



Makale / Research Paper

Best-Worst Yöntemi ile Otomat Makinası Ürün Dağıtımındaki Risklerin Değerlendirilmesi

Ashlan YILDIZ^{1a}, Coşkun ÖZKAN^{1b}, Ertuğrul AYYILDIZ^{1c}, Selçuk ALP^{1d}

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye
aslihan@yildiz.edu.tr

Received/Geliş: 17.06.2022

Accepted/Kabul: 07.09.2022

Öz: Müşteri taleplerindeki değişim, sosyal algı, bilgiye erişim kolaylığı, teknolojideki ilerlemeler, artan ihtiyaçlar, değişen çevresel şartlar gibi pek çok faktörle beraber karmaşık hale gelen tedarik zincirinin koordineli olarak yönetilmesi işletmelere büyük kolaylık sağlamaktadır. Ürün ve hizmetlerin son tüketiciye kadar dağıtımında kilit rol oynayan perakendeciler için tedarik zincirinin ve bu zincirdeki tüm operasyonların etkin bir şekilde yönetimi büyük önem taşımaktadır. Satıcı yönetimli bir sistemde perakendecilerin müşterisi olarak tabir edilen otomat makinaları ürün veya hizmetlerin son tüketiciye ulaştırılmasında yaygın kullanılan dağıtım kanallarındandır. Çalışmada otomat makinalarına ürün dağıtımına yönelik risk değerlendirme analizi yapılması amaçlanmaktadır. Bu amaçla tedarik risklerinin belirlenmesi ve bu risklerin değerlendirilmesi için Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan Best-Worst yöntemine başvurulmuştur. Çalışma için belirlenen dokuz risk kriterinin yöneme göre değerlendirilmesi sonucunda, öncelikli olarak dikkat edilmesi gereken riskler “Talep takibindeki hatalar”, “Rakiplere göre nitel ve nicel yetersizlikler”, “Yetersiz araç bölmesi ve kapasitesi” olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Risk değerlendirmesi, en iyi-en kötü, ürün dağıtımı, otomat makinası, çok kriterli karar verme.

Evaluation of Risks in Vending Machine Product Distribution with Best-Worst Method

Abstract: Successfully managing the supply chain, which has become complex with many factors such as changes in customer demands, social perception, ease of access to information, advances in technology, increasing needs, and changing environmental conditions, provides great convenience to businesses. Effective supply chain and all operations management in this chain has great importance for retailers, which play a key role in the distribution of products and services to the end consumer. Vending machines, which are called the customers of retailers in a vendor-managed system, are among the distribution channels that are widely used in delivering products or services to the end consumer. The study, it is aimed to make a risk assessment for product distribution to vending machines. For this purpose, the Best Worst method, which is one of the Multi-Criteria Decision Making methods, is used to determine and evaluate supply risks. As a result of the evaluation of the nine risk criteria determined for the study according to the method, the risks that should be considered primarily are determined as "Errors in demand tracking", "Qualitative and quantitative inadequacies compared to competitors", "Insufficient vehicle compartment and capacity".

Keywords: Risk assessment, best worst, product distribution, vending machine, multi criteria decision making .

Bu makaleye atıf yapmak için

Yıldız A., Özkan C., Ayyıldız E., Alp S., “Best-Worst Yöntemi ile Otomat Makinası Ürün Dağıtımındaki Risklerin Değerlendirilmesi”, El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 2022, 9 (4); 1215-1227.

How to cite this article

Yıldız A., Özkan C., Ayyıldız E., Alp S., “Evaluation of Risks in Vending Machine Product Distribution with Best-Worst Method”, El-Cezerî Journal of Science and Engineering, 2022, 9 (4), 1215-1227.

1. Giriş

Günümüzün rekabetçi piyasalarında şirketlerin pazarlama, finansman ve üretim ile ilgili birçok planı olması gerekmektedir [1]. Küresel ekonomideki rekabette ayakta kalma çabesindeki işletmeler için ürün veya hizmetlere yönelik tedarik zincirini başarılı bir şekilde yönetmek son derece önemlidir [2]. Müşteri taleplerindeki değişim, sosyal algı, bilgiye erişim kolaylığı, teknolojiye ilerlemeler, artan ihtiyaçlar, değişen çevresel şartlar gibi pek çok faktörle beraber daha karmaşık hale gelen tedarik zincirinin koordineli olarak yönetilmesi işletmelere büyük kolaylık sağlamaktadır. Tedarik zincirinin ve bu zincirdeki tüm operasyonların etkin bir şekilde yönetiminde dikkat edilmesi gereken noktalardan biri de bu süreçte olabilecek riskleri önceden belirleyebilmek, riskleri değerlendirmek ve en aza indirmek amacıyla bir strateji geliştirmektir [3]. Firmalar, üretim ve dağıtım faaliyetleri üzerindeki olası riskleri ortadan kaldırarak operasyonlarını sorunsuz bir şekilde gerçekleştirmek isterler [4]. Ürün veya hizmetlerin tedarik zincirinde oluşabilecek riskler işletmeler için hem içsel hem dışsal kayıplara yol açabilir. Risklerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve buna göre gerekli önlemlerin alınması hem pratikte hem bilimsel anlamda önemi giderek artan konulardan biridir. Ürün ve hizmetlerin tedarik zincirinde yaşanacak olan en ufak bir aksama, hem işletmeye hem etkileşimde bulunduğu çevresine zarar vermektedir [5]. Bu anlamda oluşabilecek risklerin belirlenmesi ve bu risklerin en aza indirilmesine dair bir yönetim biçimini hayata geçirmek işletmeler için maliyetlerin düşürülmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması adına hayati önem taşımaktadır [6].

Tedarik zincirinde risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve buna yönelik önlemlerin alınması, risk yönetimi için temel unsurdur [7]. Tedarik zinciri risk yönetimi olarak adlandırılan bu olgu, zincir içindeki tüm halkaların sorunsuz bir şekilde yürütülmesi konusunda büyük önem taşımaktadır. Tedarik zincirinin ana bileşenlerinden biri olan taşıma (dağıtım) ağları, ürün ve hizmetlerin son tüketiciye iletiminde etkin bir rol oynamaktadır [8]. Dağıtım ağındaki herhangi bir belirsizlikten, olumsuz duruma oluşabilecek riskler son tüketiciye olan tedarik zincirinin aksamasına, geç teslim tarihlerine, buna bağlı olarak müşteri kaybı ve ek maliyetlere neden olacaktır. Bu nedenle dağıtım ağlarındaki risklerin belirlenmesi ve elimine edilmesi hem işletme hem müşteri için kritiktir. Araştırmacılar ve uygulayıcılar geçmişten günümüze ürün veya hizmetlerin dağıtım ağlarında meydana gelebilecek risklere ve bu risklerin yönetimine yönelik pek çok farklı alanlarda, farklı problemleri incelemiştir [5], [6], [9]–[13]. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, dağıtım ağlarında oluşabilecek risklerin başarılı yönetimi tüm tedarik zinciri halkalarının etkinliğini ve koordinasyonunu sağlamaktadır. Etkin bir tedarik zinciri için risk yönetimi, oluşması durumunda tedarik zincirinin her bir halkasını olumsuz etkileyebilecek makro veya mikro düzeydeki beklenmedik olayların belirlenmesi, değerlendirilmesi ve elimine edilmesi çabası olarak özetlenebilir [14].

