



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

## Firmaların İş Sağlığı ve Güvenliği Performansının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Yardımıyla Ölçülmesi

 Merve EROL <sup>a,\*</sup>,  Babek ERDEBİLLİ <sup>b</sup>

<sup>a</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, TÜRKİYE

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: meerol@ybu.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.801867

### ÖZET

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri, iş süreçlerinde oluşan kaza ve hastalıkların sayısının azaltılması amacıyla kullanılan temel yaklaşımlardan biridir. Sürekli gelişme bağlamında inşa edilen bu sistemlerin hedeflenen sonuçları doğurması, sistem kapsamında geliştirilen performans ölçüm araçlarının oluşturulması ile mümkündür. Kapsamlı bir performans ölçüm aracı, birden fazla göstergeli içermeli, sayısal analiz imkanı sunmalı ve karşılaştırma yapabilmeye elverişli olmalıdır. Bu çalışmada, etkin bir iş sağlığı ve güvenliği performans ölçümü aracının geliştirilmesi amacıyla; performans göstergesi havuzu oluşturulmuş ve uygun göstergeler taranarak belirlenmiş, Entropy ve TOPSIS tabanlı çok kriterli bir karar verme modeli geliştirilmiş, Türkiye’de demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren bir firmadan elde edilen veriler kullanılarak Entropy tabanlı bir gösterge ağırlığı belirleme çalışması yapılmış, firmanın iş sağlığı ve güvenliği performansı, yıllar itibariyle TOPSIS kullanılarak karşılaştırmalı olarak hesaplanmış ve araştırmanın sonuçları, zayıf yanları ve yeni araştırma imkanları tartışılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, “güvenli olmayan faaliyetler nedeniyle meydana gelen kazaların sayısı”, 0,2971 ağırlığıyla en önemli göstergedir. Buna ek olarak, TOPSIS tabanlı göreceli yakınlık değerleri, firmanın iş sağlığı ve güvenliği performans sıralamasının 2018, 2017, 2016, 2015 ve 2014 şeklinde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgulara göre, firmanın iş sağlığı ve güvenliği performansında yıllar itibari ile bir gelişme sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada geliştirilen çok kriterli karar verme modelinin karar vericilerin karar alma süreçlerine belirtilen katkıları sunabileceği öngörülmektedir: iş sağlığı ve güvenliği performanslarının karşılaştırmalı analizlerinin yapılması, iş sağlığı ve güvenliği alanındaki farklı göstergelerin dikkate alınması, bu analizlerin yıllık raporlarda kullanılmasıyla paydaşların firma hakkında yapacakları yatırım kararlarının sağlıklı bir biçimde alınabilmesi ve sezgilere dönük karar verme sürecinin bilimsel olarak desteklenmesi.

**Anahtar Kelimeler:** İş Sağlığı ve Güvenliği, Göstergeler, Entropy, TOPSIS, Performans.

## Assessing Occupational Health and Safety Performances of Companies Using Multi-Criteria Methods

### ABSTRACT

Occupational health and safety and management systems were founded to overcome the threats of main catastrophes and health issues in many industries. With this in mind, as occupational health and safety and management systems evolved, there has been a necessity to assess the performance of these systems. It is argued that the preliminary phase of such an assessment may be to identify the right indicators and employ them using

expert data. To this end, the goals of this research are as to gather and scan a list of performance indicators in the context of OHS, to calculate the importance ratings of the scanned indicators and prioritize them using Entropy Method based on quantitative data, to evaluate the occupational health and safety performance of a company comparatively using TOPSIS, and finally to discuss the implications of our research. The findings of this study suggest that the number of accidents due to the unsafe activities is the most important criterion with 0,2971 using Entropy. Moreover, based on TOPSIS results the findings suggest that the case company has improved its occupational health and safety performance, 2018 being the first ranked year. The methodology developed in this study assists decision makers in making comparative analysis between the yearly performances of companies, making rational investment decisions, considering various indicators, and making more scientific decisions rather than intuitive.

*Keywords: Occupational health and safety systems, Indicators, Entropy, TOPSIS, Performance.*

## **I. GİRİŞ**

Sanayi Devrimi öncesi dönemlerde yeni bir araştırma konusu olarak ele alınmaya başlanan iş sağlığı ve güvenliği (İSG), Sanayi Devrimi ile birlikte toplumsal boyut kazanmaya başlamış ve bu alana ilişkin çalışma ve düzenlemeler hızla yaygınlaşma eğilimi göstermiştir. Operasyonların farklılaşması, endüstrilerin çeşitlenmesi, işlemlerin karmaşıklaşması ve üretim sürecinde yararlanılan hammadde ve malzemenin çeşitlenmesi sonucunda risklerin sayısı artmış ve bu konuya ilişkin düzenleyici ve kural koyucu çalışmaların yapılması zorunluluk haline gelmiştir [1, 2]. İş sağlığı ve güvenliği alanında uygulamaya konulan önlem paketleri; sadece çalışan sağlığını korumakla sınırlı değil, büyüme hedefine ulaşmak için firma sahiplerini ve sermayelerini de korumayı amaçlamaktadır. İş dünyasında istihdam edilen beyaz ve mavi yakalı emek gücü, parasal değeri oldukça yüksek olan malzeme, makine, araç, gereç ve iş dünyası ile doğrudan ilişkisi olmayan birçok insanın yaşam kalitesi, bu bağlamda düşünülmesi gereken unsurlardandır [1, 2].

On dokuzuncu yüzyılla birlikte sendikalar, Sanayi Devrimi'nin yarattığı olumsuz iş şartlarının düzeltilmesi amacıyla İSG ile ilgili kanunların yazılması ve müeyyidelerin hayata geçirilmesi hususunda bir dizi çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. On sekizinci yüzyılda Avrupa'da doğan sosyal güvenlik ilkeleri, on dokuzuncu yüzyılda yaygınlaşmaya başlamış, çeşitli sigorta şirketleri kurularak iş kazaları ile meslek hastalıkları sigortasına ilişkin uygulama örnekleri görülmüştür [1, 2]

Meslek hastalıkları ve iş kazalarının sayısının azaltılması sürecinde yaşanan önemli bir gelişme, Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)'nün 1919 yılında kurularak "Milletler Cemiyeti" altında faaliyetler göstermesi ve 1946 yılında Birleşmiş Milletler ile yapılan bir sözleşme sonucunda bir uzmanlık kuruluşu hüviyetini kazanmış olmasıdır. Uluslararası Çalışma Örgütü' nün temel çalışma alanlarından biri, iş hayatı ve diğer çevre şartlarına ilişkin uluslararası standartları oluşturmaktır. Kurumun günümüze kadar hazırladığı çok sayıda uluslararası sözleşme ve tavsiye kararı arasında özellikle 70 tanesi iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgilidir. Uluslararası sözleşmelerin, onaylayan ve taraf olan devletler açısından bağlayıcı olma özellikleri nedeniyle bu sözleşmelerle tanınan hakların yerine getirilmesi zorunluluk göstermektedir [1, 2].

Hükümetler ve endüstriler; ikinci, üçüncü ve dördüncü Sanayi Devrimi boyunca, insani ve ekonomik sonuçları büyük olan mesleki sakatlıklar ve hastalıklar ile ilgili büyük veri tabanları oluşturmuşlar, bu veri tabanlarından alınan bilgiyi analiz ederek yeni bulgular üretmişler ve sorunları gidermeye yönelik bir dizi önlem almışlardır. Atılan bu önemli adımlara karşın, kazalar ve hastalıklar meydana gelmeye devam etmiş, arzu edilen sonuçlar elde edilememiştir [1]. Bundan sonrası için ne yapılması gerektiği sorusuna verilecek cevap; karar verici, işveren, kanun koyucu ve mavi/beyaz yakalı tüm çalışanlar açısından büyük önem taşımaktadır.

Özellikle sistem anlayışının kabul görmesi ve ergonomi vb. alanların gelişmesi, teknoloji kaynaklı hataların azaltılmasını mümkün kılmış ve tasarlanan karmaşık operasyonların yönetilmesi bağlamında

yeni adımların atılmasına yardımcı olmuştur. Yine sistem yaklaşımı kapsamında geliştirilen risk yönetimi anlayışının gelişimiyle, birçok endüstride iş yeri kaynaklı riskler belirlenmiş, tanımlanmış ve bu risklerle mücadele sürecinde önemli bir ilerleme kaydedilmiştir. Buna ek olarak, yöneylem araştırması ve bu alan kapsamında yer alan sayısal karar verme yöntemleri bağlamında; insan kaynakları, değişim, güvenlik, risk ve kurumsal performans yönetimi çerçevesinde yeni bütünsel karar verme araçları ortaya konulmuştur [1].

İş sağlığı ve güvenliği yönetimi üzerine duyulan ilginin artması sonucunda meydana gelen bir diğer gelişme; OHSAS 18001, ANSI Z10, ISO 45001 gibi standartların ve İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi Sistemleri'nin (İSGYS) tasarlanması olmuştur [2, 3]. İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri; tehlike ve riskleri belirlemek ve bu unsurları denetlemek için optimum usuller kullanılarak yapılan çalışmaların bütünüdür. Buna benzer sistemlerin kullanılması sonucunda, iş kazalarının önlenmesi ve işletmelerin iş güvenliği ile ilgili yasal yükümlülüklerini yerine getirmelerinin kolaylaşacağı düşünülmektedir. Buna ek olarak bu uygulamalar vasıtasıyla; iş güvenliğine yönelik düzenlemelerin teknolojik gelişmelere uygunluğunun sağlanabilmesi ve iş kazalarının nedenlerinin belirlenerek bir kez daha meydana gelmesini önleyici sistemlerin kurulması umulmaktadır. Serin ve Çuhadar [4] İSGYS uygulamalarının dışsal bir fayda sağlayacağını ve böylelikle, iş kazalarını engellemek için kurulacak bu tarz sistemlere yapılacak yatırımların, iş kazası oluştuğundan sonraki dışsal maliyetlerden daha küçük bir düzeyde gerçekleşeceğini ifade etmişlerdir.

