



Original Article

USING THE SWARA AND COPRAS METHODS IN THE SELECTION OF DATABASE MANAGEMENT SYSTEM

VERİ TABANI YÖNETİM SİSTEMİ SEÇİMİNDE SWARA VE COPRAS YÖNTEMLERİNİN BÜTÜNLEŞİK OLARAK KULLANILMASI

Ejder AYÇİN¹

¹ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Munzur Üniversitesi, Türkiye (eaycin@munzur.edu.tr)

Article Info:

Received : November 5, 2018

Revised : December 4, 2018

Accepted : December 20, 2018

Keywords:

multi criteria decision making,

SWARA

COPRAS,

database management system

Anahtar Kelimeler:

çok kriterli karar verme,

SWARA,

COPRAS,

veri tabanı yönetim sistemi

ABSTRACT

The business processes of the enterprises have started to digitalize with the increasing technological developments and large amounts of data have emerged. Database management systems allows the processing, storage and management of these data, which are important for businesses. The choice of these systems is a decision-making problem that involves many criteria. In this study, it is aimed to choose the best *DBMS* software by using *SWARA* and *COPRAS* methods as one of the multi criteria decision making methods. The criteria weights were calculated using the *SWARA* method and the software alternatives were evaluated with the *COPRAS* method. According to the results of the analysis, the most important criteria are safety, compatibility with software languages and ease of use; the best software alternative is *MYSQL*.

ÖZET

Günümüz artan teknolojik gelişmeleri ile birlikte işletmelerin iş süreçleri dijitalleşmeye başlamış ve çok büyük miktarlarda veri ortaya çıkmıştır. Veri tabanı yönetim sistemleri işletmeler için önemli olan bu verilerin işlenmesi, saklanması ve yönetilmesini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerin seçimi içerisinde birçok kriteri bulunduran bir karar verme problemidir. Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden *SWARA* ve *COPRAS* yöntemleri bütünleşik olarak kullanılarak, en iyi *VYYS* yazılımının seçilmesi amaçlanmıştır. *SWARA* yöntemiyle kriter ağırlıkları hesaplanmış, *COPRAS* yöntemiyle ise yazılım alternatifleri değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre en önemli kriterler güvenlik, yazılım dilleri ile uygunluk ve kullanım kolaylığı olarak belirlenirken; en iyi yazılım alternatifi ise *MYSQL* olarak tespit edilmiştir.

© 2018 JOBDA All rights reserved

1 | GİRİŞ

İşletmeler teknolojiadaki gelişmeler doğrultusunda iş süreçlerini dijitalleştirmek amacıyla son yıllarda bilişim teknolojilerinden sıklıkla yararlanmaktadır. İş süreçlerindeki bu dijital değişim, gerek işletmeye özel gerekse de ortak bir paydada kullanılan yazılımlar sayesinde sağlanmaktadır.

İş süreçlerindeki dijital dönüşüm, çok büyük miktarda verinin ortaya çıkmasına neden olurken, bu verileri yönetmek ve saklayabilmek oldukça önemli bir konu haline gelmiştir. İşletmeler için çok değerli olan verinin saklandığı, işlendiği ve kullanıldığı sistemler, veritabanı yönetim sistemleri olarak

adlandırılmakta ve işletmelerin mevcut yazılımları ile entegre bir şekilde çalışmaktadır. Dolayısıyla bu sistemlerin hangisinin işletmenin ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayacağını belirlemek önem arz etmektedir.