Tedarik zincirinin olmazsa olmaz bileşenlerinden biri olan dağıtım ağlarında oluşabilecek risklerin en aza indirilmesi sürecinde, ağdaki belirsizliklerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Dağıtım ağındaki belirsizlikler operasyonel, çevresel, finansal, sosyal gibi birçok riske neden olmaktadır. Birçok araştırmacı, dağıtım ağlarındaki belirsizliklerin ve buna bağlı olarak risklerin yönetiminde çeşitli stratejiler, modeller, yöntemler önermektedir. Bu yöntemlerden biri olan ve literatürde sıklıkla başvurulan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), araştırmacılara riskleri belirlenme, değerlendirme ve gerekli önlemleri tespit edebilme hususunda yol göstericidir. ÇKKV, ele alınan bir probleme yönelik karar vericilere kolaylık sağlayabilmek adına, birden fazla kriterin değerlendirildiği ve sonucunda karar verme sürecinin gerçekleştirildiği yöneylem araştırması disiplinlerinden biridir [15]. Bilimsel literatürde çok yaygın olan ÇKKV ile ilgili birçok farklı alanda bilimsel çalışmalar yürütülmektedir [16]. Dağıtım ağındaki risk yönetimi için de birbirinden farklı kriterler, farklı yöntemler ve sonucuna bağlı olarak farklı stratejiler ele alınarak ÇKKV çatısı altında farklı alanlar için problemler ele alınmıştır. Khan vd. helal gıda tedarik zincirindeki risk

elementlerini önceliklendirmek üzere bulanık AHP (Analytical Hierarchy Process) yöntemini kullanmışlardır [17]. Yıldız vd. çalışmalarında bir kamu bankasından ATM'lere para taşımacılığında rotalarda oluşabilecek risklerin önceliklendirilmesi ve bu kriterlere göre en güvenli rotanın seçimine yönelik sırasıyla Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP yöntemi ve Aralık Değerli Bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemini kullanmışlardır [5]. Ayyıldız ve Taşkın yapmış oldukları çalışmalarında, tehlikeli madde taşımacılığında oluşabilecek risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik problemi ele almışlardır. Çalışmalarında tehlikeli madde taşımacılığındaki risklerin tanımlanması ve minimize edilmesinin hayati önemde olduğunu vurgulamışlar ve bu risklerin değerlendirilmesi amacıyla Pisagor Bulanık AHP yöntemine başvurmuşlardır [9]. Prasher ve Aggarwal çalışmalarında belirlenen bir otomotiv şirketi tedarik zincirindeki risk yönetimini incelemişlerdir. Risklerden oluşabilecek tedarik zincirindeki kalitesizlikleri belirterek bu risklerin firma için maliyetlere ve müşteri kaybına neden olabileceğini işaret etmişlerdir. Belirlenen riskleri değerlendirmek için DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemini kullanmışlardır [6]. Mzougui vd. çalışmalarında otomotiv endüstrisi tedarik zincirinde oluşabilecek riskleri değerlendirmek üzere AHP ve DEMATEL yöntemini kullanmışlardır [18]. DuHadway vd. imalat endüstrisindeki sürdürülebilir tedarik zinciri risklerini belirlemek, değerlendirmek ve önceliklendirmek üzere bulanık ÇKKV yöntemine başvurmuşlardır. Bu bağlamda belirlenen kriterleri önceliklendirmek için bulanık AHP yöntemini; önceliklendirilen kriterlere göre sürdürülebilir tedarik zinciri için belirlenen stratejiler arasında seçim yaparken, bulanık WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) yöntemini kullanmışlardır [19]. Ali vd. Çin-Pakistan fiber optik projesi için oluşabilecek kriterleri önceliklendirmek ve değerlendirmek üzere bulanık VIKOR (VIseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemine başvurmuşlardır. Fiber optik kullanımının Pakistan ve Çin arasında eğitim, güvenlik, turizm, ticaret ve kültür gibi alanları önemli ölçüde etkilediğini ve bu projede oluşabilecek herhangi bir riske yönelik değerlendirme yapmanın gerekli olduğunu vurgulamışlardır [20]. Abdel-Basset vd. hızlı tüketim ürünlerinin tedarikçisinde oluşabilecek riskleri belirlemek için beş tedarik zinciri bileşenini ele almışlardır. İmalat, taşıma, depolama, sipariş çevrimi ve tedarik olarak ayırdıkları beş bileşen için biraraya getirilen kriterlerin değerlendirilmesi için nütrosifik bulanık AHP ve nütrosifik bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır [21]. Silva vd. baharat endüstrisi tedarik zincirinde oluşabilecek risklerin ve bu riskleri önlemek için kurulan stratejilerin değerlendirilmesi amacıyla sırasıyla AHP ve TOPSIS yöntemlerine başvurmuşlardır [22]. Kharisma ve Ardi çalışmalarında ilaç tedarik zincirindeki riskleri ve bu riskler arasındaki ilişkileri de gözeterek DEMATEL ve ANP (Analytical Network Process) yöntemlerini probleme entegre etmişlerdir [23]. İlgili literatür taraması ışığında benzer bir çalışma konusuna rastlanmadığı göz önünde bulundurularak, çalışmada otomat makinalarına ürün dağıtımına yönelik risk değerlendirme analizi yapılması amaçlanmaktadır. Bu amaçla tedarik risklerinin belirlenmesi ve bu risklerin değerlendirilmesi için ÇKKV yöntemlerinden biri olan Best Worst (BW) yöntemine başvurulmuştur.

Yaşadığımız zamanın gereklilikleri göz önüne alındığında işletmeler, fayda-maliyet ana faktörlerinin yanında dağıtım ağlarının daha sürdürülebilir, beklenmeyen etkilere karşı daha dayanıklı, değişimlere karşı daha esnek, müşteri memnuniyetini sağlamada daha istekli ve sorumlu olma durumuyla karşı karşıyadır. Ürün ve hizmetlerin son tüketiciye kadar dağıtımında kilit rol oynayan perakendeciler de tüm bu kaygıları en iyi şekilde yönetme amacındadırlar. Artan müşteri taleplerine kısa sürede ve doğru bir şekilde cevap verebilme kaygısındaki perakendeci için ürün veya hizmetlerin dağıtımını etkin bir şekilde gerçekleştirmek kritik öneme sahiptir. Satıcı yönetimli bir sistemde perakendecilerin müşterisi olarak tabir edilen otomat makinaları ürün veya hizmetlerin son tüketiciye ulaştırılmasında yaygın kullanılan dağıtım kanallarındandır. Günün her saati müşteriye hizmet verme amacı ve kolaylığı taşıyan otomat makinaları için ürünlerin istenilen zamanda tüketiciye ulaştırılabilmesi müşteri memnuniyetinin sağlanmasında büyük önem taşımaktadır. Perakendeci için ürün dağıtımından, ürün güvenliğinden, ürün kalitesinden, personel

kalifikasyonundan, beklenmeyen ani olaylardan vb. dolayı oluşabilecek riskler göz önüne alındığında, otomat makinalarına ürün dağıtımının çok titiz ve etkin bir şekilde yapılması elzemdir. Bu nedenle otomat makinası ürün dağıtımını sırasında meydana gelebilecek risklerin altında yatan nedenlerin değerlendirilmesi gerekir.