Dördüncü Sanayi Devrimi'nin yaşanmakta olduğu günümüzde İSGYS'nin vurgulanan fayda potansiyelinden yararlanabilmek; iş verenlerin, karar vericilerin, hükümetlerin ve çalışanların temel hedefidir. Peter Drucker'a [5] göre bir sistemin yönetilebilirliği, gelişimi ve kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirmesi, ancak o sistemin performansının ölçülmesiyle mümkün olabilmektedir. Bu bağlamda, İSGYS'nin performansının düzenli olarak ölçülmesi, performans sonuçlarının paylaşılması ve bu bulgular doğrultusunda alınacak önlemlerin belirlenmesi büyük değer taşımaktadır. Araştırmacılar, günümüze kadar İSGYS performansının ölçülmesine ilişkin bazı çalışmalar ortaya koymuşlar ve bu çalışmalarda çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanımına yer vermişlerdir. Bununla birlikte, İSGYS'nin performans ölçümüne ilişkin yeni çalışmaların yapılması, farklı ülke örneklerinin tartışılması, bulguların paylaşılması ve farklı araştırmaların sonuçlarının karşılaştırılması olarak ele alınması bu sistemlerin iyileştirilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada; öncelikle İSGYS'nin performansını ölçmeye yönelik bir karar aracı önerilmiş, sonra da Türkiye demir /çelik sektöründe faaliyet gösteren bir firmadan sağlanan veriler yardımıyla elde edilen bulgular ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Bu çalışmanın ana çatısını oluşturan karar aracı; performans değerlendirmesini mümkün kılacak gösterge havuzunun belirlenmesini, çalışmada kullanılacak gösterge setinin tarama yöntemi ile ortaya konulmasını, bu göstergelerin önem ağırlıklarının Entropy aracılığıyla hesaplanmasını ve karşılaştırmalı bir performans değerlendirmesinin TOPSIS kullanılarak yapılmasını içermektedir.

## **II. İŞ SAĞLIĞI VE YÖNETİM SİSTEMLERİ**

İş sağlığı ve güvenliği; üretim ve hizmet sektöründe istihdam edilen çalışanların sağlık, emniyet ve refahını düzenleyen sistemlerin ve bu sistemlerin alt yapısını oluşturan politika, prosedür, süreç ve yönetmeliklerin oluşturulması, uygulanması, iletilmesi ve düzenlenmesini amaçlayan çok disiplinli bir alandır [1,6].

İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin risklerin belirlenmesi ve yönetilmesi işlevi; geleneksel olarak devletlerin hazırlamış olduğu yasal düzenlemeler aracılığı ile yerine getirilmiş, bu işlevin uygulamaya dönük denetimleri ise yine devlete ait kurum ve kuruluşlar eliyle sağlanmıştır. Devlet merkezli bu sistemin üç temel amacı vardır: (1) organizasyonların üstlenmek istemediği, topluma aktarılabilecek olan risklere (risk transferi) dönük dışsallıkların (maliyetler) kontrol edilmesi, (2) faaliyetlerin tehlikeli ve riskli olduğu durumlarda uyarıların yapılması ve (3) bazı koruma yöntemlerinin, organizasyonların ve toplumun kullanımına sunulması [6]. Uzun bir süre uygulanan bu yaklaşım; hedeflenen korumayı sağlamamış,

tanımlanan riskleri azaltmamış, bu risklere karşı oluşturulması gereken mukavemeti arttırmamış ve sonuç olarak bütünsel İSG performansını hedeflenen düzeyde iyileştirmemiştir. Bu gelişmelerin ışığı altında; devlet düzenlemelerinden bağımsız, sivil toplum örgütleri tabanlı, sistem yaklaşımını yansıtan bütüncül İSGYS'nin geliştirilmesi gerekliliği ifade edilerek yeni yöntemler tasarlanmaya başlanmıştır. Buna ek olarak, zaman içerisinde örgüt teorisi ve sivil topluma dönük yaklaşımların da gelişmesi ile İSG yönetimi farklı bir boyuta evrilmiş ve büyük oranda sistem tabanlı ilke ve yöntemlerden beslenerek günümüz çağdaş İSGYS doğmuştur [6, 1].

İş sağlığı ve güvenliği risk yönetiminin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için hazırlanmış standartlar bütünü olarak tanımlanan İSGYS; çalışanları ve organizasyonları iş ve iş ortamına dönük tehlikelerden, risklerden ve iş kazalarından ve buna bağlı olarak ortaya çıkabilecek maddi ve manevi zararlardan koruma ihtiyacından doğmuştur [8]. Bu çerçevede; iş sağlığı ve güvenliği risk yönetimi, iş sağlığı ve güvenliği konuları ile ilgili muhtelif teknik değerlendirmeleri ve uygulamaları kullanarak bütüncül ve sistematik bir yaklaşım sunmaktadır. Özetle günümüzde, İSG ile ilgili kurallar ve kanuni düzenlemeler risk yönetimi ilkeleri üzerine tesis edilmiştir [6].

İSYGS'nden biri olan OHSAS 18001; sürdürülebilirliği, sürekli iyileştirmeyi ve her düzeyde iş görenin tam katılımını hedefleyen dinamik ve bütünsel yaklaşımı ile küresel ekonomilerde yoğun bir şekilde kullanılmış [6] ve organizasyonların iş sağlığı ve güvenliği yükümlülüklerini etkin bir şekilde yerine getirecek şekilde geliştirilmiştir [6, 7].

OHSAS 18001 standardı, önleyicilik üzerine bina edilmiş olmakla birlikte muhtelif kontrol araçlarını, geliştirici faaliyetleri ve diğer geri besleme bileşenlerini de muhtevasına almaktadır. Bu bağlamda OHSAS 18001, William Edwards Deming tarafından geliştirilmiş olan "Planla, Uygula, Kontrol Et ve Önlem Al" olarak bilinen PUKÖ yöntemine dayalı olarak [6, 7, 8, 9]; politika, planlama, uygulama, kontrol ve geliştirme ve gözden geçirme olmak üzere beş temel prensip üzerine tasarlanmış bütüncül bir standarttır.

OHSAS 18001 standardı, yaygın kullanımına ve İSG konusunda birçok konuyu içermesine karşın bir Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) standardı değildir. Bu nedenle ISO, OHSAS Proje Grubu tarafından yapılan teklifi değerlendirmiş ve İSG ile ilgili bir ISO Standardını geliştirmeyi kabul etmiştir. 2013 yılında, İngiliz Standartları Kurumu'nun (BSI) sekreterliğini yaptığı, aralarında Türkiye Cumhuriyeti'nin de bulunduğu 62 katılımcı ülkeden ve 12 gözlemci ülkeden oluşan bir komite ISO 45001'in geliştirilmesi amacıyla kurulmuştur [10]. Bu komitenin yapmış olduğu çalışmalar sonucunda tasarlanan sistem, 2018 yılında yayımlanmıştır. ISO 45001 standardı; iş yerlerindeki tehlike ve risklerin belirlenmesini, bu tehlike ve risklerin ortadan kaldırılmasını ya da optimum seviyelere düşürülmesi için planların hazırlanmasını gerekli kılmaktadır. Bu standardın kullanımı ile; politikalar, hedefler ve süreçler geliştirilerek firmalarda iş sağlığı ve güvenliği performansının iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. [6].

### **III. LİTERATÜR TARAMASI**

İş sağlığı ve güvenliği literatürü incelendiğinde, İSGYS'nin performans ölçümüne ve bu ölçümleri gerçekleştirmek için gerekli olan göstergelerin tespitine yönelik sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Bu araştırmaların bazıları, belli endüstriler üzerine yoğunlaşırken bir bölümü de endüstrilerden bağımsız olarak genel bir bağlamda sunulmuştur. Gösterge setlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar; sadece birincil veri, ikincil veri veya iki veri türünün bir arada kullanımına olanak verecek şekilde ortaya konulmuştur. İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin performansına yönelik araştırmalar ele alındığında ise, çok kriterli karar verme yöntemlerinin (ÇKKVY) sıklıkla kullanıldığı görülmektedir.

Bottani vd. [11], İSGYS'nin uygulayıcıları ile bu sistemleri kullanmayan firmalar arasındaki İSG performans farklılıklarını istatistiksel olarak analiz etmişlerdir. Bu amaçla araştırmacılar; 116 farklı

firmedan veri toplamış ve oluşturulan hipotezleri güvenlik hedeflerinin oluşturulması ve çalışanlara duyurulması, risklerin tanımlanması ve analizi, düzeltici önlemlerin alınması ve çalışan eğitimleri açısından test etmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda, İSGYS kullanıcılarının diğer firmalara göre belirtilen özellikler açısından daha iyi bir performans gösterdikleri ortaya konulmuştur.

Podgorski [12] çalışmasında; İSGYS'nin politika, organize etme, planlama, değerlendirme ve geliştirme alt bileşenleri çerçevesinde alt göstergeler belirlemiş, bu göstergeleri analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemi yardımı ile analiz ederek temel bir gösterge seti havuzu oluşturmuştur. Yazar, AHS kullanımı öncesi gösterge havuzu belirleme sürecinde; spesifik, ölçülebilir, ulaşılabilir, ilişkili ve zaman bağlı olma gibi kriterleri dikkate almıştır. Araştırmacı son olarak; belirlemiş olduğu göstergelerin firma kültürüne, içinde bulunduğu endüstriye, sahip olduğu teknolojiye vs. bağlı olarak değişiklik gösterebileceğini ifade etmiştir.

Sultana vd. [13] sistem mühendisliği anlayışını kullanarak süreç endüstrilerinde güvenlik göstergelerini ortaya koymuşlardır. Yazarların geliştirdikleri yöntemin ilk adımı güvenlik kontrol altyapısının oluşturulması, son aşaması ise güvenlik performans göstergelerinin belirlenmesidir. Belirlenen göstergeler arasında; mekanik bütünlük, dokümantasyon ve prosedür, insan kaynakları yönetimi, muayene, bakım ve denetim, risk ölçümü, eğitim ve yetkinlik ve iş izin sistemi sayılabilir.

Mohammadfam vd. [14] OHSAS 18001'in etkinliğini ölçmek amacıyla bütünlük bir karar aracı önermişlerdir. Analitik Ağ Süreci ve TOPSIS kullanımını içeren bu karar aracı, 43 farklı kriterin ve 80 farklı göstergenin kullanımına yer vermiş ve hazırlanan anketler doğrultusunda; yönetimin adanmışlığı, çalışan katılımı, finansal kaynakların tahsisi, eğitim, risk ölçümü, sorumluluk alanlarının belirlenmesi, iletişim ve performans sonuçlarının paylaşımı en önemli göstergeler arasında sayılmıştır.

İSGYS'nin performansını ölçmeye dönük bir araştırma yapan Haas ve Yorion [15], madencilik endüstrisinde kullanılan İSGYS performans araçlarını ampirik olarak analiz etmişlerdir. Yazarlar, dokuz farklı firmada istihdam edilen İSG uzmanından 133 farklı yöntemi değerlendirmelerini istemiş ve bu değerlendirme, yöntemlerin etkinliğini sorgulamaya ilişkin olarak tasarlanmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar; kalitatif, kantitatif, öznel ve nesnel araçların dengeli bir kullanımının etkin performans ölçümünde esas olduğu belirtmişlerdir.

Mohammadfam vd. [16], OHSAS 18001 sertifikalı üç firma ile bu sertifikaya sahip olmayan üç farklı firmayı İSG göstergelerini [14] kullanarak karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, bu karşılaştırmanın yapılabilmesi için bir anket hazırlamışlar ve anketleri otuz farklı uzmana yollamışlardır. Çalışma sonunda, sertifikalı firmaların İSG performanslarının sertifikasız firmalara göre daha yüksek olduğu ortaya koymuşlardır.

