



SWARA Temelli Bulanık COPRAS Yöntemi ile Soğuk Hava Deposu Seçimi

Ali KATRANCI*, Nilsen KUNDAKCI**

ÖZ

Bireylerin dengeli ve sağlıklı bir şekilde beslenmeleri açısından son derece önemli olan meyve ve sebzelerin hasat dönemi dışında da tüketilebilmesi için iyi bir şekilde muhafaza edilmeleri gerekmektedir. Meyve ve sebzelerin, hasattan sonra yapılarında meydana gelebilecek bozulmaları engelleyerek, tüm yıl boyunca ilk günkü tazeliğini koruması açısından soğuk hava depoları oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, Denizli ilinin Çivril ilçesinde bulunan, her türlü meyve ve sebzenin depolanabildiği soğuk hava depo alternatifleri Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden SWARA ve Bulanık COPRAS yöntemleri ile değerlendirilmiştir. SWARA yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlenerek, Bulanık COPRAS yöntemi ile alternatifler sıralanmıştır. Çalışmanın sonunda çiftçiler için en uygun soğuk hava deposu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: ÇKKV, SWARA, Bulanık COPRAS, Soğuk hava deposu seçimi

JEL Sınıflandırması: C02, C44, D81

Selection of Cold Storage by SWARA Based Fuzzy COPRAS Method

ABSTRACT

Fruits and vegetables, which are extremely important for people to be nourished in a balanced and healthy manner need to be stored in a good way in order to be consumed even outside their harvesting periods. Cold storage depots play a significant role in terms of preserving their initial freshness throughout the year by preventing the deterioration of the fruits and vegetables after the harvest. In this study, different cold storage depot alternatives for all kind of fruits and vegetables, located in Çivril district in the city of Denizli, have been evaluated by using two Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods which are SWARA and fuzzy COPRAS methods. After the weights of the criteria have been determined with SWARA method, the alternatives have been ranked using the fuzzy COPRAS method. At the end of the study, the most suitable cold storage has been determined for the farmers.

Keywords: MCDM, SWARA, Fuzzy COPRAS, Cold storage selection

JEL Classification: C02, C44, D81

Geliş Tarihi / Received: 12.02.2019 Kabul Tarihi / Accepted: 21.07.2019

* Doktora Öğrencisi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, akatrancii@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7586-1169.

** Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, nilsenk@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7283-320X.

1. GİRİŞ

Ülkemiz, dünya üzerindeki konumu nedeniyle meyve ve sebze yetiştiriciliği yönünden oldukça uygun bir iklime sahiptir. Bu nedenle hemen hemen tüm bölgelerimizde meyve ve sebze yetiştiriciliği belirli dönemlerde yapılmakta ve bu ürünlere tüm yıl boyunca ihtiyaç duyulmaktadır (Gençoğlan vd., 2016: 67).

Tüm yıl meyve ve sebzelere ulaşmak, yıpranmalarını engellemek, hasattan sonra yapılarında oluşacak biyokimyasal etkileşimleri mümkün olan en düşük düzeye indirmek amacıyla donma noktalarının biraz üzerindeki ısı derecelerinde saklanmaları gerekmektedir (Timur, 1985: 56). Soğuk depolama ya da soğuk muhafaza olarak adlandırılan bu yöntemin tarihi doğal mağaralarda başlamaktadır. Romalılar M.Ö. 100. yılın ilk yarısında ilk depolama bilgileri ile ilk mimarları olmuşlardır (Nizamoğlu ve Gökmen, 2017: 43). Aynı zamanda soğuk depolama için oda kurma uğraşını ise ilk olarak İmparator Neron vermiştir. Gıdaları güneş etkisinden korumak için samanla izole edilmiş odalar yaptırmıştır (Çullu, 2017: 48).

Günümüzde depolama faaliyetlerinde, bilim ve teknolojiye yaşanan gelişmeler sayesinde hızlı bir gelişme gözlenmiştir. Sebze ve meyvelerin soğuk hava depolarında, modern ve uzun süre muhafaza imkânı tanıyan makineler yardımıyla, bozulma ve çürümleri önlenmektedir. Ayrıca, depolanan ürünün ticari getirisi artmakta, ürünler daha uzun süre depolanabilmekte, kalite kayıpları azalmakta, her mevsim uygun fiyata taze meyve ve sebze bulmak mümkün hale gelmekte ve bu faaliyetler paketlenmeden nakliye kadar birçok sektörde istihdam sağlamaktadır (Sargın ve Okudum, 2014: 112).

Bu çalışmada, Denizli ilinin Çivril ilçesinde yer alan ve ürünlerin çabuk bozulmasını engelleyerek, ilk günlük tazeliği ile her mevsim tüketilmesini sağlayan soğuk hava deposu seçim problemi ele alınmıştır. Çalışmada, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde SWARA yöntemi kullanılmıştır. Kriter ağırlıklarını belirlemek için literatürde AHP, MACBETH, Entropi gibi farklı yöntemler de kullanılabilir. Bu çalışmada SWARA yönteminin seçilmesinin nedeni yöntemin diğer yöntemlere göre hesaplama kolaylığı sunması ve daha yeni bir yöntem olmasıdır. Ayrıca SWARA yöntemi, karar vericilere kendi önceliklerini belirlemelerine izin vermekte ve bunu yaparken AHP ve MACBETH yöntemlerinde olduğu gibi karmaşık ikili kıyaslamalara gerek duymamakta böylece tutarsızlık durumuyla da karşı karşıya kalınmamaktadır. Soğuk hava deposu alternatiflerinin değerlendirilmesinde ise, literatürde az sayıda çalışma yapılmış olan bulanık COPRAS yöntemi kullanılmıştır. Karar vericilerin, alternatifleri kesin ifadelerle değerlendirilmesinde zorluk yaşaması ve ele alınan karar probleminin belirsizlik içermesi nedeniyle Bulanık ÇKKV yöntemlerinden biri tercih edilmiştir. Karar vericiler tarafından alternatifler değerlendirilirken sözel değişkenler kullanılarak en uygun soğuk hava deposu belirlenmiştir. Ayrıca, alternatiflerin değerlendirilmesinde Bulanık TOPSIS, Bulanık ELECTRE, Bulanık MOORA gibi farklı bulanık ÇKKV yöntemleri de kullanılabilir. Bu çalışmada, Bulanık COPRAS yönteminin seçilmesinin nedeni, bu alanda yapılan çalışma sayısının az olması ve yöntemin kriter ve alternatif sayısı fazla olsa bile karmaşık hesaplamalar içermemesidir. Bulanık COPRAS yönteminin diğer önemli bir özelliği de, hesaplanan performans indeksi sayesinde alternatiflerin almış oldukları değerler yüzde olarak ifade edilebilmekte, bu da alternatifler arasında karşılaştırma yapmayı kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmanın özgün yanı, SWARA ve bulanık COPRAS yöntemlerinin bir arada kullanılması ve bu yöntemlerin soğuk hava deposu seçimi gibi farklı bir alana uygulanmasıdır. Bu iki açıdan, literatüre katkı sağlanmaktadır. Bunların yanında, çiftçilere meyve sebzelerinin bozulmasını engelleyerek her mevsim tüketilmelerini sağlayan en uygun soğuk hava deposunun seçiminde yol gösterilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan SWARA yöntemi açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, bulanık küme kavramı tanımlanarak, bulanık sayılar ve sözel değişkenler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde bulanık COPRAS yöntemine değinilmiş ve yöntemin adımları özetlenmiştir. Beşinci bölümde, SWARA ve bulanık COPRAS yöntemleri ile

