



Occupational health and safety performance measurement in healthcare sector using integrated multi criteria decision making methods

Ammar Yasir Korkusuz^{1*}, Umut Hulusi İnan², Yavuz Özdemir³, Hüseyin Başlıgil³

¹Electrical and Electronic Engineering Department, Istanbul Medeniyet University, Istanbul, 34700, Turkey

²Industrial Engineering Department, Halic University, İstanbul, 34445, Turkey

³Yıldız Technical University, Industrial Engineering Department, İstanbul, 34349, Turkey

Highlights:

- Developing consistent OHS performance measurement method by using integrated multi-criteria decision making methods
- Objectively and realistically measuring OHS performance of 27 hospitals in a short period.
- Examining correlations between OHS performance and hospitals' other features such as ISO 9001 certificate, type of hospital and age of hospital.

Keywords:

- Multi-criteria decision making (MCDM)
- Occupational health and safety (OHS)
- OHS performance measurement
- Safety indicators
- OHS in healthcare sector

Article Info:

Research Article

Received: 05.07.2018

Accepted: 26.10.2018

DOI:

10.17341/gazimmfd.441032

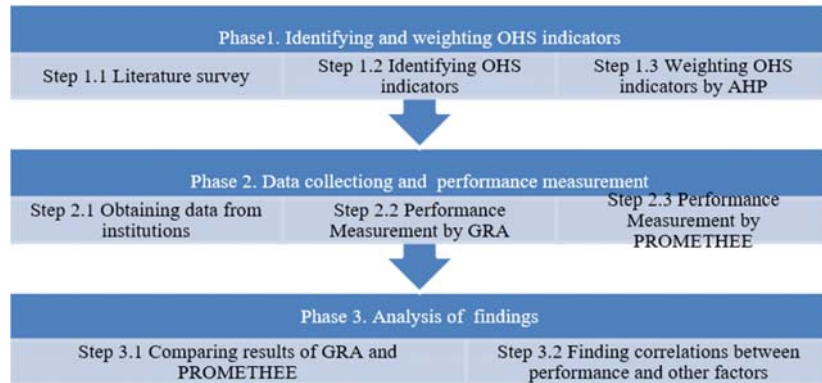
Correspondence:

Author: Ammar Yasir Korkusuz
e-mail:
yasir.korkusuz@medeniyet.edu.tr
phone: +90 554 842 6021

Graphical/Tabular Abstract

Legislative OHS (occupational health and safety) changes, use of OHS management systems and new OHS practices are continuously taking place in work places. It is essential to measure OHS performance to determine effects of these changes. In addition to considering their own OHS performances, companies consider subcontractors' OHS performance as well. In the literature survey, authors were not able to find an objective, practical OHS performance measurement method that can be used for comparing multiple companies' OHS performance in a short period. The methods in the literature aimed to measure OHS performance of single enterprise by long-term observations with high expertise. Proposed method of OHS performance measurement can be seen in Table 1.

Table 1. Proposed OHS performance measurement method



Purpose: The purpose of this study is to develop an objective and practical OHS performance measurement method for healthcare sector, which can quickly give results for multiple institutions, by using MCDM methods.

Theory and Methods:

We have used AHP, PROMETHEE and GRA in our performance measurement method. In the first phase, safety indicators were identified and weighted by AHP. In the second phase, data was collected and performances of companies were measured by using GRA and PROMETHEE. In the last phase, results of GRA and PROMETHEE were compared, as well as correlations between performance and other factors.

Results:

Firstly, occupational accidents statistics and risk analysis statistics were found the most important safety indicators. Secondly; State Hospital 1, Private Hospital 2, Private Hospital 3 and Education Research Hospital 1 were top 4 in terms of OHS performance among 27 hospitals, according to both GRA and PROMETHEE results. High correlation was found between GRA and PROMETHEE results. Lastly, correlation between OHS performance and hospitals' other features (hospital type, ISO 9001 certificate, and OHS department foundation year) were observed.

Conclusion:

This research proposes practical and objective OHS performance measurement method for healthcare institutions. It can measure OHS performance of multiple institutions in a short period and it can be used for other sectors in the future.



Entegre çok kriterli karar verme yöntemleriyle sağlık sektöründe iş sağlığı ve güvenliği performansının ölçülmesi

Ammar Yasir Korkusuz^{1*}, Umut Hulusi İnan², Yavuz Özdemir³, Hüseyin Başlıgil³

¹İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 34700, İstanbul

²Haliç Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34445, İstanbul

³Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34349, İstanbul

Ö N E Ç I K A N L A R

- ÇKKV (Çok kriterli karar verme) yöntemlerinin entegre kullanımıyla, güvenilir bir İSG (iş sağlığı ve güvenliği) performans ölçüm yöntemi geliştirilmesi.
- Kısa sürede, objektif ve gerçekçi bir şekilde 27 hastanenin İSG performansının ölçülmesi.
- İSG performansı ve hastanelerin diğer özellikleri (ISO 9001 sertifikası, hastane tipi, kuruluş yılı, İSG birimi kuruluş yılı) arasındaki korelasyonların incelenmesi

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 05.07.2018

Kabul: 26.10.2018

DOI:

10.17341/gazimmfd.441032

Anahtar Kelimeler:

Çok kriterli karar verme, iş sağlığı ve güvenliği, İSG performans ölçümü, güvenlik göstergeleri, sağlık sektöründe İSG

ÖZET

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) mevzuat değişiklikleri ve yeni İSG uygulamalarının İSG performansına etkisinin belirlenmesi; işletmenin kendi performansını bulunduğu sektördeki diğer işletmelerle kıyaslayabilmesi; ihalelerde veya alt yüklenici seçiminde aday firmaların İSG performansının ölçülmesi için İSG performansının hızlı, objektif ve gerçekçi bir şekilde ölçülmesi zaruri bir ihtiyaçtır. Literatürdeki yöntemler, sadece bir işletme için yüksek uzmanlık gerektiren uzun süreli gözlemler yoluyla İSG performans ölçümü yapmaktadır. Birden çok işletme için hızlıca sonuç verebilecek bir İSG performans ölçüm yöntemine rastlanmamıştır. Bu çalışmada, ÇKKV yöntemleri entegre bir yapıda kullanılarak sağlık sektörü için İSG performans ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. İlk olarak İSG performans göstergeleri belirlenmiş ve AHP yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır. Performans indekslerinin elde edilmesi için, PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) ve GRA (Grey Relational Analysis) yöntemleri kullanılmıştır. İki yöntemle elde edilen performans indeksleri kıyaslanarak sonuçların tutarlılığı incelenmiştir. Ayrıca İSG performans indeksleri ile hastanelerin diğer özellikleri (hastane tipi, ISO 9001 sertifikası, hastane kuruluş yılı, İSG birimi kuruluş yılı) arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Geliştirilen yöntemin uygulaması İzmir ve İstanbul'da bulunan 27 hastanede yapılmıştır.

Occupational health and safety performance measurement in healthcare sector using integrated multi criteria decision making methods

H I G H L I G H T S

- Developing a reliable OHS (occupational health and safety) performance measurement method by using integrated multi-criteria decision making (MCDM) methods.
- Objectively and realistically measuring OHS performance of 27 hospitals in a short period.
- Analyzing correlations between OHS performance and hospitals' other features such as ISO 9001 certificate, type of hospital and age of hospital

Article Info

Research Article

Received: 05.07.2018

Accepted: 26.10.2018

DOI:

10.17341/gazimmfd.441032

Keywords:

Multi-criteria decision making, Occupational health and safety, OHS performance measurement safety indicators, OHS in healthcare sector

ABSTRACT

It is essential to measure the OHS performance quickly, objectively and realistically; in order to determine the effects of legislative changes and new OHS applications; to compare performance of a company with others in the same sector and to determine the OHS level of subcontractors. The methods in the literature measure OHS performance for single enterprise by long-term observations with high expertise. There was no OHS performance measurement method that can measure performance of multiple enterprises in a short period. In this study, new method of measuring OHS performance for healthcare sector was developed by using integrated MCDM methods. OHS indicators were first identified and weighted by AHP method. To obtain performance indices, PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) and GRA (Gray Relational Analysis) methods were used. Two performance indices by two methods were compared and consistency of results is examined. Moreover, the correlation between OHS performance indices and hospitals' other features (hospital type, ISO 9001 certificate, year of hospital establishment, year of OHS unit establishment) was analyzed. Implementation of the developed method was carried out in 27 hospitals in İzmir and İstanbul.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: yasir.korkusuz@medeniyet.edu.tr, umutinan@halic.edu.tr, ozdemiry@yildiz.edu.tr, basligil@yildiz.edu.tr / Tel: +90 554 842 6021

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Yürürlüğe 30 Haziran 2012 tarihinde giren “6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Kanunu”, İSG alanındaki boşlukları mevzuat açısından büyük ölçüde doldurmuştur. Türkiye’deki iş sağlığı ve güvenliği uzman sayısı 2012 Haziran ayında 8.665 iken, 2018 Temmuz ayında bu sayı 103.114’e ulaşmıştır [1]. Mevzuattaki düzenlemeler ve uzman sayısındaki artışa rağmen, meydana gelen iş kazası sayısı ve hayatını kaybeden işçi sayısı maalesef azalmamaktadır. 2011 yılında beri meydana gelen iş kazası sayısında bir azalma görülmemiştir. Tablo 1’de 2011-2016 yılları arasında meydana gelen iş kazası sayısı ve iş kazası sonucu meydana gelen ölüm istatistikleri görülmektedir [2].

İSG alanındaki mevzuat düzenlemelerinin iş kazası sayılarına etkisi henüz görülmemektedir. Direkt olarak iş kazası sayıları değişmiyor olsa bile, mevzuatla birlikte gelen değişikliklerin ve yapılan yeni uygulamaların, işletmenin İSG performansını olumlu mu veya olumsuz mu etkilediği, yapılacak performans ölçümleriyle ortaya çıkarılabilir. Her sene ölçülecek İSG performans sayesinde hayata geçirilen uygulamaların işletme ve sektör bazındaki etkileri görülebilir. Ayrıca ihale komisyonlarında veya alt yüklenici seçimlerinde, aday firmaların İSG durumunun belirlenmesi için İSG performanslarının hızlı ve pratik olarak ölçülebilmesi gerekir.

İSG performansı; iş sağlığı ve güvenliği konusunda yapılan aktivitelerin çalışma alanına etkisini, İSG kontrollerinin yeterliliğini, risk analizindeki değişimleri ölçen bir kavramdır. Bu ölçümler sayesinde geçmiş yıllarla İSG performans kıyaslaması, belirlenen standartlara uygunluk, çalışanların İSG kültürü gibi bilgiler elde edilebilir. Diğer bütün sistemlerde olduğu gibi, İSG alanında da performans geliştirmek için performansın ölçülmesi gerekir. İSG performansının ölçülmesi sayesinde; yıldan yıla performans değişimi gözlenebilir, İSG ile ilgili bilgilendirici geribildirim mekanizması sağlanır, yatırımcılar İSG alanına verilen değeri görebilir, diğer organizasyonlar ve endüstriler ile İSG performansları kıyaslanabilir [3].