Veri tabanı yönetim sistemi (*VYYS*) seçim kararı verilirken, yazılımların göz önüne alınması gereken birçok özelliği bulunması nedeniyle, bu seçim sırasında çok kriterli karar verme (*ÇKKV*) yöntemleri ile karar vermek rasyonel bir davranış olacaktır. Bu doğrultuda mevcut çalışmada, belirlenen kriterler göz önüne alınarak, *VYYS* yazılım alternatifleri arasında en iyisinin belirlenmesinde *ÇKKV* yöntemlerinden

yararlanılmıştır. ÇKKV ile karar problemlerinin çözümünde öncelikli olarak problemde yer alan kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması gereklidir. VTYS yazılımı seçiminde dikkate alınan kriterlere ilişkin değerlendirmeler yapılırken, yazılım uzmanlarının görüşlerinden yararlanılmıştır. Kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması sürecinde ise uzman görüşüne uygun bir yöntem olan SWARA yönteminden yararlanılmıştır. SWARA yöntemiyle kriter ağırlıkları elde edildikten sonra, en iyi VTYS yazılımının belirlenmesi için bir diğer ÇKKV yöntemi olan COPRAS yöntemi ile çözüm tamamlanmıştır.

İçerisinde çok sayıda kriteri ve karar alternatifini bulduran karar problemlerinin çözümünde ÇKKV yöntemleri literatürde sıklıkla kullanılmaktadır. Mevcut çalışmada, ulusal literatürde daha önce herhangi bir çalışmaya rastlanılmamış, spesifik bir uygulama alanı olan VTYS yazılım seçiminde, ÇKKV yöntemleri bütünlük olarak kullanılmıştır. Bu açıdan bakıldığında mevcut çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2 | LİTERATÜR TARAMASI

Literatür incelendiğinde SWARA ve COPRAS yöntemlerinin gerek tek başına gerekse de diğer ÇKKV yöntemleri ile bütünlük olarak kullanıldığı birçok çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalar ve uygulama alanlarına ilişkin bir özet Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Literatür Taraması

Yazar (Yıl)	Uygulama	Yöntem(ler)
Kerşulienne vd. (2010)	Uyuşmazlık çözümü	SWARA
Kerşulienne ve Turskis (2011)	Mimar seçimi	SWARA ARAS
Agdaie vd. (2013)	Makine parçası seçimi	SWARA COPRAS
Özdağoğlu (2013)	İmalat işletmelerinde pres alternatiflerinin değerlendirilmesi	COPRAS
Zolfani vd. (2013)	Ürün dizaynı	SWARA Ying-Yang Denge Teorisi
Zolfani ve Šaparauskas (2013)	Enerji sektöründe sürdürülebilirlik göstergelerinin önceliklendirilmesi	SWARA
Ruzgys vd. (2014)	Konut dış duvar izolasyon alternatiflerinin seçimi	SWARA TODIM
Zolfani ve Bahrami (2014)	İleri teknoloji sektöründeki yatırımların önceliklendirilmesi	SWARA COPRAS
Karaatlı vd (2015)	Performans değerlendirmesi	AHP COPRAS
Karabasevic vd. (2015)	İşe alınacak mühendis seçimi	SWARA MULTIMOORA
Kouchaksaraei vd. (2015)	Ev konumlarının değerlendirilmesi	SWARA COPRAS
Stanujkic vd. (2015)	Paketleme tasarımı seçimi	SWARA
Zolfani vd. (2015)	Ar-Ge projesi seçimi	SWARA
İşık ve Adalı (2016)	Otel seçimi	SWARA OCRA

Tablo 1. Literatür Taraması (devamı)