Yan vd. [17] bir akaryakıt firmasının İSG performansını ölçmek amacıyla bir gösterge seti belirlemişler ve bu göstergeleri geliştirmiş oldukları bulanık değerlendirme yönteminde kullanmışlardır. Bu değerlendirme sonunda, yazarlar Spearman Korelasyon Katsayısı analizine göre en önemli göstergeleri belirlemişlerdir. Bu göstergeler sırasıyla; liderlik, adanmışlık, güvenlik, çevre misyonu, yetkinlik, eğitim ve farkındalık, dokümanların kontrolü, tedarikçilerin İSG performansları, kaza raporu ve sorgulama/soruşturmadır.

İnan vd. [18], Simo's Procedure ve VIKOR'dan oluşan bir ÇKKV modeli oluşturarak Türkiye menşeli üç firmanın İSG performanslarını ölçmüşlerdir. Simo's Procedure kriter ağırlıklandırılmasında, VIKOR ise firmaların performans karşılaştırılmasında kullanılmıştır. Değerlemede temel olarak kullanılan kriterler; OHSAS 18001'in gereklilikleri olarak bilinen genel şartlar, İSG politikası, planlama, kurulum ve operasyon, kontrol ve yönetim değerlemesidir. Araştırmada firma değerlemesi, bu kriterlere dayalı olarak firmaların İSG uzmanları tarafından yapılmış ve VIKOR sonucunda elde edilen sonuçlar yorumlanarak firmaların İSG bağlamında mevcut performans bilgilerinin kendileri açısından bir kontrol ve geliştirme girdisi olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Yazarlara göre bu çalışmanın en zayıf yanları, sübjektif verilere dayalı olması ve firma İSG değerlendirmelerinin yine o firmada istihdam edilen İSG uzmanları tarafından yapılmış olmasıdır.

Engüren ve Koç [19], İSG uygulamalarının etkinliğine yönelik bir başarıml değerleme ölçeğini geliştirmişlerdir. Çalışma; Alanya'da faaliyet gösteren konaklama işletmelerinde gerçekleştirilmiş, araştırma sonucunda İSG uygulamaları performans ölçeğinin beş faktörlü bir yapıya sahip olduğu belirlenerek ölçeğin güvenilir ve geçerli bir yapıya sahip olduğu saptanmıştır. Bu boyutlar; "İş Sağlığı ve Güvenliği Konusunda Yönetmel Önlem ve Tedbirler", "Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Kriterlerine Göre Çalışması", "Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Konusunda Farkındalık ve Bilinç Düzeyleri", "İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitim Uygulamaları" ve "İş Sağlığı ve Güvenliği Konusunda Yönetim ve Çalışanlar Arasında İş Birliği ve İletişim" şeklinde isimlendirilmiştir.

Ediz vd. [20], İSGYS performans kriterlerini ele almışlardır. Yazarlar, OHSAS 18001 ve ISO 45001 Yönetim Sistemleri'ni inceleyerek 80 adet performans göstergesi belirlemiş ve bunları Politika, Organizasyon, Planlama ve Uygulama, Değerlendirme olarak 5 ana başlıkta toplamışlardır. Daha sonra, bu performans göstergeleri İSG alanında çalışan uzmanlarca değerlendirilmiş ve yapılan ikili karşılaştırma anketleri ile sayısal veriler elde edilmiştir. Elde edilen sayısal verilerin AHS yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi sonucunda en önemli performans göstergeleri belirlenmiştir. Bu göstergeler; görev ve sorumlulukları hakkında farkındalık bildiren çalışan yüzdesi, İSG eğitimleri için ayrılan çalışma saati yüzdesi, eğitime ilişkin uygunsuzlukları iyileştirmek için yapılan inceleme sayısı, güncellenip yayımlanan talimat ve prosedür sayısı ve İSG ile ilgili öneri veren çalışan sayısı olarak ortaya konulmuştur.

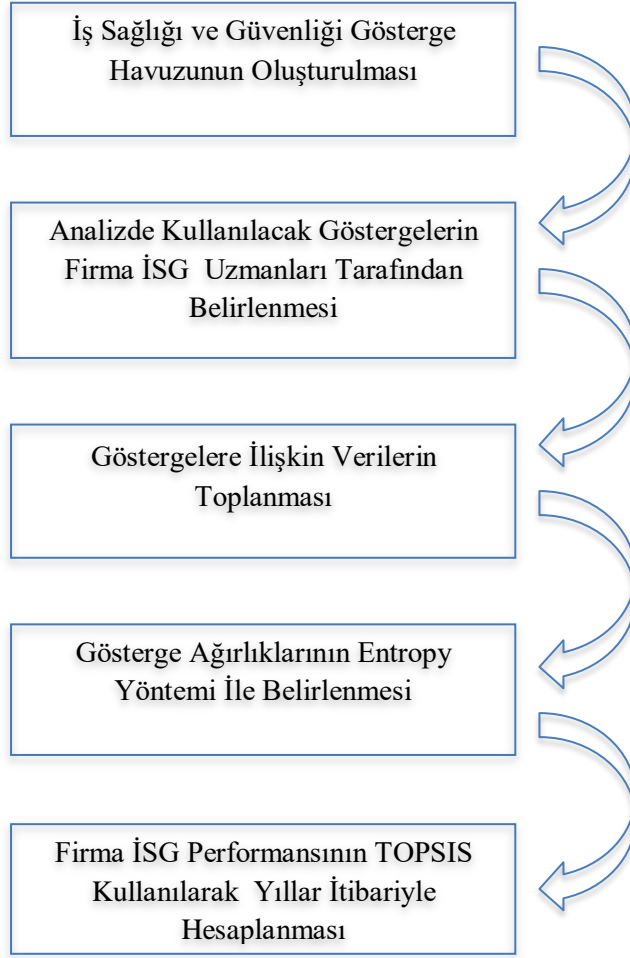
Bu literatür taraması sonucunda; (1) İSGYS performanslarının firma düzeyinde belirlenmesinin ve göstergelere dayalı performans karşılaştırmalarının önemli bir araştırma alanı olduğu belirlenmiş, (2) günümüze kadar İSG performans göstergelerinin belirlenmesi ve performans değerlemesini içeren bazı araştırmaların yayımlanmış olmasına rağmen, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere ilişkin farklı endüstri çalışmalarının yapılmasının, karar vericilerin bilgisini arttıracak ve firmaların operasyonel karar süreçlerine yardımcı olacak ortaya konulmuştur.

## **IV. METODOLOJİ**

Bu araştırmada, ayrıntıları Şekil 1'de sunulan bir karar aracı kullanılmıştır. Bu karar aracı çerçevesinde:

- İSG performans göstergesi havuzu oluşturulmuş,
- uygulamada kullanılacak olan göstergeler, firma uzmanları tarafından kesinleştirilmiş,
- göstergelere ilişkin veriler kullanılarak göstergelerin önem dereceleri Entropy ile hesaplanmış
- TOPSIS ile firma İSGYS performansı yıllar itibarıyla karşılaştırılmıştır.

Karar aracına ilişkin detaylar ilerleyen bölümlerde sunulmuştur.



*Şekil 1. Çok kriterli karar verme tabanlı analiz*

## **A. GÖSTERGELERİN BELİRLENMESİ**

Gösterge setleri, bir sistemin oyuncularına karar verme süreçlerinde yardımcı olan, bilgiye dayalı olarak kullanılan ve sayısallaştırılabilen ibarelerdir [21]. Göstergelerden yararlanılarak sisteme ilişkin bilgi yorumlanabilir ve geleceğe ilişkin öngörülerde bulunmak mümkün olur [22].

Bir gösterge setinin kalitesini belirleyen genel unsurlar; “doğruluk”, “ölçülebilirlik”, “yoğunlaşılabilirliği” temsil edebilme kabiliyeti (örn: performans değerlendirme), “güvenilirlik”, “esneklik” ve “hedef kitleye kolayca açıklanabilme” özelliğidir. Gösterge seti kalitesini bu özellikler belirlerken, bunların bütününe uygunluk gösteren bir gösterge seti oluşturabilmek çoğunlukla mümkün değildir [22].

Bu araştırmaya temel teşkil edecek olan gösterge havuzu BSI’nın [23] ortaya koyduğu *İş Sağlığı ve Güvenliği Politikası, Planlama, Uygulama ve Operasyon, Kontrol ve Yönetim Gözden Geçirmesi* olarak adlandırılan beş bileşene dayalı olarak belirlenmiştir:

Tablo 1’de sergilenen bu gösterge havuzu, literatürde sunulan göstergelerin tümünü değil sadece “en çok kullanılanları” ve “sayısal olarak” ifade edilebilenleri içermektedir.

*Tablo 1. Gösterge Havuzu*

<b>İSGYS Bileşenleri</b>	<b>Kriterler</b>	<b>Göstergeler</b>	<b>Kaynaklar</b>
Politika	Üst yönetim desteği.	Üst yönetimin katıldığı İSG toplantılarının sayısı.	[12, 14, 16, 18, 23]
	İSG politikasının basitliği ve anlaşılabilirliği. İSG politikasının geliştirilebilmesi için başlangıç riskinin ölçülmesi.	İSG politikası hakkında yeterli bilgisi olan çalışanların yüzdesi Birimlerde yerine getirilen risk ölçümlerinin sayısı	[12, 14, 16, 18, 23] [12, 14, 16, 18, 23]
Planlama	Birimlerin İSG verilerini gelişme amaçlı kullanmaları. İSG programlarına ayrılan finansal kaynaklar.	İSG ihlallerinin sayısı Bir yılda İSG için ayrılan finansal kaynaklar.	[12, 14, 16, 18, 23] [12, 14, 16, 18, 23]
	İSG programlarının duyurulması.	Çalışanlar için düzenlenen İSG aktivitelerinin sayısı.	[12, 14, 16, 18, 23]
	İSG kurallarının çalışanlar tarafından benimsenmeme oranı. İSG dokümantasyonu ve düzenlemeleri. Acil müdahale tatbikatları.	Güvenli olmayan faaliyetler nedeniyle meydana gelen kazaların oranı. Değişen ve geliştirilen prosedürlerin oranı. Acil müdahale tatbikatlarının sayısı.	[12, 14, 16, 18, 23] [12, 14, 16, 18, 20, 23] [12, 14, 16, 18, 23]
Kontrol	İSG denetimlerinin sıklığı.	Belli bir sürede gerçekleştirilen denetimlerin sayısı.	[12, 14, 16, 18, 23]
	İSG denetimlerinin sürekli gözden geçirilmesi. Kaza soruşturmalarının gözden geçirilmesi.	Uygulanan önerilerin sayısı. Soruşturulan kaza raporlarının sayısı.	[12, 14, 16, 18, 20, 23] [12, 14, 16, 18, 23]
	İnceleme sırasında hazır olan İSG faaliyet sonuçları. Kaza sonuçlarının çalışanlara duyurulması. İnceleme toplantılarında sorumlu kişilerin bulunması.	Birimlerce düzenlenen İSG performans raporlarının sayısı. Birimlere yollanan kaza raporlarının sayısı. İnceleme toplantılarına katılan birim yöneticilerinin sayısı.	[12, 14, 16, 18, 23] [23] [23]



