

PAPER DETAILS

TITLE: AHS VE SWARA YÖNTEMLERİ İLE YEM SEKTÖRÜNDE İS SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
KRİTERLERİNİN AĞIRLIKLANDIRILMASI

AUTHORS: Asir ÖZBEK,Emel EROL

PAGES: 51-66

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/610996>

Özbek A., & Erol E. (2018). AHS ve SWARA yöntemleri ile yem sektöründe iş sağlığı ve güvenliği kriterlerinin ağırlıklandırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Aralık 2018, 20(2), 51-66.

AHS VE SWARA YÖNTEMLERİ İLE YEM SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KRİTERLERİNİN AĞIRLIKLANDIRILMASI

AŞIR ÖZBEK¹, EMEL EROL²

ÖZ

Günümüzde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının çoğalması ile birlikte iş sağlığı ve güvenliğine verilen önem artmıştır. Önceden üzerinde yeterince durulmayan bu konunun son yıllarda önem kazanması, hem işvereni hem de çalışanları uyum sağlama sürecine zorlamıştır. Ancak her ne kadar sıkıntılar oluşsa da iş sağlığı ve güvenliği kültürünün oluşması, çalışan ve işveren için avantajlar sağlayacak, işletmelerdeki iş kazası ve meslek hastalığı oranlarını düşürecektir.

Bu çalışmada; uzmanlar tarafından yem sektöründe faaliyette bulunan işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği konusunda dikkat edilmesi gereken 11 adet kriter belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıkları, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Böylece iş sağlığı ve güvenliği konusunda; başta işverenler olmak üzere konunun taraflarının öncelikli olarak hangi kriterlere daha çok önem vermeleri gerektiği belirlenmiştir. Değerlendirme neticesinde her iki yöntemin de benzer sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Süreci, İş sağlığı ve güvenliği, SWARA

JEL Kodları: C35, C44, D81

WEIGHTING OF THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY CRITERIA IN THE FEED SECTOR USING AHS AND SWARA METHODS

ABSTRACT

With the increase in occupational accidents and occupational diseases, the importance given to occupational health and safety has increased. The importance of this issue, which has not been dealt with in the past, has forced both the employer and the employees to an adaptation process. However, even if there are problems, the formation of a culture of occupational health and safety will provide benefits for the employees and the employer and will reduce the rate of occupational accidents and occupational diseases in enterprises.

In this study; 11 criteria were determined by the experts regarding the occupational health and safety in enterprises operating in the feed sector. The weights of the criteria were evaluated by the Multi-Critical Decision Making (MCDM), Analytical Hierarchy Process (AHS) and Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) methods. Thus, in terms of occupational health and safety, the criteria that should be given more importance by the parties, especially by the employers were determined. Both evaluations showed similar results.

Keywords: Multi Criteria Decision Making, Analytic Hierarchy Process, Occupational health and safety, SWARA

JEL Codes: C35, C44, D81

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale MYO, Bil. Tek. Bölümü, ozbek@kku.edu.tr -
ORCID: 0000-0003-2753-5147

2 Kırıkkale Üniversitesi, İşletme ABD, Yüksek Lisans Öğrencisi, emeel_90@hotmail.com -
ORCID: 0000-0001-6106-9720

GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği konusu günümüzde daha da önemli bir hale gelmiştir. Ancak uygulama geçmişinin kısa olması nedeniyle bu kültürün tam olarak oluştuğu söylenemez. İş güvenliği kültürünün oluşması için bu konunun taraflarının üzerine düşeni yerine getirmesi gerekmektedir. Bu durumda en önemli görev başta işverenlere düşmektedir. İşverenlerin kılavuzu; iş güvenliği uzmanı; iş güvenliği uzmanının kılavuzu kanun, yönetmelik, gerçekleşen ve gerçekleşmesi olası iş kazalarıdır.

İş sağlığı ve güvenliği denildiğinde öncelikli olarak çalışanların, sağlıklı ve güvenilir bir ortamda üretim gerçekleştirebilmesidir. Bu süreçte işveren ve iş yeri de korunmalı ve aradaki denge iyi sağlanmalıdır. Burada bahsedilen denge faktörünü aslında iş güvenliği uzmanı olarak tanımlamak mümkündür. Doğru tespitler ile yerinde ve zamanında müdahaleler, iş güvenliğinin önemli adımları arasında yer almaktadır.

Literatürde iş sağlığı ve güvenliğine yönelik olarak bir çok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Yapılan bu çalışmalardan bazılarında burada yer verilmiştir. Aybek vd. (2003), yaptıkları çalışmada kamu kurumlarında çalışan teknik personelin ve bunların yönetiminde çalışan işgücünün iş kazası geçirme nedenleri ve kazaların önlenmesine yönelik olarak bir dizi öneride bulunmuşlardır. Yardım vd. (2007), 2000 ve 2005 yılları arasında Türkiye'de iş kazaları ve meslek hastalıkları sebebi ile gerçekleşen ölüm hızlarını incelemişlerdir. Camkurt (2007), yaptığı çalışmada iş kazalarının nedenleri arasında yer alan "işyeri çalışma sistemi", "ergonomik yapı" ve "işyeri fiziksel faktörleri" üzerinde durmuştur. Tozkoparan ve Taşoğlu (2011), iş sağlığı ve güvenliği konusunu kavramsal olarak inceledikten sonra, İzmir ilinde faaliyet gösteren orta ve büyük ölçekli 6 işletmede, toplam 400 mavi yakalı çalışanı ele alarak çalışmalarını değerlendirmişlerdir. Korkmaz ve Avsallı (2012), 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununu detaylı olarak incelemişlerdir. Tulukcu (2012), yaptığı çalışmada iş sağlığı ve güvenliğinin önemini ele almıştır. Akpınar ve Çakmakkaya (2014), yaptıkları çalışmada iş sağlığı ve güvenliği açısından işverenlerin risk değerlendirme yükümlülüğü konusunu ele almışlardır. Ergüt (2015), işletmelerde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanmasında önleyici uygulamaların önemini teorik olarak ele almıştır. Ay (2016), iş sağlığında eğitimin önemini açıklayan bir araştırma yapmıştır.

Bu çalışma ile yem sektöründe faaliyette bulunan ve Kırıkkale Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan 3 farklı işletmede iş sağlığı ve güvenliği konusunda, çalışanların, öncelikle hangi kriterlere daha çok dikkat etmeleri gerektiği Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerini temel alan bir uygulama ile belirlenmeye çalışılmıştır. Bu süreçte uygulamanın öngördüğü şekilde yem firmalarından bağımsız olarak iş sağlığı ve güvenliği konusunda faaliyetlerini sürdüren bir işletmenin 3 farklı uzmanı tarafından kriterler belirlenmiş ve bu kriterler Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) yöntemleri ayrı ayrı ile değerlendirilmiştir. Son olarak iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın amacı iş sağlığı ve güvenliği kültürünün oluşmasına yardımcı olabilmek, belirlenen sektörde başlıca dikkat edilmesi gereken öncelikli kriterlere dikkat çekmek ve çalışanları bilinçlendirmektir. İş sağlığı ve güvenliği alanında kriterlerin ağırlıklandırılmasına yönelik olarak daha önce AHS-SWARA yöntemlerini temel alan bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile yem sektöründe kriterlerin ağırlıklandırılması için iki farklı yöntemden herhangi birisinin kullanılabileceği gösterilmiştir. Bu çalışmanın yapılan bu uygulama ile literatüre katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Çalışma, giriş bölümü ile birlikte dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde AHS ve SWARA yöntemleri tanıtılmıştır. İkinci bölümde ise AHS ve SWARA yöntemlerini temel alan uygulama anlatılmıştır. Üçüncü bölümde yöntemlerin uygulanması neticesinde ortaya çıkan bulgulara yer verilmiştir. Son bölümde ise yapılan çalışma değerlendirilmiş ve bu konuda gelecekte çalışacak araştırmacılara öneriler sunulmuştur.

1. YÖNTEM

Çalışmada kullanılan AHS ve SWARA yöntemleri bu bölümde teorik olarak kısaca tanıtılmış ve uygulama adımları detaylandırılmadan açıklanmıştır.