en iyi soğuk hava deposu seçimi yapılmıştır. Altıncı bölümde, çalışma sonucu elde edilen bulgulara yer verilerek gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

2. SWARA YÖNTEMİ

SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi, Keršulienė, Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından geliştirilmiştir ve özellikle kriterlerin ağırlıklandırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. SWARA yöntemi, mevcut çevresel ve ekonomik durumları dikkate alarak, karar vericilere kendi önceliklerini belirlemelerine izin vermekte, böylece bu yöntemde karar vericiler önemli bir role sahip olmaktadır (Çakır ve Akar, 2017: 208).

SWARA yönteminin çeşitli alanlarda uygulamaları mevcuttur. Bu çalışmalara, uyumsuzluk çözümü (Keršulienė, Zavadskas ve Turskis, 2010), enerji sistemlerinin sürdürülebilirliği için yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesi (Zolfani ve Saparuskas, 2013), ürün tasarımı (Zolfani vd., 2013a), yer seçimi (Zolfani vd., 2013b), ısı yalıtımı seçimi (Ruzgys vd., 2014), yatırım seçimi (Zolfani ve Bahrami, 2014), personel seçimi (Dahooie vd., 2018; Karabašević vd., 2015; Karabašević vd., 2016a; Stanujkic vd., 2015a; Urosevic vd. 2017; Zolfani ve Banhashemi, 2014), ışık kaynağı seçimi (Nakhaei vd., 2016), ambalaj tasarımı (Stanujkic vd., 2015b), otel seçimi (Tuş Işık ve Adalı, 2016), malzeme seçimi (Yazdani vd., 2016), ERP yazılımı seçimi (Shukla vd., 2016), işletmelerin kurumsal sosyal sorumluluklarına göre değerlendirilmesi (Karabašević vd., 2016b), makine seçimi (Çakır ve Akar, 2017), sunucu seçimi (Yurdoğlu ve Kundakcı, 2017), risk değerlendirme (Valipour vd., 2017), müteahhit firma seçimi (Çakır, 2017), tedarikçi seçimi (Adalı ve Tuş Işık, 2017; Toklu vd., 2018) ve performans değerlendirme (Özbek ve Demirkol, 2018) örnek verilebilir. Bu çalışmalarda SWARA yöntemi genellikle kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılarak diğer Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile bir arada kullanılmıştır.

SWARA yönteminin çözüm adımları aşağıdaki gibidir (Keršulienė, Zavadskas ve Turskis 2010: 250; Yurdoğlu ve Kundakcı, 2017: 258):

Adım 1: Karar vericiler kendisine göre en önemli kritere 1,00 puanını atar. Geriye kalan kriterlere ise en önemli kriter değeri dikkate alınarak 0 ile 1 arasında beşin katları olacak şekilde puan ataması yapılır.

Adım 2: j kriterleri, k da karar vericileri göstermek üzere kriterlere atanan puanlar p_j^k ile ifade edilir. Daha sonra, karar vericilerin kriterlere atadıkları göreceli önem puanlarının ortalaması \bar{p}_j Eşitlik (1) yardımıyla hesaplanır.

$$\bar{p}_j = \frac{\sum_{k=1}^K p_j^k}{K}; j = 1, \dots, n \quad (1)$$

Adım 3: Eşitlik (1) ile hesaplanan tüm kriterlerin göreceli ortalama önem puanları büyükten küçüğe doğru sıralanır ve karşılaştırılır. Daha sonra s_j olarak gösterilen ortalama değer karşılaştırmalı önemi hesaplanır. c_j değerleri, kriter $j+1$ 'in j kriterine göre ne kadar daha önemli olduğunu gösterir.

Adım 4: c_j tüm kriterlerin katsayı değerini göstermek üzere, Eşitlik (2) yardımıyla hesaplanır. En büyük s_j değerine sahip kriterin katsayısı $c_j = 1$ değerini göstermektedir.

$$c_j = s_j + 1; \quad j = 1, \dots, n \quad (2)$$

Adım 5: s'_j tüm kriterler için düzeltilmiş ağırlık değerini göstermek üzere Eşitlik (3) yardımıyla hesaplanır. İlk sırada yer alan kriter $s'_j = 1$ olmaktadır.

$$s'_j = \frac{s'_{j-1}}{c_j} \quad (3)$$

Adım 6: w_j tüm kriterlerin nihai ağırlık değerlerini göstermek üzere Eşitlik (4) yardımıyla hesaplanır.

$$w_j = \frac{s'_j}{\sum_{j=1}^n s'_j}; \quad j = 1, \dots, n \quad (4)$$

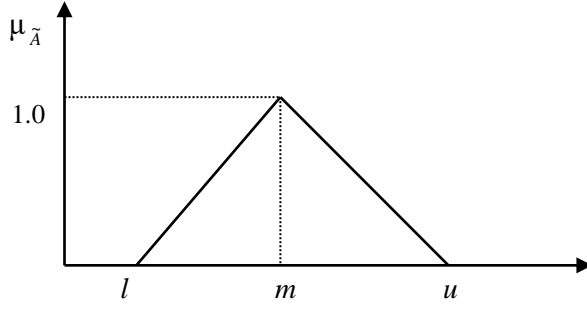
3. BULANIK KÜME

Bulanık küme kavramı ilk kez Lotfi A. Zadeh (1965) tarafından ortaya atılmıştır. Zadeh, niteliklerin ikili üyelik fonksiyonuyla ifade edildiği klasik kümelerin yerine dereceli üyelik fonksiyonu ile ifade edildiği bulanık kümeleri önermiştir (Baykal ve Beyan, 2004: 74). Klasik küme teorisinde, bir eleman kümenin elamanıdır ya da elemanı değildir ve eleman olma ile olmama arasında kesin bir ayırım mevcuttur. Fakat gerçek hayattaki birçok durum klasik küme teorisi ile açıklanamaz (Chen ve Pham, 2001:1). Bulanık küme, klasik kümenin genişletilmiş şeklidir ve bulanık kümeler kısmi üyeliğe olanak tanır. Zadeh, bulanık küme elemanlarının üyelik derecelerini göstermek için 0 ile 1 arasında değişen değerlerin kullanılmasını önermiştir. “0” üye olmamayı gösterirken, “1” tam üyeliği ifade eder. Ara üyelik değerleri ise 0 ile 1 arasında değişen değerler ile gösterilir. Bir başka tanıma göre; bulanık küme, devamlı üyelik derecesine sahip nesnelere kümesidir ve her nesneyi 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip üyelik fonksiyonu ile nitelendirmektedir (Baykal ve Beyan, 2004: 74).