## B. GÖSTERGE AĞIRLIKLARININ ENTROPY KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Göstergelerin karar vericiler için eşit öneme sahip olmamaları nedeniyle ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), günümüze kadar birçok araştırmada kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmıştır [24, 25, 26, 27]. Bu yöntem, özellikle kriterlere ilişkin ikincil verinin bulunmadığı, verilerin anket yardımıyla bir ölçek üzerinden hesaplandığı durumlarda etkin bir hesaplama aracıdır. Bir başka deyişle, AHS'nin karar vericiler tarafından tercih edilmesinin nedeni çok ölçütlü kararların alınmasında öznel kriterleri dikkate alabilmesidir [25, 26, 28]:

Bu araştırmada, gösterge ağırlıklarının hesaplanmasında Entropy kullanılmıştır. Entropy Yöntemi, AHS'nin aksine karar vericinin kriterleri sayısal bir ölçek üzerinden yorumlamasını gerektirmez [29]. Uzmanlar, kriterlerin ağırlıklarını (önem derecelerini) gerçek performans değerlerini kullanarak belirleyebilirler [30]. Örneğin, bir tedarikçinin tam zamanında teslimat performansı %50 ise, bir başka deyişle, bu tedarikçi kendisine verilen siparişlerin yarısını tam zamanında teslim edebilmişse bu değer (0.50), hesaplama doğrudan dahil edilebilmelidir. Entropy sürecinde ana düşünce, karar matrisinin objektif verilerinin bilinmesi durumunda, bu değerlerin kriter ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında kullanılması gerekliliğidir [31, 32]. Bu nedenle Entropy, araştırmacılar ve uygulayıcılar tarafından yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Tang vd. [33] tüm katılımcıların erişimini mümkün kılan ve eşit haklara sahip olduğu açık (public) blokzincir alternatiflerinin seçiminde Entropy Yöntemi'nden yararlanmışlardır. Araştırmacılar, bu çalışmalarında ikincil veri kullanmışlar ve kriterin ağırlıklarını Entropy ile hesaplamışlardır.

Cui vd. [34], su kaynaklarının taşıma kapasitesi değerlemesinde indeks oluşturmuşlar ve belirledikleri seçim kriterlerinin nesnel ağırlıklandırılmasında Entropy Yöntemi'ni kullanmışlardır. Maruyama vd. [35] potansiyel su kaynaklarını ölçtükleri çalışmalarında seçim kriterlerini belirleyerek bu kriterlerin ağırlıklarını nesnel düzeyde Entropy ile hesaplamışlardır.

Bilgi teorisinde entropi, bir olasılık dağılımı,  $P$ , ile gösterilen belirsizliğin ölçütüdür. Belirsizlik, aşağıdaki denklemle ortaya konulmaktadır [36]:

$$S(P_1, P_2, \dots, P_n) = -k \sum_{j=1}^n p_j \ln p_j \quad (1)$$

Birinci formülde,  $k$  pozitif bir sabittir.  $P_{ij}$ 'nin belli bir bilgiyi içermesi sebebiyle,  $j$  kriterinin sahip olduğu bilgi, entropi değeri ile hesaplanabilir.  $P_{ij}$ 'nin önemi, her alternatifin belli bir kriter açısından değerinin farklı olması nedeniyle bir ortalama değer olarak ifade edilebilir.

$D$  karar matrisi,  $m$  alternatif ve  $n$  kriterden (gösterge) oluştuğu varsayıldığında aşağıdaki gibi sergilenebilir:

$$D = \begin{matrix} & K_1 & K_2 & \dots & K_n \\ A_1 & \left[ \begin{array}{cccc} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \\ \cdot & \cdot & \cdot & \\ \cdot & \cdot & \cdot & \\ A_m & \left[ \begin{array}{cccc} x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{array} \right] \end{array} \right. \end{matrix} \quad (2)$$

Alternatifler:  $A = \{A_m | i = 1, 2, \dots, m\}$

Kriterler:  $K = \{K_n | j = 1, 2, \dots, n\}$

$X_{ij} = i$  alternatifinin  $j$  kriterine göre alacağı değer

Her bir  $j$  kriterinin sonucu olan  $P_{ij}$  denklemde gösterildiği gibi bulunabilir:

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \quad " i, j \quad (3)$$

Bu durumda,  $j$  kriterinin sonuçlarının taşıdığı bilgi içeriği olan entropi değeri  $E_j$  Denklem 4'te olduğu gibi hesaplanabilir:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, \quad " j \quad (4)$$

$$k = \frac{1}{\ln(m)}$$

$0 \leq E_j \leq 1$  olması sağlanır.

$J$  kriterinin sonuçlarının belirlenen ve bilgi farklılığının düzeyini ortaya koyan  $d_j$ , izleyen şekilde hesaplanır:

$$d_j = 1 - E_j, \quad " j \quad (5)$$

Eğer karar matrisine göre, bir kriteri diğerine göre üstün değilse yetersiz sebep ilkesine göre iki ölçüt de eşit düzeyde önceliklendirilir.

$0 \leq w_j \leq 1$  durumunu garanti eden  $j$  kriteri tarafından verilen bilginin seviyesi, bir başka deyişle,  $j$  kriterinin önem derecesi ya da ağırlığı,  $w_j$ , Denklem 6 kullanılarak hesaplanır:

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1 \quad (6)$$

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, \quad \forall j$$

Entropy Yöntemi'nde, kriterlere ilişkin gerçek değerlerin kullanılabilmesi, gösterge ağırlıklarının hesaplanmasında Entropy Yöntemi'ni etkin bir alternatif haline getirmektedir [37].

### C. FİRMA İSGY SİSTEM PERFORMANSLARININ TOPSIS KULLANILARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Yoon ve Hwang tarafından geliştirilen "İdeal Çözüme Yakınlığa Göre Sıralama Yapma Yöntemi" (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) TOPSIS, seçilen alternatifin ideal çözümden minimum uzaklıkta ve negatif ideal çözümden ise maksimum uzaklıkta olması ilkesine dayanmaktadır [36].

Örnek bir yaklaşım, geometrik anlamda ideal çözüme minimum Öklit mesafesinde olan bir alternatifin benimsenmesidir. Bu alternatif, aynı zamanda negatif ideal sonuca en uzak olmalıdır. TOPSIS, en uygun çözüme olan göreceli yakınlığı esas kabul ederek, ideal ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıkları aynı anda hesaba katmaktadır.

TOPSIS yöntemi,  $n$  kriter (gösterge) ve  $m$  alternatiften oluşan  $D$  karar matrisi ile ifade edilir:

$$D = \begin{matrix} & K_1 & K_2 & \dots & K_j & \dots & K_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ A_i & \begin{bmatrix} x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ A_m & \begin{bmatrix} x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

$A_i = i$  alternatifi

$x_{ij} = i$  alternatifinin  $j$  göstergesine ilişkin değeri

TOPSIS sürecinde D matrisindeki her gösterge; ya sürekli artan, ya da azalan bir faydaya sahiptir. Diğer bir deyişle, fayda göstergeleri için artan değerler, maliyet göstergeleri için ise azalan değerler tercih edilir. Karar matrisinde, sözel ifadelerle dayalı göstergeler yer alıyorsa bu ifadeler uygun yöntemler kullanılarak sayısallaştırılmalıdır. Buna ek olarak göstergeler, karar vericiler nezdinde eşit öneme sahip olmadıkları için gösterge ağırlıklarının saptanması gerekmektedir.

TOPSIS şimdiye kadar; tedarik zinciri ve lojistik, ürün tasarımı, sağlık, güvenlik, kalite, enerji yönetimi, insan kaynakları yönetimi vb. birçok alanda kullanılmıştır [24, 25, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44,]. TOPSIS'in bu çalışmalarda kullanılması amacı, alternatiflerin karşılaştırmalı olarak analizidir.

Bu çalışmada TOPSIS'in kullanılması nedeni aşağıda özetlenmiştir [45].

- İçeriği yalın ve anlaşılabilir.
- Hesaplama algoritması rasyoneldir.
- Sayısal değerler kullanılabildiğinden alternatifler arasındaki farklılıklar ve kriterlerin birbirlerinden ne kadar farklı oldukları konusunda kapsamlı bir görüş ortaya koyabilme potansiyeli vardır.
- Karar alternatiflerinin ilişkisini anlaşılır bir algılamada sunar.
- Alternatiflerin kriterler bağlamında ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırılmasını mümkün kılar.
- Nitel bir dönüştürme söz konusu olmadan elde edilen sayısal verilerin TOPSIS karar matrisinde kullanımını sağlar.
- 

TOPSIS algoritması aşağıda verilmiştir:

1. Adım: Normalleştirilmiş karar matrisinin geliştirilmesi:

Normalleştirilmiş karar matrisi  $R$ 'nin bir parçası olan  $r_{ij}$ , Denklem 8 kullanılarak bulunmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (8)$$

Bu adımda her kriterin değeri normalleştirilir, başka bir deyişle aynı birim düzeyinde uzunluğa sahip olmaları mümkün kılınır.

2. Adım: Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin hesaplanması:  $\underline{w} = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n)$ ,  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$

olarak belirlenecek kriterlerin önem dereceleri olan ağırlıklar, bu safhada kullanılır.

Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi,  $R$  matrisinin her sütunu ile  $w_j$  (kriterlerin ağırlıkları) değerinin çarpılması ile bulunur.

Bu şekilde hesaplanan matris  $V$  aşağıdaki denklem 9'daki gibi belirlenir:

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1j} & \dots & v_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ v_{i1} & v_{i2} & \dots & v_{ij} & \dots & v_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mj} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_j r_{1j} & \dots & w_n r_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_1 r_{i1} & w_2 r_{i2} & \dots & w_j r_{ij} & \dots & w_n r_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_j r_{mj} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

3. Adım: İdeal ve negatif ideal sonuçların hesaplanması:

Bu adımda,  $A^*$  ve  $A^-$  olarak tanımlanan iki yapay alternatif belirlenir:

$$\begin{aligned} A^* &= \left\{ \left( \max v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \min v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} \\ &= \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^*\} \\ A^- &= \left\{ \left( \min v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \max v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} \\ &= \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} \\ j &= \{j = 1, 2, \dots, n \mid j \text{ yarar kriteri ile ilgili olarak}\} \\ J' &= \{j = 1, 2, \dots, n \mid j \text{ maliyet kriteri ile ilgili olarak}\} \end{aligned} \quad (10)$$

Sonuç olarak  $A^*$  ve  $A^-$  sırasıyla, ideal çözümü ve negatif ideal çözümü sergilemektedir.