1.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

AHS, Saaty tarafından 1977 yılında, karmaşık problemlerin çözümü için geliştirilmiş olan ve en yaygın olarak kullanılan ÇKKV yöntemidir (Özbek ve Eren, 2013a:181). AHS, problemi her biri en az bir faktörden oluşan hiyerarşik bir yapı ile tanımlamaktadır. Hiyerarşinin en üst seviyesinde amaç, bir alt seviyesinde ana kriterler ve ana kriterlerin altında varsa alt kriterler yer almaktadır (Saaty, 1994:70). Bu yapıya göre alt seviyedeki bir kriter, üst seviyedeki bir kriteri etkilemektedir. Etkileme oranı, kriterlerin bir üst faktöre göre ikili olarak karşılaştırmalar yoluyla belirlenmektedir (Saaty, 1994:71).

AHS uygulamasında hiyerarşik yapının oluşturulmasının ardından, kriterlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için her bir düzeydeki kriterin, aynı düzeydeki diğer kriterlerle amaç dikkate

alınarak ikili olarak karşılaştırılması ile ikili karşılaştırma matrisi olarak tanımlanan karar matrisi oluşturulur (Özbek ve Erol, 2016:97, Özbek, 2017:78). Bu matrislerin oluşturulmasında Saaty tarafından önerilen ve Tablo 1’de verilen karşılaştırma ölçeği kullanılır (Saaty, 1994:71).

Tablo 1. Karşılaştırma Ölçeği

Önemi	Tanım	Açıklama
1	Eşit öneme sahip	Her iki seçenek eşit değerde öneme sahiptir
3	Biraz önemli	Bir faktör diğerine göre biraz daha önemli sayılmıştır
5	Fazla önemli	Bir faktör diğerine göre çok daha önemli sayılmıştır
7	Çok fazla önemli	Faktör diğer faktöre göre kesinlikle çok fazla önemli sayılmıştır
9	Son derece önemli	Bir faktörün diğerine göre son derece önemli olduğu çeşitli bilgilere dayandırılmıştır.
2, 4, 6, 8	Ara dereceler	Gerektiğinde kullanılabilecek ara değerler.

AHS, bir dizi ÇKKV problemlerinin çözümünde başarılı şekilde uygulanmıştır. Son yıllarda şu çalışmalar literatürde yer almıştır (Özbek, 2017:75-77).

Barker ve Zabinsky (2011), tersine lojistik alanında; Özbek ve Eren (2013b), üçüncü parti lojistik firma seçiminde; Sadeghi ve Ameli (2012), İran'daki sosyoekonomik alt sektörler arasındaki enerji sübvansiyonunun en uygun şekilde dağıtımında; Özbek ve Selvi (2014), meslek yüksekokullarında yönetici kriterlerini değerlendirmede; Longaray vd. (2015), dış kaynak kullanımı yoluyla sağlanan hizmetlerin kalitesini ölçmede; Özbek (2015a), akademik birim yöneticilerin seçiminde; Dhir vd. (2015), İngiltere’de altyapı projesi için en uygun demiryolu araçları üreticisini belirlemede; Kurşunoğlu ve Önder (2015), yer altı kömür madeninin havalandırması için fan seçiminde; Özbek (2015b), kamu bankalarının performansını ölçmede; Park ve Cho (2016), LNG tesislerinde uygun bir azot ayırma yöntemini belirlemede; Wang vd. (2016) Çin’in Henan bölgesinde 2020 yılına kadar hedeflenen enerji tüketiminin kontrolünde; Ömürbek vd. (2016), yapı denetim firmalarını değerlendirmede; Jagtap ve Bewoor (2017), termik santral ekipmanlarının "bakım maliyeti", "çevre ve güvenlik", "ekipmanın arızalanmasının elektrik üretimine etkisi" ve "arıza sıklığı" faktörlerine göre kritik analizinde; Kim vd. (2017), Kore’de turizm işletmecileri ve öğrenciler arasındaki temel yeterliliklerdeki algısal farklılıkları belirlemede; Doljak ve Stanojević (2017), Sırbistan’daki zemine monte edilen fotovoltaiik enerji santrallerinin yer seçiminde; Sagbansua ve Balo (2017), en iyi rüzgar türbini belirlemede; Kurşunoğlu vd. (2017), caldag laterit nikel cevheri için uygun bir süzme yöntemini seçmede; Ren ve Lützen (2017), taşımacılıkta en uygun enerji kaynağının belirlemede; Lucas vd. (2017), bilgi ve iletişim teknolojileri öğretmen eğitimi atölye çalışmasında; AHS yöntemini tek başına ya da diğer yöntemlerle birlikte birleşik olarak kullanmışlardır.

AHS İşlem Adımları

Adım 1: Hiyerarşinin oluşturulması. Problemin çözülmesi için amaç, kriterler ve seçenekler belirlendikten sonra hiyerarşinin doğru olarak oluşturulması ve çözüme yönelik en uygun yapının belirlenmesi gerekir. Bu aşamada yanlış ya da eksik belirlenen kriterler veya hiyerarşik yapı, problemin çözümünü en baştan imkansız hale getirir.

Adım 2: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken hiyerarşideki basamaklarda yer alan kriterler kullanılır. Kriterler, hiyerarşide bir üst basamakta bulunan faktöre göre amaç dikkate alınarak birbiriyle karşılaştırılır. Bu karşılaştırmalar sonunda ikili karşılaştırma matrisi olarak tanımlanan matris elde edilir. Matrisler, Saaty (1994:26) tarafından önerilen Tablo 1’de gösterilen 1-9 karşılaştırma ölçeği kullanılarak oluşturulur.

Karşılaştırmalar, ikili karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan elemanları için yapılır. a_{ij} , i. kriter ile j. kriterin ikili karşılaştırma değeri olarak gösterilecek olursa, a_{ji} değeri, $1/a_{ij}$ eşitliğinden elde edilir. Bu özelliğe, karşılık olma özelliği denir (Saaty, 1994:27). İkili karşılaştırma matrisleri Eşitlik (1) de gösterildiği gibi $n \times n$ boyutlu bir kare matristir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 3: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi. Bu aşamada bütün kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanır. İlk olarak matris normalleştirilir. Matrisin normalleştirilmesinde Eşitlik (2) kullanılır. Daha sonra kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması için (3) numaralı Eşitlik uygulanır.

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

$$w_i = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{j=1}^n a'_{ij} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Adım 4: Matrisin tutarlılığının hesaplanması. Matrisler oluşturulduktan sonra tutarlılığının belirlenmesi gerekir. Tutarlılık oranının (TO) 0,10'dan az olması, matrisin tutarlı olduğunu anlamına gelir. Aksi halde matris tutarsız olarak değerlendirilir. Matrisin tutarsız olduğu durumlarda matrisler farklı değerlerle yeniden oluşturulmalıdır. TO'nun hesaplanabilmesi için tutarlılık indeksi (TI) olarak tanımlanan katsayının hesaplanması gerekir. Eşitlik (4) ile TI'nin hesaplama süreci verilmiştir.

$$TI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

TI değerini hesaplayabilmek için ilk önce özdeğer olarak nitelendirilen $\lambda_{\max}$ değerinin bilinmesi gerekir. Özdeğer, (5) numaralı Eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \right] \quad (5)$$

Ayrıca tutarlılığı değerlendirebilmek için bilinmesi gereken bir başka değer de rassal indeks (RI) olmaktadır. Her bir matris boyutu n sayısına karşılık gelen RI değeri Tablo 2'de verilmiştir. TI ve RI belirlendikten sonra TO, (6) numaralı Eşitlik yardımı ile elde edilir.

Tablo 2. Rassal İndeks Değerleri

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

$$TO = \frac{TI}{RI} \quad (6)$$

54

Birden çok karar vericinin sürece katıldığı durumlarda; her bir karar verici, kriterleri ikili olarak karşılaştırır. Buna bağlı olarak karar verici sayısı kadar ikili karşılaştırma matrisi ortaya çıkar. Karar vericiler tarafından oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin geometrik ortalaması alınarak nihai matris yani başlangıç matrisi elde edilir. Burada önemli olan başlangıç matrisi olarak ele alınacak birleştirilmiş matrisin TO değerinin %10'un altında olmasının sağlanmasıdır.

1.2. SWARA Yöntemi

Türkçesi "Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi" olarak tercüme edilebilen SWARA yöntemi, Keršulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından 2010 yılında geliştirilmiş ve bugüne kadar bir çok problemin çözümünde uygulanmış, basit ve uzmanlarla birlikte çalışmaya oldukça uygun olan ÇKKV yöntemidir (Keršulienė, vd. 2011:652; Özбек, 2017:43).