Karabasevic vd. (2016)	Personel seçimi	SWARA WASPAS
Özbek ve Erol (2016)	Depo yeri seçimi	COPRAS MOORA
Nakhaei vd. (2016)	Halka açık yer altı alanların ışıklandırılması	SWARA COPRAS
Şarıçah ve Kundakçı (2016)	Otel alternatiflerinin seçimi	AHP COPRAS
Shukla vd. (2017)	ERP sistemlerinin seçimi	SWARA PROMETHEE
Çakır (2017a)	CNC makinesi seçimi	SWARA Copeland
Çakır (2017b)	Müteahhit firma seçimi	SWARA & GİA
Çakır ve Karabıyık (2017)	Bulut depolama hizmet sağlayıcı seçimi	SWARA COPRAS
Can vd. (2017)	Tablet markalarının değerlendirilmesi	SWARA COPRAS
Ertuğrul vd. (2017)	KEİÖ ülkelerinin küresel finansal gelişim kriterlerinin değerlendirilmesi	ARAS COPRAS
Juodagalviene vd. (2017)	Ev planlarının değerlendirilmesi	SWARA EDAS
Mavi vd. (2017)	Üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcısı seçimi	SWARA MOORA
Ömürbek ve Balcı (2017)	Türkiye ve AB'nin havayolu taşımacılığının değerlendirilmesi	Entropi COPRAS
Şahin ve Öztel (2017)	Ülkelerin yaşanabilirlik düzeylerinin değerlendirilmesi	COPRAS
Jrosevic vd. (2017)	Personel seçimi	SWARA COPRAS
Valipour vd. (2017)	Projelerin risk değerlendirmesi	SWARA COPRAS
Yurdoğlu ve Kundakçı (2017)	Sunucu seçimi	SWARA WASPAS
Ayyıldız ve Demirci (2018)	Şehirlerin yaşam kalitelerinin değerlendirilmesi	SWARA TOPSIS
Çakır (2018)	EBYS yazılım seçimi	SWARA EDAS
Dahooie vd. (2018)	Yetkinliğe dayalı personel seçimi	SWARA ARAS-G
Karabıyık ve Gündoğmuş (2018)	Bilgi sistemi kriterlerinin seçimi	SWARA
Radović ve Stević (2018)	Ulaştırma sektöründe kritik performans göstergelerinin değerlendirilmesi	SWARA
Özbek ve Demirkol (2018)	Lojistik sektöründeki firmaların performans değerlendirilmesi	SWARA GİA
Özbek (2018)	BİST faktoring şirketlerinin mali yapılarının değerlendirilmesi	SWARA ARAS MOORA TOPSIS
Ömürbek ve Akçakaya (2018)	Forbes 2000 listesinde yer alan havacılık sektöründeki firmaların değerlendirilmesi	Entropi SAW COPRAS MAUT
Toklu vd. (2018)	Demir-çelik endüstrisinde tedarikçi seçimi	SWARA WASPAS
Vesković vd. (2018)	Demir yolu yönetim modellerinin değerlendirilmesi	SWARA DELPHI MABAC

3 | SWARA

SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis), Keršulienė vd. tarafından 2010 yılında geliştirilen birçok alanda uygulama alanı bulan, uzman görüşüne dayalı değerlendirilmelere dayanan bir ÇKKV yöntemidir (Keršulienė vd., 2010).

Her uzman her bir kriterin önemini kendine göre belirledikten sonra, ilk kriterden sonuncuya kadar tüm kriterleri sıralar. Bu süreçte uzmanlar kendi bilgi birikimleri ve deneyimlerinden yararlanırlar. Sıralama süreci, en önemli kriter birinci sırada ve en az önemli kriter sonuncu sırada yer alacak şekilde tamamlanır (Keršulienė ve Turksis, 2011: 654). Kriter ağırlıklarının belirlenmesi sürecinde, kriterlerin önem oranı hakkındaki uzman görüşlerinin tahmin yeteneği bu yöntemin ana unsurudur (Agdaie vd., 2013: 8). Değerlendirme sürecinde birden fazla uzman görüşünden yararlanılıyorsa, uzmanların belirledikleri kriter sıralamalarının geometrik ortalamaları alınarak, nihai sıralama oluşturulur.

Çok sayıda kriteri içerisinde bulunduran karar problemlerinin çözümünde, *SWARA* yöntemi diğer yöntemlere göre daha az sayıda ikili karşılaştırma gerektirmektedir. Bu yöntemde n adet kriter için $n-1$ adet karşılaştırma yapılmaktadır (Stanujkic vd., 2015: 182). *SWARA* yöntemi altı aşamadan oluşan bir uygulama sürecine sahiptir (Keršulienė vd., 2010; Stanujkic vd., 2015; Karabasevic vd., 2016)

1. Aşama: Kriterlerin ve Karar Vericilerin Belirlenmesi: Yöntemin ilk aşamasında karar probleminde yer alacak kriterler ve karar vericilerden oluşan karar komitesi belirlenmektedir. Problemden n tane kriterin ($C_n, n = 1, 2, \dots, n$) ve karar komitesinde m tane karar vericinin ($K_m, m = 1, 2, \dots, m$) bulunduğu varsayılmaktadır.

