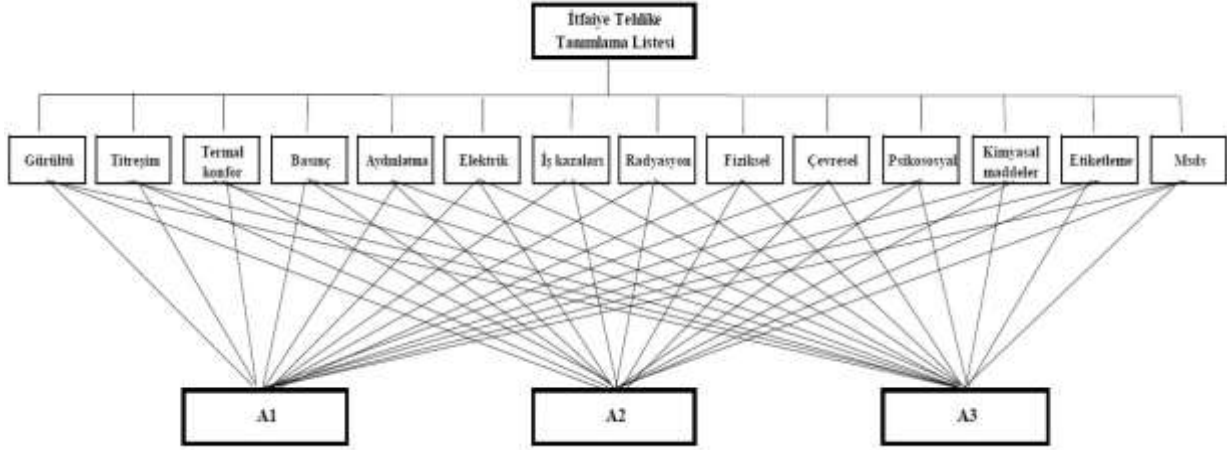
Psikososyal(K3): Çalışma ortamında renk, şekil, düzen gibi psikolojik yönden rahatlık sağlayıcı düzenlemeler yoluyla çalışana uygun bir ortam oluşturulması amaçlanmalıdır. Ayrıca algı, odaklanma ve iş öğrenimi gibi konularla birlikte deneysel psikoloji çalışmalarıyla ergonomiye katkı sağlamaktadır. Ergonomi psikolojiden bazı yöntemleri alır ve kullanır. Sonuç olarak psikoloji ile ergonomi arasındaki ilişkilerin çok derin ve önemli olduğu yargısına varmak mümkündür.(Kıraç, 2005)

Kimyasal Maddeler(M1): İstasyonlarda kimyasal maddelerin tehlikeli reaksiyon vermeyecek şekilde sınıflandırılması ve bu sınıflara uygun olarak depolanması çok büyük önem taşımaktadır. Kimyasal maddelerin depolandığı ortamlar yangın ve patlama riski taşıdığından dolayı kimyasal madde üreten ve/veya kimyasal madde kullanan işyerleri, kimyasalların güvenli bir şekilde depolanması için gerekli tedbirleri almış olmaları gerekmektedir.

Etiketleme(M2): Kimyasalların etiketinde bulunan tehlike sembolleri, güvenlik ibareleri ve risk ibareleri ifadeler kullanıcılar ve çalışanlar için bir uyarı niteliği taşımaktadır. Ayrıca kimyasalların

envanteri, kimyasallar ve tehlikeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olan teknik bir personel tarafından titiz bir şekilde hazırlanması gerekmektedir.

Msd(M3): İstasyonlarda doğru ve nitelikli olarak hazırlanmış malzeme güvenlik bilgi formları, kimyasallar kaynaklı iş kazalarının önlenmesi için işyerlerinde güvenilir kaynaklar olarak her zaman ulaşılabilir şekilde hazır halde bulundurulmalıdır.



Şekil 1. Hiyerarşik Yapı

Analitik Hiyerarşi Süreci prosedürlerine göre elde edilen bulgular Microsoft Excel veri işleme yazılımı ile hesaplanarak tablolar yardımıyla açıklanmaktadır.