Bu yöntemde ilk olarak kriterler, karar verici tarafından önem sırasına göre azalan düzende sıralanır. Sürece birden çok karar vericinin katıldığı durumda; her bir karar verici kriterleri önem sırasına göre azalan düzeyde sıralar. Buna bağlı olarak karar verici sayısı kadar kriter sıralaması ortaya çıkar. Grup kararı uygulamasında genel basit sıralama, karar vericilerin belirledikleri kriter sıralamalarının geometrik ortalaması alınarak belirlenir (Zolfani, vd. 2013:158-159). Kriterlerin genel sıralamasından sonra karar vericiler tarafından kriterlerin ikili olarak karşılaştırılması yapılır. Genel sıralamadaki kriterlerin karşılaştırılmasını her bir karar verici münferit olarak gerçekleştirir. Karar vericilerin kriter karşılaştırmaları sonrası parametreler hesaplanarak kriterlerin ağırlıkları belirlenir. Neticede karar verici sayısı kadar öncelik vektörleri ortaya çıkar (Keršulienė & Turskis, 2011:654). Son adım olarak her bir kriterin öncelik değerinin geometrik ortalaması alınarak nihai genel öncelik değerleri elde edilir.

SWARA yöntem ile yapılan bir çok çalışmayı literatürde görmek mümkündür. Örneğin mimar seçiminde (Keršulienė & Turskis, 2011:645-666), ürün tasarımında (Zolfani vd., 2013:153-166), tedarikçi seçiminde (Alimardani vd., 2013:533-548), Türkiye'de faaliyette bulunan faktöring şirketlerinin değerlendirilmesinde (Özbek, 2018a:25-93), personel seçiminde (Zolfani ve Banihashemi, 2014:191-198; Karabašević vd. 2016:1-11), lojistik sektöründe faaliyet gösteren firmaların analizinde (Özbek ve Demirkol, 2018:71-86), ambalaj tasarım yöntemini belirlemede (Stanujkic, 2015:181-187), sera yeri tespitinde (Kouchaksaraei vd., 2015:111-122), yüksek teknoloji sanayinin önceliğini planlamada (Ghorshi Nezhad vd., 2015:1111-1137), sürdürülebilir üçüncü parti ters lojistik sağlayıcı seçiminde (Mavi vd., 2017:2401-2418) ve FORTUNE 500

listesinde yer alan lojistik işletmelerinin değerlendirilmesinde (Özbek, 2018b:13-26); kentsel dönüşümde müteahhit seçiminde (Çakır, 2017:79-95); tedarikçi seçim probleminde (Adalı ve Işık, 2017:56-77); sunucu seçiminde (Yurdoğlu ve Kundakçı, 2017:253-271); Türkiye'deki 81 şehrin yaşam kalitesini 41 kritere göre belirlemede (Ayyıldız ve Demirci, 2018:67-87); bilgi sistemi seçiminde (Karabıyık ve Gündoğmuş, 2018:59-85) bu yöntem uygulanmıştır.

SWARA yönteminde gerekli karşılaştırma sayısı, diğer yöntemlere kıyasla belirgin olarak daha düşük olması nedeniyle anket yoluyla yapılan çalışmalarda katılımcıların çok daha doğru cevap vermeleri SWARA yönteminin daha tutarlı olmasını sağlamaktadır. SWARA yönteminde, katılımcılar, herhangi bir ölçek kullanmadan özgürce ölçütleri değerlendirebilmektedir. (Stanujkic, 2015:182).

SWARA yöntemini kullanarak kriterlerin göreceli ağırlıklarının belirlenme süreci aşağıdaki adımları içermektedir (Stanujkic vd., 2015:182; Özbek, 2017:46).

SWARA İşlem Adımları

Adım 1: Kriterler, uzman görüşü doğrultusunda önem sırasına göre azalan düzende basit olarak sıralanır. Eğer birden çok uzman, kriterleri değerlendirecekse, her bir uzmanın yaptığı değerlendirmeye göre kriterler münferiden azalan düzeyde sıralanır ve sıralamaların geometrik ortalaması alınarak genel bir sıralama oluşturulur (Ruzgys vd., 2014:107).

Adım 2: Her bir kriterin göreceli önem düzeyi belirlenir. Bunun için j. kriterin (j + 1). kriterden ne kadar önemli olduğu belirlenir (Ruzgys vd. 2014:107). Bu değer Kerşulienė vd. (2010:253), tarafından s_j ile gösterilmiş ve "Ortalama Değerin Karşılaştırılmalı Önemi" olarak adlandırılmıştır.

Adım 3: k_j katsayısı aşağıdaki gibi belirlenir. k_j değeri, j. kriterin (j + 1). kritere göre ne kadar önemli olduğunu gösterir ve ikili kıyaslama yoluyla elde edilir.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ s_j + 1 & j > 1 \end{cases} \quad (7)$$

Adım 4: q_j değişkeni aşağıdaki gibi hesaplanır. q_j , 0-1 arasında yer alması için düzeltilmiş değeri ifade etmektedir (Yurdoğlu ve Kundakçı, 2017: 258).

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (8)$$

Adım 5: Değerlendirme kriterlerinin göreceli ağırlıkları aşağıdaki gibi belirlenir. Burada; w_j , j. kriterin göreceli ağırlığını belirtir.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (10)$$

2. UYGULAMA

Yem sanayisinde faaliyet gösteren işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği kriterlerinin ağırlıklandırılması için bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada ilk olarak uzman grubu oluşturulmuştur. Uzmanlar, yem firmalarının elemanları olmayıp iş sağlığı ve güvenliği konusunda bölgede faaliyette bulunan firmalara hizmet veren başka bir işletmenin çalışanlarından oluşturulmuştur. Adı geçen işletme bölgede yaklaşık 100 firmaya hizmet vermektedir. Uzman grubu; A (yüksek kimya mühendisi), B (iş sağlığı ve güvenliği bölüm mezunu) ve C sınıfı iş güvenliği uzmanı (endüstri mühendisi) olan 3 kişiden oluşmaktadır. Yönetmeliğin öngördüğü şekilde C sınıfında işe başlayan bir uzman, 3 yıl deneyimin ardından gireceği sınavla B sınıfına yükselebilmektedir. Benzer şekilde B sınıfında olan bir uzman da 4 yıl sonra gireceği sınav neticesine göre A sınıfı uzman olabilmektedir.

2.1. Problemin Tanımı

Diğer işletmelerde olduğu gibi yem sanayi sektöründe faaliyette bulunan işletmelerin de iş sağlığı ve güvenliği kriterlerini dikkate almaları gerekmektedir. İş sağlığı ve güvenliği faktörlerini dikkate almayan işletmelerde ölümlü ya da ölümsüz kazaların olması bir gerçekliktir. Bu nedenle işletmelerin, belirli aralıklarla, iş sağlığı ve güvenliği kriterlerini ne derece uyguladıklarını gözden geçirmeleri ve öncelikli kriterlerin belirlemeleri gerekmektedir.

2.2. Problemin Amacı

Bu çalışmanın temel amacı; yem sektöründe faaliyette bulunan işletmeler için, iş sağlığı ve güvenliği konusunda dikkate alınması gereken ana kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterler arasında öncelik sırasının tespit edilmesidir. Böylece çalışanların öncelikle hangi kriterlere daha çok dikkat etmeleri gerektiği ortaya konmuş olacaktır.

2.3. Problemin Kriterleri

Nihai değerlendirme kriterleri, belirlenen uzman grubu tarafından ön eleme yoluyla belirli bir sayıya indirilmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde yem üretici firmalarına yapılan ziyaretlerde gerçekleştirilen görüşmeler, saha gözetimleri ve yasal zorunluluklar göz önünde alınmıştır.