Literatürde ve pratikte hem araştırmacıların hem uygulayıcıların dikkat çektiği alanlardan biri olan risk değerlendirmesi, ürün ve hizmetlerin son tüketiciye kadar iletilmesi sürecinde kritik öneme sahiptir. Olabilecek riskleri önceden belirleyip, değerlendirebilmek ve buna göre stratejiler geliştirmek uzun vadede başarılı bir tedarik zincirinin oluşmasına zemin hazırlar.

Uygulama açısından bakıldığında, bu çalışma otomat makinası ürün dağıtımında risk değerlendirme problemini literatüre tanıtmaktadır. Türkiye’de, özellikle İstanbul’da mobil hareketliliğinin artması ile birlikte hızlı tüketim ürünlerine ulaşım kolaylığına yönelik talep kuşkusuz artmıştır. Bu ürünler market, büfe gibi yerlerde müşteriye ulaşırken daha mobil cihazlarla birlikte hızlı ve esnek çözümler hem müşteriler hem perakendeciler için bir fırsat oluşturmaktadır. Bununla birlikte, otomat cihazlarının risk yönetimi ve bu risklerin ağırlıklandırılmasına yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma, otomat makinesi ürün dağıtım risklerine odaklanır ve çerçeveyi daha gerçekçi kılan hem nicel hem de nitel kriterleri dikkate almak için bir ÇKKV çerçevesi kullanır.

Bu çalışmada otomat makinası tedarik zincirinde ürün dağıtımını ve satışı sürecinde meydana gelebilecek risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, ele alınan probleme yönelik önerilen yöntem ikinci bölümde verilirken; üçüncü bölümde yöntemin uygulanması ve dördüncü bölümde ise sonuç ve öneriler tartışılmaktadır.

2. Best-Worst Yöntemi

Karar verme hayatın her alanında karşılaşılan önemli bir problemdir. Özellikle ÇKKV olarak adlandırılan birden fazla kriteri içeren problemler araştırmacılar tarafından kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve bu problemlerin çözümüne yönelik yöntemler geliştirilmiştir. Literatürde en yaygın olarak kullanılan ÇKKV yöntemleri üç başlık altında sınıflandırılabilir: puanlama, sıralama ve ikili karşılaştırma. İkili karşılaştırma yoluyla uzman görüşlerinin alındığı ÇKKV yöntemlerinde, değerlendirilecek kriter/alternatif sayısına bağlı olarak gerekli ikili karşılaştırma sayısı artmakta ve dolayısıyla karar vericiler için tutarlı karar vermek zorlaşmaktadır. Bu zorluğun üstesinden gelmek için, Rezaei yapılandırılmış bir ikili karşılaştırma şemasına dayalı BW yöntemini 2015 yılında literatüre tanıttı [24]. Bu yöntemle karar vericiler, tüm kriterler için ikili karşılaştırmalar yapmak yerine sadece belirledikleri en iyi ve en kötü kriterleri diğer kriterlerle karşılaştırırlar. Bu nedenle BWM, en çok kullanılan ikili karşılaştırma tabanlı yöntem olan AHP’ye göre daha az karmaşıklığa ve karşılaştırma süresine sahiptir ve bu özellikleri ile daha avantajlı olması nedeniyle karmaşık karar verme problemlerinde tercih edilir.

BW yöntemi ikili karşılaştırmaya dayanan ve alternatifler arasında en iyi-en kötüye göre sıralama yapmaktadır [25]. Yöntemde karar verici tüm kriterlerin ikili karşılaştırmasına gerek duymaz; yalnızca en iyi ve en kötü kriteri belirledikten sonra kalan kriterleri bu kriterlerle karşılaştırır [26]. Araştırmacılar farklı karar problemleri için pek çok BW varyasyonlarını çalışmalarına uygulamış ve problemin çözümüne yönelik geçerliliğini vurgulamışlardır [27]–[32]. Tedarik zinciri risk yönetimi problemlerine yönelik karar verme sürecinde de yöntemle başvuran birçok çalışma mevcuttur. Abadi ve Darestani organik pirinç tedarik zinciri risklerini belirlemek ve bu riskleri önceliklendirmek amacıyla BW yöntemini önermişlerdir [33]. Sarwar vd. helal gıda tedarik zinciri sürecindeki riskleri belirlemek ve bu riskleri en aza indirmek amacıyla öncelik sıralaması yapmak amacıyla bulanık BW yöntemini çalışmalarında uygulamışlardır. 42 risk kriterinin değerlendirildiği çalışmada helal gıda tedarikindeki en kritik risklerin üretim, planlama ve tedarik riskleri olduğunu

belirtmişlerdir [25]. Yazdani vd. tarım ürünlerinin tedarik zincirindeki riskleri çalışmalarında ele almışlardır. BW yöntemi ve bulanık MARCOS yöntemlerinin entegre kullanıldığı çalışmada, doğal afetler ve sulama sistemlerindeki arızaların en önemli iki risk kriteri olduğunu göstermişlerdir [31]. Söz konusu yöntem adımları ise aşağıda verilmektedir:

Adım 1: Karar vericinin probleme yönelik kullanacağı kriter sayısı n olarak belirlensin.

Adım 2: Belirlenen kriterler arasından karar verici, en iyi (en çok istenen) ve en kötü (en istenmeyen) kriterleri belirler.

Adım 3: Bu adımda uzman, seçmiş olduğu en iyi kriteri diğer kriterlere göre kıyaslar. Kıyaslama yaparken 1-9 skalasını kullanır. 1-9 skalasını kullanarak en iyi kriter, diğer tüm kriterlere göre 1'den(eşit önemli) 9'a (en önemli) kadar olan değerler arasından bir değer atar. Bu sayede en iyiden diğer kriterlere doğru $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ vektörü tanımlanmış olur. Burada A_B vektöründe gösterilen a_{Bj} en iyi kriter olan B'nin j kriterine göre önem derecesini göstermektedir [26].

Adım 4: Bu adımda ise diğer tüm kriterler en kötü (istenmeyen) kriterle kıyaslanır. Yine burada da uzman, 1-9 skalasını kullanarak diğer kriterlere en kötü kriter göre değer atar. Bu sayede diğer kriterler arasındaki kıyaslama vektörü $A_w = (a_{1w}, a_{2w}, \dots, a_{nw})^T$ şeklinde elde edilmiş olur. Vektörde her bir a_{jw} , j kriterinin en kötü kriter göre almış olduğu önem derecesini göstermektedir [29].