Tablo 4. Ana Kriterlere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

	A1	A2	A3
A1	1	1,650963624	3
A2	0,60570686	1	2,28942849
A3	0,33333333	0,436790232	1
TOPLAM	2,09986842	3,335970136	6,3163596

Tablo 4'de hiyerarşinin birinci seviyesinde olan ana kriterler için katılımcılardan elde edilen veriler sonucunda oluşturulan karşılaştırma matrisi hazırlanmıştır. Bu tablodan hareketle yapılan hesaplamalar sonucunda her bir hücrenin kendi sütun toplamına bölünmesiyle aşağıdaki tablo elde edilmiştir.

Tablo 5. Ana Kriterlere Göre Ağırlıkların Belirlenmesi

	A1	A2	A3	ÖNCELİK VEKTÖRÜ
A1	0,47622032	0,494897603	0,47495713	0,482025
A2	0,28844991	0,299762875	0,36246012	0,316891
A3	0,15874011	0,130933496	0,15831904	0,149331

Önem düzeyi sütunundaki değerler ise karşılık gelen fiziksel, ergonomik, kimyasal maddeler sütunlarındaki değerlerin ortalaması $CI=0,002974$ 'dür. CR 0,002974 değeri 0,10 değerinden küçük olduğu için Tablo 6'daki ikili karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu görülmektedir.

Tablo 6. Fiziksel Risk Kriterine Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
G1	1	2,620741394	2,62074139	3,301927	2,620741	3	0,255436	1,817121
G2	0,38157141	1	0,29876032	0,693361	2,620741	1,259921	0,195743	1,817121
G3	0,38157141	1,44224957	1	0,736806	1,44225	0,763143	0,282311	1,817121
G4	0,30285343	1,44224957	1,14471424	1	1,44225	0,531329	0,320753	0,87358
G5	0,38157141	0,381571414	0,60570686	0,693361	1	0,762506	0,195743	2,289428
G6	0,33333333	0,793700526	1,3103707	1,882072	1,311464	1	0,419974	1,817121
G7	3,91486764	5,108729549	3,54219523	3,11766	5,10873	2,080084	1	2,289428
G8	0,55032121	0,550321208	0,55032121	1,144714	0,43679	0,550321	0,43679	1
TOPLAM	7,56001235	15,0266194	13,2132481	13,99052	17,57376	11,05568	3,258418	13,99773

Tablo 7’de fiziksel risk ana kriterinin alt kriterleri için kıyaslama yapılmıştır. Bu tabloya göre oluşturulan matris ve tutarlılık değerleri ile ilgili bulgular Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 7. Fiziksel Risk Kriterine Göre Ağırlıkların Belirlenmesi

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	W ÖNCELİK VEKTÖRÜ
G1	0,13227492	0,174406586	0,19834195	0,236012	0,149128	0,271354	0,078393	0,129815	0,171216
G2	0,05047233	0,066548568	0,02261066	0,049559	0,149128	0,113961	0,060073	0,129815	0,080271
G3	0,05047233	0,095979643	0,07568162	0,052665	0,082068	0,069027	0,08664	0,129815	0,080294
G4	0,04005991	0,095979643	0,08663383	0,071477	0,082068	0,048059	0,098438	0,062409	0,073141
G5	0,05047233	0,025393031	0,04584088	0,049559	0,056903	0,06897	0,060073	0,163557	0,065096
G6	0,04409164	0,052819633	0,09917098	0,134525	0,074626	0,090451	0,128889	0,129815	0,094299
G7	0,51783879	0,339978635	0,26807907	0,222841	0,290702	0,188146	0,306897	0,163557	0,287255
G8	0,07279369	0,036623088	0,0416492	0,081821	0,024855	0,049777	0,13405	0,07144	0,064126

Tablo 7’de bulunan gürültü, titreşim, termal konfor, basınç, aydınlatma, elektrik, iş kazaları, radyasyon sütunlarındaki değerler Tablo 6’da her hücrenin kendi sütun toplamına bölünmesi işlemi ile elde edilmiştir. Önem düzeyi olarak belirtilen sütunda yer alan değerler ise gürültü, titreşim, termal konfor, basınç, aydınlatma, elektrik, iş kazaları, radyasyon sütunlarının ortalama değerleri $CI=0,069352$ ’dir. CR değeri olan $0,049186$ değeri $0,10$ dan küçük olduğu için tutarlıdır.