Uzman grup tarafından yem sektöründe iş sağlığı ve güvenliği açısından dikkate alınması gereken temel 11 kriter şunlardır:

- İş ekipmanlarının periyodik kontrolü (K1): Mevzuatta bildirilen zaman sürelerinde yetkili kişiler tarafından iş ekipmanlarının bakım ve periyodik kontrolleri yapılmalıdır.
- Patlamadan korunma (K2): Firma içerisinde patlayıcı ortam oluşturabilecek tehlikelerin belirlenmesi ve çalışanların zarar görmemesi için gerekli önlemlerin alınmasıdır.
- Silo ekipmanları güvenliği (K3): Silo ekipmanları çalışanlar için güvenli hale getirilmelidir.
- Acil durum eylem planı (K4): İş yerinde meydana gelebilecek yangın, deprem, sel vb. acil durumlarda müdahale edecek personelin, yapılacak işlerin ve gerekli bilgilerin yer aldığı plandır.
- Risk analizi (K5): İş yerinde olan ya da olabilecek ve dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin risklerinin şiddet ve olasılıklarının değerlendirilmesi ve kontrol altına alabilmek için yapılması gereken çalışmaları kapsar.
- Ortam ölçümü (K6): İş yerlerinde gürültü, toz, termal konfor, titreşim, aydınlatma vb. ortam ölçümlerinin yaptırılmasıdır.
- Elektrik tesisatı/topraklama ölçümü (K7): Elektrik tesisatı ve topraklama ölçümlerinin yılda bir kez periyodik olarak yetkili kişiler tarafından yapılmasıdır.
- Makine ve teçhizat kullanımı (K8): Bakım onarımları, periyodik kontrolleri ve fenni muayeneleri yetkili kişilere düzenli olarak yaptırılmalıdır.
- Kişisel koruyucu donanım kullanımı (K9): Koruyucular çalışanlara kullanılmalı ve takibi sağlanmalıdır.
- İş sağlığı ve güvenliği eğitimleri (K10): Çalışanlara işe başlamadan önce gerekli eğitim verilmelidir. Eğitimler mevzuatın öngördüğü periyodik zaman dilimlerinde tekrarlanmalıdır.
- İşe giriş sağlık raporu (K11): Çalışanlar işe başlamadan önce belirli tetkikler yaptırarak çalışabilir raporu almalıdır.

2.4. Problemin Hiyerarşisi

Kriterlerin belirlenmesinden sonra ikinci aşamada AHS yöntemi için amaç dikkate alınarak Şekil 1'de gösterilen hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. SWARA yöntemi için hiyerarşi oluşturmaya gerek yoktur. Hiyerarşi oluşturulurken, temel belirleyiciler olan kriterlerin sektöre yönelik olarak doğru belirlenmesi çok önemli olmaktadır. Gerekirse kriterler, ana ve alt kriterler olmak üzere gruplandırılmalıdır.

Şekil 1. AHS Hiyerarşik Yapısı

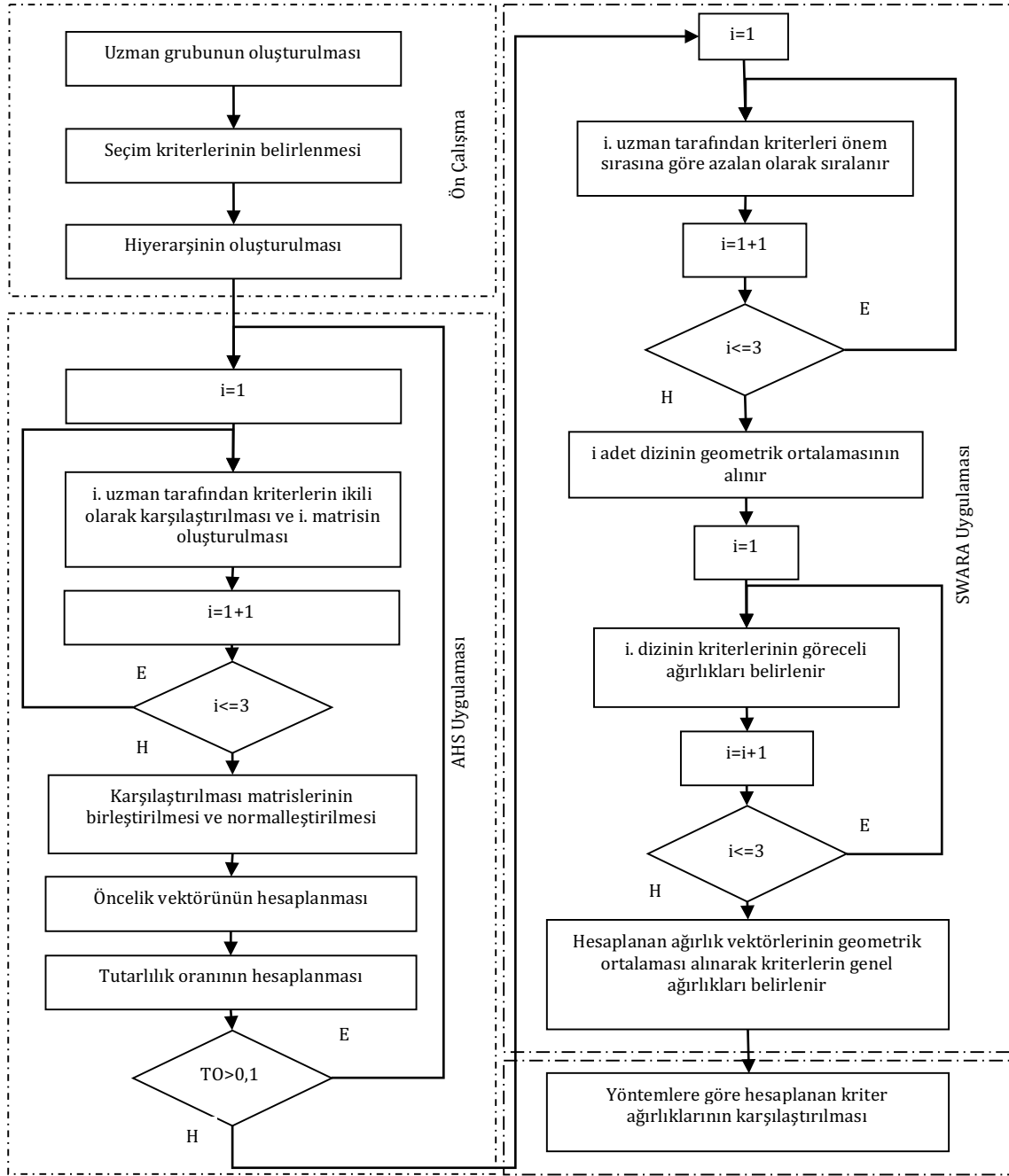


2.5. Problemin Çözüm Şeması

Problemin çözümü Şekil 2'de gösterilen akış şeması direktiflerine göre gerçekleştirilmiştir. Problemin çözümünde ilk olarak uzman grubu oluşturulmuştur. Uzman grup oluşturulduktan sonra kriterler

belirlenmiştir. Kriterler belirlenirken birçok kriteri dikkate almak mümkündür. Ancak kriter sayısının belirli bir seviyede sınırlanması gerektiğinden problemin çözümü için nihai kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Nihai kriterler, ön eleme yoluyla ya da Delphi gibi yöntemlerle belirli bir sayıda sınırlandırılabilir. Bu çalışmada kriterler ön eleme yöntemiyle belirlenmiştir. Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinden sonra uygulamanın ikinci aşamasında AHS yöntemi için hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Daha sonra uzmanlar grubunun her bir üyesi, amacı dikkate alarak kriterleri ikili olarak karşılaştırmış ve bu işlemin neticesinde ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Uzman sayısı kadar ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bir sonraki adım olarak ikili karşılaştırma matrisleri tek bir matriste birleştirilmiştir. Bu matris temel alınarak AHS yöntemi ile kriterlerin öncelikleri belirlenmiştir. Çalışmanın üçüncü aşamasında ise kriterler uzmanlar tarafından SWARA yöntemi için birbirleriyle kıyaslanmıştır. İlk olarak her bir uzman tarafından kriterler, önem sırasına göre azalan seviyede sıralanmıştır. Bu sıralamaların geometrik ortalaması alınarak tek bir sıralama elde edilmiştir. Bu sıralamada yer alan her bir kriter, bir sonraki kriterle amaç dikkate alınarak önemini belirlemek amacıyla her bir uzman tarafından kıyaslanmıştır. SWARA yöntemi her bir uzmanın kriterleri değerlendirmesine göre uygulanmış ve uzman sayısı kadar kriter sıralaması elde edilmiştir. Bu sıralamalar, geometrik ortalama yoluyla tek bir vektörde birleştirilmiş ve kriterlerin nihai ağırlıkları yani önem dereceleri elde edilmiştir. Uygulamanın dördüncü aşamasında ise AHS ve SWARA yöntemlerine göre elde edilen kriter ağırlıklarının pozisyonu karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir.