4. Adım: Ayırma ölçümünün belirlenmesi:

Alternatifler arasındaki ayırma,  $n$  boyutlu Öklidyen uzaklıkla ölçülebilmektedir. Alternatiflerin, ideal olanlardan ayırımı;

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

Denklem 11 aracılığıyla benzer bir biçimde; alternatiflerin negatif ideal olanlardan ayırımı ise denklem 12 ile belirlenir:

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

5. Adım: İdeal çözüme göreli yakınlığın belirlenmesi:

$A_i$ 'nin  $A^*$  ile ilgili olarak göreli yakınlığı, izleyen şekilde hesaplanmaktadır:

$$C_{i^*} = \frac{S_{i^-}}{S_{i^*} + S_{i^-}} \quad (13)$$

$$0 < C_{i^*} < 1, i = 1, 2, \dots, m$$

Bu durumda,  $A_i = A^*$  olduğunda  $C_{i^*} = 1$ ,  $A_i = A^-$  olduğunda  $C_{i^*} = 0$ 'dır.

6. Adım: Tercih sıralaması:

Son adımda alternatifler,  $C_{i^*}$  değerleri dikkate alınarak azalan bir sırada verilmelidir.

## **V. UYGULAMA**

Bu bölümde, Şekil 1'de ayrıntıları verilen Entropy/TOPSIS tabanlı bütünleşik model, Bursa'da demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın iş sağlığı ve güvenliği performansının ölçülmesi sürecinde kullanılmıştır.

Demir-çelik, ülke ekonomisinin gelişimi ve kalkınmasına katkı sağlayan önemli sektörlerden biridir. Demir-çelik endüstrisinin gelişimi ile büyüme süreci arasındaki korelasyon analiz edildiğinde demir-çelik türevi ürünlerin demir-çeliğe bağlı yardımcı endüstrilerin gelişiminde önemli bir rol oynamakta olduğu görülmektedir. Bu endüstrinin en önemli özelliği; birçok sektöre malzeme, parça ve hammadde sağlamasıdır. Demir-çelik endüstrisi; otomotiv, elektronik, inşaat, beyaz eşya vb. sektörlerle girdi sağlayarak bu sektörlerin gelişimine katkı sunmaktadır.

Türkiye'nin toplam ham çelik üretiminin yaklaşık dörtte üçü ark ocaklı tesislerden sağlanırken dörtte biri ise entegre tesisler tarafından üretilmektedir. Sektörün bu yönelimi, ark ocaklı tesis yatırımlarının entegre tesislere nazaran daha küçük maliyetlere neden olmasından ve ülkemizde entegre tesislerin ana girdisi olan demir maden sahalarının yeterli olmamasından kaynaklanmaktadır. Entegre tesislerin ana girdisi demir cevheri, ark ocaklı tesislerin ana girdisi ise demir çelik tabanlı hurdadır [46].

Demir-çelik sektörü; büyük ölçekli, emek yoğun ve dolayısıyla çok sayıda sendikali işçiye istihdam imkânı sağlayan, planlı İSG faaliyetlerinin büyük önem kazandığı temel sektörlerden biridir. Bu nedenle sendikalar, tehlikelere karşı önlem alınması konusunda işverenlere baskı uygulamış ve hükümetlerin de devreye girmesiyle tehlikelerin ve kazaların azaltılmasına ilişkin girişimlerde bulunulması söz konusu olmuştur. Bu girişimlerin en önemlisi, iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına göre demir-çelik sektörünün çok tehlikeli işler sınıfında yer almasıdır.

Demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren ve OHSAS 18001 belgesine sahip olan firmanın yıllık üretim kapasitesi yaklaşık 220 ton/yıl iken firma bünyesindeki Haddehane'nin üretim kapasitesi 225 ton/yıl'dır. Firmanın ürettiği bir diğer ürün olan denge çubuğu yıllık üretim kapasitesi ise 1750 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Firma, 2019 yılı itibarıyla toplam 525 kişiye istihdam alanı sağlamıştır. Ağır ve son derece büyük malzeme ve makinelerin bir yerden diğerine sürekli taşınması gerekliliği, sıcaklığı 1800 dereceye kadar çıkan erimiş metaller, toksik ve aşındırıcı maddeler, hava yoluyla solunum sisteminin maruz kaldığı koku, duman, madde ve gürültü, firma çalışanları için iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli riskleri oluşturmaktadır.

Firmanın üretim bölümü; Çelikhane, Haddehane ve Kabuk Soyma ve Doğrultma olarak üç ana kısma ayrılmıştır. Çelikhane'de, döküm kalitelerine ve müşterinin özel isteklerine göre seçilen hurda, Ark Ocağı'nda ergitilip, Pota Ocağı'nda alaşımlama ve rafinasyon, Vakumda Gaz Giderme ve Tel Enjeksiyon işlemlerine tabi tutulduktan sonra sürekli döküm makinasında kütük haline getirilir. Haddehane Bölümü, Çelikhane'de hazırlanmış kütüğün, müşterinin arzu ettiği boyutlarda önceden belirlenmiş spesifikasyonlar üzerinden haddelendiği birimdir. Son olarak Kabuk Soyma ve Doğrultma'da ise Haddehane'den çıkan yuvarlak malzemeler, yüzey hatalarından arındırılmak amacıyla kabukları soyulur ve parlatılır.

Firmanın Disiplin Kurulu Başkanı ve İş Sağlığı ve Güvenliği uzmanları; 19 ve 26 Ekim 2019’da yapmış olduğumuz iki görüşme sonunda, OHSAS 18001 belgesini aldıkları 2010 yılından bu yana İSG faaliyetlerine daha büyük hassasiyet gösterdiklerini ve bu çabanın hem firma hem de birlikte çalışmış oldukları taşeron firmaların İSG performanslarına olumlu bir şekilde yansıdığını ifade etmişlerdir. Buna ek olarak, OHSAS 18001 belgesinin devamlılığı ve buna ilişkin faaliyetlerin yaklaşık maliyetinin son yıllarda 400.000 ile 500.000 TL arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Firmanın iş sağlığı ve güvenliği ekibi ve Disiplin Kurulu Başkanı (DKB) ile birlikte yürüttüğümüz bu çalışmada, öncelikli olarak Tablo 4.1’de verilen gösterge havuzunun taranması ve performans analizinde kullanılacak ana göstergelerin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Firmanın İSG uzmanları ve DKB, bu genel tarama işleminde üç temel kriteri esas almayı uygun bulmuşlardır: (1) ilgili göstergelere ilişkin veriye ulaşılabilirliği; bir başka deyişle, belli bir gösterge ile ilgili verinin, analizi yapılan yıllara ait olarak firma veri tabanında hazır bulunması, (2) ilgili göstergenin performans etkisinin görece yüksek olması olasılığı ve (3) İSG bileşenlerinden her birinin, gösterge havuzundan alınacak en az bir gösterge ile temsil edilmesi.

Bu ön tarama sürecinde, dikkate alınan kriterlerin özellikleri (bazı göstergeler evet veya hayır cevaplarını içeriyor: örneğin, yıla ait gösterge verisi var mı vb.) ve bu kriter sayısının önceki paragrafta belirtildiği gibi üç tane olması nedeniyle herhangi bir ÇKKV yöntemi kullanılmamıştır. Bazı göstergelerin taranmasında özel bazı kriterlerden yararlanılmış ve değerlendirmeler bu bağlamda yapılmıştır. Örneğin, havuzda yer alan “İSG faaliyetleri için ayrılan finansal kaynaklar” isimli göstergenin, enflasyondan arındırılmış olarak her yıl birbirine çok yakın değerlerde gerçekleştiği belirtilerek İSG’ye ilişkin yapılan harcamalarla İSG performansı arasında zorunlu bir ilişkinin söz konusu olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle gösterge, analize dahil edilmemiştir.

Ön taramada kullanılan üç kriterin ve belirtilen diğer hususların ışığı altında, toplam on beş göstergeden yedisinin performans analizinde kullanılmasına karar verilmiş ve bu gösterge seti Tablo 2’de sergilenmiştir. Tablo 3’de ise uygulamaya esas olacak yedi göstergelere ilişkin veriler sunulmuştur.

*Tablo 2. Performans analizinde kullanılacak göstergeler*

<b>İSGYS Bileşenleri</b>	<b>Kriterler</b>	<b>Göstergeler</b>	<b>Kaynaklar</b>
Politika	İSG politikasının basitliği ve anlaşılabilirliği	İSG politikası hakkında yeterli bilgisi olan çalışanların yüzdesi (I <sub>1</sub> ): “Beyaz ve mavi yakalı tüm çalışanlar dikkate alınmıştır”	[12, 14, 16, 17, 23]
	İSG politikasının geliştirilebilmesi için başlangıç riskinin ölçülmesi.	Birimlerde yerine getirilen risk ölçümlerinin sayısı/yıl (I <sub>2</sub> ): “Çelikhane, Haddehane ve Kabuk Soyma ve Doğrultma birimlerinde yapılan risk ölçümlerinin yıllık sayıları dikkate alınmıştır”	[12, 14, 16, 18, 23]
	Üst yönetim desteği.	Üst yönetimin katıldığı toplantıların sayısı/yıl (I <sub>3</sub> ): “Düzenli olarak yapılan İSG toplantılarına Genel Müdür, DKB, Fabrika Müdürü, Satınalma Müdür’lerinden en az ikisinin katılımı dikkate alınmıştır”	[12, 14, 16, 18, 23]

**Tablo 2.** (devam) Performans analizinde kullanılacak göstergeler

Planlama	Birimlerin İSG verilerini gelişme amaçlı kullanmaları	İSG ihlallerinin sayısı/yıl (I <sub>4</sub> ): “OHSAS 18001 kapsamında belirlenen ihlal tanımına uygunluk gösteren olayların sayısı esas alınmıştır”	[12, 14, 16, 18, 23]
Uygulama ve Operasyon	İSG kurallarının çalışanlar tarafından benimsenme oranı	Güvenli olmayan faaliyetler nedeniyle meydana gelen kazaların sayısı/yıl (I <sub>5</sub> ): “Güvenli olmadığı bilinen yöntemler sonucunda oluşan kazaların sayısı dikkate alınmıştır”	[12, 14, 16, 18, 23]
Kontrol	İSG denetimlerinin sıklığı	Gerçekleştirilen denetimlerin sayısı/yıl (I <sub>6</sub> ): “Çelikhane, Haddehane ve Kabuk Soyma ve Doğrultma birimlerinde yapılan denetimlerin sayısı”	[12, 14, 16, 18, 23]
Yönetimin Gözden Geçirmesi	İnceleme sırasında hazır olan İSG faaliyet sonuçları.	Birimlerce düzenlenen İSG performans raporlarının sayısı/yıl (I <sub>7</sub> ): “Çelikhane, Haddehane ve Kabuk Soyma ve Doğrultma birimlerinde hazırlanan İSG performans raporlarının sayısı”	[12, 14, 16, 18, 23]