Tablo 8. Ergonomik Risk Kriterine Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

	K1	K2	K3
K1	1	2,620741394	1,3103707
K2	0,38157141	1	1,06265857
K3	0,76314283	0,793700526	1
TOPLAM	2,75323566	4,890973247	4,17742995

Tablo 9. Ergonomik Risk Kriterinin Alt Kriterleri İçin Kıyaslaması

	K1	K2	K3	W ÖNCELİK VEKTÖRÜ
K1	0,36320901	0,53583229	0,31367868	0,40424
K2	0,13859018	0,20445825	0,25438094	0,199143
K3	0,27718035	0,16227868	0,23938163	0,22628

Tablo 9’da bulunan fiziksel, çevresel, psikososyal risk değerleri ise Tablo 8’de yer alan değerlerin sütun toplamları alındıktan sonra her hücrenin kendi sütun toplamına bölünmesi sonucunda elde edilmiştir. Önem düzeyi sütununda yer alan fiziksel, çevresel, psikososyal risk değerlerinin ortalaması $CI=0,011405$ ’dir. Tabloda yer alan $CR=0,019663$ değeri ise 0,10 dan küçük olduğu için matris tutarlıdır. Önem düzeyi sütununda yer alan unsurlardan en önemlisi ise 0,40424 değeri ile Fizikseldir.

Tablo 10. Kimyasal Risk Kriterine Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

	M1	M2	M3
M1	1	3,914867641	2,62074139
M2	0,25543648	1	0,94103603
M3	0,38157141	1,062658569	1
TOPLAM	1,64926335	6,269220829	4,82982967

Tablo 10’da Kimyasal risk ana kriterinin alt kriterleri için karşılaştırma yapılmıştır. Bu tabloya istinaden hazırlanan aşağıdaki tabloya göre kimyasal risk ana kriterinin alt kriterlerine ilişkin önem düzeyleri gösterilmektedir.

Tablo 11. Kimyasal Risk Kriterine Göre Ağırlıkların Belirlenmesi

	M1	M2	M3	W ÖNCELİK VEKTÖRÜ
M1	0,6063313	0,624458405	0,5426157	0,591135
M2	0,15487913	0,159509455	0,19483835	0,169742
M3	0,23135869	0,16950409	0,20704664	0,202636

Topsis yöntemine ilişkin bulgular olarak;

Çalışmanın önceki başlıklarında verilen hesaplama adımları takip edilerek elde edilen veriler TOPSIS prosedürüne göre işlenmiş ve aşağıdaki maddeler halinde sunulmuştur.

Katılımcılardan öncelik kriterlerini göz önüne alarak alternatiflere puan vermeleri istenir ve elde edilen bu verilerden karar matrisi oluşturulur. Aşağıdaki tabloda katılımcılardan elde edilen ham verilerle oluşturulmuş karar matrisi gösterilmektedir.

Tablo 12. TOPSIS Karar Matrisi

	Bağcılar istasyon	Beşiktaş istasyon	Sarıyer istasyon
G1	1,666666667	3,666666667	2,666666667
G2	2	3,333333333	2,333333333
G3	2,333333333	4	2,666666667
G4	2,333333333	3,333333333	2
G5	3,666666667	4,666666667	1,666666667
G6	3	4,666666667	2,333333333
G7	2,666666667	3,666666667	3,333333333
G8	3,333333333	3	1,666666667
K1	3,333333333	4,333333333	2,666666667
K2	3	4,333333333	2,666666667
K3	3	4	2,666666667
M1	3	4	2,333333333
M2	2	3	1,666666667
M3	2,333333333	3,666666667	3

Normalize edilmiş karar matrisini elde etmek için her bir alternatifte karşılık gelen kriter değerlerinin kareleri alındıktan sonra her sütuna ait değerler toplanır daha sonra karekökleri alınarak Tablo 13 elde edilir (Özdemir, 2015:140).