Şekil 2. Problemin Çözüm Şeması



2.6. Problemin Verileri

Veriler, oluşturulan uzman grup üyeleri tarafından düzenlenmiştir. Uygulamada iki farklı yöntem kullanılmasından dolayı oluşturulan uzman grubun her bir üyesi, kriterleri, AHS ve SWARA yöntemlerine göre değerlendirerek, her iki yöntemde kullanılacak başlangıç verileri ayrı ayrı oluşturmuştur.

AHS İçin Verilerin Oluşturulması

AHS yöntemi ile kriter ağırlıklarını tespit için uzman grup tarafından belirlenen kriterler, yine uzmanlar tarafından ikili olarak karşılaştırılarak uzman sayısı kadar ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Daha sonra bu matrisler tek bir matriste birleştirilmiştir. İkili karşılaştırma matrisinde köşegen değerleri 1'dir ve kriterleri bu köşegenin üst tarafında kalan elemanlar için karşılaştırmak yeterli olmaktadır. Oluşturulan uzman grubun her bir üyesi, kriterleri, Tablo 1'de verilen karşılaştırma ölçeğine göre ikili olarak karşılaştırmıştır.

Tablo 3. Kriterlerin 1. Uzman Tarafından İkili Olarak Karşılaştırması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
K1	1	0,333	0,333	0,2	0,143	1	7	5	3	3	1
K2	3	1	3	7	0,111	5	5	1	5	0,2	9
K3	3	0,333	1	3	0,143	1	1	1	5	0,143	0,2
K4	5	0,143	0,333	1	0,143	1	1	0,333	5	1	1
K5	7	9	7	7	1	5	5	3	7	5	1
K6	1	0,200	1	1	0,2	1	1	0,333	1	0,333	0,333
K7	0,143	0,200	1	1	0,2	1	1	0,2	1	0,333	1
K8	0,200	1	1	3	0,333	3	5	1	1	1	0,333
K9	0,333	0,200	0,2	0,2	0,143	1	1	1	1	0,333	0,333
K10	0	5	7	1	0,2	3	3	1	3	1	1
K11	1	0	5	1	1	3	1	3	3	1	1

Kriterlerin her bir uzman tarafından ikili olarak karşılaştırması neticesinde oluşan matrisler Tablo 3, 4 ve 5'de verilmiştir. Örneğin Tablo 3'de K1 ile K2 kriterleri amaç dikkate alınarak karşılaştırılırken; K2 kriterinin K1 kriterine göre biraz önemli olduğu 1. uzman tarafından değerlendirilmiştir. Bu nedenle çözümün yapıldığı Excel programında K1 ile K2 kriterinin kesiştiği hücreye 1/3 bölümünün sonucu olan 0,333 değeri girilmiştir. Bu işlemin sonucu olarak da K2 ile K1 kriterinin kesiştiği hücreye de reciprocal (karşılık olma, tersi karşılaştırmalar için) kuralı gereği $=1/(1/3)$ işleminin sonucu olan 3 değerinin otomatik olarak eklenmesi için Excel programında ilgili hücreye gerekli formül girilmiştir.

Tablo 4. Kriterlerin 2. Uzman Tarafından İkili Olarak Karşılaştırması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
K1	1	0,111	1	1	1	9	1	5	1	1	1
K2	9	1	7	1	1	7	1	7	1	1	1
K3	1	0,3333	1	0,333	1	7	1	5	1	1	1
K4	1	1	3	1	0,111	7	1	7	1	1	0,333
K5	1	1	1	9	1	9	1	5	3	0,333	1
K6	0	0,143	0,143	0,143	0,111	1	0,111	1	1	0,111	0,111
K7	1	1	1	1	1	9	1	9	1	1	1
K8	0,200	0	0,200	0,143	0,200	1	0,111	1	1	1	1
K9	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
K10	1	1	1	1	3	9	1	1	1	1	1
K11	1	1	1	3	1	9	1	1	1	1	1

Tablo 5. Kriterlerin 3. Uzman Tarafından İkili Olarak Karşılaştırması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
K1	1	1	1	0,2	0,143	1	0,2	1	3	0,143	1
K2	1	1	3	5	0,200	3	7	0,143	5	0,2	0,143
K3	1	0,333	1	3	0,200	1	0,333	1	1	1	0,2
K4	5	0,200	0,333	1	0,143	1	1	0,200	0,333	0,143	0,2
K5	7	5	5	7	1	5	5	3	3	5	1
K6	1	0,333	1	1	0,2	1	1	0,333	1	0,200	0,200
K7	5	0,143	3	1	0,2	1	1	0,2	1	0,333	1
K8	1	7	1	5	0,333	3	5	1	1	1	0,2
K9	0,333	0,200	1	3	0,333	1	1	1	1	0,333	0,333
K10	7	5	1	7	0,2	5	3	1	3	1	1
K11	1	7	5	5	1	5	1	5	3	1	1

Uzmanların yaptıkları karşılaştırmalar neticesinde elde edilen matrislerin geometrik ortalaması alınarak başlangıç matrisi elde edilmiştir. Tablo 6, başlangıç matrisi göstermektedir. Örneğin Tablo 6'da gösterilen matrisin a_{42} elemanı (4. sütun, 2. satır), Tablo 3, 4 ve 5 de gösterilen matrislerin aynı indisli yani a_{42} elemanlarının geometrik ortalaması alınarak elde edilmiştir. Başlangıç matrisin TO değeri 0,065 olduğundan matris tutarlıdır.

$$a_{42} = \sqrt[3]{0,143 \times 1 \times 0,200} = 0,306$$

Tablo 6. Başlangıç Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
K1	1	0,333	0,693	0,342	0,273	2,080	1,119	2,924	2,080	0,754	1
K2	3	1	4	3,271	0,281	4,718	3,271	1	2,924	0,342	1,087
K3	1,442	0,251	1	1,442	0,306	1,913	0,693	1,710	1,710	0,523	0,342
K4	2,924	0,306	0,693	1	0,131	1,913	1	0,776	1,186	0,523	0,405
K5	3,659	3,557	3,271	7,612	1	6,082	2,924	3,557	3,979	2,027	1
K6	0,481	0,212	0,523	0,523	0,164	1	0,481	0,481	1	0,195	0,195
K7	0,894	0,306	1,442	1	0,342	2,080	1	0,711	1	0,481	1
K8	0,342	1	0,585	1,289	0,281	2,080	1,406	1	1	1	0,405
K9	0,481	0,342	0,585	0,843	0,251	1	1	1	1	0,481	0,481
K10	1,326	2,924	1,913	1,913	0,493	5,130	2,080	1	2,080	1	1
K11	1	0,920	2,924	2,466	1	5,130	1	2,466	2,080	1	1

SWARA İçin Verilerin Oluşturulması

Bu yöntemin temel verileri de aynı uzman grubu tarafından sağlanmıştır. İlk olarak iş sağlığı ve güvenliği konusundaki önceden belirlenen 11 adet kriter üç uzman tarafından önem sırasına göre azalan sırada sıralanmıştır. Sıralamada en önemli kriter 1 değerini almıştır. İkinci önemli kritere ise 2 değeri verilmiştir. Bu şekilde kriterler önemine göre azalan düzeyde sıralanmıştır. Uzmanlar tarafından münferiden yapılan sıralamalar ve bunların geometrik ortalaması Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Uzmanlara Göre Kriterlerin Basit Sıralaması

Kriterler	Uzman1	Uzman2	Uzman3	G. Ortalama
K1 İş ekipmanlarının periyodik kontrolü	7	5	6	5,94
K2 Patlamadan korunma dokümanı	2	2	3	2,29
K3 Silo ekipmanları güvenliği	5	7	5	5,59
K4 Acil durum eylem planı	8	6	7	6,95
K5 Risk analizi	1	1	1	1,00
K6 Ortam ölçümü	11	11	11	11,00
K7 Elektrik / Topraklama ölçümü	6	10	8	7,83
K8 Makine ve teçhizat kullanımı	9	9	9	9,00
K9 Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı	10	8	10	9,28
K10 İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimleri	3	4	4	3,63
K11 İşe Giriş Sağlık Raporu	4	3	2	2,88

Üç uzman tarafından oluşturulan basit sıralamaların geometrik ortalaması alınarak tek bir vektörde birleştirilmiştir. Daha sonra vektör elemanları, önem sırasına göre azalan seviyede tekrar sıralanmıştır. Bu son sıralama temel alınarak uzmanlar tarafından her bir kriter, sıralamadaki bir sonraki kriter ile kıyaslanmıştır. Kriterlerin 1. uzman tarafından kıyaslanması neticesinde SWARA yöntemine göre elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 8'de verilmiştir.