Adım 5: En son olarak, her bir kriterin optimal ağırlığı belirlenir. Burada kriterler için en uygun ağırlıkların oluşturulduğu vektör, $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ şeklinde verilsin. Her bir w_B/w_j ve w_j/w_w için oranlar sırasıyla a_{Bj} ve a_{jw} olarak belirlensin. Burada amaç, maksimum $\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|$ ve $\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right|$ sağlayan mutlak oranların minimize edilmesidir. Bu da min-max modeli olarak çözülür [26].

$$\min \max_j \{ |w_B - a_{Bj}w_j|, |w_j - a_{jw}w_w| \} \quad (1)$$

$$\sum_j w_j = 1 \quad (2)$$

$$w_j \geq 0, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad (3)$$

Bu model, aşağıdaki gibi tekrar sunulabilir:

$$\min \zeta \quad (4)$$

$$\left| \frac{w_B}{w_i} - a_{Bj} \right| \leq \zeta, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad (5)$$

$$\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \leq \zeta, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad (6)$$

$$\sum_j w_j = 1 \quad (7)$$

$$w_j \geq 0, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad (8)$$

Min-Max doğrusal programlama modelinin çözümü ile, tüm kriterlerin optimum ağırlıkları ve tutarlılık oranı olan ζ değeri belirlenmiş olur. Tutarlılık oranının artışı, karşılaştırmaların güvenilirliğinin azaldığını göstermektedir.

3. Risklerin Ağırlıklandırılması

Çalışmada satıcı yönetimli bir tedarik zincirinde perakendecinin hem müşterisi hem de son müşteriye ulaşmasında bir satış kanalı olarak gördüğü satış otomatlarına ürün tedarikinde ve satışında oluşabilecek risklerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle, probleme yönelik karar vericinin karşılaştırma yapması için risk kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, i) otomat makinesi ürün dağıtımında risklerin belirlenmesi, ii) riskleri değerlendirmek için en uygun yöntemin belirlenmesi ve son olarak iii) ürün dağıtım risklerinin görece önemini belirlemek için, görüşlerini almak üzere nitelikli üç uzmandan oluşan bir karar verici grubu oluşturulmuştur. Uzmanlar aşağıdaki kriterlere göre seçilmiştir: i) ilgili alanlarda deneyim (en az 5 yıl), ii) ilgili alanda yüksek eğitim (tercihen doktora, ancak en az yüksek lisans) ve lojistik riskleri ile ilgili alanlarda bilgi, iii) daha önce ÇKKV çalışmalarına katılım. Bu çalışmada hizmet sektörlerinde ve akademide görev yapan üç profesyonel uzman ekibe katılmıştır. Uzmanlarla birlikte yazarlar ortak bir şekilde karar matrisini oluşturmuştur. Uzman ekip profili bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Uzman ekibi

Uzman	Tecrübe	Eğitim Seviyesi	Ünvan	ÇKKV Tecrübesi
E-1	5	Yüksek Lisans (İşletme)	Kalite Güvence Uzmanı	Hayır
E-2	11	Doktora (Endüstri Mühendisliği)	Doçent Doktor	Evet
E-3	15	Doktora (İşletme)	Yönetici	Evet

Sektörde faaliyet gösteren bir perakende firmasında çalışan uzman görüşleri ve ilgili literatür taraması sonucunda elde edilen dokuz kritere dair tanımlamalar aşağıda verilmektedir.

C1. Personel Hataları: Otomat makinasına ürün tedarikinde oluşabilecek riskler arasında yer alan personelden kaynaklı hatalar, ürünlerin otomat makinasına ulaştırılmasında gecikmelere yol açabilir. Bu da otomat makinasında biten ürüne olan talebin karşılanamaması ve dolayısıyla hem müşteri memnuniyetinde azalmaya hem de maliyetlerde artışa neden olabilir.

C2. Sıcaklık: Ürünlerin otomat makinası içerisinde satın alamaya hazır beklerken, araç içerisinde taşınırken ve depolarda tutulurken muhafaza edilmesi gereken sıcaklık değerini tanımlamaktadır. Özellikle bozulabilir ürünlerin muhafazası sırasında sıcaklıktan dolayı oluşabilecek riskler kritiktir.

C3. Yetersiz araç bölmesi ve kapasite: Ürünlerin taşınabilmesi için yeterli büyüklüğe ve kapasiteye sahip olmayan araçlarla dağıtım yapma riskini tanımlamaktadır. Araç büyüklüğünün ve kapasitesinin beklenen düzeyde olmaması durumunda, ürünün otomata ulaşamaması, stoksuzluk gibi riskler ortaya çıkabilir. Bir diğer risk bileşeni olarak, farklı ürün gruplarının farklı şekillerde araç içinde muhafaza edilebilmesi kısıtı göz önüne alındığında, yetersiz araç içi bölme durumunda ürünlerin bozulması, bakteri ortamının oluşması gibi riskler örnek verilebilir.

C4. Talep takibindeki hatalar: Otomat makinasındaki Hardware/Software yazılım ekipmanlarında oluşabilecek arızalar, hatalar nedeniyle talep takibinin, talep tahmininin sağlıklı bir şekilde yapılamaması durumunu ifade etmektedir.

C5. Depo ve diğer otomatlara uzaklık: Depo(lar)a veya diğer otomat makinalarına uzaklık ne kadar fazlaysa o kadar yakıt tüketimi, karbon salınımı, trafik gecikmeleri vb. riskler oluşabilir.

C6. Rakiplere göre nitel ve nicel yetersizlik: Otomat makinasının bulunduğu konumda bulunan rakiplerinin sayısı, rakiplerine yakınlığı gibi riskleri tanımlamaktadır.

C7. Kullanıcının hatalı kullanımı: Otomat ürünlerinin müşteri tarafından satın alınması sırasında müşterinin otomat makinasını doğru bir şekilde kullanamaması ve bundan doğacak zararlar örnek olarak verilebilir.

C8. Hırsızlık: Otomat makinasındaki ürünlere yönelik oluşabilecek hırsızlık riskini tanımlamaktadır.

C9. Beklenmeyen olaylar: Araç kazası, doğal afetler, salgınlar gibi öngörülemeyen riskleri tanımlamaktadır.

Kriterlerin belirlenmesinden sonra, otomat makinası ürün tedarikindeki riskleri değerlendirmek üzere BW yöntemi uygulanmıştır. Yöntemin ikinci adımında da belirtildiği gibi karar verici belirlenen dokuz kriter arasından en iyi (istenen) ve en kötü (istenmeyen) risk kriterini seçer. Buna göre karar verici tercihinine göre, “Talep takibindeki hatalar” en önemli kriter (Best) olarak; en önemsiz kriter (Worst) ise “Hırsızlık” olarak belirlenmiştir.