3.1. Bulanık Sayılar

Bulanık sayılar dışbükey, normalleştirilmiş, sınırlı-süreklili üyelik fonksiyonu olan ve gerçel sayılarda tanımlanmış bulanık küme olarak tanımlanır. Bulanık sayı normal ve dışbükeydir, normallik, en yüksek üyelik değerinin 1 olmasını ifade eder. (Baykal ve Beyan, 2004: 223) Ele alınan konuya göre farklı bulanık sayılar tanımlanmıştır. Genellikle uygulamalarda üçgen ve yamuk bulanık sayılar kullanılmaktadır. Bu çalışmada üçgen bulanık sayılar kullanıldığı için üçgen bulanık sayılar tanımlanmıştır.

Üçgen bulanık sayılar, bulanık sayıların özel bir çeşididir ve $\tilde{A} = (l, m, u)$ şeklinde ifade edilir. l , m , ve u parametreleri, sırasıyla en küçük olası değeri, en olası değeri ve en büyük olası değeri gösteren gerçel sayılardır. Üçgen bulanık sayı \tilde{A} 'nın gösterilişi Şekil 1'de görülmektedir (Kahraman vd., 2004: 174).



Şekil 1. Üçgen bulanık sayı \tilde{A}

Üçgen bulanık sayı \tilde{A} 'nın üyelik fonksiyonu Eşitlik (5)'te görüldüğü gibi ifade edilir:

$$\mu(x/\tilde{A}) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u, \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (5)$$

3.2. Sözel Değişkenler

Sözel değişken, değişken değeri olarak bir dildeki kelimeleri alabilen değişkene denir (Zadeh, 1975:199). Bahsi geçen kelimeler, klasik küme teorisinde sınır koşulunun net olarak ifade edilemediği kelimelerdir. Bazı kelimelerin anlamı, karmaşıklık ya da belirsizlik gösterdiği için sözel değişkenin bulanık kümelerle dayanarak tanımlanması gerekebilir. Sözel değişkenler, net olarak ifade edilemeyen kavramların yaklaşık olarak nitelenmesine yardımcı olur (Özkan, 2003: 126).

4. BULANIK COPRAS YÖNTEMİ

1996 yılında Zavadskas ve Kaklauskas tarafından geliştirilen COPRAS (COMplex PROportional ASsesment) yöntemi, alternatifleri önem ve fayda değerlerine göre değerlendirme ve sıralama mantığına dayanmaktadır. Yöntemin hedefi, alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan kriter değerlerinden fayda değerlerinin en üst düzeye çıkarılması ve faydasız değerlerin ise en aza indirilmesidir (Karaatlı vd., 2015: 180).

COPRAS yönteminde, alternatif ve kriter değerlerinin, net değerler olarak ele alınması gerçek dünyada karar almak için belirsiz ve yetersizdir. Bu belirsizlik ve yetersizliği ortadan kaldırmak amacıyla bulanık COPRAS yöntemi geliştirilmiştir (Nguyen vd., 2015: 5). Bulanık COPRAS yöntemi ile çeşitli alanlarda yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalara, kırsal binaların yenilenmesi alternatiflerinin değerlendirilmesi (Zavadskas ve Antucheviciene, 2007), risk analizi (Yazdani vd., 2011), çalışma stratejilerinin değerlendirilmesi (Fouladgar vd., 2012), rüzgar çiftliği için yer seçimi (Chatterjee ve Bose, 2013a), takım tezgahı değerlendirme (Nguyen vd., 2015), altı sigma proje seçimi (Çakır ve Özdemir, 2016), tedarikçi seçimi (Khorasani, 2018; Nourianfar ve Mortazer, 2013; Zarbakhshnia vd., 2018), performans değerlendirme (Ebrahimi, 2016; Turanoğlu Bekar vd. 2016), kentsel ulaşım sistemi için stratejik planlama (Hatefi, 2018) ve satıcı seçimi (Chatterjee ve Bose, 2013b) örnek olarak verilebilir.

Bulanık COPRAS yönteminin çözüm adımları aşağıdaki gibidir (Yazdani vd., 2011: 30):

Adım 1: Öncelikle karar vericiler tarafından kriterler ve alternatifler belirlenir. Daha sonra bu belirlenen kriterler ve alternatifler Tablo 1 ve Tablo 2’de yer alan sözel değişkenlerden yararlanarak karar vericiler tarafından değerlendirilir.

Tablo 1: Kriterler için Sözel Değişkenler

Sözel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Düşük (ÇD)	(0, 0, 0.25)
Düşük (D)	(0, 0.25, 0.50)
Orta (O)	(0.25, 0.50, 0.75)
Yüksek (Y)	(0.50, 0.75, 1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.75, 1.0, 1.0)

Kaynak: (Yazdani, 2011: 30; Chang vd., 2012: 7395)

Tablo 2: Alternatifler için Sözel Değişkenler

Sözel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Düşük (ÇD)	(0, 0, 2.5)
Düşük (D)	(0, 2.5, 5)
Orta (O)	(2.5, 5, 7.5)
Yüksek (Y)	(5, 7.5, 10)
Çok Yüksek (ÇY)	(7.5, 10, 10)

Kaynak: (Yazdani, 2011: 30; Chang vd., 2012: 7395)

Adım 2: Karar vericiler tarafından oluşturulan karar matrisleri, K karar vericilerin sayısını göstermek üzere Eşitlik (6) yardımıyla birleştirilmiş karar matrisine dönüştürülür (Fouladgar vd., 2012: 172; Ebrahimi, 2016: 346).

$$x_{ij} = (x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3})$$

$$x_{ij1} = \min\{x_{ijk1}\}, \quad x_{ij2} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K x_{ijk2}, \quad x_{ij3} = \max\{x_{ijk3}\}$$

(6)