Tablo 13. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	Bağcılar istasyon	Beşiktaş istasyon	Sarıyer istasyon
G1	0,34503278	0,759072115	0,552052447
G2	0,441128773	0,735214622	0,514650235
G3	0,436648003	0,748539434	0,499026289
G4	0,514650235	0,735214622	0,441128773
G5	0,594811877	0,757033299	0,270369035
G6	0,498463898	0,775388286	0,387694143
G7	0,473879102	0,651583766	0,592348878
G8	0,696733014	0,627059713	0,348366507
K1	0,547996624	0,712395612	0,438397299
K2	0,507899383	0,733632442	0,451466118
K3	0,529411765	0,705882353	0,470588235
M1	0,543709884	0,724946512	0,422885465
M2	0,503508815	0,755263222	0,419590679
M3	0,441836082	0,694313843	0,568074963

Ağırlıklı karar matrisini elde etmek için AHP yönteminde elde edilen ağırlıklar ile normalize karar matrisi çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir.

Tablo 14. AHP ile Elde Edilen Kriter Ağırlıkları

Kriter	Ağırlıklar
G1	0,17121565
G2	0,08027112
G3	0,08029371
G4	0,07314065
G5	0,06509606
G6	0,0942986
G7	0,28725502
G8	0,06412607
K1	0,404239992
K2	0,199143134
K3	0,226280211
M1	0,59113514
M2	0,16974231
M3	0,20263647

Tablo 14’de AHP yöntemi ile elde edilen ağırlıklar gösterilmektedir. Bu ağırlıklar, her bir kriterin öncelik değerlerine göre TOPSIS çözümüne katılmasını sağlamaktadır.

Tablo 15. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Kriter	Bağcılar istasyon	Beşiktaş istasyon	Sarıyer istasyon
G1	0,033246042	0,073141293	0,053193668
G2	0,019534914	0,03255819	0,022790733
G3	0,019451212	0,033344935	0,022229957
G4	0,021073685	0,030105264	0,018063159
G5	0,021206517	0,026990112	0,009639326
G6	0,02613237	0,040650354	0,020325177
G7	0,075656795	0,104028093	0,094570993
G8	0,02456924	0,022112316	0,01228462
K1	0,088214017	0,114678222	0,070571213
K2	0,040613044	0,058663286	0,036100483
K3	0,04895859	0,06527812	0,043518746
M1	0,052515668	0,070020891	0,04084552
M2	0,01399598	0,02099397	0,011663317
M3	0,014611303	0,022960619	0,018785961

Ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edildikten sonra pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm setleri oluşturulur. Pozitif ideal çözüm seti ağırlıklandırılmış karar matrisi sütunlarında bulunan en büyük değeri, negatif ideal çözüm seti ise en küçük değeri temsil etmektedir.

Tablo 16. Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Seti

	Pozitif İdeal Çözüm Seti	Negatif İdeal Çözüm Seti
G1	0,073141293	0,033246042
G2	0,03255819	0,019534914
G3	0,033344935	0,019451212
G4	0,030105264	0,018063159
G5	0,026990112	0,009639326
G6	0,040650354	0,020325177
G7	0,104028093	0,075656795
G8	0,02456924	0,01228462
K1	0,114678222	0,070571213
K2	0,058663286	0,036100483
K3	0,06527812	0,043518746
M1	0,070020891	0,04084552
M2	0,02099397	0,011663317
M3	0,022960619	0,014611303

Aşağıdaki tabloda TOPSIS yöntemine göre her bir alternatifin kriterlerden aldıkları puanlara göre hesaplanmış ideal çözüme yakınlık dereceleri hesaplanmıştır.