2. Aşama: Kriterlerin Önem Sırasının Belirlenmesi: Bu aşamada karar vericiler, kendi bilgileri ve deneyimlerine dayalı olarak kriterleri en iyiden en kötüye doğru önem sırasına göre değerlendirir. Karar probleminde birden fazla karar vericinin olması durumunda, her karar verici kriterleri küçükten büyüğe doğru önem düzeyinde sıralar. Elde edilen sıralamaların geometrik ortalaması alınarak, genel bir sıralama elde edilir.

3. Aşama: Kriterlerin Göreli Önem Düzeylerinin Belirlenmesi: Kriterlerin göreli önem düzeylerini belirlemek için kriterler kendi aralarında kıyaslanır. j . kriterin ($j+1$). kriterine göre ne kadar önemli olduğu belirlenir. Belirlenen bu değer " s_j " ile gösterilir ve "ortalama değer karşılaştırmalı önemi" olarak tanımlanır.

4. Aşama: k_j Katsayısının Belirlenmesi: Her kriter için " k_j " katsayıları, Eşitlik (1)'den yararlanılarak hesaplanır.

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

5. Aşama: q_j Katsayısının Belirlenmesi: Her kriter için ağırlıkları gösterecek olan " q_j " katsayıları, Eşitlik (2)'den yararlanılarak hesaplanır.

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{s_j} & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

6. Aşama: Kriterlerin Göreli Ağırlıklarının Belirlenmesi: Yöntemin son aşamasında, " w_j " j . kriterin göreli ağırlığını gösterecek şekilde, kriterlerin göreli ağırlıkları Eşitlik (3)'den yararlanılarak hesaplanır.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (3)$$

4 | COPRAS

COPRAS yöntemi Zavadskas ve Kaklauskas tarafından ortaya koyulan, karar alternatiflerini önem ve fayda dereceleri açısından değerlendirerek sıralama yapılmasını bir ÇKKV yöntemidir. (Zavadskas vd., 1994; Kaklauskas vd., 2006).

Yöntem, kriter değerlerini maksimizasyon (fayda) kriteri ise en üst düzeye çıkarmak minimizasyon (maliyet) kriteri ise en alt düzeye indirmek amacıyla çok kriterli değerlendirme yapabilmektedir. Hem nicel hem de nitel kriterleri ele alabilen *COPRAS* yöntemi, karar alternatiflerin tam sıralamasının elde edilmesine olanak tanıyan bir yöntemdir (Mulliner, 2013: 274). Diğer ÇKKV yöntemlerine göre kıyaslandığında uygulama sürecinin daha kısa ve kolay olması, hesaplamaların yapılması için spesifik bilgisayar programları gerektirmemesi yöntemin en önemli avantajları olarak gösterilebilir.

COPRAS yöntemi altı aşamadan oluşan bir uygulama sürecine sahiptir (Chatterjee vd., 2011: 852-853; Das vd., 2012: 7-8; Kaklauskas vd., 2007: 168-169; Özdağoğlu, 2013b: 235-237):

1. Aşama: Karar Matrisinin Oluşturulması: Yöntemin ilk aşamasında x_{ij} : değerlerinden oluşan ve D ile simgelenen karar matrisi Eşitlik (4)'te gösterilen şekilde oluşturulur.

$$D = \begin{matrix} A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \quad (4)$$

Eşitlik (4)'te yer alan x_{ij} değerleri, j . değerlendirme kriterine göre i . alternatifin aldığı değerleri göstermektedir (i , karar alternatifi sayısı $i = 1, 2, \dots, m$; j ise değerlendirme kriteri sayısı $j = 1, 2, \dots, n$ sayısı).