**Tablo 3.** Analizde kullanılacak veriler

	İSG politikası hakkında yeterli bilgisi olan çalışanların yüzdesi (I <sub>1</sub> )	Birimlerde yerine getirilen risk ölçümlerinin sayısı/yıl (I <sub>2</sub> )	Üst yönetimin katıldığı İSG toplantılarının sayısı/yıl (I <sub>3</sub> )	İSG ihlallerinin sayısı/yıl (I <sub>4</sub> )	Güvenli olmayan faaliyetler nedeniyle meydana gelen kazaların sayısı (I <sub>5</sub> )	Gerçekleştirilen denetimlerin sayısı/yıl (I <sub>6</sub> )	Birimlerce düzenlenen İSG performans raporlarının sayısı/yıl (I <sub>7</sub> )
2014	0,50	3	3	60	55	8	6
2015	0,60	4	3	60	55	9	7
2016	0,60	4	4	45	40	9	9
2017	0,70	5	5	45	36	10	10
2018	0,75	6	5	30	20	12	12

Tablo 3’te sunulan veriler, Denklem 2 ve 7’de verilen *D* karar matrisini oluşturmaktadır. Bu uygulamaya ilişkin *D* karar matrisi aşağıda verilmiştir:

$$D = \begin{matrix} & I_1 & I_2 & I_3 & I_4 & I_5 & I_6 & I_7 \\ \begin{matrix} 2014 \\ 2015 \\ 2016 \\ 2017 \\ 2018 \end{matrix} & \left[ \begin{array}{cccccc} 0,50 & 3 & 3 & 60 & 55 & 8 & 6 \\ 0,60 & 4 & 3 & 60 & 55 & 9 & 7 \\ 0,60 & 4 & 4 & 45 & 40 & 9 & 9 \\ 0,70 & 5 & 5 & 45 & 36 & 10 & 10 \\ 0,75 & 6 & 5 & 30 & 20 & 12 & 12 \end{array} \right] \end{matrix} \quad (14)$$

## A. ENTROPY YÖNTEMİ İLE GÖSTERGE AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ

Gösterge ağırlıkları, Tablo 3’de sunulan veriler kullanılarak Entropy Yöntemi yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Öncelikle, her bir  $j$  göstergesinin sonucu olan ve bir ortalama olarak ifade edilen  $P_{ij}$  değeri denklem 3 kullanılarak hesap edilmiş ve Tablo 4’te sergilenmiştir.

**Tablo 4.** Her bir  $j$  göstergesinin sonucu olan  $P_{ij}$  değerleri

$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{14}$	$P_{15}$	$P_{16}$	$P_{17}$
0,1587	0,1364	0,1500	0,2500	0,2670	0,1667	0,1364
$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$	$P_{24}$	$P_{25}$	$P_{26}$	$P_{27}$
0,1905	0,1818	0,1500	0,2500	0,2670	0,1875	0,1591
$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$	$P_{34}$	$P_{35}$	$P_{36}$	$P_{37}$
0,1905	0,1818	0,2000	0,1875	0,1942	0,1875	0,2045
$P_{41}$	$P_{42}$	$P_{43}$	$P_{44}$	$P_{45}$	$P_{46}$	$P_{47}$
0,2222	0,2273	0,2500	0,1875	0,1748	0,2083	0,2273
$P_{51}$	$P_{52}$	$P_{53}$	$P_{54}$	$P_{55}$	$P_{56}$	$P_{57}$
0,2381	0,2727	0,2500	0,1250	0,0971	0,2500	0,2727

İkinci adımda,  $j$  göstergesinin sonuçlarının taşıdığı bilgi içeriği olan Entropy  $E_j$  değeri denklem 4 aracılığıyla bulunmuş ve Tablo 5’te verilmiştir.

**Tablo 5.**  $j$  göstergesinin Entropy değeri olan  $E_j$  değerleri

$E_1$	0,9940
$E_2$	0,9834
$E_3$	0,9843
$E_4$	0,9822
$E_5$	0,9660
$E_6$	0,9940
$E_7$	0,9816

Bir sonraki aşamada, bilgi farklılığının düzeyini ortaya koyan  $d_j$  değerleri denklem 5 kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 6’da sunulmuştur.

**Tablo 6.** Bilgi farklılığının düzeyini ortaya koyan  $d_j$  değerleri

$d_1$	0,0060
$d_2$	0,0166
$d_3$	0,0157
$d_4$	0,0178
$d_5$	0,0340
$d_6$	0,0060
$d_7$	0,0184



Son olarak, gösterge ağırlıklarını oluşturan  $w_j$  değerleri, denklem 6 yardımıyla bulunmuş ve Tablo 7’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

**Tablo 7.** Gösterge ağırlıklarını sergileyen  $w_j$  değerleri

$w_1$	0,0524
$w_2$	0,1451
$w_3$	0,1370
$w_4$	0,1552
$w_5$	0,2971
$w_6$	0,0526
$w_7$	0,1606

Tablo 7’ye göre en önemli göstergeler 0,2971 ve 0,1606  $w_j$  değerleri ile  $I_5$  (Güvenli olmayan faaliyetler nedeniyle meydana gelen kazaların sayısı/yıl) ve  $I_7$  (Birimlerce düzenlenen İSG performans raporlarının sayısı/yıl)’dır. Tablo 7’ye göre en az önemli olan gösterge 0,0524 ile  $I_1$ ’dir (İSG politikası hakkında yeterli bilgisi olan çalışanların yüzdesi).

## B. TOPSIS YÖNTEMİ İLE İSG PERFORMANS DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu bölümde, TOPSIS Yöntemi’nden yararlanarak firmanın 2014-2018 yıllarına ilişkin İSG performans karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırma, ilgili bölümde ayrıntıları verilen Tablo 3’teki veriler esas alınarak yapılacaktır.

Dördüncü Bölüm’de sergilenen TOPSIS çözüm algoritmasında yer alan 8-13 denklemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar; Tablo 8, 9, 10, 11 ve 12’de verilmiştir.

TOPSIS’e temel olacak  $D$  Karar Matrisi aşağıda verilmektedir:

$$D = \begin{matrix} & I_1 & I_2 & I_3 & I_4 & I_5 & I_6 & I_7 \\ \begin{matrix} 2014 \\ 2015 \\ 2016 \\ 2017 \\ 2018 \end{matrix} & \left[ \begin{array}{cccccc} 0,50 & 3 & 3 & 60 & 55 & 8 & 6 \\ 0,60 & 4 & 3 & 60 & 55 & 9 & 7 \\ 0,60 & 4 & 4 & 45 & 40 & 9 & 9 \\ 0,70 & 5 & 5 & 45 & 36 & 10 & 10 \\ 0,75 & 6 & 5 & 30 & 20 & 12 & 12 \end{array} \right] \end{matrix} \quad (15)$$

İlk adımda,  $D$  karar matrisi ve denklem 8 kullanılarak normalleştirilmiş karar matrisi elde edilmiş ve Tablo 8’de sunulmuştur.

**Tablo 8.** Normalleştirilmiş karar matrisi  $R$ ’nin değerleri

$r_{11}$	$r_{12}$	$r_{13}$	$r_{14}$	$r_{15}$	$r_{16}$	$r_{17}$
0,3516	0,2970	0,3273	0,5443	0,5689	0,3690	0,2963
$r_{21}$	$r_{22}$	$r_{23}$	$r_{24}$	$r_{25}$	$r_{26}$	$r_{27}$
0,4219	0,3961	0,3273	0,5443	0,5689	0,4151	0,3457
$r_{31}$	$r_{32}$	$r_{33}$	$r_{34}$	$r_{35}$	$r_{36}$	$r_{37}$
0,4219	0,3961	0,4364	0,4082	0,4138	0,4151	0,4445
$r_{41}$	$r_{42}$	$r_{43}$	$r_{44}$	$r_{45}$	$r_{46}$	$r_{47}$
0,4922	0,4951	0,5455	0,4082	0,3724	0,4613	0,4939
$r_{51}$	$r_{52}$	$r_{53}$	$r_{54}$	$r_{55}$	$r_{56}$	$r_{57}$
0,5274	0,5941	0,5455	0,2722	0,2069	0,5535	0,5926

Sonraki aşamada Denklem 9'dan yararlanılarak Tablo 9'da verilen ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi hesaplanmıştır.

**Tablo 9.** Ağırlıklı normalleştirilmiş V karar matrisi

$V_{11}$	$V_{12}$	$V_{13}$	$V_{14}$	$V_{15}$	$V_{16}$	$V_{17}$
0,0184	0,0431	0,0449	0,0845	0,1690	0,0194	0,0476
$V_{21}$	$V_{22}$	$V_{23}$	$V_{12}$	$V_{25}$	$V_{26}$	$V_{27}$
0,0221	0,0575	0,0449	0,0845	0,1690	0,0218	0,0555
$V_{31}$	$V_{32}$	$V_{33}$	$V_{34}$	$V_{35}$	$V_{36}$	$V_{37}$
0,0221	0,0575	0,0598	0,0634	0,1229	0,0218	0,0714
$V_{41}$	$V_{42}$	$V_{43}$	$V_{44}$	$V_{45}$	$V_{46}$	$V_{47}$
0,0258	0,0718	0,0748	0,0634	0,1106	0,0243	0,0793
$V_{51}$	$V_{52}$	$V_{53}$	$V_{54}$	$V_{55}$	$V_{56}$	$V_{57}$
0,0276	0,0862	0,0748	0,0422	0,0615	0,0291	0,0952

Üçüncü aşamada, Denklem 10 kullanılarak Tablo 10'da ideal çözümü ve negatif ideal çözümü yansıtan  $A^*$  ve  $A^-$  değerleri elde edilmiştir.

**Tablo 10.**  $A^*$  ve  $A^-$  değerleri

	max	max	max	min	min	max	max
$A^*$	0,0276	0,0862	0,0748	0,0422	0,0615	0,0291	0,0952
	min	min	min	max	max	min	min
$A^-$	0,0184	0,0431	0,0449	0,0845	0,1690	0,0194	0,0476

Tablo 11'de ise denklem 11 ve 12 kullanılarak alternatiflerin ideal olanlardan ayırma ölçümleri bulunmuştur.

**Tablo 11.** Ayırma ölçümü

$S_1^*$	0,1362	$S_{1-}$	0,000
$S_2^*$	0,1293	$S_{2-}$	0,017
$S_3^*$	0,0770	$S_{3-}$	0,060
$S_4^*$	0,0579	$S_{4-}$	0,082
$S_5^*$	0,0000	$S_{5-}$	0,136

Son olarak, denklem 13 yardımıyla ideal çözüme göre yakınlık değerleri, bir başka deyişle, alternatiflerin performans değerleri hesaplanmış ve Tablo 12'de sergilenmiştir.