En önemli kriter diğer kriterler ile kıyaslanarak “En iyisi ve diğerleri” (A_B) matrisi oluşturulur. Aynı şekilde en önemsiz kriter diğer kriterlerle kıyaslanarak “Diğerleri ve en kötü” (A_w^T) matrisi oluşturulur. Karar verici değerlendirmeleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Kriter değerlendirmeleri

Best	Worst	A_B	A_w^T
C4. Talep takibindeki hatalar	C8. Hırsızlık	(5;3;2;1;5;2;4;6;6)	(3;5;6;6;3;6;4;1;2)

Uzman görüşleriyle elde edilen ve Tablo 2’de verilen karşılaştırmalar kullanılarak doğrusal programlama modeli aşağıda verildiği şekilde oluşturulmuştur.

$$\min \xi \quad (9)$$

$$\left| \frac{w_4}{w_1} - 5 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_4}{w_2} - 3 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_4}{w_3} - 2 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_4}{w_5} - 5 \right| \leq \xi, \quad (10)$$

$$\left| \frac{w_4}{w_6} - 2 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_4}{w_7} - 4 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_4}{w_8} - 6 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_4}{w_9} - 6 \right| \leq \xi \quad (11)$$

$$\left| \frac{w_1}{w_5} - 3 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_2}{w_5} - 5 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_3}{w_5} - 6 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_6}{w_5} - 3 \right| \leq \xi, \quad (12)$$

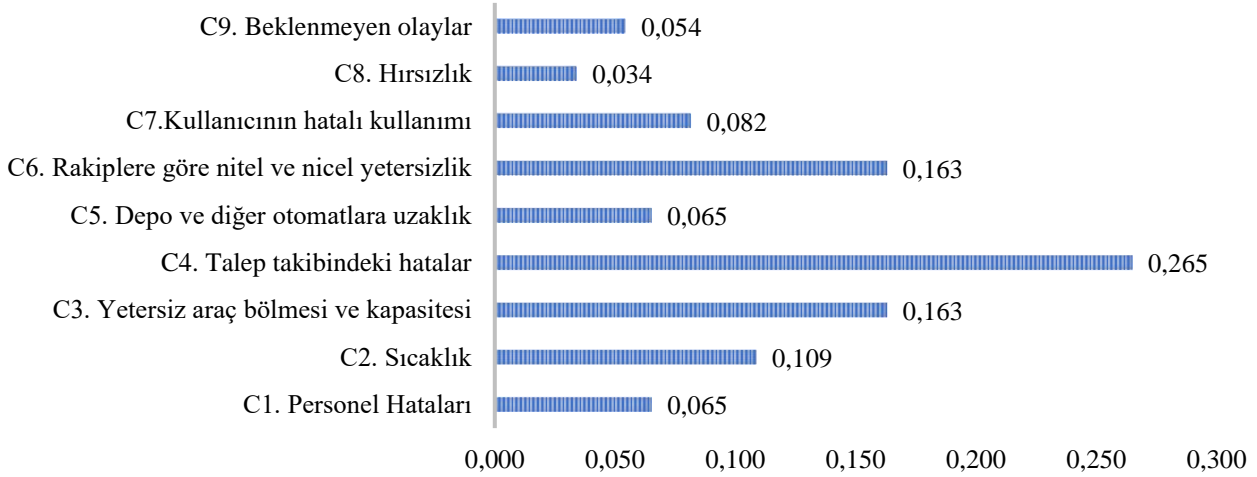
$$\left| \frac{w_6}{w_5} - 6 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_8}{w_5} - 4 \right| \leq \xi, \left| \frac{w_9}{w_5} - 2 \right| \leq \xi \quad (13)$$

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 + w_7 + w_8 + w_9 = 1 \quad (14)$$

$$w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7, w_8, w_9 \geq 0 \quad (15)$$

Risklerin belirlenmesi için hazırlanan ve yukarıda verilen matematiksel model Intel(R) Core(TM) i9-11900-H CPU @ 2.50 Ghz işlemcili, 32.00 GB RAM’e sahip bir bilgisayar üzerinde, IBM ILOG CPLEX Optimization Studio 12.8 paket programı kullanılarak çözülmüştür. Böylece hem kriter ağırlıkları hem de tutarlılık oranı elde edilmiştir. Matematiksel model için Merkezi İşlem Birimi (CPU) süresi 1,03 saniye olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, tutarlılık oranı ζ , 0,0611 olarak belirlenmiştir. Tutarlılık oranının 0,1’den küçük olarak hesaplandığı göz önünde

bulundurulduğunda, karar verici görüşlerinin tutarlı olduğunu söylemek mümkündür. Matematiksel model sonucunda elde edilen optimum kriter ağırlıkları Şekil 1’de görselleştirilmiştir.



Şekil 1. Risk kriterleri değerlendirme sonuçları

Otomat makinası ürün tedarikinde meydana gelebilecek risklerin BW yöntemine göre değerlendirilmesi sonucunda en önemli kriter (Best) olarak tercih edilen “Talep takibindeki hatalar” risk kriteri, perakendeci için hem maliyet hem müşteri kaybı açısından son derece önemli bir risk kriteri olarak belirlenmiştir. Buna göre perakendeci otomat makinalarına ürün tedariki sırasında oluşabilecek riskler arasında öncelikli olarak talep takibinin doğru bir şekilde yapılmasına özen göstermelidir. Bu sayede olası stoksuzluk ihtimalini, satış kaybını, müşteri şikayetlerini en aza indirebilecektir. Şekilden görüleceği üzere, ikinci en önemli risk kriteri olarak eşit önem derecesine sahip iki kriter belirlenmiştir. Buna göre “Rakiplere göre nitel ve nicel yetersizlik” ve “Yetersiz araç bölmesi ve kapasitesi” risk kriterleri en önemli, en çok dikkat edilmesi gereken risklerdir. Perakendeci otomat makinası aracılığıyla ürünlerinin müşterilere ulaştırılması noktasında, otomat makinasının bulunduğu konumdaki rakiplerin varlığını, rakiplerin imajını, müşteriye olan ilgisini ve satış politikasını, rakiplerinin sayısını vb. faktörleri dikkate almalıdır. Çünkü göz ardı edilen rekabet stratejileri perakendecinin satış kayıplarına neden olabilmektedir. Müşteriye ürün satışı noktasında daha etkin olma kaygısı içerisindeki perakendeci için bir diğer önemli husus ise otomat makinalarına ürün tedarikinde dağıtım araçlarının niteliğindeki yetersizliklerdir. Perakendeci dağıtımda kullanılacak araçlarının yeterli kapasitede ve yeterli çoklu bölmelere sahip olmasına özen göstermelidir. Bu sayede dağıtım sırasında ürünlerin muhafaza edilmesi ve otomatların ihtiyacı olan her bir ürünün taşınması sağlanacaktır. Dikkat edilmesi gereken risk kriterleri arasında “Sıcaklık” riski dördüncü sırada karşımıza çıkmaktadır. Ürünlerin otomatta satışa hazır halde tutulurken, araç içinde taşıma sırasında, depoda bekletilmesi sırasında muhafaza edilmesi müşteri memnuniyeti açısından önemlidir. Sıcaklık ayarlarında oluşabilecek herhangi bir arıza nedeniyle ürünlerin bozulması tedarikte ve müşteri satışında kayıplara yol açabilir. Karar vericinin en kötü (istenmeyen) risk kriteri olarak belirlediği “Hırsızlık”, perakendeci için öncelik sıralamasında en düşük önem derecesine sahiptir. Bu noktada perakendeci öncelikle, diğer risk kriterlerinin elimine edilmesi için gereken adımları atmak durumundadır. Bir diğer en kötü kriter ise “Beklenmeyen olaylar” olarak belirlenmiştir. Kaza, salgın hastalık gibi frekansı düşük olayların yaşanması ihtimaline dayanarak, bu risk kriteri en kötü (önemsiz) kriterlerden biri olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda perakendeci bu riskleri tamamen göz ardı etmeksizin öncelik olarak diğer risk kriterlerinin minimize edilmesine yönelik önlemlerini almalıdır.