Tablo 17. İdeal Çözüme Göreceli Yakınlık Değerleri ve Sıralaması

	Pozitif İdeal Çözüme Uzaklık	Negatif İdeal Çözümü Uzaklık	İdeal Çözüme Göreceli Yakınlık Değerleri	Sıralama
Bağcılar istasyon	0,069300810	0,028815896	0,293690004	2
Beşiktaş istasyon	0,002456924	0,087469505	0,972678511	1
Sarıyer istasyon	0,074833461	0,028131907	0,273217177	3

Uzmanların, çalışmadaki alternatif itfaiyedeki tehlike ve risk kriterlerini göz önüne alarak değerlendirdiklerinde bir sıralama ortaya çıkmaktadır. Buna göre, *Alternatif 2*, *Alternatif 1* ve *Alternatif 3* sırasıyla çözüme en yakın ilk üç alternatif olarak bulunmuştur.

5. SONUÇ

Yapılan çalışma ilgili kanunlar ve kanunlara bağlı olarak yayınlanan yönetmelik ve mevzuatlar doğrultusunda, işyerlerindeki tehlike ve risk faktörleri değerlendirilerek yapılmıştır. İş sağlığı ve güvenliği konusunda daha kapsamlı bir çalışma yapılabilmesi için tüm İstanbul itfaiyesindeki istasyonların risk etmenlerinin değerlendirilmesi daha isabetli ve kararlı sonuçlar verecektir.

Nace kodu olarak adlandırılan kod ile itfaiye istasyonunun taşıdığı risk potansiyeli dikkate alındığında, itfaiye istasyonları belirlenen cetvele göre çok tehlikeli kapsamında yer almaktadır. Bu nedenle risk değerlendirmelerinin en geç 2 yılda 1 yapılması gerekmektedir. Ayrıca iş sağlığı güvenliği kurul toplantılarının da her ay mutlaka yapılması gerekmektedir. Kurul kararları itfaiye istasyonlarında ki olası risklerin minimuma indirilmesi ile ilgili kararları kapsar ve kararlar iş güvenliği uzmanı ile iş yeri hekimi tarafından kurulun onayına sunulur ve işveren vekiline tebliğ edilir. İşveren veya işveren vekili de 6331 sayılı kanun gereği alınmış olan bu kararları en kısa sürede düzeltmekle ve yerine getirmekle yükümlüdür.

Bu araştırma kapsamında yapılan literatür incelemesinde, İş sağlığı ve güvenliği ve itfaiyelerdeki tehlike ve risklere yer verilmeye çalışılmıştır. Araştırma kapsamında, bu noktaya kadar yapılan tespitler ve neticeler sonucunda itfaiyelerdeki tehlike ve riskler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu şekilde iş sağlığı ve güvenliğine verilen önemle kurumların işlerini daha güvenli ve başarılı bir şekilde yapabilmesi mümkün olabilir.

Acil durum hizmetlerinin etkinliği, bu durumlara zamanında, güvenli şekilde, uygun personelle ve araçlarla yapılıp yapılmaması ile ilgilidir. Bu noktada itfaiye hizmetleri, kamu yönetimi içerisinde ayrı bir ilgi ve önemle ele alınmalı, itfaiye hizmetlerinin özel nitelikleri göz önünde bulundurularak yerel yönetimler tarafından bir takım uygulama ve çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

İtfaiye hizmetlerinin sunumu, hizmetten yararlananların sağlık ve güvenliğini doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle itfaiye hizmetlerinde kalitesinin artırılması, tehlikelerin bertaraf edilmesi çalışanların yaşam kalitesini de artırmaktadır.

Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması için AHP yönteminden yararlanılmıştır. TOPSIS yöntemi ile de belirlenen İtfaiye istasyonlarının sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Yapılan uygulama sonucunda, İtfaiye istasyonlarının pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri tespit edilmiş ve bulunan yakınlık katsayılarına göre sıralama yapılmıştır. 0,972 yakınlık katsayısı ile ilk sırada yer alan Beşiktaş İtfaiye istasyonu yer almaktadır. Beşiktaş İtfaiye istasyonunu takiben 0,293 ile Bağcılar İtfaiye istasyonu ve 0,273 ile Sarıyer İtfaiye istasyonu gelmektedir.