**Tablo 12.** İdeal çözüme göreli yakınlık değerleri

$c_1^*$	0,0000
$c_2^*$	0,1161
$c_3^*$	0,4376
$c_4^*$	0,5851
$c_5^*$	1,0000

Tablo 12'de yer alan göreceli yakınlık değerlerine göre, firmanın yıllar itibariyle İSG performans sıralaması şu şekildedir: 2018, 2017, 2016, 2015 ve 2014. Bu sonuçlar, firmanın İSG performansında bir iyileşmenin varlığına işaret etmekte ve İSG uzmanları ile DKB'nın ifade ettiği firma gelişimi ile paralellik göstermektedir. Buna karşın; tartışma bölümünde de ortaya konulacağı gibi, bu tür bir analiz firmanın İSG hedeflerine ulaşmış ve ulaşmadığını ve rakiplerine karşı karşılaştırılabilir olarak ne oranda başarılı olduğunu göstermemektedir.

## **VI. TARTIŞMA**

Bu çalışmada geliştirilen çok kriterli karar verme modeli, firma performanslarının İSG düzeyinde karşılaştırılması ve performans değerleri doğrultusunda sıralanması sürecinde kullanılmıştır. Önerilen modelin karar alma süreçlerine bazı katkıları sunabileceği öngörülmektedir. Bu model; iş sağlığı ve güvenliği performanslarının karşılaştırmalı analizlerinin yapılmasını, iş sağlığı ve güvenliği alanındaki farklı göstergelerin dikkate alınmasını, analiz sonuçlarının yıllık raporlarda kullanılması sonucunda paydaşların firma hakkında yapacakları yatırım kararlarının sağlıklı bir biçimde alınabilmesini ve sezgilere dönük karar verme sürecinin bilimsel olarak desteklenmesini mümkün kılmaktadır. [47].

ÇKKV araçları, optimum bir son cevap üretmek yerine karar verme sürecinin bileşenleri olan öğrenme ve gelişme yolculuğunun bir tamamlayıcısı olarak görülmelidirler. Bir başka deyişle, ÇKKV yöntemleri optimizasyon bağlamında ele alınmamalıdır [47] Bu nedenle, yukarıda listelenen avantajlarına karşın bu metodoloji, firmanın arzu edilen İSG performansına ulaşip ulaşmadığını sergileyememektedir.

Önerilen yöntemin bazı dezavantajları ve kullanımında dikkat edilmesi gereken birkaç nokta şu şekilde özetlenebilir: Performans analizine temel teşkil eden gösterge sayısının veriye ulaşılabilirlik endişesiyle daraltılmış olması ve modelde yer alacak göstergelerin saptanması sürecinde firma İSG yöneticilerinin temel karar vericiler olarak kabul edilmesi bu çalışmanın zayıf noktalarından biridir. Benimsenen bu yöntem, firma karar vericilerinin rekabet güçlerini kaybetme kaygısı ile bazı önemli göstergeleri karşılaştırma dışı bırakmaları olasılığını gündeme getirmektedir. Bu sorunu ortadan kaldırmak amacıyla, araştırmaya katılacak firmalarla çıkar ilişkisi içerisinde bulunmayan uzmanların gösterge seçim sürecine katılmaları ve bu performans ölçümlerinin bir yasal gereklilik haline dönüştürülerek standartlaştırılması sağlanmalıdır. Böylelikle belirlenen her bir göstergeye ilişkin verinin tutulması mümkün olacaktır.

Buna ek olarak, önerilen model ve sunulan örnek, firma bazında oluşan performans değişiminin zaman içerisinde ortaya konulmasına olanak sağlamakla birlikte firmalar arası karşılaştırmalara yer vermemektedir. Bir başka deyişle, önerilen ÇKKV modeli firmanın diğer firmalarla karşılaştırmalı olarak İSG performansı açısından kaydettiği gelişmeyi göstermez. Bu karşılaştırmaların farklı firmaların yıllara ilişkin verileri üzerinden gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Örneğin; farklı firmaların 2018, 2017, 2016, 2015 ve 2014 yıllarından birine veya birden fazlasına ilişkin verileri elde edilerek karşılaştırmalar gerçekleştirilebilir ve böylelikle firmanın diğer firmalara göre gelişim düzeyi saptanabilir. Bununla birlikte, yeni bir yıla ait veri grubu elde edildiğinde bu yeni veri de modele dâhil edilerek tekrar çözülebilir ve firmanın İSG performansı yıllar itibarıyla karşılaştırmalı olarak ortaya konulabilir.

Bu çalışmanın bir diğer sınırlılığı, yıllar itibarıyla en iyi performansı belirlemenin mümkün olmasıyla birlikte, gösterge düzeyinde firma İSG hedeflerine ulaşabilme yeterliliğinin analiz edilememesidir. Bu konuya sonuç bölümünde bir araştırma fırsatı olarak değinilecektir.

İş sağlığı ve güvenliği gibi karmaşık ve çok boyutlu bir sistemin performansının ölçülmesi, sosyal sürdürülebilirlik bağlamında daha etkin yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu araştırmada önerilen ÇKKV tabanlı model, Türkiye’de bu yönde yapılmış diğer çalışmalara yön verebilecek olması ve firmaların İSG performanslarının ölçülmesi/ karşılaştırılması sürecini kolaylaştırması potansiyeli nedeniyle literatüre katkı sağlayacaktır.

## **VII. SONUÇ**

Bu araştırmada; öncelikle iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin performansını ölçmeye yönelik bir karar aracı geliştirilmiş, izleyen bölümlerde ise Türkiye demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren bir firmadan sağlanan veriler kullanılarak elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Bu çalışmanın ana çatısını oluşturan karar aracı; performans değerlendirmesini mümkün kılacak göstergelerin belirlenmesini, bu göstergelerin Entropy aracılığıyla önem ağırlıklarının hesaplanmasını ve son olarak TOPSIS ile karşılaştırmalı bir değerlendirmenin yapılmasını içermektedir.

Tasarlanan ÇKKV modelinin kullanılması sonucunda, demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın iş sağlığı ve güvenliği performansı yıllar itibarıyla karşılaştırılmış ve bu bağlamda firmanın iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin politikalarını iyileştirmesi amacıyla kullanılabileceği bazı bulgular elde edilmiştir. Araştırmanın sonuçları şu şekildedir: Entropy sonuçlarına göre “güvenli olmayan faaliyetler nedeniyle meydana gelen kazaların sayısı” 0,2971 ağırlığıyla en önemli gösterge olarak belirlenmiştir. TOPSIS tabanlı göreceli yakınlık değerleri ise, firmanın iş sağlığı ve güvenliği performans sıralamasının 2018, 2017, 2016, 2015 ve 2014 şeklinde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgulara göre, firmanın iş sağlığı ve güvenliği performansında yıllar itibarıyla bir gelişme sağladığı görülmüş ve bu sonuçları sayısal olarak ortaya konulmasının firma İSGYS sisteminin etkinliğini ölçmek bağlamında çok önemli olduğu ifade edilmiştir. Buna ek olarak; firma DKB ve iş güvenliği uzmanları ile yapmış olduğumuz değerlendirme görüşmeleri sonunda, yıllık performans karşılaştırmalarının her bir göstergeye hedef değer atayarak, gösterge düzeyinde de yapılmasına karar verilmiştir. Bu uygulamaya 2020 yılının başında geçilmiş ve bütünlük modelin kullanıcıya dost bir karar destek sistemine dönüştürülmesi uygun bulunmuştur.

Yeni araştırma fırsatları bağlamında, sosyal sürdürülebilirliğin genel kabul gören tanımı gereği, sadece iş sağlığı ve güvenliği değil, iş tatmini çerçevesinde de bir değerlendirme yapılmalıdır. Sosyal sürdürülebilirliğin çalışan kapsamlı tek bir boyutu üzerinden değil, iş tatmini vb. diğer boyutları da dikkate alınarak analiz edilmesi önemli bir araştırma konusudur. Ulusal boyutta gerçekleştirilecek böyle bir araştırma; üretimden dağıtıma, tedarikçilerle olan ilişkilerden tedarik zinciri yönetimine, satış yönetiminden müşteri ile olan ilişkilere, insan kaynakları yönetiminden rekabete ilişkin hususlara kadar birçok konunun ele alınmasını mümkün kılarak politika yapıcılar düzeyinde de fayda sağlayacaktır. Örneğin, bir sektörel iş sağlığı ve güvenliği endeksinin oluşturulması ve endeks değerlerinin düzenli olarak ölçülmesi, iş sağlığı ve güvenliği mevzuatında yer verilmesi gereken konuların ve yapılacak düzenlemelerin belirlenmesi sürecinde önem kazanmaktadır.

Ulusal düzeyde, aynı sektörde yer alan firmaları içerecek bir İSG dayanıklılık endeksi araştırmasında; Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, sivil toplum örgütleri ve firmalar bir arada çalışmalıdır. Bu ekip çalışması yaklaşımı; sürecin bütün adımlarında, bir başka deyişle gösterge havuzunun hazırlanması, uygun göstergelerin belirlenmesi, gösterge ağırlıklarının hesaplanması, endeks modelinin seçilmesi, verilerin toplanması, modelin kullanılması, yorumlanması ve yeni politikaların geliştirilmesi aşamalarında uygulanmalıdır.

Bununla birlikte; endeks çalışmasının çıktıları üniversitelerin ilgili alanlarında, geliştirilmesi planlanan lisans ve lisansüstü programların tasarımında büyük bir yarar sağlayacaktır. Özellikle yeni bölümlerin açılması, bu bölümlerde müfredatın hazırlanması ve ders içeriklerinin belirlenmesi stratejik kararlar arasında yer almaktadır. Buna ek olarak böyle bir çalışmanın; sektörel sivil toplum örgütlerini, kurumları ve üye firmaları bir araya getirme özelliği, şimdiye kadar geliştirilememiş bir diyalog olanağını yaratma potansiyeli açısından bir fayda üretecektir.