Adım 3: Karar vericiler tarafından oluşturulan birleştirilmiş bulanık karar matrisindeki değerler Eşitlik (7) yardımı ile durulaştırılıp kesin değerlere dönüştürülerek BNP (Best Nonfuzzy Performance Value) değerleri elde edilir (Hsieh vd., 2004: 578).

$$BNP = \frac{(u-l) + (m-l)}{3} + l$$

(7)

Adım 4: Eşitlik (8) yardımıyla normalize karar matrisi elde edilir.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}; \quad i=1, \dots, m \quad \text{ve} \quad j=1, \dots, n \quad (8)$$

Adım 5: Eşitlik (9) yardımıyla ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilir.

$$x_{ij} = \overline{x_{ij}} \cdot w_j ; i=1, \dots, m \text{ ve } j=1, \dots, n \quad (9)$$

Adım 6: Eşitlik (10) yardımıyla, amaca ulaşmada daha yüksek değerlerin daha iyi durumu gösterdiği faydalı kriterler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamı elde edilir. Daha sonra, Eşitlik (11) yardımıyla, amaca ulaşmada daha düşük değerlerin daha iyi durumu gösterdiği faydasız kriterler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamı hesaplanır (Aksoy vd., 2015: 13).

$$P_i = \sum_{j=1}^q x_{ij} \quad j=1,2,\dots, q \text{ faydalı kriterler} \quad (10)$$

$$R_i = \sum_{j=q+1}^n x_{ij} \quad j=q+1, q+2, \dots, n \text{ faydasız kriterler} \quad (11)$$

Adım 7: Eşitlik (12) yardımıyla alternatiflerin göreceli önem değerleri (Q_i) hesaplanır.

$$Q_i = P_i + \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{R_i \sum_{i=1}^m \frac{1}{R_i}} \quad (12)$$

Adım 8: Eşitlik (13) yardımıyla en yüksek göreceli önem değeri hesaplanır.

$$K = \max Q_i ; i=1, \dots, m \quad (13)$$

Adım 9: Eşitlik (14) yardımıyla alternatiflerin performans indeks değerleri (N_i) hesaplanır.

$$N_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \cdot 100\% ; i=1, \dots, m \quad (14)$$

5. UYGULAMA

Çiftçiler, meyve ve sebzelerinin bozulmalarını engellemek, ürünlerin tazeliğini korumak, ürünlerini daha elverişli fiyatlardan satmak amacıyla ürünlerini soğuk hava depolarında saklamaktadır. Bu çalışmada da, Denizli ilinin Çivril ilçesinde tarımsal faaliyetler ile uğraşan çiftçilerin, hasattan sonra meyve ve sebzelerini saklamaları için en uygun soğuk hava deposu alternatifinin seçilmesi problemi ele alınmıştır.

3 çiftçinin karar verici olarak değerlendirmede bulunduğu bu çalışmada, Çivril'de yer alan soğuk hava depoları içerisinde her türlü meyve ve sebzenin depolanabildiği 5 soğuk hava deposu alternatifi, karar vericiler tarafından belirlenen 7 kriter altında, ÇKKV yöntemlerinden SWARA ve bulanık COPRAS yöntemleri yardımıyla değerlendirilmiştir. SWARA yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra, bulanık COPRAS yöntemi ile en uygun soğuk hava deposu seçilmiştir.

5.1. SWARA Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Çalışmada kullanılacak olan değerlendirme kriterleri, Denizli ilinin Çivril ilçesinde tarımsal faaliyetler ile uğraşan ve çalışmada karar verici (KV) olarak yer alan 3 çiftçi ile bire bir

görüşme sonrasında elde edilmiştir. Bu görüşmeler sonrasında elde edilen değerlendirme kriterleri Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Değerlendirme Kriterleri

Kriterler	
K ₁	Maliyet
K ₂	Ürün Kaybı
K ₃	Depolama Kalitesi
K ₄	Personel Sayısı
K ₅	Yükleme ve Boşaltma Alanı
K ₆	Teknolojik Altyapı
K ₇	Uzaklık

Alternatiflerin değerlendirilmesi amacıyla belirlenen 7 kriterin ağırlıkları SWARA yöntemi ile aşağıda verilen adımlar ile belirlenmiştir.

Adım 1: Öncelikle karar vericilerden kriterleri en önemliden en önemsiz doğru sıralamaları istenmiştir. Sıralama sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Kriterlerin Karar Vericiler Tarafından Önem Derecesine Göre Sıralanması

	KV ₁	KV ₂	KV ₃
K ₁	2	3	1
K ₂	1	1	2
K ₃	3	2	3
K ₄	4	5	5
K ₅	5	4	4
K ₆	6	6	6
K ₇	7	7	7

Karar vericiler tarafından her bir kriterin görelî önem düzeyleri en önemli kritere 1,00 değeri verilmek şartı ile ayrı ayrı belirlenmiştir. Karar vericiler tarafından kriterlere verilen değerler Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Kriterlerin Karar Vericiler Tarafından Önem Derecesine Göre Puanlanması

	KV ₁	KV ₂	KV ₃
K ₁	0.95	0.90	1.00
K ₂	1.00	1.00	0.95
K ₃	0.85	0.95	0.90
K ₄	0.70	0.70	0.70
K ₅	0.60	0.80	0.80
K ₆	0.55	0.65	0.65
K ₇	0.30	0.50	0.40

Adım 2: Eşitlik (1) yardımı ile kriterlerin göreceli ortalama önem puanları bulunmuş ve Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6: Kriterlerin Ortama Önem Puan Değerleri

Kriterler	Ortalama Önem Puanları
K ₁	0.95
K ₂	0.98
K ₃	0.90
K ₄	0.70
K ₅	0.73
K ₆	0.62
K ₇	0.40

Adım 3: Tablo 6’da yer alan kriterlerin ortalama önem puan değerleri sıralanarak, kriterlerin ortalama değerin karşılaştırmalı önem değerleri bulunmuş ve bu değerler Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7: Kriterlerin Ortalama Değerinin Karşılaştırmalı Önem Değerleri

Kriterler	P_i	S_j
K ₂	0.98	
K ₁	0.95	0.03
K ₃	0.90	0.05
K ₅	0.73	0.17
K ₄	0.70	0.03
K ₆	0.62	0.08
K ₇	0.40	0.22

Adım 4: Eşitlik (2) yardımı ile kriterlerin katsayı değerleri bulunmuş ve Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8: Kriterlerin Katsayı Değerleri

Kriterler	c_j
K ₂	1.00
K ₁	1.03
K ₃	1.05
K ₅	1.17
K ₄	1.03
K ₆	1.08
K ₇	1.22

Adım 5: Eşitlik 3 yardımı ile kriterlerin düzeltilmiş ağırlıkları bulunarak Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9: Kriterlerin Düzeltilmiş Ağırlık Değerleri

Kriterler	s_j''
K ₂	1.00
K ₁	0.97
K ₃	0.92
K ₅	0.79
K ₄	0.76
K ₆	0.71
K ₇	0.58

Adım 6: Eşitlik (4) yardımı ile kriterlerin nihai ağırlık değerleri bulunmuş ve Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10: Kriterlerin Nihai Ağırlık Değerleri

Kriterler	w_j
K ₂	0.175
K ₁	0.169
K ₃	0.161
K ₅	0.138
K ₄	0.133
K ₆	0.123
K ₇	0.101

5.2. Bulanık COPRAS Yöntemi ile Alternatiflerin Değerlendirilmesi

SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesinden sonra, Bulanık COPRAS yöntemi ile alternatiflerin değerlendirilerek en iyi soğuk hava deposunun seçimi aşağıdaki adımlar ile belirlenmiştir.