Örneğin Tablo 8'de 1. sıradaki K5 ile 2. sıradaki K2 kriteri kıyaslandığında K5'in K2'ye göre %20 daha önemli olduğu 1. uzman tarafından değerlendirilmiş ve K2 kriterinin bulunduğu satırın S sütun değeri 0,20 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde 2. sıradaki K2 ile 3. sıradaki K11 kriteri kıyaslandığında K2'nin K11'e göre %10 daha önemli olduğu yine aynı uzman tarafından değerlendirildiğinden K11 kriterinin bulunduğu satırın S sütun değerine 0,10 değeri girilmiştir. K sütun değeri ise ilgili satırın S değerine 1 ilave edilerek bulunmuştur. Örneğin 3. sıradaki K11 kriter satırının K sütun değeri 0,10+1=1,10 formülü ile elde edilmiştir. Q sütun değeri ise eğer kriter sırası (J değeri) 1 değilse bir önceki kriterin Q değerinin hesaplanan kriterin K değerine bölünmesiyle elde edilmiştir. Örneğin 3. sıradaki K11 ve 11. sıradaki K6 kriterinin Q değeri şu şekilde elde edilmiştir. K11 kriteri sıralamanın 1. sırasında yer almadığından şu formül işletilmiştir:

$$Q_{K11} = \frac{0,833}{1,10} = 0,757$$

$$Q_{K6} = \frac{0,5697}{1,15} = 0,493$$

1. sıradaki kriterin Q değeri yöntemin kuralı gereği 1 değerini elde etmiştir.

W sütun değeri ise hesaplanan kriterin Q değerinin, tüm kriterlerin Q değerleri toplamına (Q değerler toplamı 7,855) bölünmesiyle elde edilmiştir. Örneğin 2. sıradaki K2 ve 11. sıradaki K6 kriterinin W değeri şu şekilde hesaplanmıştır (Tablo 9):

$$W_{K2} = \frac{0,833}{7,855} = 0,106$$

$$W_{K6} = \frac{0,4938}{7,855} = 0,0629$$

Tablo 8. Kriterlerin 1. Uzman Tarafından İkili Olarak Karşılaştırması ve Öncelik Vektörü

Kriter	Sıra	J	S	K	Q	W
K5	1,000	1		1,00	1,0000	0,1273
K2	2,289	2	0,20	1,20	0,8333	0,1061
K11	2,884	3	0,10	1,10	0,7576	0,0964
K10	3,634	4	0,00	1,00	0,7576	0,0964
K3	5,593	5	0,05	1,05	0,7215	0,0918
K1	5,944	6	0,00	1,00	0,7215	0,0918
K4	6,952	7	0,00	1,00	0,7215	0,0918
K7	7,830	8	0,10	1,10	0,6559	0,0835
K8	9,000	9	0,05	1,05	0,6247	0,0795
K9	9,283	10	0,10	1,10	0,5679	0,0723
K6	11,000	11	0,15	1,15	0,4938	0,0629

SWARA yöntemine göre kriterlerin 2. ve 3. uzman tarafından yapılan kıyaslamaları neticesinde elde edilen ağırlıkları Tablo 9 ve 10'de verilmiştir.

Tablo 9. Kriterlerin 2. Uzman Tarafından İkili Olarak Karşılaştırması ve Öncelik Vektörü

Kriterler	Sıra	J	S	K	Q	W
K5	1,000	1		1	1,0000	0,1300
K2	2,289	2	0,15	1,15	0,8696	0,1130
K11	2,884	3	0,10	1,10	0,7905	0,1027
K10	3,634	4	0,05	1,05	0,7529	0,0979
K3	5,593	5	0,05	1,05	0,7170	0,0932
K1	5,944	6	0,00	1,00	0,7170	0,0932
K4	6,952	7	0,05	1,05	0,6829	0,0888
K7	7,830	8	0,15	1,15	0,5938	0,0772
K8	9,000	9	0,10	1,10	0,5398	0,0702
K9	9,283	10	0,00	1,00	0,5398	0,0702
K6	11,000	11	0,10	1,10	0,4907	0,0638

Tablo 10. Kriterlerin 3. Uzman Tarafından İkili Olarak Karşılaştırması ve Öncelik Vektörü

Kriterler	Sıra	J	S	K	Q	W
K5	1,000	1		1,00	1,0000	0,1291
K2	2,289	2	0,20	1,20	0,8333	0,1075
K11	2,884	3	0,05	1,05	0,7937	0,1024
K10	3,634	4	0,00	1,00	0,7937	0,1024
K3	5,593	5	0,10	1,10	0,7215	0,0931
K1	5,944	6	0,10	1,10	0,6559	0,0847
K4	6,952	7	0,05	1,05	0,6247	0,0806
K7	7,830	8	0,05	1,05	0,5949	0,0768
K8	9,000	9	0,00	1,00	0,5949	0,0768
K9	9,283	10	0,00	1,00	0,5949	0,0768
K6	11,000	11	0,10	1,10	0,5408	0,0698

3. BULGULAR

Kriterlerin belirlenmesinin ardından ağırlıkları, AHS ve SWARA yöntemi ile ayrı ayrı tespit edilmiştir. Uygulamanın işlem adımları Şekil 1'de gösterilen akış şemasında detaylı olarak verilmiştir.

3.1. AHS ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kriterlerin uzmanlar tarafından ikili olarak karşılaştırılması neticesinde oluşturulan matrislerin, geometrik ortalama yöntemiyle tek bir matriste birleştirilmesinden sonra adı geçen bu matris normalize edilmiş ve kriter ağırlıkları (w_i) hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu oluşan normalize edilmiş matris ve parametreler Tablo 11'de verilmiştir. Birleştirilmiş matrisin TO oranı $0,065 < 0,1$ olduğundan matris tutarlıdır. Tablo 11 incelendiğinde AHS yöntemine göre kriterlerin önem sırasının $K5 > K2 > K11 > K10 > K1 > K8 > K3 > K7 > K4 > K9 > K6$ şeklinde gerçekleştiği görülmüştür. Bu sıralamaya göre en önemli kriterin K5 ile sembolize edilen "Risk Analizi" olduğu ortaya konmuştur. Son sırayı ise "Ortam Ölçümü" kriteri almıştır. Tablo 11'de A*W sütun başlığı ile gösterilen değerler TO değerini hesaplamak için (5) numaralı Eşitliğin $\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$ kısmını teşkil etmektedir. D sütunu ise yine (5) numaralı Eşitliğin $\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$ bölümünden oluşmaktadır.

Tablo 11. AHS Yöntemine Göre Normalize Edilmiş Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	W	A*W	D	Sıralama
K1	0,06	0,03	0,04	0,02	0,06	0,06	0,07	0,18	0,10	0,09	0,13	0,076	0,87	11,50	5
K2	0,18	0,09	0,23	0,15	0,06	0,14	0,20	0,06	0,15	0,04	0,14	0,131	1,59	12,12	2
K3	0,09	0,02	0,06	0,07	0,07	0,06	0,04	0,10	0,09	0,06	0,04	0,063	0,75	11,91	7
K4	0,18	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,060	0,73	12,22	9
K5	0,22	0,32	0,19	0,35	0,22	0,18	0,18	0,21	0,20	0,24	0,13	0,222	2,77	12,46	1
K6	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,02	0,02	0,030	0,35	11,82	11
K7	0,05	0,03	0,08	0,05	0,08	0,06	0,06	0,04	0,05	0,06	0,13	0,062	0,73	11,73	8
K8	0,02	0,09	0,03	0,06	0,06	0,06	0,09	0,06	0,05	0,12	0,05	0,063	0,76	12,07	6
K9	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,03	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,046	0,54	11,78	10
K10	0,08	0,26	0,11	0,09	0,11	0,15	0,13	0,06	0,10	0,12	0,13	0,122	1,52	12,41	4
K11	0,06	0,08	0,17	0,11	0,22	0,15	0,06	0,15	0,10	0,12	0,13	0,124	1,46	11,84	3