4. Karşılaştırmalı Analiz

SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis), kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve önem sırasına göre sıralanmasında kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Keršuljene vd. tarafından 2010 yılında geliştirilen SWARA [34], uzman odaklı bir öznel karar verme yöntemidir [35]. Yöntem, karar vericilere mevcut çevresel ve ekonomik koşulları dikkate alarak kendi önceliklerini seçme fırsatı verir. Ayrıca karar verici olarak belirlenen uzmanların rolü bu yöntemde daha da önemlidir [36]. Çünkü yöntemin temel özelliği kriter ağırlıklarının belirlenmesinde uzman görüşlerinin kullanılmasıdır.

SWARA'da kriterlerin önem sırası belirlenirken ilk aşamada karar vericiler tarafından dikkate alınması gereken tüm kriterler en önemliden en önemsize doğru sıralanır. Daha sonra bu sıralama dikkate alınarak önemsiz kriterler karar sürecinden çıkarılır. Bir sonraki aşamada, her karar verici belirlenen kriterleri önemliden önemsize doğru sıralar ve en önemli kriterlere "1.00" değerini atar. En önemli kriterlere göre 0,05 puanlık aralıklar kullanılarak sıralamadaki diğer kriterlerin ne kadar önemli olduğu belirlenir. Örneğin, ikinci kriter en önemli kriterden %5 daha az önemli ise ikinci kriter 0.95 atanır. Tüm kriterler birinci (en önemli) kriter göre değerlendirildiği için göreceli bir önem ağırlığı elde edilmektedir [37]. Yöntemin adımları aşağıdaki gibidir.

Adım 1: Kriterler önem derecelerine göre sıralanır ve en önemli kriter birinci kriter olarak belirlenir.

Adım 2: İkinci kriterden başlayarak her bir kriter (j) için göreceli önem seviyeleri belirlenir. Bunun için (j) kriteri bir önceki kriter (j-1) ile karşılaştırılır. Bu orana "ortalama değerin karşılaştırmalı önemi" denir ve s_j ile gösterilir.

Adım 3: Her kriter k_j için katsayı Eşitlik 16 kullanılarak belirlenir.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ s_j + 1 & j \neq 1 \end{cases} \quad (16)$$

Adım 4: Her kriter için yeni önem seviyeleri Eşitlik 17 kullanılarak belirlenir.

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{k_{j-1}}{k_j} & j \neq 1 \end{cases} \quad (17)$$

Adım 5: Kriter ağırlıkları Eşitlik 18 kullanılarak belirlenir. Burada n kriter sayısını belirtir

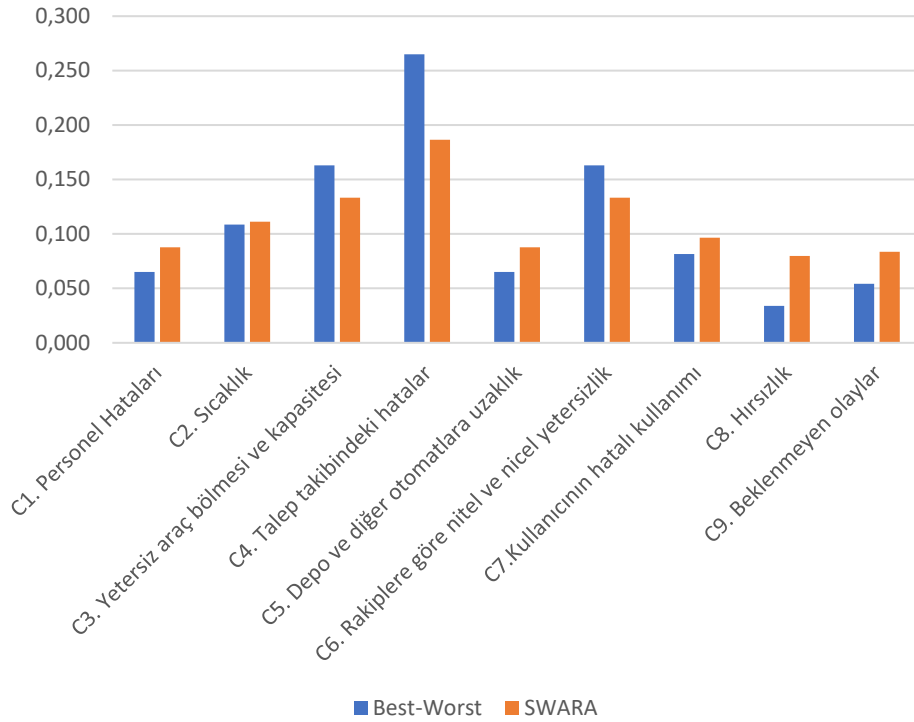
$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{j=1}^n q_j} \quad (18)$$

SWARA yöntemi, 9 farklı risk faktörünün her birinin önemini (ağırlığını) belirlemek için uygulanmıştır. Kriterler değerlendirilirken BW yöntemi ile aynı uzmanların görüşü alınarak ortalama değerler kullanılmıştır. Risk faktörlerinin SWARA yöntemi ile hesaplanmasının uygulama adımları ve nihai ağırlıkları Tablo 3'te verilmiştir.

SWARA uygulamasının sonucuna göre C4. Talep takibindeki hatalar kriteri 0,187 değeri ile en yüksek önem değerine sahip olup en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 0,133 ağırlıkla C6. Rakiplere göre nitel ve nicel yetersizlik ve C3. Yetersiz araç bölmesi ve kapasitesi kriterleri izlemektedir. En önemli kriterler BW yöntemi ile aynı olarak belirlenmiştir. Karşılaştırmalı analizin sonucu Şekil 2'te verilmiştir.