Adım 1: Alternatifler Tablo 2’deki sözel değişkenler ile üç karar verici tarafından değerlendirilmiş ve ilgili sözel değişkenlerin bulanık sayı karşılıklarından yararlanılarak her bir karar verici için bulanık karar matrisleri oluşturulmuştur. Bu karar matrisleri sırasıyla Tablo 11, Tablo 12 ve Tablo 13’te gösterilmiştir.

Tablo 11: Birinci Karar Verici Tarafından Oluşturulan Bulanık Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
A ₁	(7.5, 10, 10)	(0, 2.5, 5)	(5, 7.5, 10)	(0, 2.5, 5)	(2.5, 5, 7.5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)
A ₂	(2.5, 5, 7.5)	(0, 0, 2.5)	(7.5, 10, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(0, 2.5, 5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)
A ₃	(5, 7.5, 10)	(0, 2.5, 5)	(5, 7.5, 10)	(5, 7.5, 10)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(0, 2.5, 5)
A ₄	(7.5, 10, 10)	(0, 2.5, 5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(5, 7.5, 10)	(7.5, 10, 10)	(5, 7.5, 10)
A ₅	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 5, 7.5)	(0, 2.5, 5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(0, 2.5, 5)

Tablo 12: İkinci Karar Verici Tarafından Oluşturulan Bulanık Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
A ₁	(7.5, 10, 10)	(0, 0, 2.5)	(7.5, 10, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(5, 7.5, 10)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)
A ₂	(5, 7.5, 10)	(0, 2.5, 5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 5, 7.5)
A ₃	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 5, 7.5)	(5, 7.5, 10)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 5, 7.5)
A ₄	(5, 7.5, 10)	(0, 2.5, 5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 5, 7.5)	(7.5, 10, 10)	(2.5, 5, 7.5)
A ₅	(7.5, 10, 10)	(0, 0, 2.5)	(5, 7.5, 10)	(5, 7.5, 10)	(7.5, 10, 10)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)

Tablo 13: Üçüncü Karar Verici Tarafından Oluşturulan Bulanık Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
A ₁	(7.5, 10, 10)	(0, 2.5, 5)	(7.5, 10, 10)	(0, 2.5, 5)	(2.5, 5, 7.5)	(7.5, 10, 10)	(5, 7.5, 10)
A ₂	(2.5, 5, 7.5)	(0, 2.5, 5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 5, 7.5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)
A ₃	(5, 7.5, 10)	(0, 2.5, 5)	(5, 7.5, 10)	(7.5, 10, 10)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 5, 7.5)
A ₄	(5, 7.5, 10)	(0, 0, 2.5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(5, 7.5, 10)	(5, 7.5, 10)	(5, 7.5, 10)
A ₅	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 5, 7.5)	(5, 7.5, 10)	(7.5, 10, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(0, 0, 2.5)

Adım 2: Karar vericiler tarafından oluşturulan karar matrisleri Eşitlik (6) yardımıyla birleştirilmiş karar matrisine dönüştürülmüş ve Tablo 14’te gösterilmiştir.

Tablo 14: Birleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
A ₁	(7.5, 10, 10)	(0, 1.7, 5)	(5, 9.2, 10)	(0, 3.3, 7.5)	(2.5, 5.8, 10)	(5, 8.3, 10)	(2.5, 5.8, 10)
A ₂	(2.5, 5.8, 10)	(0, 1.7, 5)	(5, 8.3, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(0, 5, 10)	(2.5, 6.7, 10)	(2.5, 5, 7.5)
A ₃	(5, 7.5, 10)	(0, 3.3, 7.5)	(2.5, 6.7, 10)	(5, 8.3, 10)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(0, 4.2, 7.5)
A ₄	(5, 8.3, 10)	(0, 1.7, 5)	(5, 7.5, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 6.7, 10)	(5, 9.2, 10)	(2.5, 6.7, 10)
A ₅	(5, 8.3, 10)	(0, 3.3, 7.5)	(2.5, 5.8, 10)	(0, 5.8, 10)	(5, 9.2, 10)	(2.5, 5.8, 10)	(0, 2.5, 7.5)

Adım 3: Bulanık Karar Matrisinin Durulaştırılması

Tablo 14’te yer alan birleştirilmiş bulanık karar matrisi Eşitlik (7) yardımıyla durulaştırılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 15’te gösterilmiştir.

Tablo 15: Durulaştırılmış Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
A ₁	9.17	2.22	8.06	3.61	6.11	7.78	6.11
A ₂	6.11	2.22	7.78	5.00	5.00	6.39	5.00
A ₃	7.50	3.61	6.39	7.78	7.50	5.00	3.89
A ₄	7.78	2.22	7.50	5.00	6.39	8.06	6.39
A ₅	7.78	3.61	6.11	5.28	8.06	6.11	3.33

Adım 4: Durulaştırılan karar matrisi Eşitlik (8) yardımı ile normalize edilmiştir. Normalize karar matrisi ve Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16: Normalize Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
A ₁	0.24	0.16	0.22	0.14	0.18	0.23	0.25
A ₂	0.16	0.16	0.22	0.19	0.15	0.19	0.20
A ₃	0.20	0.26	0.18	0.29	0.23	0.15	0.16
A ₄	0.20	0.16	0.21	0.19	0.19	0.24	0.26
A ₅	0.20	0.26	0.17	0.20	0.24	0.18	0.13

Adım 5: Tablo 10’da yer alan kriterlerin ağırlık değerleri kullanılarak Eşitlik (9) yardımı ile ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilmiş ve Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
A ₁	0.040	0.028	0.036	0.018	0.026	0.029	0.025
A ₂	0.027	0.028	0.035	0.025	0.021	0.024	0.020
A ₃	0.033	0.046	0.029	0.039	0.031	0.018	0.016
A ₄	0.034	0.028	0.034	0.025	0.027	0.030	0.026
A ₅	0.034	0.046	0.027	0.026	0.034	0.023	0.014

Adım 6: Eşitlik (10) yardımı ile P_i değerleri, Eşitlik (11) yardımı ile R_i değerleri hesaplanmış ve Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18: P_i ve R_i Değerleri

Alternatifler	P_i	R_i
A ₁	0.108	0.093
A ₂	0.104	0.075
A ₃	0.117	0.094
A ₄	0.115	0.088
A ₅	0.110	0.093

Adım 7: Eşitlik (12) yardımı ile alternatiflerin göreceli önem değerleri hesaplanmış ve Tablo 19’de gösterilmiştir.