TO=0,065

3.2. SWARA ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Her bir uzmanın sıradaki kriteri bir sonraki sıradaki kriter ile kıyaslaması neticesinde SWARA yönteminin uygulanmasıyla 3 farklı öncelik vektörü elde edilmiştir. Nihai olarak bu vektörler tek bir vektörde birleştirilmiştir. Uzman değerlendirmesine göre oluşan öncelik ve nihai öncelik vektörü Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. SWARA Yöntemine Göre Kriter Ağırlıkları

Kriterler	w1	w2	w3	Geometrik ortalama	Sıralama
K1	0,0918	0,0932	0,0847	0,0898	6
K2	0,1061	0,1130	0,1075	0,1088	2
K3	0,0918	0,0932	0,0931	0,0927	5
K4	0,0918	0,0888	0,0806	0,0869	7
K5	0,1273	0,1300	0,1291	0,1288	1
K6	0,0629	0,0638	0,0698	0,0654	11
K7	0,0835	0,0772	0,0768	0,0791	8
K8	0,0795	0,0702	0,0768	0,0754	9
K9	0,0723	0,0702	0,0768	0,0730	10
K10	0,0964	0,0979	0,1024	0,0989	4
K11	0,0964	0,1027	0,1024	0,1005	3

SWARA yöntemine göre en önemli kriterin K5 ile sembolize edilen **Risk Analizi** olduğu belirlenmiştir. Bu kriteri K2 ve K11 takip etmiştir. Son sırada yer alan kriter ise K6 olmuştur. Tablo 12'de görüldüğü gibi genel sıralama $K5 > K2 > K11 > K10 > K3 > K1 > K4 > K7 > K8 > K9 > K6$ şeklinde olmuştur.

Uygulamanın öngördüğü şekilde AHS ve SWARA yöntemlerine göre belirlenen kriter ağırlıkları ve sıralamaları Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13 incelendiğinde kriter önceliklerinin her iki yöntemle göre büyük oranda örtüştüğü görülmektedir. Her iki yöntemle göre kriterlerin ilk dört ve son iki sırası değişmemiştir. K1 kriteri AHS'ye göre 5. sırada iken SWARA yöntemine göre 6. sırada yer almıştır. K3 kriteri AHS yöntemine göre 7. sırada iken SWARA'ya göre 5. sırada yer almıştır. Yine benzer şekilde K4 kriteri AHS'de 9., SWARA'da ise 7. sırada yer almıştır. K8 kriteri AHS yönteminde 6., SWARA yönteminde ise 9. sırada yer almıştır. Tablo 13'den anlaşılabileceği gibi sadece 4 kriterin sıralamasında kısmi yer değiştirmeler olmuştur. Bu kriterlerin her iki sıralamadaki yerleri birbirlerine çok yakın olmalarından dolayı göz ardı edilebilir bir durumdur.

Tablo 13. Kriterlerin AHS-SWARA Yöntemine Göre Sıralanması

Kriter	AHS	AHS-Sıralama	SWARA	SWARA-Sıralama
K1	0,076	5	0,090	6
K2	0,131	2	0,109	2
K3	0,063	7	0,093	5
K4	0,060	9	0,087	7
K5	0,222	1	0,129	1
K6	0,030	11	0,065	11
K7	0,062	8	0,079	8
K8	0,063	6	0,075	9
K9	0,046	10	0,073	10
K10	0,122	4	0,099	4
K11	0,124	3	0,101	3

SONUÇ

İş sağlığı ve güvenliği, son yıllarda önemi oldukça artan ve üzerinde ciddiyle durulması gereken bir konu haline gelmiştir. Özellikle artan iş kazaları, dikkatleri bu konu üzerinde yoğunlaştırmıştır. İş sağlığı ve güvenliği konusunda alınması gereken tedbirlerin yerine getirilmemesi nedeniyle ölüm ve yaralanmaların çok sık karşılaşıldığı bir gerçekliktir. Bu açıdan hem işverenlerin hem de çalışanların bilinçli olması gerekmektedir. İş sağlığı ve güvenliğinin tarafları olan tüm birimler üzerine düşen görevi zamanında ve eksiksiz olarak yerine getirmelidir. Aksi takdirde telafisi mümkün olmayan sonuçlar ortaya çıkabilmektedir.

Söz konusu iş sağlığı ve güvenliği olduğunda incelenmesi ve dikkat edilmesi gereken birçok kriter bulunmaktadır. Bu çalışmada yem sektöründe faaliyette bulunan işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği noktasında ele alınması gereken temel kriterlerin önceliklendirilmesine yönelik olarak bir çalışma yapılmıştır. Bu amaçla ilk olarak temel kriterler belirlenmiş ve kriterler; A, B ve C sınıfı iş güvenliği uzmanından oluşan 3 ayrı uzman tarafından değerlendirilmiştir. Kriterlerin ağırlıkları yöntemlerin öngördüğü şekilde tespit edilmiştir.

Belirlenen kriterlerin ağırlıkları AHS ve SWARA yöntemleri ile ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her iki yöntemle göre kriterlerin sırasının yani önem derecelerinin büyük oranda örtüştüğü görülmüştür. Çıkan bulgulara göre yem sektöründe faaliyette bulunan bir firmanın önem vermesi gereken en temel kriterin her iki yöntemle göre de "Risk Analizi" yaptırmak olduğu ortaya konmuştur. Buna bağlı olarak bir iş yerinde güvenlik tedbirlerinin alınabilmesi için öncelikli olarak risklerin belirlenmesinin çok önemli olduğunu söylemek mümkündür. Risk analizinden sonra işletmelerin ikinci olarak dikkat etmeleri gereken kriterin "Patlamadan Korunma" olduğu belirlenmiştir. Bu kriteri "Silo Ekipmanları Güvenliği" takip etmiştir. Tüm kriterler önemli olmakla birlikte sıralamada son iki sırayı "kişisel koruyucu donanım kullanımı" ve "ortam ölçümü" faktörü almıştır. Çalışmanın temel aldığı her iki yöntemle göre kriterlerin sıralanmasında ilk 4 ve son 2 sırada farklılık görülmemiştir. Buna rağmen diğer kriterlerin sıralamadaki pozisyonlarında da yöntemler arasında önemsiz farklılıklar görülmüştür.

Bu çalışma ile yem sektöründe faaliyette bulunan işletmelerin iş sağlığı ve güvenliği kriterlerinin ağırlıklandırılmasında AHS ya da SWARA yöntemlerinden faydalanılabileceği ve başarılı şekilde uygulanabileceği ortaya konmuştur. İleride yapılacak çalışmalarda bu yöntemlerin, farklı sektörlerdeki iş sağlığı ve güvenliği kriterlerinin önceliklendirilmesinde kullanılıp kullanılamayacağı test edilebilir.