Tablo 3. SWARA yöntemi sonuçları

Kriter	s_j	k_j	q_j	w_j
C4. Talep takibindeki hatalar	1	1	1	0,187
C6. Rakiplere göre nitel ve nicel yetersizlik	0,4	1,4	0,71	0,133
C3. Yetersiz araç bölmesi ve kapasitesi	0	1	0,71	0,133
C2. Sıcaklık	0,2	1,2	0,60	0,111
C7.Kullanıcının hatalı kullanımı	0,15	1,15	0,52	0,097
C5. Depo ve diğer otomatlara uzaklık	0,1	1,1	0,47	0,088
C1. Personel Hataları	0	1	0,47	0,088
C9. Beklenmeyen olaylar	0,05	1,05	0,45	0,084
C8. Hırsızlık	0,05	1,05	0,43	0,080

**Şekil 2.** Karşılaştırmalı analiz sonuçları

Karşılaştırmalı analiz sonuçlarına göre, hem önerilen SWARA metodolojisi hem de BW yöntemi için aynı öncelik sıralaması elde edilmiştir. Şekil 2'den önerilen yaklaşımın mevcut ağırlıklandırma yöntemiyle oldukça tutarlı olduğu belirlenmiştir.

5. Sonuç ve Öneriler

Başarılı bir tedarik zinciri yönetimi rekabet avantajına sahip olma çabasındaki tüm işletmeler için hayati öneme sahiptir. Perakendeci için de bu rekabette rakiplerinden önde olmak, maksimum müşteri memnuniyeti, maksimum kar ve bunun yanında minimum maliyet elde etmek sürdürülebilir başarı sağlamak adına son derece kritiktir. Satıcı yönetimli bir sistemde perakendecinin hem müşterisi hem de son tüketiciye ulaşmada satış kanallarından biri olarak tanımlanan otomat makinaları için ürün tedariklerinin başarılı bir şekilde yürütülmesi, bu noktada üzerinde durulması gereken alanlardan biri olmaktadır. Otomat makinalarına olan ürün tedariklerinin sağlanması aşamasında oluşabilecek risklerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve buna göre bu risklerin

minimize edilmesi problemi, perakendeci için önceliklidir. Bu çalışmada belirtilen probleme yönelik tedarik risklerinin belirlenmesi ve bu risklerin önceliklendirilmesi amaçlanmıştır. Bu noktada probleminin çözüm aşamasında ÇKKV yöntemlerinden biri olan Best- Worst yöntemine başvurulmuştur. Belirlenen dokuz kriter arasında öncelikle karar vericiden En iyi (Best) ve En kötü (Worst) risk kriterlerinin belirlenmesi istenmiştir. En iyi kriter olarak belirlenen “Talep takibindeki hatalar” ve en kötü kriter olarak belirlenen “Hırsızlık” risk kriterlerine göre kıyaslama yapıldığında, yöntem sonuçlarına göre kalan kriterler arasında en iyi kriter olarak eşit önem derecelerine sahip, “Rakiplere göre nitel ve nicel yetersizlikler” ve “Yetersiz araç bölmesi ve kapasitesi” risk kriterleri belirlenmiştir. Yöntem gereklerine göre, karar vericinin en kötü kriter olarak belirlediği “Hırsızlık” riski dikkate alınarak, kalan kriterlerin karşılaştırılması yapıldığında bir diğer en kötü kriter “Beklenmeyen olaylar” olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda perakendeci bu riskleri tamamen göz ardı etmeksizin öncelik olarak diğer risk kriterlerinin minimize edilmesine yönelik önlemlerini almalıdır.

Bu çalışma, karar verme literatürüne ve otomat makinesi tedarik zinciri risk yönetimi alanına çok katkıda bulunmasına rağmen, hala bazı araştırma sınırlamaları bulunmaktadır. Çalışmanın sınırlılıklarına gelince, şehrin farklı ilçelerinden aday lokasyonları dikkate alarak, bu lokasyonların değerlendirilmemesi ilk sınırlama olabilir. Ayrıca ikinci en önemli sınırlılık, kriterlerin değerlendirilmesinde yeterli yetkinliğe sahip daha fazla uzmanın bulunamamasıdır. Ancak tüm bu sınırlamaların ötesinde, pandemi sonrası süreç için detaylı ve sistematik bir kriter çerçevesiyle otomat makinesi risk değerlendirme çalışması başarıyla gerçekleştirilmiştir.

Tüm bu sınırlamalara rağmen, bu çalışma, literatürde ilk kez otomat makinesi operasyonel risklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi problemini literatüre tanıtmıştır. Bu bağlamda BW temelli bir karar verme modeli probleme uygulanmıştır. Modeli doğrulamak için, SWARA yöntemiyle uygulama yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Her iki modelin sonuçları da tutarlı olarak belirlenmiştir. BW yönteminin kullanmanın avantajı, bilgiyi ifade etmek için daha az ikili kıyaslama yapması ve daha tutarlı karar matrisleri oluşturmasıdır.

Gelecekteki çalışmalar için öneri olarak, risklerin ağırlıklandırılması sürecinde bulanık tabanlı ÇKKV metodolojileri uygulanabilir ve elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılabilir. Ayrıca, alternatif lokasyonlar belirlenerek en güvenli lokasyon belirleme süreci dikkate alınabilir. Otomat makinesi ürün dağıtımı risk değerlendirmesi için önerilen karar verme çerçevesi, belirlenen kriterlerle sınırlıdır, ancak problemin gerekliliğine/durumuna göre kriter sayısı artırılabilir veya azaltılabilir.

Yazar(lar)ın Katkıları

AY ve CO çalışmayı tasarladı. AY, CO ve SA verileri derledi. AY ve EA uygulamayı gerçekleştirdi. Sonuçları tüm yazarlar ortak değerlendirdi.

Tüm yazarlar makalenin son halini okudu ve onayladı.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- [1]. Sahin, Y., Aydemir, E., A Comprehensive Solution Approach for CNC Machine Tool Selection Problem, *Informatica*, 2022, 33 (1), 81–108.