Tablo 19: Alternatiflerin Göreceli Önem Değerleri

Alternatifler	Q_i
A ₁	2.230
A ₂	2.733
A ₃	2.215
A ₄	2.356
A ₅	2.231

Adım 8: Eşitlik (13) yardımı ile en yüksek görelî önem değeri (Q_{max}) hesaplanmış ve en yüksek görelî öneme sahip olan alternatif 2,733 değeri ile A_2 alternatifi olarak bulunmuştur.

Adım 9: En iyi alternatifin performans indeksi 100 değerini göstermek üzere alternatiflerin performans indeks değerleri Eşitlik (14) kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen değerler Tablo 20’de gösterilmiştir.

Tablo 20: Alternatiflerin Performans İndeks Değerleri

Alternatifler	Q_i
A_1	81.60
A_2	100
A_3	81.06
A_4	86.22
A_5	81.65

Tablo 20’de Bulanık COPRAS yöntemi ile hesaplama sonucunda alternatiflerin tercih sıralamaları görülmektedir. Bulanık COPRAS yöntemi sonucunda alternatifler; $A_2 > A_4 > A_5 > A_1 > A_3$ şeklinde sıralanmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Meyve ve sebze üretimi, hem tarımsal faaliyetler ile yaşamlarını idame ettiren insanlar açısından hem de ülkenin ekonomisi açısından oldukça önemlidir. Ayrıca üretildikten sonra hasat edilen meyve ve sebzelerin tüketilmeye kadar saklanması da önemlidir. Hasat edildikten sonra tüketilmeyen ya da satılmayan ürünlerin, çürüme ya da bozulmalarına karşı sağlıklı bir şekilde depolanabilmesi gerekmektedir (Akdemir, 2002: 1). Meyve ve sebzelerin sağlıklı bir şekilde depolanabilmesi için de seçimi yapılacak olan soğuk hava deposu son derece önemlidir.

Çiftçilerin belirli bir dönemde yoğunlaşan meyve ve sebze hasatı boyunca, ürünlerinin çabuk bozulmasını engellemek ve ürünlerin tazeliğini koruyarak her mevsim tüketilmesini sağlamak amacıyla uygun soğuk hava deposunun seçilmesi önemlidir. Bu çalışma ile birlikte, çiftçilerin soğuk hava deposu alternatifleri arasından seçim yapma sürecini kolaylaştırmasına katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Soğuk hava deposu seçim probleminin değerlendirildiği bu çalışmada SWARA ve bulanık COPRAS yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Denizli ilinin Çivril ilçesinde geçimini meyve ve sebze tarımı ile sağlayan çiftçiler ile bire bir görüşmeler ile elde edilmiştir. SWARA yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra, soğuk hava deposu alternatifleri Bulanık COPRAS yöntemi yardımıyla değerlendirilmiş ve en iyi alternatif A_2 olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre çiftçilere meyve ve sebzelerini çürüme ya da bozulmalarına karşı koruyabilmeleri için soğuk hava depolardan A_2 alternatifini seçmeleri önerisinde bulunulmuştur. SWARA ve bulanık COPRAS yöntemlerinin bir arada kullanılması ve soğuk hava deposu seçimi gibi farklı bir alana uygulanarak çiftçilere yol göstermeyi amaçlaması çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalardan farkını göstermektedir.

Bu çalışmada soğuk hava deposu alternatifleri ÇKKV yöntemlerinden SWARA ve bulanık COPRAS yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Yapılan bu çalışmaya, karar vericiler tarafından belirlenen kriterlere ilave olarak başka kriterler eklenebilir, kriterlerin ağırlıkları için başka çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılabilir. Ayrıca alternatiflerin

değerlendirilmesinde, diğer ÇKKV yöntemleri ile çözüm aranabilir ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak sonuçların değerlendirilmesine olanak sağlanabilir.

KAYNAKÇA

Adalı, E. A. ve Tuş Işık, A. (2017). Bir tedarikçi seçim problemi için SWARA ve WASPAS yöntemlerine dayanan karar verme yaklaşımı. *International Review of Economics and Management*, 5(4), 56-77.

Akdemir, S. (2002). Soğuk hava depolarında farklı soğutucu gazların soğutma etkinliğinin saptaması ve soğuk depolanan vazı tarımsal ürünler üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması üzerinde bir araştırma, Tarakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış Doktora Tezi), Tekirdağ.

Aksoy, E., Ömürbek, N. ve Karaatlı, M. (2015). AHP temelli MULTIMOORA ve COPRAS yöntemi ile Türkiye Kömür İşletmeleri'nin performans değerlendirmesi. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33(4), 1-28.

Baykal N. ve Beyan T. (2004), Bulanık mantık ilke ve temelleri. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.

Chang, Y. F., Watada, J., & Ishii, H. (2012). A fuzzy MCDM approach to building a model of high performance project team—a case study. *International Journal of Innovative Computing, Information & Control*, 8, 7393-7404.

Chatterjee, N., & Bose, G. (2013a). A COPRAS-F base multi-criteria group decision making approach for site selection of wind farm. *Decision Science Letters*, 2(1), 1-10.

Chatterjee, N., & Bose, G. (2013b). Selection of vendors for wind farm under fuzzy MCDM environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4(4), 535-546.

Chen, G., & Pham, T. T. (2001). *Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems*, Florida: CRC Press.

Kahraman, C., Cebeci, U., & Ruan, D. (2004). Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: the case of Turkey. *International Journal of Production Economics*, 87, 171–184.

Çakır, E. (2017). Kentsel dönüşüm kapsamında müteahhit firmanın SWARA-Gri ilişkisel analiz yöntemiyle seçilmesi. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 2(6), 79-95.

Çakır, E. ve Akar, G. S. (2016). Bütünleşik SWARA-TOPSIS yöntemi ile makine seçimi: bir üretim işletmesinde uygulama. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(13), 206-216.