Bir diğer araştırma fırsatı, nesnel göstergelere (ikincil verileri içeren) ek olarak öznel göstergelere (doğrudan sayısal veri içermeyen, anket yoluyla elde edilen birincil veriler) de performans analizinde yer vererek bulanık mantıktan yararlanılması ve ÇKKV analizlerini güçlendirici mahiyette uyarı sistemlerinin oluşturulmasıdır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırmalı analiz özelliği, yıllar arası en iyi performansı belirlemeyi mümkün kılmakta; buna karşın ilgili yıllara ilişkin sonuçların firma İSG hedeflerine gösterge düzeyinde ulaşılma düzeyleri hakkında bir bilgi sunmamaktadır. Bu nedenle, gerçekleştirilen kapsamlı ÇKKV analizine ek olarak, kontrol amaçlı bir uyarı sisteminin geliştirilmesi, doğru firma politikalarının belirlenmesi açısından gereklidir. Bu uyarı sistemi, her gösterge için bağımsız bir şekilde programlanabilir (kodlanabilir) ve farklı uyarı ifadelerini içerebilir. Örneğin; ençoklaştırılması amaçlanan belli bir gösterge, kendisi için belirlenen alt eşik değerine ulaştığında, sistem “DİKKAT” veya “ACİL” ibaresini üretebilecek ve bu uyarı İSG uzmanlarının sistemine yansıtacaktır. Bu uyarıyı alan İSG uzman grubu, gösterge ile ilgili gerekli önlemleri planlayarak uygulayacak ve bir geliştirme süreci sonucunda, göstergenin bir dahaki ölçüm değerinin “İYİ” ibaresine dönüşmesi sağlanabilecektir.

## **VIII. KAYNAKLAR**

- [1] K. Hakkinen, "Safety Management: From Basic Understanding Towards Excellence," *Integrated Occupational Safety and Health Management*, Switzerland: Springer, 2015, ss. 7-15.
- [2] M. Erol, "Occupational health and work safety systems in compliance with Industry 4.0: research direction," *International Journal of E-business and E-government Studies*, c. 11, s. 2, ss. 119-133, 019.
- [3] J. Harrison ve Dawson. L, "Occupational health: meeting the challenges of the next 20 years," *Safety and Health at Work*, c. 7, ss. 143-149, 2016.
- [4] G. Serin ve M.T. Çuhadar, "İş Güvenliği ve Sağlığı Yönetim Sistemi," *SDÜ Teknik Bilimler Dergisi*, c. 5, s. 2, ss. 44-59, 2015.
- [5] P. Drucker, *Out of Crisis. The MIT Press*, New York, 2000.
- [6] C. Redinger, "Occupational Health and Safety Management Systems," *Occupational Health and Safety Management Systems*, CRC Press Taylor and Francis Group, 2019, ss. 79-93.
- [7] T. Akpınar ve E. Öğütoğulları, "OHSAS 18001 iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi," *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences*, c. 2, s. 3, ss. 97-104, 2016.
- [8] A. R. A. Hamid, B. Singh, W.Z.W Yusof, ve A.K.T. Yang, "Integration of safety, health and environment and quality management system in construction: a review," *Jurnal Kejuretaan Awam*, c. 16, s. 1, ss. 24-27, 2004.
- [9] E. Kwegyir-Afful, R. Addo-Tenkorang, J. Kantola, "Effects of Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS) Standard: A Study on Core Competencies Building and Organizational Learning," *Advances in Human Factors, Business Management and Leadership*, Stockholm, Switzerland: Springer, 2018, ss. 395-405.
- [10] M.G. Erdoğan, *ISO 45001*, (8 Aralık, 2015). [Çevrimiçi]. Erişim: [https://web.itu.edu.tr/erdoganmahm/documents/iso\\_45001.pdf](https://web.itu.edu.tr/erdoganmahm/documents/iso_45001.pdf) Erişim Tarihi: 3 Ekim, 2019.
- [11] E. Bottani, L. Monica ve G. Vignali, "Safety management systems: Performance differences between adopters and non-adopters," *Safety Science*, c. 47, ss. 155-162, 2009.
- [12] D. Podgorski, "Measuring operational performance of OSH management system: a demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators," *Safety Science*, c. 73, ss. 146-166, 2015.
- [13] S. Sultana, B.S. Andersen ve S. Haugen "Identifying safety indicators for safety performance measurement using a system engineering approach," *Process Safety and Environmental Protection*, c. 128, ss. 107-120, 2019.
- [14] I. Mohammadfam, M. Kamalinia, M. Momeni, R. Golmohammadi, Y. Hamidi ve A. Soltanian, "Developing an integrated decision making approach to assess and promote the effectiveness of occupational health and safety management systems," *Journal of Cleaner Production*, c. 127, ss. 119-133, 2016.
- [15] A. J. Haas ve P. Yorion, "Exploring the state of health and safety management system performance measurement in mining organizations," *Safety Science*, c. 83, s. March, ss. 48-58, 2016.

- [16] I. Mohammadfam, M. Kamalinia, M. Momeni, R. Golmohammadi, Y. Hamidi ve A. Soltanian, "Evaluation of the quality of occupational health and safety management systems based on key performance indicators in certified organizations," *Safety and Health at Work*, c. 8, ss. 156-161, June, 2017.
- [17] L. Yan, L. Zhang, W. Liang, W. Li ve M. Dub, "Key factors identification and dynamic fuzzy assessment of health, safety and environment performance in petroleum enterprises," *Safety Science*, c. 94, ss. 77-84, 2017.
- [18] U. H. Inan, S. Gül, ve H. Yılmaz, "A multiple attribute decision model to compare the firms' occupational health and safety management perspectives," *Safety Sciences*. c. 91, ss. 221-231, 2017.
- [19] E. Engüren, ve T. Koç, S, "İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları performans değerlendirme ölçeği: geçerlik ve güvenilirlik çalışması," *Sosyal Güvenlik Dergisi*, c. 5, no. 2, ss. 124-144, 2015.
- [20] A. Ediz, A. Yıldızbaşı ve E. Baytemur, "İş Sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi performans göstergelerinin Ahp ile değerlendirilmesi," *International Journal of Social Science*, c. 62, ss. 275-294, December, 2017.
- [21] B. Render ve R. Stair, *Quantitative Analysis for Management*, 4th ed., Allyn and Bacon, Massachusetts, USA.
- [22] J. Mc Glade, "Foreword: Finding the Right Indicators for Policymaking," *Sustainability Indicators: A Scientific Assessment*, Washington DC, USA: Scope, 2007, ss. 1-24.
- [23] British Standards Institution (BSI), Occupational health and safety management systems requirements, (2018). [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.bsigroup.com/en-GB/Occupational-Health-and-Safety-ISO-45001/> Erişim Tarihi: 18 Ekim, 2019.
- [24] B. D. Rouyendegh, "Developing AHP and Intuitionistic Fuzzy TOPSIS Methodology," *Technical Gazette*, c. 21 no. 6, ss. 1313-1319, 2014.
- [25] B. D. Rouyendegh, U. Baç ve T. E. Erkan, "Sector Selection for ERP Implementation to Achieve Most Impact on Supply Chain Performance by using AHP-TOPSIS Hybrid Method," *Technical Gazette*, c. 21 s. 5, ss. 933-937, 2014.
- [26] B. D. Rouyendegh ve T. E. Erkan, "Selection the Best Supplier Using AHP Method," *African Journal of Business Management*, c. 6, s. 4, ss. 1454-1462, 2012.
- [27] B. D. Rouyendegh ve T. E. Erkan, "ERP System Selection by AHP Method: Case Study from TURKEY," *International Journal of Business and Management Studies*, c. 3, ss. 39-48, 2011.
- [28] L. G. Vargas, "An Overview of the Analytic Hierarchy Process and Its Applications," *European Journal of Operational Research*, c. 48, ss. 2-8, 1990.
- [29] A. Sopadang, B. Cho, and M. Leonard, "Development Of The Hybrid Weight Assessment System for Multiple Quality Attributes," *Quality Engineering*, c.15 ss. 75-89, 2002.
- [30] C. E. Shannon and W. Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, The University of Illinois Press, Urbana, 1947.
- [31] P. Nijkamp, "Stochastic Quantitative and Qualitative Multi-criteria Analysis for environmental Design," *Papers of the Regional Science Association*, c. 39, ss. 175-199, 1977.

- [32] M. Zeleny, *Linear Multi-objective Programming*, Springer-Verlag, Berlin: Heidelberg, New York, 1974.
- [33] H. Tang, Y. Shi ve P. Dong, “Public blockchain evaluation using entropy and TOPSIS,” *Expert Systems With Applications*, c. 117, ss. 204-210, 2019.
- [34] Y. Cui, P. Feng, J. Jin, ve L. Liu, “Water Resources Carrying Capacity Evaluation and Diagnosis Based on Set Pair Analysis and Improved the Entropy Weight Method,” *Entropy*, c. 20, ss. 1-20, 2018.
- [35] T. Maruyama, T. Kawachi ve V. P. Singh, “Entropy-based assessment and clustering of potential water resources availability,” *Journal of Hydrology*, c. 309, ss. 104–113, 2005.
- [36] C. Hwang ve K. Yoon, “Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications,” *Springer Verlag*, c. 186, 1981.
- [37] Q. Xu, Z. G. Hu ve Q. Liu, “Multi-objective decision analysis of diversion standards based on entropy,” *China Rural Water and Hydropower*, c. 8, ss. 45-47, 2004.
- [38] A. Alimoradi, R. M. Yussuf ve N. Zulkifli, “A hybrid model for remanufacturing facility location problem in a closed-loop supply chain,” *International Journal of Sustainable Engineering*, c. 4, ss. 16–23, 2011.
- [39] M. Amiri, M. Zandieh, R. Soltani ve B. Vahdani, “A hybrid multi-criteria decision-making model for firms competence evaluation,” *Expert Systems with Applications*, c. 36, ss. 12314–12322, 2009.
- [40] M. P. Amiri, “Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods,” *Expert Systems with Applications*, c. 37, ss. 6218–6224, 2010.
- [41] Ö. Uzun, O. Eski ve C. Araz, “Determining the parameters of dual-card kanban system: An integrated multi criteria and artificial neural network methodology,” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, c. 38, ss. 965–977, 2008.
- [42] A. Awasthi, S. S. Chauhan ve S. K. Goyal, “A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty,” *Mathematical and Computer Modeling*, c. 53, ss. 98–109, 2011.
- [43] Y. Deng ve F. T. S. Chan, “A new fuzzy dempster MCDM method and its application in supplier selection,” *Expert Systems with Applications*, c. 38, ss. 9854–9861, 2011.
- [44] T. C. Chu ve Y. C. Lin, “A fuzzy TOPSIS method for robot selection,” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, c. 21, ss. 284–290, 2003.
- [45] C. H. Yeh, “The Selection of Multi-attribute Decision Making Methods for Scholarship Student Selection,” *International Journal of Selection and Assessment*, c. 11, ss. 289-296, 2003.
- [46] İhracat Genel Müdürlüğü Maden, Metal ve Orman Ürünleri Dairesi, Demir Çelik Sektör Raporu (2018) [Çevrimiçi] Erişim: [https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Demir\\_Celik\\_Demir\\_Celikten\\_Esya.pdf](https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Demir_Celik_Demir_Celikten_Esya.pdf) Erişim Tarihi: 11 Ağustos, 2019.
- [47] V. Belton ve T. J. Stewart, *Multi-Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Kluwer Academic Publishers, USA, 2002.