- [2]. Paul S., K., Chowdhury, P., Maktadir, M. A., Lau, K. H., Supply chain recovery challenges in the wake of COVID-19 pandemic, *J. Bus. Res.*, 2021, 136, 316–329.
- [3]. Ghadge, A., Dani, S., Kalawsky, R., Supply chain risk management: Present and future scope, *Int. J. Logist. Manag.*, 2012, 2 (23), 313–339.
- [4]. Yaşbayır, M., Aydemir, E., An Improved Grey Failure Mode and Effect Analysis for a Steel-Door Industry, *Arab. J. Sci. Eng.*, 2022, 47 (3).
- [5]. Yildiz, A., Guneri, A. F., Ozkan, C., Ayyildiz, E., and Taskin, A., An integrated interval-valued intuitionistic fuzzy AHP-TOPSIS methodology to determine the safest route for cash in transit operations: a real case in Istanbul, *Neural Computing and Applications*, 2022, 1-16.
- [6]. Prashar, A., Aggarwal, S., Modeling enablers of supply chain quality risk management: a grey-DEMATEL approach, *TQM J.*, 2020, 32 (5), 1059–1076.
- [7]. Tang, O., Nurmaya Musa, S., Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management, *Int. J. Prod. Econ.*, 2011, 133 (1), 25–34.
- [8]. Kherbach, O., Mocan, M. L., The Importance of Logistics and Supply Chain Management in the Enhancement of Romanian SMEs, *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, 2016, 221, 405–413.
- [9]. Ayyildiz, E., Taskin Gumus, A., Pythagorean fuzzy AHP based risk assessment methodology for hazardous material transportation: an application in Istanbul, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2021, 1–13.
- [10]. Chen, Z., Li, H., Ren, H., Xu, Q., Hong, J., A total environmental risk assessment model for international hub airports, *Int. J. Proj. Manag.*, 2011, 29 (7), 856–866.
- [11]. Xu, M., et al., Supply chain sustainability risk and assessment, *J. Clean. Prod.*, 2019, 225, 857–867.
- [12]. Rostamzadeh, R., Ghorabae, M. K., Govindan, K., Esmaeili, A., Nobar, H. B. K., Evaluation of sustainable supply chain risk management using an integrated fuzzy TOPSIS-CRITIC approach, *J. Clean. Prod.*, 2018, 175, 651–669.
- [13]. Gumus, A. T., Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology, *Expert Syst. Appl.*, 2009, 36 (2), 4067–4074.
- [14]. Fan, Y., Stevenson, M., A review of supply chain risk management: definition, theory, and research agenda, *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, 2018, 48 (3), 205–230.
- [15]. Zlaugotne, B., Zihare, L., Balode, L., Kalnbalkite, A., Khabdullin, A., Blumberga, D., Multi-Criteria Decision Analysis Methods Comparison, *Environ. Clim. Technol.*, 2020, 24 (1), 454–47.
- [16]. Yurtyapan, M. S., Aydemir, E., ERP software selection using intuitionistic fuzzy and interval grey number-based MACBETH method, *Grey Syst.*, 2022, 12 (1), 78–100.
- [17]. Khan, S., Khan, M. I., Haleem, A., Jami, A. R., Prioritising the risks in Halal food supply chain: an MCDM approach, *J. Islam. Mark.*, 2022, 13 (1), 45–65.
- [18]. Mzougui, I., Carpitella, S., Certa, A., El Felsoufi, Z., Izquierdo, J., Assessing supply chain risks in the automotive industry through a modified MCDM-Based FMECA, *Processes*, 2020, 8 (5).
- [19]. DuHadway, S., Carnovale, S., Hazen, B., Understanding risk management for intentional supply chain disruptions: risk detection, risk mitigation, and risk recovery, *Ann. Oper. Res.*, 2019, 283 (1), 179–198.
- [20]. Ali, Y., Asees Awan, M., Bilal, M., Khan, J., Petrillo, A., Ali Khan, A., Risk assessment of China-Pakistan Fiber Optic Project (CPFOP) in the light of Multi-Criteria Decision Making (MCDM), *Adv. Eng. Informatics*, 2019, 40, 36–45.
- [21]. Abdel-Basset, M., Gunasekaran, M., Mohamed, M., Chilamkurti, N., A framework for risk assessment, management and evaluation: Economic tool for quantifying risks in supply chain, *Futur. Gener. Comput. Syst.*, 2019, 90, 489–502.
- [22]. De Silva, U. S., K., Paul, A., Hasan, K. W., Paul, S. K., Ali, S. M., Chakraborty, R. K., Examining risks and strategies for the spice processing supply chain in the context of an emerging economy, *Int. J. Emerg. Mark.*, 2021.

- [23]. Kharisma, S. A., Ardi, R., Supply chain risk assessment of generic medicine in Indonesia Using DEMATEL-Based ANP (DANP), *IEEE Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manag.*, 2020, 716–720.
- [24]. Rezaei, J., Best-worst multi-criteria decision-making method, *Omega*, 2015, 53, 49–57.
- [25]. Sarwar, A., Zafar, A., Qadir, A., Analysis and prioritization of risk factors in the management of Halal supply chain management, *Discov. Sustain.*, 2021, 2 (1), 1-10.
- [26]. Çakir, E., Best- Worst Yöntemine Dayalı ARAS Yöntemi ile Dış Kaynak Kullanım Tercihinin Belirlenmesi : Turizm Sektöründe Bir Uygulama Determination of Outsource Usage Preference by ARAS Method based on Best – Worst Method : An Application in The Tourism Sector, 2019, 23, 1273–1300.
- [27]. Deveci, M., Simic, V., Torkayesh, A. E., Remanufacturing facility location for automotive Lithium-ion batteries: An integrated neutrosophic decision-making model, *J. Clean. Prod.*, 2021, 317, 128438.
- [28]. Abdali, H., Sahebi, H., Pishvae, M., The water-energy-food-land nexus at the sugarcane-to-bioenergy supply chain: A sustainable network design model, *Comput. Chem. Eng.*, 2021, 145.
- [29]. Ayyildiz, E., Interval valued intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process-based green supply chain resilience evaluation methodology in post COVID-19 era, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2021, 1, 1–19.
- [30]. Omidvari, F., Jahangiri, M., Mehryar, R., Alimohammadlou, M., Kamalinia, M., Fire Risk Assessment in Healthcare Settings: Application of FMEA Combined with Multi-Criteria Decision Making Methods, *Math. Probl. Eng.*, 2020.
- [31]. Yazdani, M., Torkayesh, A. E., Chatterjee, P., Fallahpour, A., Montero-Simo, M. J., Araque-Padilla, R. A., and Wong, K. Y., A fuzzy group decision-making model to measure resiliency in a food supply chain: A case study in Spain, *Socioecon. Plann. Sci.*, 2022, 101257.
- [32]. Abdel-Basset, M., Mohamed, R., Zaied, A. E. N. H., Gamal, A., Smarandache, F., Solving the supply chain problem using the best-worst method based on a novel Plithogenic model, *Optim. Theory Based Neutrosophic Plithogenic Sets*, 2020, 1–19.
- [33]. Pakdeenarong, P., Hengsadekul, T., Supply chain risk management of organic rice in Thailand, *Uncertain Supply Chain Manag.*, 2020, 8 (1), 165–174.
- [34]. Keršulienė, V., K. Zavadskas, E., Turskis, Z., Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA), *J. Bus. Econ. Manag.*, 2010, 11 (2).
- [35]. Ijadi Maghsoodi, A., Ijadi Maghsoodi, A., Poursoltan, P., Antucheviciene, J., Turskis, Z., Dam construction material selection by implementing the integrated SWARA–CODAS approach with target-based attributes, *Arch. Civ. Mech. Eng.*, 2019, 4 (19), 1194–1210.
- [36]. Ayyildiz, E., Yıldız, A., Taskin Gumus, A., Ozkan, C., An Integrated Methodology Using Extended Swara and Dea for the Performance Analysis of Wastewater Treatment Plants: Turkey Case, *Environ. Manage.*, 2021, 67 (3), 449–467.
- [37]. Keršulienė, V., Turskis, Z., Integrated fuzzy multiple criteria decision making model for architect selection, *Technol. Econ. Dev. Econ.*, 2011, 17 (4), 645–666.