Çakır, E. ve Özdemir, M. (2016). Bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinin altı sigma projeleri seçiminde uygulanması. *Business and Economics Research Journal*, 7(2), 167-202.

Çullu, B. (2017). Tarım ürünleri lojistiği kapsamında sebze – meyve soğuk hava depolarının kuruluş yeri seçimi: Aydın ili uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Dahoie, H. J., Abadi, E., Vanaki B. J., Vanaki, A. S., & Firoozfar, H. R. (2018). Competency-based IT personnel selection using a hybrid SWARA and ARAS-G methodology. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 28(1), 5-16.

Ebrahimi, E., Fathi, M. R., & Irani, H. R. (2016). A new hybrid method based on fuzzy Shannon's entropy and fuzzy COPRAS for CRM performance evaluation (Case: Mellat Bank). *Iranian Journal of Management Studies*, 9(2), 333-358.

Fouladgar, M. M., Yazdani-Chamzini, A., Zavadskas, E. K., & Haji Moini, S. H. (2012). A new hybrid model for evaluating the working strategies: case study of construction company. *Technological and Economic Development of Economy*, 18(1), 164-188.

Gençoğlan, S., Özdemir, T. ve Gençoğlan, C. (2016). Kahramanmaraş ilindeki soğuk hava depolarının mevcut durumunun belirlenmesi. VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 1, 67-74.

Hatefi, S. M. (2018). Strategic planning of urban transportation system based on sustainable development dimensions using an integrated SWOT and fuzzy COPRAS approach. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 4(1), 99-112.

Hsieh, T.Y., Lu, S.T. & Tzeng, G.H. (2004). Fuzzy MCDA approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International Journal of Project Management*, 22(7), 573–584.

- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Aksoy, E. ve Atasoy, M. (2015). Çok kriterli karar verme teknikleri ile performans değerlendirmesine ilişkin bir uygulama. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(2), 176-186.
- Karabašević, D., Stanujkić, D., & Urošević, S. (2015). The MCDM model for personnel selection based on SWARA and ARAS methods. *Management*, 77, 43-52.
- Karabašević, D., Stanujkić, D., Urošević, S., & Maksimović, M. (2016a). An approach to personnel selection based on SWARA and WASPAS methods. *Journal of Economics, Management and Informatics*, 7(1), 1-11.
- Karabašević, D., Paunkovic, J., & Stanujkić, D. (2016b). Ranking of companies according to the indicators of corporate social responsibility based on SWARA and ARAS methods. *Serbian Journal of Management*, 11(1), 43-53.
- Keršulienė V., Zavadskas, E. K., & 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.
- Khorasani, S. T. (2018). Green supplier evaluation by using the integrated fuzzy AHP model and fuzzy COPRAS. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 2(1), 17-25.
- Nakhaei, J., Lale Arefi, S., Bitarafan, M., & Kildienė, S. (2016). Evaluation of light supply in the public underground safe spaces by using of COPRAS-SWARA methods. *International Journal of Strategic Property Management*, 20(2), 198-206.
- Nguyen, H. T., Dawal, S. Z. M., Nukman, Y., Aoyama, H. & Case, K. (2015). An integrated approach of fuzzy linguistic preference based AHP and fuzzy COPRAS for machine tool evaluation”, *Plos one*, 10(9), 1-24.
- Nizamoglu, N. M. ve Gökmen, S. (2017). “Karaman İlindeki Soğuk Depoların Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri”, *Derim*, 34(1), 43-50.
- Nourianfar, K. ve Montazer, G. A. (2013). “A Fuzzy MCDM Approach Based on COPRAS Method to Solve Supplier Selection Problems”, In *Information And Knowledge Technology (IKT), 2013 5th Conference On, IEEE*, 231-235.
- Özbek, A. ve Demirkol, İ. (2018). “Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Swara ve Gia Yöntemleri ile Analizi”, *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 71-86.
- Özkan M. (2003). *Bulanık Hedef Programlama*, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Ruzgys, A., Volvačiovias, R., Ignatavičius, Č. ve Turskis, Z. (2014). “Integrated Evaluation of External Wall Insulation In Residential Buildings Using SWARA-TODIM MCDM Method”, *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(1), 103-110.
- Sargın, S. ve Okudum, R. (2014). “Isparta İlinde Soğuk Hava Depolarının Kuruluşu, Gelişimi ve Gelişimine Etki Eden Faktörler”, *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31, 111-132.
- Shukla, S., Mishra, P. K., Jain, R. ve Yadav, H. C. (2016). “An Integrated Decision Making Approach For ERP System Selection Using SWARA and PROMETHEE Method”, *International Journal Of Intelligent Enterprise*, 3(2), 120-147.
- Stanujkić, D., Djordjević, B. ve Karabasević, D. (2015a). “Selection of Candidates in the Process of Recruitment and Selection of Personnel Based on the SWARA and ARAS Methods”, *Quaestus Multidisciplinary Research Journal*, 7, 53-64.
- Stanujkić, D., Karabasević, D. ve Zavadskas, E. K. (2015b). “A Framework for the Selection of A Packaging Design Based on the SWARA Method”, *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 26(2), 181-187.
- Timur, N. (1985). *Tarımsal Ürünlerin Pazarlanmasında Soğuk Depo İşletmelerinin Rolü ve Marmara Bölgesi'nde Uygulama*, Anadolu Üniversitesi Basımevi, Eskişehir.
- Toklu, M. C., Çağıl, G., Pazar, E. ve Faydalı, R. (2018). “SWARA-WASPAS Metodolojisine Dayalı Tedarikçi Seçimi: Türkiye'de Demir-Çelik Endüstrisi Örneği”, *Akademik Platform Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi*, 6(3), 113-120.
- Turanoglu Bekar, E., Cakmakci, M. ve Kahraman, C. (2016). “Fuzzy COPRAS Method for Performance Measurement in Total Productive Maintenance: A Comparative Analysis”, *Journal of Business Economics and Management*, 17(5), 663-684.
- Tuş Işık, A., & Adalı, E. A. (2016). A new integrated decision making approach based on SWARA and OCRA methods for the hotel selection problem. *International Journal of Advanced Operations Management*, 8(2), 140-151.
- Urošević, S., Karabasević, D., Stanujkić, D. & Maksimović, M. (2017). An approach to personnel selection in the tourism industry based on the SWARA and the WASPAS methods. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 51(1), 75-88.