İSG performansının ölçülmesi için literatürde sınırlı sayıda yöntem önerilmiştir. Alteren ve Hovden [4] tarafından yapılan çalışmada, İSG performansının belirlenmesi için altı temel element ve her bir element için beş seviye belirlenmiştir. Şirket içinden seçilecek beş-yedi kişinin yapacağı çalışma alanı gözlemleri ve toplantılar yardımıyla, her bir element için şirketin bulunduğu seviye belirlenir. Laitinen vd. [5], tarafından imalat sanayisinde kullanılmak için geliştirilen ELMERI yöntemi, iş sağlığı ve güvenliğini

ölçmek için işyerindeki güvensiz davranış ve durumların gözlemlenmesini önermektedir. Güvenilir veri almak için en az beş-sekiz çalışma alanında 100-150 gözlem yapılmalıdır. Bir çalışma alanı gözlemi 15-30 dakika sürer. İngiltere’de geliştirilen CHaSPI (Corporate Health and Safety Performance Index) yöntemi, Birleşik Krallık Sağlık ve Güvenlik İdaresi tarafından KOBİ’ler (küçük ve orta ölçekli işletmeler) için geliştirilen, web tabanlı iş sağlığı ve güvenliği performans ölçüm aracıdır. Şirketin güvenlik uzmanının dolduracağı yaklaşık 100 soruluk anket ve iş kazası istatistiklerinin sisteme yüklenmesi ile şirket “0-10” arasında bir iş sağlığı ve güvenliği performans skoruna sahip olur [6]. Singapur İşgücü Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Departmanı tarafından geliştirilen ConSASS (Construction Safety Audit Scoring System) yöntemi, inşaat alanlarında iş sağlığı ve güvenliği performansı ölçümü için bir kontrol listesi sunar. İSG uzmanlarının çalışma alanını denetleyip listeyi doldurmasıyla İSG skoru ortaya çıkar [7]. Üngören ve Koç [8] tarafından yapılan çalışmada, turizm işletmelerinde çalışan işçilerle anket yapılmış ve anket sonuçlarının analiziyle işletmelerin İSG performansları elde edilmiştir. Bu performans ölçme yönteminin sonuçları, işletmelerde çalışan personelin iş sağlığı ve güvenliği alanındaki algılarına dayanmaktadır. Chang ve Liang [9] tarafından, AHP metodu kullanılarak yirmi İSG performans kriteri ağırlıklandırılmış ve uzmanların çalışma alanını incelemesi sonucu boya üretimi yapan dört şirket için güvenlik indeksi belirlenmiştir.

İSG performansı ölçümü yapmayıp, yalnızca İSG performans göstergelerinin ağırlıklarını belirleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Janackovic vd. [10], yol inşaatı yapan şirketlerin İSG performansının ölçülmesi için dört ana kriter ve yirmi alt kriter belirlemiş ve bu kriterleri bulanık AHP yöntemi ile ağırlıklandırmıştır. Podgorski [11], çalışmasında iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri için bazı göstergeler belirlemiş, ardından AHP yöntemini kullanarak SMART (specific, measurable, achievable, relevant, time-bound. Türkçe; spesifik, ölçülebilir, kabul edilir, makul, zamana bağlı) dizisindeki elementlerin İSG göstergeleri için önemini ağırlıklandırmıştır. Ediz vd. [3], OHSAS-18001 ve ISO 45001 yönetim sistemlerini inceleyerek seksen adet performans göstergesi belirlemiş, daha sonra bu performans göstergelerini AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırmıştır. Janackovic vd. [12], elektrik dağıtım şirketlerindeki İSG güvenlik göstergesi olarak dört ana, yirmi alt kriter belirlemiş ve bulanık AHP yöntemiyle ağırlıklandırmıştır. Korkusuz vd. [13], sağlık sektöründe İSG performans ölçümü için on beş anahtar performans göstergesi belirlemiş ve AHP yöntemi ile bu göstergeleri ağırlıklandırmıştır.

Tablo 1. Türkiye'deki iş kazası ve iş kazası sonucu ölüm sayıları [2]
(Number of occupational accidents and occupational fatalities in Turkey)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
İş Kazası Sayısı	69.227	74.871	191.389	221.366	241.547	286.068
Meydana Gelen Ölüm Sayısı	1.700	744	1.360	1.626	1.252	1.405

İSG alanında çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanan çalışmalar şu şekilde verilebilir. Grassi vd. [14] yeni bir risk değerlendirme yönteminde TOPSIS yöntemini; Hu vd. [15] çalışma alanındaki risklerin risk öncelik numaralarını hesaplamak için bulanık AHP yöntemini; Beriha vd. [16] çalışanların güvenlik kültürünü incelemek için GRA (Grey Relational Analysis) yöntemini; Mahdevari vd. [17], maden endüstrisindeki risklerin değerlendirilmesi için bulanık TOPSIS yöntemini; Güneri vd. [18] en iyi risk analizi yöntemini seçmek için bulanık AHP (FAHP) yöntemini; DJapan vd. [19] küçük ve orta ölçekli işletmelerdeki risklerin değerlendirilmesi için AHP yöntemini; Vahdani vd. [20] çelik sektöründeki bir firmanın risklerini değerlendirmek için bulanık TOPSIS yöntemini; Liu vd. [21] hata türleri ve etkileri analizindeki kriterlerin ağırlıklandırılması için bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemlerini; Delice ve Zegerek [22] çalışma alanındaki riskleri ağırlıklandırmak için bulanık-DEMATEL ve bulanık GRA yöntemlerini; Efe vd. [23] hata türlerinin risk önceliklerini belirlemek için bulanık PROMETHEE yöntemini; Yılmaz ve Şenol [24] çalışma alanındaki tehlikeleri önceliklendirmek için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini; Raviv vd. [25] İsrail'deki vinç sektöründe meydana gelen ramak kala olaylarını ağırlıklandırmak için AHP yöntemini; Gül vd. [26] hastanelerdeki riskleri önceliklendirmek için bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemlerini; İnan vd. [27] OHSAS 18001:2007 standardındaki kriterleri ağırlıklandırmak için VIKOR ve Simos prosedürü yöntemlerini; Liu vd. [28] hata türlerinin belirlenmesi için GRA yöntemini kullanmışlardır. Kahraman vd. [29] sağlık sektöründeki problemleri hata türleri ve etkileri analizi kullanarak önceliklendirmek için bulanık setlerden yararlanmıştır. Komal [30] sağlık sektöründe hasta güvenliği risk modeli için bulanık hata ağacı yaklaşımı yöntemini sunmuştur. Gül ve Ak [31], madenlerin İSG risk değerlendirmesinde risk değerlerini belirlemek için bulanık TOPSIS, bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemlerini, Özfirat [32] hata türleri ve etkileri analizi yönteminde kullanılan kaza olasılığı, şiddeti ve farkedilebilirliği kriterlerini ağırlıklandırmak için maden sektöründe bulanık AHP yöntemini, Ersoy vd. [33], mermer sektöründe Fine Kinney risk değerlendirme yöntemini geliştirmek ve kaza türlerini derecelendirmek için GRA yöntemini kullanmışlardır. İlbarhar vd. [34], Fine Kinney risk değerlendirme metodu ile bulanık AHP ve bulanık çıkarım sistemini birlikte kullanarak yeni bir risk değerlendirme yöntemi geliştirmişler ve bu yöntemi inşaat sektöründe uygulamışlardır.

Literatürde birçok çalışma ise, farklı sektörlerde performans ölçümü için ÇKKV yöntemlerini kullanmıştır. Yurdakul ve İç [35] Türk otomotiv firmalarının finansal performansını ölçmek için TOPSIS yöntemini; Eraslan ve Algün [36] çalışan performansının ölçümü için AHP yöntemini; İç vd. [37] firmaların finansal performansının ölçülmesi için TOPSIS, VIKOR, GRA ve MOORA yöntemlerini; Lupo [38] dokuz hastanenin sağlık servis kalitesini ölçmek için AHP yöntemini; Otay vd. [39], 16 hastanenin performans ölçümü için bulanık DEA (Data Envelope Analysis) ve bulanık AHP yöntemlerini kullanmışlardır.

Literatürde ÇKKV yöntemlerinin risk değerlendirme ve performans ölçümü alanında birçok uygulaması olmasına rağmen, İSG performans ölçümü alanında az sayıda kullanımı olduğu görülmektedir. Ayrıca İSG performansını ölçmek için önerilen yöntemlerin, sınırlı sayıda firmanın uzun süreli ve yüksek uzmanlık bilgisiyle denetlenmesine dayalı olduğu görülmüştür. Mühendislik yöntemlerine dayalı, pratik bir şekilde birden çok firmanın aynı anda İSG performansını ölçen bir yöntemle rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı; çok kriterli karar verme yöntemleriyle, objektif olarak birden çok işletmenin performansını ölçen, hızlı ve gerçekçi sonuç veren bir İSG performans ölçüm yöntemi geliştirmek ve sağlık sektöründe uygulamasını yapmaktır. Bu sayede;

- İSG performansı ile ilgili bir referans noktası oluşturulabilir ve yıldan yıla değişim gözlemlenebilir,
- İşletmeler kendi İSG performansını, sektördeki diğer firmalarla karşılaştırabilir,
- İhale veya alt yüklenici seçimi aşamasında aday firmaların İSG performansı ölçülebilir,
- Sektörel olarak yapılacak İSG performans ölçümleriyle, düşük performanslı işletmelerin öncelikli olarak teftiş edilebilmesi sağlanabilir.

Yazarların bilgisine göre bu çalışma sağlık sektöründe İSG performansını ölçen; İSG performans ölçümünde tamamı pratik, ölçülebilir ve ölçeklenebilir nitelikte göstergeler seçen; AHP, PROMETHEE ve GRA yöntemlerini entegre yapıda birlikte kullanan; çok sayıda işletmenin (27 hastane) İSG performansını aynı anda ölçen; İSG performansı ile hastane tipi, ISO 9001 sertifikası, hastanenin hizmet yılı ve hastanenin İSG birimi hizmet yılı verileri arasındaki ilişkiyi inceleyen literatürdeki ilk çalışmadır.

2. MALZEME VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

Birden çok alternatif ve bu alternatiflerin seçimine yönelik birden çok kriter olduğu durumda, en iyi alternatifin seçilmesini sağlayan yöntemlere çok kriterli karar verme yöntemleri denir. Bir kararın verilebilmesi için ilk olarak çözülmek istenen problemin ve gerçekleştirilmek istenen amacın belirlenmesi gerekir [40]. AHP, PROMETHEE ve GRA yöntemleri, ÇKKV yöntemlerinden üç tanesidir.