Bu çalışmada yapılan ÇKKV teknikleri ile çözüm sonucunda oluşan sıralama ise Fiziksel, Ergonomik ve kimyasal maddelerdir. Çalışma kapsamında yapılan kriter ve alternatif değerlendirmeleri, Kamuda halen görev yapmakta olan 3 iş güvenliği uzmanı tarafından değerlendirilmiştir.

Sonraki yapılacak çalışmalarda, yeni ana kriterlerin ve bu kriterlere bağlı alt kriterlerin çok daha fazla sayıda uzman ile birlikte oluşturulması ve değerlendirilmesi, seçilen alternatiflerin tehlike ve risklerin genişletilmesi ve yeni yöntemlerin kullanılması da literatüre katkı sağlayacak olup itfaiye hizmetlerinde daha güvenli çalışma ortamlarının oluşturulmasına da katkı sağlayacaktır.

Yazarların Katkısı

Bu çalışmada Berk AYVAZ fikir, eleştiri, bilgisayar ortamının sağlanması konusunda katkıda bulunmuştur. Muhammed Ali GÜLEÇ araştırma, veri toplama, analiz, yorum, kaynak taraması ve makalenin yazımı konusunda katkı sağlamıştır. Yazarların makaleye olan katkıları eşit orandadır.

Teşekkür

Yazarlar çalışma sırasında çalışma konusu olan itfaiyelerle ilgili çalışmalarında desteklerini esirgemeyen İstanbul İtfaiyesine ve yöneticilerine teşekkürlerini sunar.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

Acuner, Ö., Çebi, S., (2013), İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Risk Değerlendirme için Bulanık Tabanlı Bir Model Önerisi, 19. Ulusal Ergonomi Kongresi, 27-29 Eylül 2013, Nevşehir.

Ali, J., Maryam, M., (2013), “Environmental Risk Assessment of Dams by Using Multi-Criteria Decision-Making Methods: A Case Study of the Polrood Dam”, Guilan Province, Iran, An International Journal, 20, 69-85.

Ayanoğlu, S., Biberci, M.A., (2015), Ormancılık Üretim İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Kültürünün AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) ile Risk Değerlendirmesi, Üretim İşlerinde Hassas Ormancılık Sempozyumu, 4-6 Haziran 2015, Kastamonu.

Barlas, B., (2012), “Occupational Fatalities in Shipyards: an Analysis in Turkey”, Brodogradnja, 63(1), 35-41.

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.

Can, G.F., Delice, E.K., Özçakmak, B.C., (2017). “Selection of Seating Arrangement by Using Multi Criteria Decision Making Approach”, Journal of Engineering Sciences and Design, 5, 213-225.

Erkan, N., (1997), Ergonomi, M.P.M Yayınları, 373, Ankara.

Fera, M., Macchiaroli, R., (2010), “Use of Analytic Hierarchy Process and Fire Dynamics Simulator to Assess The Fire Protection Systems in a Tunnel on Fire”, International Journal of Project Management, 14(6), 504-529.

Fouladgara, M.M., Yazdani-Chamzina, A., Zavadskas, E.K., (2012), “Risk Evaluation of Tunneling Projects”, Archives of Civil and Mechanical Engineering, 12, 1-2.

Güler, Ç., (1997), Ergonomiye Giriş, T.C. Sağlık Bakanlığı, 61, Ankara.

Güner, H., (2005), Bulanık AHP ve Bir İşletme için Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 133, Pamukkale.

Güneri, A.F., Gül, M., Özgürler, S., (2015), “A Fuzzy AHP Methodology for Selection of Risk Assessment Methods in Occupational Safety”, International Journal of Risk Assessment Management, 3-4(18), 319-335.