KAYNAKÇA

- Adalı, E. A. ve Işık, A. T. (2017). "Bir Tedarikçi Seçim Problemi İçin SWARA ve WASPAS Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı", *International Review Of Economics And Management*, 5(4), 56-77.
- Akpınar, T. ve Çakmakkaya B. Y. (2014), "İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşverenlerin Risk Değerlendirme Yükümlülüğü", *Çalışma ve Toplum-Ekonomi ve Hukuk Dergisi*, 40(1), 273-304.
- Alimardani, M., Hashemkhani Zolfani, S., Aghdaie, M. H. ve Tamošaitienė, J. (2013), "A novel hybrid SWARA and VIKOR methodology for supplier selection in an agile environment", *Technological and Economic Development of Economy*, 19(3), 533-548.
- Ay, F. (2016), *İş Sağlığı ve Güvenliğinde Eğitimin Önemi*, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul.
- Aybek, A., Güvercin, Ö., & Hurşitoğlu, Ç. (2003), "Teknik Personelin İş Kazalarının Nedenleri Ve Önlenmesine Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma", *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(2), 91-100.
- Ayyıldız, E. ve Demirci, E. (2018). "Türkiye'de Yer Alan Şehirlerin Yaşam Kalitelerinin SWARA Entegreli TOPSIS Yöntemi İle Belirlenmesi", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30, 67-87.
- Barker, T. J. ve Zabinsky, Z. B. (2011), "A Multi criteria Decision Making Model for Reverse Logistics Using Analytical Hierarchy Process", *Omega*, 39(5), 558-573.
- Camkurt, M. Z. (2007), "İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi", *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 20(6), 80-106.
- Çakır, E. (2017). "Kentsel Dönüşüm Kapsamında Müteahhit Firmanın SWARA-Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Seçilmesi", *The Journal of International Scientific Researches*, 2(6), 79-95.
- Dhir, S., Marinov, M. V. ve Worsley, D. (2015), Application of the analytic hierarchy process to identify the most suitable manufacturer of rail vehicles for High Speed 2. *Case Studies on Transport Policy*, 3(4), 431-448.
- Doljak, D. ve Stanojević, G. (2017), "Evaluation of natural conditions for site selection of ground-mounted photovoltaic power plants in Serbia", *Energy*, 127, 291-300.
- Ergüt, F. (2015), *İşletmelerde İş Sağlığı Ve Güvenliğinin Sağlanmasında Önleyici Uygulamaların Önemi*, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, İstanbul.
- Ghorshi Nezhad, M. R., Zolfani, S. H., Moztafarzadeh, F., Zavadskas, E. K. ve Bahrami, M. (2015), "Planning the priority of high tech industries based on SWARA-WASPAS methodology: The case of the nanotechnology industry in Iran", *Ekonomika istraživanja*, 28(1), 1111-1137.
- Jagtap, H. P. ve Bewoor, A. K. (2017), "Use of Analytic Hierarchy Process Methodology for Criticality Analysis of Thermal Power Plant Equipments", *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 1927-1936.
- Karabašević, D., Stanujkić, D., Urošević, S. ve Maksimović, M. (2016), "An approach to personnel election based on SWARA and WASPAS methods", *Bizinfo (Blace) Journal of Economics, Management and Informatics*, 7(1), 1-11.
- Karabıyık, B. K. ve Gündoğmuş, M. E. (2018). "Üniversitelerde Bilgi Sistemi Seçim Kriterlerinin SWARA Yöntemi İle Ağırlıklandırılması: Ampirik Bir Çalışma", *İşletme Bilimi Dergisi*, 6(1), 59-85
- Keršulienė, V. ve Turskis, Z. (2011), "Integrated fuzzy multiple criteria decision making model for architect selection", *Technological and Economic Development of Economy*, 17(4), 645-666.
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010), "Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA)", *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243-258.
- Kim, N., Park, J., ve Choi, J. J. (2017), "Perceptual differences in core competencies between tourism industry practitioners and students using Analytic Hierarchy Process (AHP)", *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 20, 76-86.
- Korkmaz, A. ve Avsallı, H. (2012), "Çalışma Hayatında Yeni Bir Dönem: 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası", *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26, 153-167.
- Kouchaksaraei, R. H., Zolfani, S. H. ve Golabchi, M. (2015), "Glasshouse locating based on SWARA-COPRAS approach", *International Journal of Strategic Property Management*, 19(2), 111-122.

- Kurşunoğlu, N. ve Önder, M. (2015), "Selection of an appropriate fan for an underground coal mine using the Analytic Hierarchy Process", *Tunnelling and Underground Space Technology*, 48, 101-109.
- Kurşunoğlu, S., Ichlab, Z. T. ve Kaya, M. (2017), "Leaching method selection for Caldag lateritic nickel ore by the analytic hierarchy process (AHP)", *Hydrometallurgy*, 171, 179-184.
- Longaray, A. A., Gois, J. D. D. R. ve da Silva Munhoz, P. R. (2015), "Proposal for using AHP method to evaluate the quality of services provided by outsourced companies", *Procedia Computer Science*, 55, 715-724.
- Lucas, R. I., Promentilla, M. A., Ubando, A., Tan, R. G., Aviso, K. ve Yu, K. D. (2017), "An AHP-based Evaluation Method for Teacher Training Workshop on Information and Communication Technology", *Evaluation and Program Planning*, 63, 93-100.
- Mavi, R. K., Goh, M. ve ZARBakhshnia, N. (2017), "Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 91(5-8), 2401-2418.
- Ömürbek, N., Karaatli, M. ve Cömert, H. G. (2016), "AHP-SAW ve AHP-ELECTRE Yöntemleri ile Yapı Denetim Firmalarının Değerlendirmesi", *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 14(27), 171-199.
- Özbek A. ve Demirkol, İ. (2018), Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin SWARA Ve GİA Yöntemleri İle Analizi. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 71-86.
- Özbek, A. (2015a), "Akademik Birim Yöneticilerinin MOORA Yöntemiyle Seçilmesi: Kırıkkale Üzerine Bir Uygulama", *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 38(1), 1-18.
- Özbek, A. (2015b), "Performance Analysis of Public Banks in Turkey", *International Journal of Business Management and Economic Research (IJBMER)*, 6(3), 178-186.
- Özbek, A. (2017), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel İle Problem Çözümü*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Özbek, A. (2018a), BİST'te İşlem Gören Faktoring Şirketlerin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F Yönetim Ve Ekonomi*, 25(1), 29-53.
- Özbek, A. (2018b), Fortune 500 Listesinde Yer Alan Lojistik Firmaların Değerlendirilmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(1), 13-26.
- Özbek, A. ve Eren, T. (2013a), "Multiple Criteria Decision Making Methods for Selecting Third Party Logistics Firms: a Literatur Review", *Sigma*, 31, 178-202.
- Özbek, A. ve Eren, T. (2013b), "Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firmanın Analitik Hiyerarşi Süreciyle (AHS) Belirlenmesi", *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 4(2), 46-54.
- Özbek, A. ve Erol, E. (2016), "Analitik Hiyerarşi Süreci ve VIKOR Yöntemleriyle İşgören Seçimi: Tekstil Sektöründe Bir Uygulama", *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 93-108.
- Özbek, A. ve Selvi, Ö. (2014), "Meslek Yüksekokullarında Yönetici Kriterlerinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Uygulama", *Akademik Bakış Dergisi*, 44, 1-12.
- Park, J. ve Cho, D. (2016), "Decision methodology for nitrogen removal process in the LNG plant using analytic hierarchy process", *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 37, 75-83.
- Ren, J. ve Lützen, M. (2017), "Selection of sustainable alternative energy source for shipping: Multi-criteria decision making under incomplete information", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 1003-1019.
- Ruzgys, A., Volvačiovas, R., Ignatavičius, Č. ve Turskis, Z. (2014), "Integrated evaluation of external wall insulation in residential buildings using SWARATODIM MCDM method", *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(1), 103-110.
- Saaty, T. L. (1994), *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With The Analytical Hierarchy Process*. Pittsburg: RWS Publ.
- Sadeghi, M. ve Ameli, A. (2012), "An AHP decision making model for optimal allocation of energy subsidy among socio-economic subsectors in Iran", *Energy Policy*, 45, 24-32.
- Sagbansua, L. ve Balo, F. (2017), "Decision making model development in increasing wind farm energy efficiency", *Renewable Energy*, 109, 354-362.

- Stanujkic, D., Karabasevic, D. ve Zavadskas, E. K. (2015), "A framework for the selection of a packaging design based on the SWARA method", *Engineering Economics*, 26(2), 181-187.
- Tozkoparan, G. ve Taşoğlu, J. (2011), "İş Sağlığı Ve Güvenliği Uygulamaları İle İlgili İşgörenlerin Tutumlarını Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 181-209.
- Tulukcu, N.B. (2012), "The Importance Of Education In Occupational Health And Safety", *International Journal of Arts&Sciences*, 5(1), 145-153.
- Wang, S., Yue, H., Liu, S., Yang, S. ve Zhang, R. (2016), "Regional Disaggregation of Energy Consumption Target: The Case of Henan Province", *Energy Procedia*, 104, 104-109.
- Yardım, N., Çipil, Z., Vardar, C. ve Mollahaliloğlu, S. (2007), "Türkiye İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları: 2000-2005 Yılları Ölüm Hızları", *Dicle Tıp Dergisi*, 34(4), 264-271.
- Yurdoğlu, H. ve Kundakcı, N. (2017). "SWARA ve WASPAS Yöntemleri İle Sunucu Seçimi", *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(38), 253-27
- Zolfani, S. H. ve Banihashemi, S. S. A. (2014), "Personnel selection based on a novel model of game theory and MCDM approaches", *In Proc of 8th International Scientific Conference Business and Management*, 191-198.
- Zolfani, S. H., Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2013), "Design of products with both International and Local perspectives based on Yin-Yang balance theory and SWARA method", *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 26(2), 153-166, 2013.