Uzun yıllardır kullanılan ve literatürde birçok farklı alanda uygulanan AHP yöntemi, kriter ağırlıklandırma konusunda literatürdeki en güçlü yöntemlerden biridir. İkili kıyaslama yöntemiyle hem kriterler, hem de alternatifler analiz edilerek en güçlü kriter ve alternatif belirlenir. Ancak AHP yöntemi uzman görüşüne dayandığı için, özellikle alternatiflerin kıyaslanması aşamasında uzman değerlendirmelerinin öznel olma olasılığı vardır. Ayrıca ikili kıyaslamaların herhangi bir seviyesinde yediden fazla öge bulunursa, AHP yönteminin kullanılması uygun değildir. Miller [41] tarafından yapılan çalışmada, insan beyninin aynı anda en fazla yedi nesneyi (artı veya eksi iki) kıyaslayabileceği belirlenmiştir. Bu nedenle, AHP ile kıyaslanacak nesne sayısı yedi (artı veya eksi iki) olarak kabul edilir [42].

PROMETHEE yöntemi güçlü matematiksel temele ve birçok farklı karşılaştırma fonksiyonuna sahip bir yöntemdir. Uzman görüşünün aksine sayısal değerlerden oluşan kriterleri girdi olarak alabilir ve bu sayede objektif bir sonuç elde eder. Kriter sayısı veya alternatif sayısı için sınır yoktur. Ancak PROMETHEE, kriter ağırlıklandırma yöntemi önermez [43]. GRA yöntemi de, PROMETHEE gibi güçlü bir matematiksel temele dayanır. Alternatif ve kriter sayısı olarak herhangi bir sınırı yoktur. Kriter değerleri olarak sayısal verileri alır. PROMETHEE gibi, GRA yöntemi de kriter ağırlıklandırması yapmaz [44].

Performans kriterlerinin ağırlıklandırılması aşamasında, AHP literatürdeki en güçlü yöntemlerden biridir. Alternatiflerin farklı ölçekte sayısal kriter değerlerine sahip olduğu problemlerin çözümünde ise, GRA ve PROMETHEE yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır [45, 46]. Bu nedenle, hastanelerin İSG performansının belirlenmesi problemini çözmek için AHP, PROMETHEE ve GRA yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada kriter ağırlıklandırması AHP yöntemiyle yapılmış, alternatiflerin sıralanması aşamasında ise PROMETHEE ve GRA yöntemlerinden yararlanılarak objektif bir sonuç elde edilmeye çalışılmıştır. Bu sayede yöntemlerin yukarıda belirtilen avantajlı yönleri kullanılarak entegre bir yapı ortaya konmuştur.

2.1. AHP Algoritması (AHP Algorithm)

AHP algoritması, belli adımlardan oluşmaktadır. Bu adımların sonunda kriter ağırlıkları ve alternatif indeksleri elde edilir. İlk aşamada karar verme problemindeki alternatifler ve kriterler belirlenir. İkinci aşamada kriterlerin ve alt kriterlerin önem derecelerini bulmak için ikili kıyaslama matrisi oluşturulur. Kriter sayısı “ n ” olarak alınırsa; “ $n \times n$ ” boyutlu, köşegen bileşenleri “1” olan, Eş. 1’de görülen A kare matrisi elde edilir [47].

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Kriterlerin ikili kıyaslaması, Tablo 2’de görülen AHP ikili karşılaştırma ölçeği ile yapılır [48].

Örneğin ikinci kriter ile dördüncü kriterin kıyaslandığı durumda, uzman ikinci kriteri dördüncü kriterden “çok daha önemli” olarak belirlediyse, bu durumda kriterler arası kıyaslama matrisinin ikinci satır dördüncü sütündeki ($i = 2, j = 4$) değeri “5”, dördüncü satır ikinci sütun değeri ($i = 4, j = 2$) ise “1/5” olur. Kıyaslama matrisi elde edildikten sonra kriterlerin ağırlıklarının elde edilmesi aşamasına geçilir. Bunun için ilk olarak her bir eleman, bulunduğu sütündeki bütün değerlerin toplamına bölünür ve elde edilen c_{ij} elemanlarının meydana getirdiği matristeki satır elemanlarının aritmetik ortalaması alınarak W kriter ağırlıkları matrisi oluşturulur (Eş. 2) [47].

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \rightarrow w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \rightarrow W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

Sonraki aşamada çalışmanın tutarlılığı incelenir. Karar vericilerin kriterleri kıyaslarken tutarlı olması, sonucun doğruluğunu etkileyecektir. Bu nedenle, yapılan kıyaslama sonrası tutarlılık oranı (consistency ratio) hesaplanarak çalışmanın tutarlılığı araştırılır. Tutarlılık oranı hesaplanırken, ilk olarak A kıyaslama matrisi ile W öncelik matrisi çarpılarak D sütun vektörü elde edilir. D sütun vektörünün her bir elemanı, w sütun vektöründeki karşılıklı elemanlara bölündüğünde, elde edilen elemanlarının aritmetik ortalaması, Eş. 3’te görüldüğü üzere kıyaslamaların temel değerini verir [47].

$$A * W = D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nn} \end{bmatrix} \rightarrow \lambda$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

λ değeri bulunduktan sonra, çalışmanın tutarlılığının ölçülmesi için rastsallık indeksi incelenir. Kriter sayısı n 'e bağlı bu indeks için Tablo 3’te verilen rastgele gösterge değerleri kullanılır [47].

Tablo 2. AHP ikili karşılaştırma ölçeği [48] (AHP pair-wise comparison scale)

Önem Değerleri; Tanımlar	
1; İki faktör eşit önemde	
3; Bir faktör diğerinden daha önemli	1/3; Bir faktör diğerinden daha az önemli
5; Bir faktör diğerinden çok daha önemli	1/5; Bir faktör diğerinden çok daha az önemli
7; Bir faktör diğerinden çok güçlü bir şekilde daha önemli	1/7; Bir faktör diğerinden çok güçlü bir şekilde daha az öneme sahip
9; Bir faktör diğerine kıyasla mutlak şekilde güçlü öneme sahip	1/9; Bir faktör diğerine kıyasla mutlak şekilde daha az öneme sahip
2, 4, 6, 8; Ara değerler	1/2, 1/4, 1/6, 1/8; Ara değerler

Tablo 3. Rastgele gösterge (RI) değerleri [47] (Random indicator values)

Kriter Sayısı (n)	1	2	3	4	5	6	8	9	10
Rastgele Gösterge (RI)	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,45	1,49

Son aşamada λ , n ve RI değerleri kullanılarak tutarlılık oranı (CR: Consistency Ratio) hesaplanır. Tutarlılık oranı (CR) için üst limit 0,1 olarak kabul edilir. Değerin daha fazla çıkması durumunda, çalışmada bir hata olduğu veya karar vericinin tutarsız olduğu belirlenir. Bu durumda, çalışmanın yenilenmesi gerekir. Eş. 4'te tutarlılık oranının (CR) formülü görülmektedir [47].

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n - 1)RI} \quad (4)$$

Son aşamada, yine AHP ölçeği kullanılarak, belirli bir kriterde her bir alternatif ikili olarak kıyaslanır. Her bir kriter için $m \times 1$ boyutunda matrisler meydana gelir ve bunların hepsi yan yana yazıldığında $m \times n$ boyutunda karar matrisi elde edilir. Elde edilen karar matrisinin kriter ağırlıkları ile çarpımı, her bir elemanın alternatiflerin ağırlığını gösterdiği L sonuç vektörünü verir (Eş. 5) [47].

$$L = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{m1} & k_{m2} & \dots & k_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \dots \\ l_m \end{bmatrix} \quad (5)$$

2.2. GRA Algoritması (GRA Algorithm)

GRA yöntemi nicel değerleri ve gösterge ağırlıklarını girdi olarak alan ve alternatiflerin performans skorlarını çıktı olarak veren bir yöntemdir [49]. GRA yöntemi, ideal çözüme en yakın olan alternatifi en tercih edilebilir olarak belirler. GRA algoritmasının adımları altı aşamadır. İlk aşamada alternatif sayısı ve analiz edilecek kriter sayısı belirlenmeli ve karar matrisi oluşturulmalıdır. Alternatif sayısı n , kriter sayısı m olan bir durum için karar matrisi Eş. 6'da görülebilir [50].

$$X = \begin{bmatrix} x_1(1) & x_1(2) & \dots & x_1(m) \\ x_2(1) & x_2(2) & \dots & x_2(m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n(1) & x_n(2) & \dots & x_n(m) \end{bmatrix} \quad (6)$$

İkinci aşamada, değerler normalize edilir. Kriter değeri yüksek olanın tercih edilmesi durumunda (boy, hız vb.), ve kriter değeri düşük olanın tercih edilmesi durumunda (maliyet, hata sayısı vb.) farklı formüller kullanılır [50].

Yüksek olanın tercih edildiği durumda normalizasyon formülü Eş. 7'de görülebilir.

$$x_i^*(j) = \frac{x_i(j) - \min x_i(j)}{\max x_i(j) - \min x_i(j)} \quad (7)$$

Düşük olanın tercih edildiği durumda normalizasyon formülü Eş. 8'de görülebilir.

$$x_i^*(j) = \frac{\max x_i(j) - x_i(j)}{\max x_i(j) - \min x_i(j)} \quad (8)$$

Üçüncü aşamada, normalizasyon formülleri ile elde edilen değerler kullanılarak Eş. 9'da görülen yeni matris oluşturulur [50].

$$X^* = \begin{bmatrix} x_1^*(1) & x_1^*(2) & \dots & x_1^*(m) \\ x_2^*(1) & x_2^*(2) & \dots & x_2^*(m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n^*(1) & x_n^*(2) & \dots & x_n^*(m) \end{bmatrix} \quad (9)$$

Her bir sütunda en yüksek değeri alan elementlerin bir araya gelmesiyle oluşturulan dizi referans dizisidir. Bu dizi Eş. 10'da görülebilir [50].

$$X_0^* = x_0^*(1), x_0^*(2), \dots, x_0^*(m) \quad (10)$$

Dördüncü aşamada, normalize matristeki sütun değerleri ile referans serisindeki değerlerin farklarının mutlak değerleri hesaplanır ve bulunan değerler kullanılarak mutlak değer matrisi oluşturulur. Mutlak değer matrisinin elemanları Eş. 11'deki formül ile hesaplanır [50].

$$\Delta_i(j) = |x_0^*(j) - x_i^*(j)| \quad (11)$$

Mutlak değer matrisi Eş. 12'de görülebilir [50].