Hayta, A.B., (2007), “Çalışma Ortamı Koşullarının İşletme Verimliliği Üzerine Etkisi”, Journal of Commerce, 1, 21-41.

Heller, S., (2006), Managing Industrial Risk Having A Tested and Proven System to Prevent and Assess Risk, Journal of Hazardous Materials, 130, 58–63.

Ho, W., (2008), “Integrated Analytic Hierarchy Process and its Applications-A Literature Review”, European Journal of Operational Research, 211-228.

Jozi, S.A., Shoshtary, M.T., Zadeh A.R.K., (2015), “Environmental Risk Assessment of Dams in Construction Phase Using A Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Method”, *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 21(1), 1-16.

Karadeniz, O., (2012), “Dünya’da ve Türkiye’de İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları ve Sosyal Koruma Yetersizliği”, *Çalışma ve Toplum*, 2012/3, 17.

Kasap, Y., Subaşı, E., (2011), Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Açık İşletme Madenciliğinde Risk Denetimi, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 24-25 Kasım 2011, Zonguldak.

Kılıç, H.S., Zaim, S., Delen, D., (2014), Development of a Hbrid Methodology for ERP System Selection:The Case of Turkish Airlines. *Decision Support Systems*, 82-92.

Kıraç, Y., (2005), Büro Yönetiminde Ergonomi ve Ergonominin Verimliliğe Etkisi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 90, Ankara.

Kısa, Y., (2014), Döküm Atölyelerindeki İş sağlığı ve Güvenliği Koşullarının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, 87, Ankara.

Liu, J., Li, Q., Wang, Y., (2013), “Risk Analysis in Ultra Deep Scientific Drilling Project A Fuzzy Synthetic Evaluation Approach”, *International Journal of Project Management*, 31, 449–458.

Mokhtari, K., Ren, J., Roberts, C., Wang, J., (2012), “Decision Support Framework for Risk Management on Sea Ports and Terminals Using Fuzzy Set Theory and Evidential Reasoning Approach”, *Expert Systems with Applications*, 39, 5087-5103.

Onat, O.K., Akın, O., Eser, E.D., (2014), “İşletmelerde Risk Kavramı Farkındalığı: Organize Sanayi Bölgesinde Bir Araştırma”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 5, (11), 21–39.

Özdağoğlu, A., (2011), Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama Örnekleri. 1.Baskı, MMO, 300, İzmir.

Özdemir, M., (2015), Yıldırım, B.F., Önder, E., (edt.) Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Dora Basım Yayın, 338, Türkiye.

Özfiat, M.K., Özfiat P.M., (2021), “Yangın Safhalarının HTEA Risk Analizi ile İncelenmesi”, *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 5(1), 37-44.

Saaty, T.L., (2008), “Decision Making with The Analytic Hierarchy Process”, *International Journal of Services Sciences*, .83-98.

Saaty, T.L., Niemira, M.P., (2006), “A Framework for Making” A Better Decision”, *Research Review*, 13(1).

Saaty, T.L., (1990), “How to Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process”, *European Journal of Operational Research*, 9-26.

Sipahioğlu, A., (2008), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Ders Notları, Osman Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü.

Tüzün, S., (2012), A Multi-Criteria Decision Model for The Evaluation of Emergency Department Performance. Yüksek Lisans Tezi, Department of Industrial Engineering Industrial Engineering Programme Istanbul Technical University, Istanbul.

Unsear, (2008), United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation, Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations, New York.

Yang, T., Hung, C.C., (2007), “Multiple-Attribute Decision Making Methods for Plant Layout Design Problem”. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 126-137.

Yurdakul, M., Gökpınar, E., İç, Y.T., (2019), “Resmi Bir Kurumda Risk Analizi Uygulaması”, Mühendis ve Makina, 60(696), 221 - 230.

Zeng, J., An, M., Smith, N.J., (2007), “Application of a Fuzzy Based Decision Making Methodology to Construction Project Risk Assessment”, International Journal of Project Management, 25(6), 589-600.