- Valipour, A., Yahaya, N., Md Noor, N., Antuchevičienė, J., & Tamošaitienė, J. (2017). Hybrid SWARA-COPRAS method for risk assessment in deep foundation excavation project: an Iranian case study. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(4), 524-532.
- Yazdani, M., Alidoosti, A., & Zavadskas, E. K. (2011). Risk analysis of critical infrastructures using fuzzy COPRAS. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 24(4), 27-40.
- Yazdani, M., Zavadskas, E. K., Ignatius, J., & Abad, M. D. (2016). Sensitivity analysis in MADM methods: applications of material selection. *Engineering Economics*, 27(4), 382-391.
- Yurdoğlu, H. ve Kundakçı, N. (2017). SWARA ve WASPAS yöntemleri ile sunucu seçimi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(38), 253-269.
- Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.
- Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-I, *Information Sciences*, 8, 199-249.
- Zarbakshnia, N., Soleimani, H., & Ghaderi, H. (2018). Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. *Applied Soft Computing*, 65, 307-319.
- Zavadskas, E. K., & Kaklauskas, A. 1996. *Systemotechnical evaluation of buildings (Pastatų sistemotechninis įvertinimas)*. Vilnius: Technika, 280 p. (in Lithuanian).
- Zavadskas, E. K., & Antucheviciene, J. (2007). Multiple criteria evaluation of rural building's regeneration alternatives. *Building and Environment*, 42(1), 436-451.
- Zolfani, S. H., & Sapauskas, J. (2013). New application of SWARA method in prioritizing sustainability assessment indicators of energy system. *Engineering Economics*, 24(5), 408-414.
- Zolfani, S. H., Zavadskas, E. K. & Turskis, Z. (2013a). Desing of products with both international and local perspectives based on yin-yang balance theory and SWARA method. *Economic Research*, 26(2), 153-166.
- Zolfani, S. H., Aghdaie, M. H., Derakhti, A. Zavadskas, E. K., & Varzandeh, M. H. M. (2013b). Decision making on business issue with foresight perspective; an application of new hybrid MCDM model in shopping mall locating. *Expert Systrms with Applications*, 40(17), 7111-7121.
- Zolfani, S. H., & Bahrami, M. (2014). Investment prioritizing in high tech industries based on SWARA-COPRAS approach. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(3), 534-553.
- Zolfani, S. H., & 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.

Extended Summary

Selection of Cold Storage by SWARA Based Fuzzy COPRAS Method

In this study, it was aimed to select the most suitable cold storage in Çivril district of Denizli province for vegetables and fruits in order to prevent the loss of vitamins and minerals in their structures until the products are delivered to consumers after the harvest. Cold storage alternatives where all kinds of fruits and vegetables can be stored were evaluated by using an integrated method based on SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) and Fuzzy COPRAS (Fuzzy COmplex PROportional ASsesment) methods. For determining the weights of the criteria, SWARA method was adopted. Different methods such as AHP, MACBETH and Entropy can be used in the literature to determine the weights of the criteria. The reason why SWARA method was chosen in this study is that it provides easier calculation and it is a newer method. In addition, the SWARA method allows decision makers to set their own priorities and does not require complex pairwise comparisons like AHP and MACBETH methods, so it does not allow inconsistency. After determining the weights of the criteria with the help of SWARA method, Fuzzy COPRAS method was used in the evaluation of cold storage alternatives. Fuzzy MCDM method was preferred because the problem had many uncertainties and decision makers had difficulty in evaluating alternatives with definite expressions. So, decision makers evaluated alternatives by using linguistic variables. In addition, different fuzzy MCDM methods such as Fuzzy TOPSIS, Fuzzy ELECTRE, Fuzzy MOORA can be used to evaluate the alternatives. In this study, the reason for choosing Fuzzy COPRAS method is that the number of studies performed in this field is not too much and the method does not contain complex calculations even if the number of criteria and alternatives are high. Another important feature of the Fuzzy COPRAS method is that the values of the alternatives can be expressed as a percentage thanks to the calculated performance index, which makes it easier to make comparisons between alternatives. The unique aspect of this study is the use of SWARA and Fuzzy COPRAS methods together and their application to a different area such as cold storage selection. These two aspects contribute to the literature. In addition to this, farmers were guided in the selection of the most suitable cold storage which prevented the spoilage of fruit and vegetables and could be consumed in all seasons.

In the evaluation of cold storage alternatives with the integrated method based on SWARA and Fuzzy COPRAS methods, firstly 7 evaluation criteria were determined after face-to-face interviews with 3 farmers as decision makers to evaluate 5 cold storage alternatives. These criteria were determined as; Cost (K1), Product Loss (K2), Storage Quality (K3), Number of Personnel (K4), Loading and Unloading Area (K5), Technological Infrastructure (K6), and Distance (K7). Then, weights of criteria were determined with SWARA method, which is widely used in determining criterion weights. As a result of the SWARA method, criteria weights were obtained as;

K1 Cost: 0.169

K2 Product Loss: 0.175

K3 Storage Quality: 0.161

K4 Number of Personnel: 0.133

K5 Loading and Unloading Area: 0.138

K6 Technological Infrastructure: 0.123

K7 Distance: 0.101.

According to these obtained values, product loss criterion has the highest weight and distance criterion has the lowest weight.

After the determination of criteria weights by SWARA method, Fuzzy COPRAS method was used to evaluate 5 cold storage alternatives. In Fuzzy COPRAS method, firstly decision makers evaluated the cold storage alternatives by using linguistic variables (Very Low, Low, Medium, High, and Very High). Later, fuzzy decision matrices were formed for each decision

maker by using triangular fuzzy number equivalents of related linguistic variables. Then, fuzzy decision matrix was constructed by integrating the evaluation results of the three decision makers. The values in this fuzzy decision matrix were defuzzified and then the obtained decision matrix was normalized. The values on the normalized matrix were multiplied with the criteria weights obtained by SWARA method in order to obtain weighted normalized decision matrix. The sum of the values in the weighted normalized decision matrix were calculated for both benefit and cost criteria. Finally, relative importance values and performance index values of alternatives were obtained. Then alternatives were ranked in descending order of their performance index values. As a result of evaluation with Fuzzy COPRAS method, ranking of the cold storage alternatives were determined as $A2 > A4 > A5 > A1 > A3$. According to the results of the study, farmers were advised to choose A2 alternative from cold storage alternatives in order to protect their fruits and vegetables against decay or spoilage.

The difference of this study from other studies in the literature is using the SWARA and Fuzzy COPRAS methods together and applying them to a different area such as cold storage selection by aiming to guide farmers.

In this study, cold storage alternatives were evaluated with a method based on the integration of SWARA and Fuzzy COPRAS methods. In addition to the criteria determined by the decision makers, different criteria can be added and other multi-criteria decision making methods can be used for determining the weights of the criteria. Furthermore, in the evaluation of alternatives, other fuzzy MCDM methods can be used and the results can be compared.