$$\Delta = \begin{bmatrix} \Delta_{o1}(1) & \Delta_{o1}(2) & \dots & \Delta_{o1}(m) \\ \Delta_{o2}(1) & \Delta_{o2}(2) & \dots & \Delta_{o2}(m) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \Delta_{on}(1) & \Delta_{on}(2) & \dots & \Delta_{on}(m) \end{bmatrix} \quad (12)$$

Beşinci aşamada, mutlak değer matrisindeki değerler kullanılarak, gri ilişki katsayısı hesaplanır. ζ değeri aşırı değerlerin elenmesi için kullanılan sıfır ve bir aralığındaki bir katsayıdır (Eş. 13) [50].

$$\gamma_{oi} = \frac{\Delta_{min} + \zeta \Delta_{max}}{\Delta_{oi}(j) + \zeta \Delta_{max}}, \Delta_{max} = \max_i \max_j \Delta_i(j), \Delta_{min} = \min_i \min_j \Delta_i(j), \zeta \in [0,1] \quad (13)$$

Son aşamada, kriter katsayıları kullanılarak, alternatiflerin aldığı indeks değeri olan gri ilişki derecesi Γ_{oi} bulunur (Eş. 14). [50].

$$\sum_{j=1}^m w(f) = 1, \Gamma_{oi} = \sum_{j=1}^m [w_i(j) * \gamma_{oi}(j)], \quad (14)$$

2.3. PROMETHEE Algoritması (PROMETHEE Algorithm)

PROMETHEE algoritması yedi aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada; alternatifler, kriterler ve kriter ağırlıkları belirlenerek veri tablosu oluşturulur. PROMETHEE yönteminde kriter ağırlığı ve kriter değerleri sisteme girdi olarak verilir. PROMETHEE veri tablosu Tablo 4'te görülmektedir [45].

Tablo 4. PROMETHEE veri tablosu [45] (PROMETHEE data table)

Veri Tablosu	Kriterler				Ağırlıklar	
	a	b	c	...	W	
Alternatifler	f_1	$f_1(a)$	$f_1(b)$	$f_1(c)$...	w_1
	f_2	$f_2(a)$	$f_2(b)$	$f_2(c)$...	w_2

	f_k	$f_k(a)$	$f_k(b)$	$f_k(c)$...	w_3

İkinci aşamada, kriterlerin değerlendirilmesi için kullanılacak tercih fonksiyonları belirlenir. Altı farklı tercih fonksiyonu vardır. Tercih fonksiyonları ve bu fonksiyonların parametreleri, karar verici tarafından kriterin türüne göre belirlenir. Tercih fonksiyonları Tablo 5'te görülebilir [45].

Üçüncü aşamada, her bir alternatifin kriter değerleri ikili olarak birbiriyle kıyaslanır ve ortak tercih fonksiyonları oluşturulur. Ortak tercih fonksiyonları tüm kriterleri için iki yönlü olarak yapılır. Alternatiflerin a ve b olduğu durumda ortak tercih fonksiyonu Eş. 15'te verilmiştir [45].

$$P(a, b) = \begin{cases} 0, & f(a) \leq f(b) \\ p[f(a) - f(b)], & f(a) > f(b) \end{cases} \quad (15)$$

Dördüncü aşamada, her alternatif çifti için ortak tercih fonksiyonları kullanılarak tercih indeksleri belirlenir. Bu

aşamada kriter ağırlıkları da devreye girer. Kriter sayısı k değeri ile belirtilir. Tercih indeksleri fonksiyonu, Eş. 16'da gösterilmiştir [45].

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i P_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (16)$$

Beşinci aşamada her bir alternatif için pozitif ve negatif üstünlük değerleri belirlenir. Pozitif üstünlük, diğer alternatiflerden üstün olduğu durumlarda pozitif değer alır, negatif üstünlük ise, diğer alternatiflerden daha zayıf olduğu durumda pozitif değer alır. Her alternatif için bu değerler hesaplanır ve toplanır. Üstünlük değerlerinin formülü Eş. 17 ve Eş. 18'de verilmiştir [45].

$$\phi^+ = \sum \pi(a, x), x = (b, c, d, \dots) \quad (17)$$

$$\phi^- = \sum \pi(x, a), x = (b, c, d, \dots) \quad (18)$$

Altıncı aşamada alternatiflerin birbirleriyle kıyaslanıp kıyaslanamayacağı, kıyaslanabildiği durumda diğerinden üstünlüğü incelenir. Bu aşamada üç durum vardır; bir alternatif diğerinden üstündür, bir alternatif ile diğer alternatif farksızdır ve bir alternatif diğeri ile kıyaslanamaz [45].

- Aşağıdaki durumlarda a alternatifi, b alternatifinden üstündür (Eş. 19, Eş. 20, Eş. 21);

$$\phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ ve } \phi^-(a) < \phi^-(b) \quad (19)$$

$$\phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ ve } \phi^-(a) = \phi^-(b) \quad (20)$$

$$\phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ ve } \phi^-(a) < \phi^-(b) \quad (21)$$

- Aşağıdaki durumda a alternatifi ile b alternatifi arasında bir fark yoktur (Eş. 22).

$$\phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ ve } \phi^-(a) = \phi^-(b) \quad (22)$$

Tablo 5. PROMETHEE tercih fonksiyonları [45] (PROMETHEE preference functions)

Tip	Parametreler	Fonksiyon
Birinci Tip (Olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$
İkinci Tip (U-Tipi)	q	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1, & x > q \end{cases}$
Üçüncü Tip (V-Tipi)	q	$p(x) = \begin{cases} x/q, & x \leq q \\ 1, & x > q \end{cases}$
Dördüncü Tip (Seviyeli)	p, q	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$
Beşinci Tip (Doğrusal)	p, q	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ (x - q)/p, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x > 0 \end{cases}$

- Aşağıdaki durumlarda a alternatifi ile b alternatifi kıyaslanamaz. (Eş. 23, Eş 24)

$$\emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) > \emptyset^-(b) \quad (23)$$

$$\emptyset^+(a) < \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b) \quad (24)$$

Son aşama olan yedinci aşamada, alternatifler için kesin öncelikler belirlenir ve alternatifler indeks değerlerine göre sıralanır. Alternatiflerin indeks değerleri, Eş. 25'teki görüldüğü üzere pozitif üstünlük değerlerinden negatif üstünlük değerlerinin çıkarılmasıyla elde edilir [45].

$$\emptyset^+(a) = \emptyset^+(a) - \emptyset^-(a) \quad (25)$$

İndeks değerleri “-1” ile “1” arasında değerler alır. Sıralama yaparken indeks değeri yüksek olan alternatiften indeks değeri düşük olan alternatife doğru sıralama yapılır.

2.4. Korelasyon Analizi (Correlation Analysis)

İki sayısal ölçüm arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını, varsa bu ilişkinin yönünü ve şiddetini belirlemek için kullanılan istatistiksel yöntem korelasyon analizi denir. X ve Y olarak adlandırılan n adet gözlem değerine ait iki değişken grup varsa, bu gruplar arasındaki korelasyon katsayısını bulmak için, ilk olarak dizilerin ortalama değerleri olan \bar{X} ve \bar{Y} bulunur. Tüm gözlem değerleri ortalamadan çıkarılarak $(Y - \bar{Y}) = y$ ve $(X - \bar{X}) = x$ dizileri oluşturularak korelasyon katsayısı elde edilir. Korelasyon katsayısının formülü Eş. 26'da görülebilir [51].

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}} \quad (26)$$

Korelasyon katsayısı “-1” ve “+1” arasında değerler alır. Katsayı “1”e ne kadar yakın ise aradaki ilişki o kadar güçlüdür. Katsayının negatif olduğu durumda ise, iki değişken arasında ters orantı olduğu anlaşılır. Korelasyon

katsayısı ve korelasyon türleri arasındaki ilişki tablo 6'da görülebilir [51].

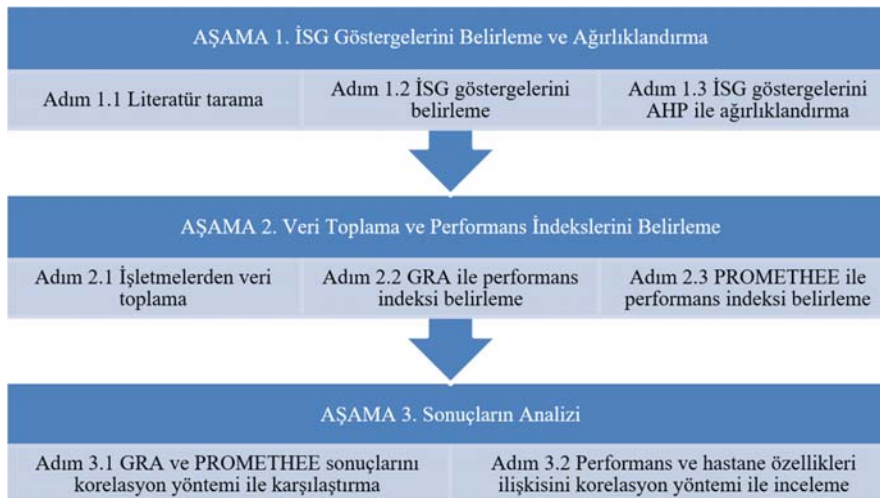
Tablo 6. Korelasyon katsayıları ve korelasyon türleri (Correlation coefficient and correlation types)

Korelasyon katsayısı ve korelasyon türleri	
$r < 0,2$	Çok zayıf ilişki yada korelasyon yok
$0,2-0,4$	Zayıf korelasyon
$0,4-0,6$	Orta şiddette korelasyon
$0,6-0,8$	Yüksek korelasyon
$r > 0,8$	Çok yüksek korelasyon

3. ÖNERİLEN YÖNTEM (PROPOSED METHOD)

İSG performansının ölçülmesi için literatürdeki yöntemler; yüksek seviyede uzmanlık bilgisi gerektiren, uzun zaman alan ve uzman görüşüne bağlı yöntemlerdir. Bu çalışmada objektif, uzman görüşüne en az oranda bağlı, ölçülebilir kriterlere dayalı, birçok işletmenin performansını aynı anda hızlıca belirleyen, pratik, ölçeklenebilir ve farklı sektörlere uygulanabilir bir İSG performans ölçüm yöntemi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, geliştirilecek yöntemin ÇKKV tabanlı olmasına karar verilmiştir. Geliştirilen İSG performans ölçüm yöntemi algoritması, Şekil 1'de görülmektedir.

İlk olarak, çalışma yapılacak alanla ilgili literatürdeki İSG performans ölçme yöntemleri ve göstergeleri incelenmeli ve o alanda çalışan İSG uzmanları ile çalışmada kullanılacak İSG performans göstergeleri belirlenmelidir. Göstergelerin nicel (sayısal) olarak seçilmesi, sonuçları daha objektif hale getireceği için göstergelerin nicel ve ölçülebilir olmasına özen gösterilmelidir. İSG performans göstergeleri belirlendikten sonra, sektördeki uzmanların yardımıyla AHP yöntemi kullanılarak performans göstergeleri ağırlıklandırılmalıdır. Sonraki aşamada, performans indekslerinin hesaplanabilmesi için İSG performans gösterge verileri işletmelerden alınmalıdır. İşletmelerden İSG performans göstergeleri dışında işletmeye ait diğer



Şekil 1. Sağlık sektörü için geliştirilen İSG performans ölçüm yöntemi algoritması (Proposed OHS performance measurement algorithm for healthcare sector)

veriler (işletmenin kuruluş yılı, işletmenin sahip olduğu sertifikalar vb.) de alınarak, bunların İSG performansı ile ilişkisi incelenebilir. Veriler toplandıktan sonra, GRA ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak işletmelerin İSG performans indeksleri elde edilmelidir. Daha sonra, iki farklı yöntemle elde edilen performans indeksleri birbiriyle kıyaslanmalı ve çalışmanın tutarlılığı incelenmelidir. İki yöntemle elde edilen indeksler arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanır ve yüksek korelasyon bulunursa, çalışmanın tutarlı olduğu söylenebilir. Son aşamada, işletmelere ait diğer veriler ile İSG performans indeksleri arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmalı ve bu katsayıya göre aradaki ilişki ortaya konmalıdır.

4. UYGULAMA VE BULGULAR (APPLICATION AND FINDINGS)

4.1. Çalışma alanı (Study area)

Geliştirilen İSG performans ölçüm yönteminin uygulaması sağlık sektöründe yapılmıştır. Ülkemizde son yıllarda hastane sayıları, hekim sayıları ve diğer sağlık personeli sayısı düzenli olarak artmaktadır. Hızlı gelişen bu sektördeki İSG performansının ölçülmesi önem taşımaktadır. İSG performansı ölçüm uygulamasına İzmir ve İstanbul'da bulunan on beş devlet hastanesi, beş özel hastane, dört eğitim araştırma hastanesi ve üç üniversite hastanesi olmak üzere toplam yirmi yedi hastane katılmıştır.

4.2. Uygulama (Application)

Literatür ve uzman görüşmeleri sonunda karar verilen iş sağlığı performans göstergelerinin hastanelerden elde edilmesi için, yirmi sekiz soruluk bir anket oluşturulmuştur. Hastane yetkilileri tarafından bu anket doldurulmuş ve veriler toplanmıştır.

4.2.1. İSG göstergelerinin belirlenmesi ve ağırlıklandırılması (Identifying and weighting OHS indicators)

İSG göstergeleri artçı ve öncül olarak ikiye ayrılabilir. Artçı göstergeler meydana gelmiş istenmeyen olayların ölçümüdür. Yaralanmalar, kazalar, kimyasal salınımlar, ekipman hataları artçı göstergelerdir. Bu göstergeler dikkatli olarak gözlemlenmelidir ancak bu göstergelerin gözlemlenmesi tek başına kazaların önlenmesi için yeterli değildir. Öncül göstergeler, iş sağlığı ve güvenliği alanındaki aktivitelerin kalitesinin ölçülmesidir. Bu göstergeler iş kazalarını önlemeye yarayan erken alarm uyarılarıdır. Saha denetimleri, periyodik bakımlar, çalışan eğitimler, risk analizi öncül göstergelere örnek olarak verilebilir [52].

İSG gösterge seçiminde;

- Göstergelerin nicel, ölçülebilir ve farklı işletmeler için ölçeklendirilebilir olması,
- Seçilen gösterge listesinin hem öncül hem de artçı göstergelerden oluşması,
- Sağlık işletmesinin İSG performansını objektif ve gerçekçi bir şekilde yansıtması,

- Göstergelerin sağlık işletmelerinin kaydını tuttuğu verilerden oluşmasına önem verilmiştir.

Literatür taraması ve sağlık sektöründe çalışan sertifikalı iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarıyla birlikte literatürdeki birçok İSG göstergesi incelenmiştir. Uzmanlardan iki tanesi "ÇSGB (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı) A Sınıfı İSG Uzmanı" sertifikasına, üç tanesi ise "ÇSGB B Sınıfı İSG Uzmanı" sertifikasına sahiptir. Bütün uzmanlar beş yıl ve üzeri tecrübeye sahip olup sağlık sektöründe çalışmaktadır. Belirtilen özellikleri sağlayan dört ana grupta on beş İSG göstergesi belirlenmiştir. Bu on beş gösterge, AHP yöntemi kullanılarak beş uzmanın yardımıyla ikili kıyaslama yoluyla ağırlıklandırılmıştır. Uzmanlara on beş göstergenin birbiriyle ikili şekilde kıyaslandığı bir anket verilerek "AHP Algoritması" bölümünde verilen "Saaty Ölçeği"ne göre kriterleri kıyaslanması istenmiştir. "Superdecisions v2.6" programında dört ana kriter ve on beş alt kriter, belirtilen yapıya uygun olarak modellenerek, uzman anketleri sonucu elde edilen değerler programa girdi olarak verilmiştir. Çalışmanın tutarlılık oranı 0,0171'dir. Tutarlılık oranı 0,1'in altında olduğu için çalışmanın tutarlı olduğu görülmektedir.

Uzmanlar tarafından verilen yanıtlara göre, hastane İSG performansını etkileyen en önemli ana gösterge, artçı göstergeleri içeren "iş kazası istatistikleri" olmuştur. Daha sonra öncül göstergeleri içeren "risk analizi istatistikleri" gelmektedir. "Çalışma alanındaki dönemsel faaliyetler" ve "İSG eğitimi ve toplantıları" da sıralamada onları izlemektedir. Alt kriterlerde en önemli göstergenin artçı bir gösterge olan "yaralanmalı iş kazası sıklık oranı" olduğu, ardından "yüksek önem derecesine sahip risklerin oranı" geldiği ve "iş kazası sıklık oranı" göstergesinin onları takip ettiği görülmektedir. Elde edilen İSG ana ve alt göstergelerinin ağırlıkları Tablo 7'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan göstergelerin tamamında dönem olarak bir yıl kullanılmıştır. Farklı kurumların gösterge değerlerinin kıyaslanabilmesi için, çalışan sayısının ölçek olarak kullanılması önerilmektedir [53]. Bu nedenle gerekli göstergelerde ölçek olarak "çalışan sayısı" alınmıştır. Bu göstergelerin açıklamaları ve formülleri şu şekildedir;

Gösterge 1: Yaralanmalı iş kazası sıklık oranı

Bir yılda, bir milyon çalışma saatine karşılık meydana gelen iş kazalarında yaralanan, en az bir iş günü çalışmayan işçi sayısını belirtir.

Yaralanmalı İş Kazası Sıklık Oranı

$$= \frac{\text{İş Kazası Sonucu Yaralanma Sayısı}}{\text{Toplam Çalışma Saati}} \times 1.000.000 \quad (27)$$

Gösterge 2: Yüksek önem derecesine sahip risklerin oranı

Son risk değerlendirmesi sonrası yapılan düzeltmelerin ardından ortamda bulunan yüksek önem derecesine sahip olan risk sayısının toplam risk sayısına ve çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilen değerdir.

Yüksek Önem Dereceli Risklerin Oranı

$$= \frac{\text{Yüksek Önem Dereceli Risk Sayısı}}{\text{Toplam Risk Sayısı} \times \text{Çalışan Sayısı}} \times 1.000 \quad (28)$$

Tablo 7. İSG göstergelerinin ağırlıkları ve sıralamaları (Weights and orders of OHS indicators)

Ana Gösterge	Ağırlık	Sıralama	Alt Gösterge	Ağırlık	Sıralama
1. İş Kazası İstatistikleri	0,356	1	1.1 İş kazası sıklık oranı	0,102	3
			1.2 Yaralanmalı iş kazası sıklık oranı	0,204	1
			1.3 İş kazası ağırlık oranı	0,051	7
2. Risk Analizi İstatistikleri	0,326	2	2.1 Yüksek önem derecesine sahip risklerin oranı	0,161	2
			2.2 Risk değerlendirmesi sonrası kalan risklerin oranı	0,101	4
			2.3 Yüksek risk grubunda çalışanların oranı	0,064	6
			3.1 Dönemsel önleyici faaliyetler	0,04	10
3. Çalışma Alanındaki Dönemsel Faaliyetler	0,194	3	3.2 Dönemsel düzeltici faaliyetler	0,036	11
			3.3 Dönemsel denetimler	0,044	8
			3.4 Gözlemlenen güvensiz davranışlar	0,016	13
			3.5 Gözlemlenen güvensiz durumlar	0,015	14
			3.6 Çalışanların sağlık kontrolleri	0,027	12
			3.7 İş ekipmanlarının dönemsel bakımları	0,015	15
4. İSG Eğitimi ve Toplantıları	0,124	4	4.1 İSG eğitimi	0,083	5
			4.2 İSG Toplantıları	0,041	9

Gösterge 3: İş kazası sıklık oranı

Bir yılda, bir milyon çalışma saatine karşılık meydana gelen iş kazası sayısını belirtir.

İş Kazası Sıklık Oranı

$$= \frac{\text{İş Kazası Sayısı}}{\text{Toplam Çalışma Saati}} \times 1.000.000 \quad (29)$$

Gösterge 4: Risk değerlendirmesi sonrası kalan risklerin oranı

Risk değerlendirmesi sonrası yapılan çalışma ile yok edilememiş, risk skoru sıfıra indirilememiş olan risk sayısının toplam risk sayısına ve çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilen değerdir.

Kalan Risklerin Oranı =

$$\frac{\text{Ortamdaki Risk Sayısı}}{\text{Toplam Risk Sayısı} \times \text{Çalışan Sayısı}} \times 1.000 \quad (30)$$

Gösterge 5: İSG eğitimi

İSG eğitimi almış olan çalışan sayısının, İSG eğitimi olması gereken çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilir.

Gösterge 6: Yüksek risk grubunda çalışanların oranı

Nükleer tıp, mikrobiyolojik tehlikelerin bulunduğu laboratuvarlar gibi yüksek risk bölümlerindeki çalışan sayısının toplam çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilen değerdir.

Gösterge 7: İş kazası ağırlık oranı

Bir yılda, bir milyon çalışma saatine karşılık meydana gelen iş kazalarında kaybedilen gün sayısını belirtir.

İş Kazası Ağırlık Oranı =

$$\frac{\text{İş Kazası Sonucu Kayıp Gün Sayısı}}{\text{Toplam Çalışma Saati}} \times 1.000.000 \quad (31)$$

Gösterge 8: Dönemsel denetimler

Son bir yılda çalışma alanında yapılan denetim sayısının çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilir.

Gösterge 9: İSG Toplantıları

Son bir yılda gerçekleşen İSG toplantı sayısıdır.

Gösterge 10: Dönemsel önleyici faaliyetler

Son bir yılda yapılan, potansiyel bir uygunsuzluğun sebebinin veya diğer istenmeyen potansiyel durumların bertaraf edilmesi için yapılan faaliyet sayısının çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilir.

Gösterge 11: Dönemsel düzeltici faaliyetler

Son bir yılda yapılan, saptanan bir uygunsuzluğun sebebini veya diğer istenmeyen durumu yok etmek için yapılan faaliyet sayısının çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilir.

Gösterge 12: Çalışanların sağlık kontrolleri

Sağlık kontrolü yapılan çalışan sayısının, sağlık kontrolü yapılması gereken çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilir.

Gösterge 13: Gözlemlenen güvensiz davranışlar

Son bir yılda gözlemlenen güvensiz davranış sayısının (KKD kullanılmama oranı vb.) denetim sayısına ve çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilir.

Gözlemlenen Güvensiz Davranışlar =

$$\frac{\text{Güvensiz Davranış Sayısı}}{\text{Denetim Sayısı} \times \text{Çalışan Sayısı}} \quad (32)$$

Gösterge 14: Gözlemlenen güvensiz durumlar

Son bir yılda gözlemlenen güvensiz durum sayısının (Islak zemin vb.) denetim sayısına ve çalışan sayısına bölünmesiyle elde edilir.

$$\frac{\text{Gözlemlenen Güvensiz Durumlar} = \text{Güvensiz Durum Sayısı}}{\text{Denetim Sayısı} \times \text{Çalışan Sayısı}} \quad (33)$$

Gösterge 15: İş ekipmanlarının dönemsel bakımları

Kontrolü yapılan ekipman sayısının, kontrolü yapılması gereken ekipman sayısına bölünmesiyle elde edilir.

4.2.2. Verilerin toplanması ve performans indekslerinin elde edilmesi

(Collecting data and obtaining performance indexes)

Yıldız Teknik Üniversitesi Akademik Etik Kurulu'nun onayıyla İzmir ve İstanbul'daki farklı türdeki yirmi yedi hastane (eğitim araştırma hastaneleri, devlet hastaneleri, üniversite hastaneleri, özel hastaneler) ile anket çalışması yapılarak veriler elde edilmiştir. Hastanelerden alınan veriler ile hesaplanan gösterge değerleri Tablo 8'de verilmiştir.

Hastanelerden toplanan veriler ve AHP ile elde edilen gösterge ağırlıkları girdi olarak kullanılarak, GRA ve PROMETHEE yöntemleriyle performans indeksleri hesaplanmıştır. PROMETHEE yönteminde; sayısal değerli kriterlerin kullanılması durumunda V tipi fonksiyon önerildiği için bu çalışmada V tipi fonksiyon kullanılmıştır. PROMETHEE performans indeksi "Visual PROMETHEE 1.4.0.0 Akademik Sürüm" programının yardımıyla hesaplanmıştır. GRA performans indeksi ise Microsoft Excel 2010 programında hazırlanan formüller ile hesaplanmıştır.

İki yöntemle elde edilen performans indeksleri bölüm 4.2.3'de verilmiştir.

4.2.3. Sonuçların analizi (Analysis of results)

PROMETHEE ve GRA yöntemleriyle elde edilen performans indeksleri, performans sıralamaları ve bunların korelasyonu Tablo 9'da görülmektedir.

İki yöntemle elde edilen sıralamalara bakıldığında, ilk sıradaki hastanenin yerinin değişmediği ancak sıralamalarda bazı değişiklikler olduğu görülmektedir. İki sonucun ne ölçüde birbiriyle örtüştüğünü incelemek için, performans indeksleri arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. İki yöntem ile elde edilen performans indeksleri arasındaki korelasyon katsayısı 0,94 ve sıralamalar arasındaki korelasyon katsayısı ise 0,92 olarak hesaplanmıştır. Tablo 6'ya bakılırsa, iki yöntem arasında çok yüksek pozitif korelasyon olduğu görülür. Buna göre, çalışmada kullanılan iki yöntem ile bulunan sonuçların birbirleriyle tutarlı oldukları ve birbirlerini destekledikleri görülmektedir.

Hastanelerden veri toplama aşamasında; hastanenin "ISO 9001 sertifikasına sahip olup olmadığı", "OHSAS 18001 sertifikasına sahip olup olmadığı", "kaç yıldır hizmet verdiği", "İSG biriminin kaç yıldır hizmet verdiği" verileri de alınmıştır. Bu verilerin İSG performansı ile ilişkisi olup olmadığı, bir ilişki varsa ne ölçüde olduğu incelenmek

Tablo 8. Hastanelerin İSG gösterge değerleri (OHS indicator values of hospitals)

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
ÖH 1	10,5	0,03	10,5	0,58	0,88	0,04	21,0	0,00	12	0,03	0,20	0,93	0,016	0,006	0,9
ÖH 2	10,2	0,13	10,2	0,67	1,00	0,05	14,5	0,06	12	0,02	0,02	1,00	0,005	0,004	1,0
ÖH 3	9,8	0,00	9,8	1,00	1,00	0,06	19,3	0,08	12	0,00	0,00	1,00	0,004	0,009	0,0
ÖH 4	40,0	0,00	40,0	0,65	0,90	0,03	60,4	0,05	12	0,01	0,02	1,00	0,001	0,001	1,0
ÖH 5	24,6	0,10	29,8	0,95	0,93	0,04	29,1	0,01	12	0,11	0,27	0,95	0,006	0,005	0,9
ÜH 1	10,3	0,00	10,3	0,21	0,84	0,18	15,8	0,00	12	0,00	0,00	0,38	0,008	0,004	0,0
ÜH 2	9,8	0,27	9,8	1,06	1,00	0,08	11,4	0,00	3	0,02	0,02	1,00	0,025	0,030	0,0
ÜH 3	20,9	0,18	20,9	0,29	1,00	0,11	29,4	0,08	5	0,12	0,12	0,85	0,000	0,000	0,0
EAH 1	17,4	0,00	17,4	0,67	1,00	0,04	25,3	0,08	10	0,02	0,02	0,40	0,000	0,000	1,0
EAH 2	15,7	0,07	17,1	0,29	0,99	0,14	30,7	0,05	13	0,01	0,08	0,53	0,000	0,000	0,6
EAH 3	26,3	0,01	26,3	0,59	0,73	0,11	36,1	0,00	12	0,03	0,03	0,70	0,009	0,008	1,0
EAH 4	27,9	0,17	27,9	0,35	0,83	0,10	53,3	0,03	4	0,03	0,05	0,38	0,001	0,001	0,3
DH 1	12,7	0,04	12,7	0,96	0,96	0,06	17,3	0,00	12	0,01	0,01	0,74	0,012	0,012	1,0
DH 2	10,3	0,00	10,3	1,08	0,94	0,08	12,5	0,01	12	0,00	0,01	1,00	0,004	0,006	1,0
DH 3	15,2	0,00	15,2	0,35	0,72	0,15	23,0	0,02	12	0,01	0,24	0,78	0,015	0,025	1,0
DH 4	8,9	0,00	8,9	1,09	1,00	0,19	15,6	0,02	12	0,17	0,26	1,00	0,005	0,004	1,0
DH 5	11,2	0,21	11,2	0,96	0,85	0,03	18,8	0,01	12	0,01	0,06	1,00	0,008	0,008	0,0
DH 6	13,1	0,13	18,2	0,80	0,76	0,05	25,8	0,05	6	0,08	0,09	0,41	0,002	0,001	1,0
DH 7	15,7	0,18	15,7	0,18	1,00	0,10	21,0	0,00	12	0,00	0,13	0,35	0,009	0,008	0,1
DH 8	43,9	0,25	46,8	1,00	0,72	0,04	52,8	0,02	11	0,00	0,02	0,80	0,033	0,022	1,0
DH 9	15,8	0,31	15,8	1,03	1,00	0,03	28,5	0,01	6	0,00	0,09	1,00	0,014	0,008	1,0
DH 10	29,4	0,33	29,4	1,04	1,00	0,06	37,4	0,09	5	0,00	0,02	1,00	0,007	0,008	1,0
DH 11	14,6	0,00	14,6	0,57	0,94	0,07	19,6	0,01	10	0,01	0,10	0,41	0,011	0,008	1,0
DH 12	42,7	0,00	42,7	0,55	0,80	0,14	51,7	0,02	11	0,13	0,17	0,97	0,011	0,005	0,0
DH 13	11,9	0,30	11,9	0,79	0,85	0,05	19,7	0,00	12	0,17	0,26	0,81	0,024	0,031	1,0
DH 14	22,2	0,29	22,2	2,30	1,00	0,04	43,5	0,01	6	0,04	0,04	1,00	0,009	0,010	1,0
DH 15	15,8	0,05	15,8	1,00	0,87	0,14	29,4	0,01	12	0,00	0,02	0,76	0,012	0,008	1,0

Tablo 9. PROMETHEE ve GRA sonuçlarının kıyaslanması (Comparison of PROMETHEE and GRA results)

Hastaneler	PROMETHEE Performans İndeksi	GRA Performans İndeksi	PROMETHEE Performans Sıralaması	GRA Performans Sıralaması	Fark
Devlet Hastanesi 4	0,444	0,905	1	1	0
Özel Hastane 2	0,348	0,857	2	4	-2
Özel Hastane 3	0,314	0,887	3	2	1
Özel Hastane 1	0,296	0,844	4	6	-2
Devlet Hastanesi 2	0,269	0,861	5	3	2
Eğitim Araştırma Hst. 1	0,209	0,851	6	5	1
Üniversite Hastanesi 2	0,142	0,795	7	13	-6
Devlet Hastanesi 5	0,141	0,808	8	11	-3
Devlet Hastanesi 11	0,127	0,823	9	9	0
Devlet Hastanesi 1	0,111	0,824	10	8	2
Devlet Hastanesi 13	0,067	0,784	11	15	-4
Devlet Hastanesi 6	0,043	0,750	12	19	-7
Üniversite Hastanesi 1	0,021	0,833	13	7	6
Eğitim Araştırma Hst. 2	0,005	0,809	14	10	4
Devlet Hastanesi 3	-0,015	0,804	15	12	3
Üniversite Hastanesi 3	-0,047	0,770	16	17	-1
Özel Hastane 5	-0,079	0,758	17	18	-1
Devlet Hastanesi 9	-0,079	0,750	18	20	-2
Devlet Hastanesi 7	-0,095	0,782	19	16	3
Devlet Hastanesi 15	-0,135	0,786	20	14	6
Özel Hastane 4	-0,149	0,736	21	21	0
Devlet Hastanesi 14	-0,204	0,689	22	25	-3
Eğitim Araştırma Hst. 3	-0,275	0,727	23	22	1
Devlet Hastanesi 12	-0,288	0,696	24	23	1
Eğitim Araştırma Hst. 4	-0,297	0,667	25	26	-1
Devlet Hastanesi 10	-0,343	0,691	26	24	2
Devlet Hastanesi 8	-0,512	0,595	27	27	0
İndeksler Arasındaki Korelasyon Katsayısı	0,942		Sıralamalar Arasındaki Korelasyon Katsayısı	0,922	

istenmiştir. Çalışma yapılan hiçbir hastane OHSAS 18001 sertifikasına sahip değildir. Bu nedenle bu soru korelasyon sonuçlarında incelenmemiştir. Hastanelerin performansı ve hastanelerin diğer özellikleri arasındaki korelasyonlar Tablo 10'da görülebilir.

Ortaya çıkan sonuçlara göre, özel hastanelerin İSG performansının, kamu hastanelerinden daha iyi olduğu görülmektedir. Hastane tipi ve performans indeksi arasında zayıf şiddette pozitif korelasyon olduğu görülmüştür. Özel hastanelerin İSG uzmanı çalıştırma yükümlülüğü bulunmaktadır. Kamu kurumlarında İSG hizmetleri, İSG uzmanlığı sertifikasına sahip olup farklı kadrolarda çalışan personel tarafından sağlanmaktadır. Kamu kurumlarının İSG uzmanı pozisyonunda personel çalıştırma zorunluluğu 1 Temmuz 2020'ye ertelenmiştir [54]. Ancak çalışmada yalnızca beş tane özel hastane vardır. Güçlü bir ilişkinin bulunması için daha fazla özel hastanenin katıldığı bir çalışma yapılması gerekir. Çalışmaya ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi sertifikasına sahip dört hastane katılmıştır. ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi ve hastane İSG

performans indeksi arasında zayıf pozitif korelasyon görülmüştür. ISO 9001 sertifikası alınırken iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir yükümlülük bulunmamaktadır. Buna rağmen, literatürde ISO 9001 sertifikasına sahip kurumların çalışanlarında kalite kültürü olduğu ve yöneticilerinin sürekli gelişim prensibiyle çalıştığı için İSG performanslarının daha iyi olduğunu belirten iki çalışma vardır. Lim ve Prakash [55] tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada, bir ülkedeki ISO 9001 sertifikası sayısı arttıkça, o ülkede iş kazası yaralanmalarının azaldığı; yani ISO 9001 sertifika sayısı ile iş kazası yaralanmalarının sayısının ters orantılı olduğu görülmüştür. Levine ve Toffel [56] tarafından 2010 yılında yapılan çalışmada ise, ISO 9001 sertifikasına sahip şirketlerde iş kazası ve yaralanma sayılarının, ISO 9001 sertifikası olmayan şirketlere göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Hastane hizmet yılı ile İSG performans indeksi arasında anlamlı herhangi bir korelasyon görülmemektedir. Ancak uzmanlar, hastane hizmet yılı arttıkça, hastane kültürünü değiştirmenin zorlaştığı, yeni uygulamalara karşı direncin

Tablo 10. İSG performansı ve hastane özellikleri arasındaki korelasyonlar
(Correlations between OHS performance and hospital features)

Hastaneler	PROMETHEE İndeksi	GRA İndeksi	Özel Hastane	ISO 9001	Hizmet Yılı	İSG Birimi Hizmet Yılı
Devlet Hastanesi 4	0,444	0,905	0	1	3	2
Özel Hastane 2	0,348	0,857	1	0	15	4
Özel Hastane 3	0,314	0,887	1	0	18	5
Özel Hastane 1	0,296	0,844	1	0	1	1
Devlet Hastanesi 2	0,269	0,861	0	1	9	3
Eğitim Araştırma Hst. 1	0,209	0,851	0	0	1	1
Üniversite Hastanesi 2	0,142	0,795	0	0	41	1
Devlet Hastanesi 5	0,141	0,808	0	0	12	3
Devlet Hastanesi 11	0,127	0,823	0	0	7	2
Devlet Hastanesi 1	0,111	0,824	0	1	15	3
Devlet Hastanesi 13	0,067	0,784	0	0	7	4
Devlet Hastanesi 6	0,043	0,750	0	0	17	1
Üniversite Hastanesi 1	0,021	0,833	0	0	190	5
Eğitim Araştırma Hst. 2	0,005	0,809	0	0	107	4
Devlet Hastanesi 3	-0,015	0,804	0	1	22	4
Üniversite Hastanesi 3	-0,047	0,770	0	0	45	1
Özel Hastane 5	-0,079	0,758	1	0	7	7
Devlet Hastanesi 9	-0,079	0,750	0	0	16	4
Devlet Hastanesi 7	-0,095	0,782	0	0	9	1
Devlet Hastanesi 15	-0,135	0,786	0	0	39	3
Özel Hastane 4	-0,149	0,736	1	0	2	2
Devlet Hastanesi 14	-0,204	0,689	0	0	15	1
Eğitim Araştırma Hst. 3	-0,275	0,727	0	0	46	3
Devlet Hastanesi 12	-0,288	0,696	0	0	13	0
Eğitim Araştırma Hst. 4	-0,297	0,667	0	0	100	1
Devlet Hastanesi 10	-0,343	0,691	0	0	3	0
Devlet Hastanesi 8	-0,512	0,595	0	0	4	3
PROMETHEE Korelasyon Katsayısı			0,301	0,365	-0,145	0,198
GRA Korelasyon Katsayısı			0,239	0,399	-0,007	0,287

arttığı, bunun da İSG performansını olumsuz yönde etkileyebileceğini belirtmiştir. İSG birimi hizmet yılı ile İSG performansı arasında zayıf pozitif korelasyon olduğu görülmektedir. Çalışma yapılan yirmi yedi hastaneden yirmi beşinde İSG birimi vardır. İSG biriminin hizmet yılı arttıkça, İSG performans indeksinin az da olsa arttığı görülmüştür. Ancak tablodan görüleceği üzere en uzun süre İSG birimine sahip olan hastanede dahi bu süre yedi yıldır. Uzmanlar, hastanelerdeki İSG birimlerinin yeni olmasının, bu korelasyonun zayıf olmasına neden olabileceğini belirtmiştir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Çalışmanın bulgularına göre, AHP yöntemi sonucunda en önemli ana göstergelerin “iş kazası istatistikleri” ve “risk analizi istatistikleri” olduğu, en önemli alt göstergelerin ise “yaralanmalı iş kazası sıklık oranı” ve “yüksek önem derecesine sahip risklerin oranı” olduğu belirlenmiştir. GRA ve PROMETHEE yöntemlerinin sonuçları ise, en iyi performans gösteren hastaneyi; “Devlet Hastanesi 4” olarak belirlemiştir. Ayrıca yapılan korelasyon analiziyle özel hastanelerin İSG performansının daha iyi olduğu, ISO 9001 sertifikası ve İSG birimi hizmet yılı ile İSG performansı

arasında zayıf pozitif korelasyon bulunduğu gözlenmiştir. Geliştirilen yöntem; kısa sürede, orta seviye uzmanlık bilgisiyle, sayısal performans göstergelerini kullanarak çok sayıda işletmenin İSG performans indeksini pratik olarak hesaplayabilir. Literatürdeki yöntemler; çalışma alanında yüksek uzmanlık gerektiren, uzun süreli gözlemler yoluyla İSG performansını ölçer. Literatürdeki diğer İSG performans ölçüm yöntemleri ile geliştirilen yöntemin karşılaştırması Tablo 11'de verilmiştir.

Tabloda görüldüğü üzere önerilen çalışma; orta derece uzmanlık gerektirmesi, çok az zamana ihtiyaç duyması ve nicel performans göstergeleri kullanması nedeniyle diğer çalışmalara nazaran daha avantajlıdır. Bu avantajları nedeniyle çalışmanın kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir;

- Herhangi bir hastanenin İSG performansının diğer hastaneler ile kıyaslanması,
- Bir hastane markasının kendi hastanelerinin İSG performansını değerlendirmesi,
- Kamu Hastaneleri Birliğinin veya Sağlık Bakanlığının bölgesel veya Türkiye genelinde hastanelerin İSG performanslarını değerlendirmesi,

Tablo 11. Literatürdeki yöntemlerin ve önerilen yöntemin kıyaslanması
(Comparison of methods in literature and proposed method)

Yöntem	Geliştirildiği Yıl	Sektör	Performans göstergeleri nitel/nicel olması	Verilerin toplanması için gerekli uzmanlık seviyesi	Performans ölçümü için gerekli zaman
Safety Element Method [4]	1997	Maden	Nitel	Yüksek	Fazla
ELMERI yöntemi [5]	1999	İmalat	Nitel	Orta	Çok fazla
CHaSPI yöntemi [6]	2005	KOBİ	Nitel ve Nicel	Yüksek	Orta
ConSASS yöntemi [7]	2006	İnşaat	Nitel	Çok Yüksek	Fazla
Chang ve Liang [9] tarafından geliştirilen yöntem	2009	İmalat	Nitel	Çok Yüksek	Çok Fazla
Sunulan Yöntem	2018	Sağlık	Nicel	Orta	Çok az

- Çalışmanın farklı sektörlere uyarlanması sonucu, herhangi bir sektördeki İSG performanslarının bölgesel veya ulusal tabanda ölçülmesi,
- Farklı sektörlere uyarlanma sonucu alt yüklenicilerin İSG performansının elde edilmesi,
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının teftiş yapacağı firmayı performans skorunu dikkate alarak seçmesi, düşük skora sahip firmaların öncelikli olarak teftiş edilmesi.

Yazarların araştırmasına göre bu çalışma; ÇKKV yöntemleri ile sağlık sektöründe İSG performans göstergelerini ağırlıklandırarak; İSG performans göstergelerinin tamamı sayısal, ölçülebilir ve ölçeklenebilir olan; AHP, PROMETHEE ve GRA yöntemlerini entegre kullanarak İSG performansını ölçen literatürdeki ilk İSG performans ölçüm yöntemidir. Ayrıca İSG performansı ile işletmenin diğer değişkenleri arasındaki ilişkiyi inceleyen, çok sayıda kurumun (yirmi yedi hastane) İSG performansını aynı anda ölçen literatürdeki ilk çalışmadır.

Gelecekte aynı sektörde farklı ÇKKV yöntemleri ile performans ölçümü yapılabilir. Bunun yanı sıra daha fazla sayıda özel hastanenin ve ISO 9001 sertifikasına sahip hastanenin katılımıyla yeni bir performans ölçümü çalışması gerçekleştirilebilir. Ayrıca, belirlenecek farklı bir sektörde çalışan uzmanların yardımıyla o sektörün İSG performans ölçümü için yeni bir çalışma yapılabilir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Akademik Etik Kurulu'nun onayıyla (01.11.2017 tarihli karar) yapılmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Türkiye Geneli Sertifika Sayıları, <https://isgkatip.csgb.gov.tr/>. Erişim tarihi Temmuz 5, 2018.
2. Oçal M., Çiçek Ö., Türkiye ve Avrupa Birliği'nde iş kazası verilerinin karşılaştırmalı analizi, HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 6(16), 616–637, 2017.
3. Ediz, A., Yıldızbaşı, A., Baytemur, E., İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi performans göstergelerinin AHP ile değerlendirilmesi, The Journal of Academic Social Science Studies, 62, 275–294, 2017.
4. Alteren, B., Hovden, J., The safety element method - a user developed tool for improvement of safety management, Safety Science Monitor, 1(3), 1–23, 1997.
5. Laitinen, H., Rasa, P.L., Rasanen, T., Lankinen, T., Nykyri, E., ELMERI observation method for predicting the accident rate and the absence due to sick leaves, American Journal of Industrial Medicine Supplement, 1, 86–88, 1999.
6. Crews, D., Willingham, E., Skipper, J.K., Skipper, K., Review of CHaSPI, Health and Safety Executive, Reading, İngiltere, 2010.
7. Kiong, T. S., Ling, F., Yang, F. L., Ho, H., A guide to the construction safety audit scoring system (ConSASS), Singapore Ministry of Manpower Occupational Safety and Health Division, Singapore, 2013.
8. Üngören E., Koç T.S., İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları performans değerlendirme ölçeği: geçerlik ve güvenilirlik çalışması, Sosyal Güvenlik Dergisi, 5(2), 124–144, 2015.
9. Chang, J.I., Liang, C.L., Performance evaluation of process safety management systems of paint manufacturing facilities, J. Loss Prev. Process Ind., 22(4), 398–402, 2009.
10. Janackovic, G., Savic, S. M., Stankovic, M. S., Selection and ranking of occupational safety indicators based on fuzzy AHP: A case study in road construction companies, S. Afr. J. Ind. Eng., 24(3), 175–189, 2013.
11. Podgórski, D., Measuring operational performance of OSH management system - a demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators, Saf. Sci., 73, 146–166, 2015.
12. Janackovic, G., Stojiljkovic, E., Grozdanovic, M., Selection of key indicators for the improvement of

- occupational safety system in electricity distribution companies, *Saf. Sci.*, basımda, 2017.
13. Korkusuz, A.Y., İnan, U.H., Özdemir, Y., Başlıgil, H., Evaluation of occupational health and safety key performance indicators using in healthcare sector, *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 36(3), 707–717, 2018.
 14. Grassi, A., Gamberini, R., Mora, C., Rimini, B., A fuzzy multi-attribute model for risk evaluation in workplaces, *Saf. Sci.*, 47(5), 707–716, 2009.
 15. Hu, A.H., Hsu, T.C., Kuo, C.W., Wu, W.C., Risk evaluation of green components to hazardous substance using FMEA and FAHP, *Expert Syst. Appl.*, 36(3), 7142–7147, 2009.
 16. Beriha, G.S., Patnaik, B., Mahapatra, S.S., Sreekumar, N.A., Occupational health and safety management using grey relational analysis: an Indian perspective, *International Journal of Indian Culture and Business Management*, 4(3), 298–324, 2011.
 17. Mahdevvari, S., Shahriar, K., Esfahanipour, A., Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS, *Sci. Total Environ.*, 488, 85–99, 2014.
 18. Güneri, A.F., Gül, M., Özgürler, S., A fuzzy AHP methodology for selection of risk assessment methods in occupational safety, *International Journal of Risk Assessment and Management*, 18(3), 319–335, 2015.
 19. Djapan, M.J., Tadic, D.P., Macuzic, I.D., Dragojovic, P.D., A new fuzzy model for determining risk level on the workplaces in manufacturing small and medium enterprises, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, 229(5), 456–468, 2015.
 20. Vahdani, B., Salimi, M., Charkhchian, M., A new FMEA method by integrating fuzzy belief structure and TOPSIS to improve risk evaluation process, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 77(1–4), 357–368, 2015.
 21. Liu, H.C., You, J.X., You, X.Y., Shan, M.M., A novel approach for failure mode and effects analysis using combination weighting and fuzzy VIKOR method, *Appl. Soft Comput.*, 28, 579–588, 2015.
 22. Delice, E.K., Zegerek, S., Ranking occupational risk levels of emergency departments using a new fuzzy MCDM model: a case study in Turkey, *Applied Mathematics & Information Sciences*, 10(6) 2345–2356, 2016.
 23. Efe, B., Yerlikaya, M.A., Efe, Ö.F., İş güvenliğinde bulanık PROMETHEE yöntemiyle hata türleri ve etkilerinin analizi: Bir inşaat firmasında uygulama, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 126–137, 2016.
 24. Yılmaz, N., Şenol, M.B., A model and application of occupational health and safety risk assessment, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 32(1), 77–87, 2017.
 25. Raviv, G., Shapira, A., Fishbain, B., AHP-based analysis of the risk potential of safety incidents: Case study of cranes in the construction industry, *Saf. Sci.*, 91, 298–309, 2017.
 26. Gül, M., Ak, M.F., Güneri, A.F., 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, 2017.
 27. İnan, U.H., Gül, S., Yılmaz, H.A., Multiple attribute decision model to compare the firms' occupational health and safety management perspectives, *Saf. Sci.*, 91, 221–231, 2017.
 28. Liu, H.C., Wang, L.E., You, X.Y., Wu, S.M., Failure mode and effect analysis with extended grey relational analysis method in cloud setting, *Total Quality Management & Business Excellence*, 1–23, 2017.
 29. Kahraman, C., Kaya, İ., Şenvar, Ö., Healthcare failure mode and effects analysis under fuzziness, *Hum. Ecol. Risk Assess. An Int. J.*, 19(2), 538–552, 2013.
 30. Komal, Fuzzy fault tree analysis for patient safety risk modeling in healthcare under uncertainty, *Appl. Soft Comput.*, 37, 942–951, 2015.
 31. Gul, M., Ak, M.F., A comparative outline for quantifying risk ratings in occupational health and safety risk assessment, *J. Clean. Prod.*, 196, 653–664, 2018.
 32. Özfrat, P.M., A new risk analysis methodology integrating fuzzy prioritization method and failure modes and effects analysis, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 29(4), 755–768, 2014.
 33. Ersoy, M., Çelik M.Y., Yeşilkaya L., Çolak, O., Combination of Fine-Kinney and GRA methods to solve occupational health and safety problems, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 34(2), 751–770, 2019.
 34. Ilbahar, E., Karaşan, A., Çebi, S., Kahraman, C., A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system, *Saf. Sci.*, 103, 124–136, 2018.
 35. Yurdakul, M., İç Y.T., An illustrative study aimed to measure and rank performance of Turkish automotive companies using topsis, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 18(1), 1–18, 2003.
 36. Eraslan, E., Algün, O., The analytic hierarchy process method approach to design ideal performance evaluation form, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 20(1), 95–106, 2005.
 37. İç, Y.T., Tekin, M., Pamukoglu, F.Z., Yildirim, S.E., Development of a financial performance benchmarking model for corporate firms, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 30(1), 71–85, 2015.
 38. Lupo, T., A fuzzy framework to evaluate service quality in the healthcare industry: An empirical case of public hospital service evaluation in Sicily, *Appl. Soft Comput.*, 40, 468–478, 2016.
 39. Otay, İ., Oztaysi, B., Onar, S.C., Kahraman, C., Multi-expert performance evaluation of healthcare institutions using an integrated intuitionistic fuzzy AHP&DEA

- methodology, Knowledge-Based Syst., 133, 90–106, 2017.
40. Orçanlı, K., Özdemir, A., Kredi kartı seçimine yönelik bir karar modeli ve uygulama: Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)-ELECTRE yöntemi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4(1), 77–106, 2013.
 41. Miller, G., The magic number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information, The Psychological Review, 63(2) 81–97, 1956.
 42. Triantaphyllou, E., Mann, S.H., Using the Analytic Hierarchy Process for decision making in engineering applications: Some challenges, International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice, 2(1), 35–44, 1995.
 43. Hester, P.T., Velasquez, M., Hester, P.T., An analysis of multi-criteria decision making methods, International Journal of Operations Research, 10(2), 56–66, 2015.
 44. Özdağoğlu, A., Güler, M.E., E-service quality of internet based banking using combined fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS, Technical gazette, 23(2), 589–598, 2016.
 45. Şenkay, H., Hekimoğlu, H., Çok kriterli tedarikçi seçimi problemine PROMETHEE yöntemi uygulaması, Verimlilik Dergisi, 2, 63-80, 2013.
 46. Tsai, C., Chang, C., Chen, L., Applying grey relational analysis to the vendor evaluation model, International Journal of The Computer The Internet and Management, 11(3), 45–53, 2003.
 47. Yaralıoğlu, K., Performans değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Proses, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilim. Fakültesi Dergisi, 16(1), 129–142, 2001.
 48. Saaty, T.L., How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research, 48(1), 9–26, 1990.
 49. Tzeng, G.H. ve Huang, J.J., Gray Relational Model, Multiple Attribute Decision Making Methods And Applications, CRC Press Taylor & Francis Group, Florida, A.B.D., 103-108, 2011.
 50. Vatansever, K., Akgül, Y., Performance evaluation of websites using entropy and grey relational analysis methods: The case of airline companies, Decision Science Letters, 7, 119–130, 2018.
 51. Cohen, J., Cohen, P., West, S.G., Aiken, L.S., Bivariate Correlation and Regression, Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences, Editör: Riegert, D., Lawrence Erlbaum Associates Inc., New Jersey, A.B.D., 19-63, 2003.
 52. Janačković, G., Savić, S., Stanković, M., Multi-criteria decision analysis in occupational safety management systems, Safety Engineering , 1, 17–22, 2011.
 53. Bellamy, L.J., Sol, V.M., A literature review on safety performance indicators supporting the control of major hazards, National Institute for Public Health and the Environment, RIVM report 620089001, 2012.
 54. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. [https:// www. csgb.gov .tr/media/2052/6331.pdf](https://www.csgb.gov.tr/media/2052/6331.pdf). Erişim tarihi Temmuz 7, 2018.
 55. Lim, S., Prakash, A., From quality control to labor protection: ISO 9001 and workplace safety, 1993–2012, Global Policy, 8(53), 66–77, 2017.
 56. Levine, D.I., Toffel, M.W., Quality management and job quality: How the ISO 9001 standard for quality management systems affects employees and employers, Manage. Sci., 56(6), 978–996, 2010.