2. Aşama: Karar Matrisinin Normalizasyonu ve Ağırlıklandırılması: Karar problemlerindeki farklı birimlere sahip kriterlere ilişkin değerler, Eşitlik (5)'ten yararlanılarak normalize edilir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

3. Aşama: Normalize Edilen Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması: Bu aşamada her bir değerlendirme kriterinin ağırlık değeri (w_j) ile normalize edilmiş karar matrisinin elemanları çarpılır ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (D'), Eşitlik (6)'da gösterilen şekilde elde edilir.

$$D' = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Normalize edilmiş karar matrisinin ağırlıklandırılması için Eşitlik (7)'den yararlanılmalıdır.

$$d_{ij} = x_{ij}^* \cdot w_j \quad (7)$$

Eşitlik (7)'de yer alan d_{ij} değerleri, j . değerlendirme kriterine göre i . alternatifin aldığı ağırlıklandırılmış normalize değeri göstermektedir.

4. Aşama: Ağırlıklandırılmış Normalize İndekslerin Toplanması: Bu aşamada, karar probleminde yer alan kriterler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamı hesaplanır. Maksimizasyon (fayda) yönlü kriterler için daha yüksek değerler daha iyi durumu göstermekte iken; minimizasyon(maliyet) yönlü kriterler için daha düşük değerler daha iyi durumu göstermektedir.

Maksimizasyon (fayda) yönlü kriterler için ağırlıklandırılmış normalize karar matrisindeki değerlerin toplamı " S_{+i} ", minimizasyon (maliyet) yönlü kriterler için ağırlıklandırılmış normalize karar matrisindeki değerlerin toplamı ise " S_{-i} " ile gösterilmektedir. " S_{+i} " ve " S_{-i} " değerleri hesaplanırken Eşitlik (8) ve (9)'dan yararlanılır.

$$s_{+i} = \sum_{j=1}^k d_{+ij} \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (8)$$

$$s_{-i} = \sum_{j=k+1}^n d_{-ij} \quad j = k + 1, k + 2, \dots, n \quad (9)$$

5. Aşama: Karar Alternatiflerinin Görelî Önem Düzeylerinin Hesaplanması: Her karar alternatifi için göreceli önem değeri anlamına gelen Q_i değeri, Eşitlik (10)'dan yararlanılarak hesaplanır.

$$Q_i = s_{+i} + \frac{s_{-\min} \sum_{i=1}^m s_{-i}}{s_{-i} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{s_{-\min}}{s_{-i}}} \quad (10)$$

Eşitlik (10) yardımıyla hesaplanan Q_i değerlerine göre, en büyük Q_i değerine sahip karar alternatifinin, göreceli önemi en yüksek alternatif olduğu belirlenir (Q_{maks}).

6. Aşama: Karar Alternatiflerinin Performans İndekslerinin Hesaplanması: Yöntemin son aşamasında, her bir karar alternatifi için performans indeks değerleri (P_i), Eşitlik (11) yardımıyla hesaplanır.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{maks}} \cdot 100 \quad (11)$$

Eşitlik (11)'de P_i ile gösterilen performans indeksi 100 olan karar alternatifi, en iyi alternatif olarak belirlenir. Performans indeks değerlerini büyükten küçüğe doğru sıralayarak, karar alternatiflerinin tercih sırasını belirlemek mümkündür.

5 | UYGULAMA

Bu çalışmada VTYS yazılım alternatifleri arasında en iyisinin belirlenmesi sürecinde, *SWARA* ve *COPRAS* yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı bir uygulama gerçekleştirilmiştir. VTYS yazılım seçiminde dikkate alınacak kriterlerin önem ağırlıkları *SWARA* yöntemiyle hesaplandıktan sonra, en iyi yazılım alternatifinin belirlenmesi için *COPRAS* yönteminden yararlanılacaktır.

VTYS yazılım seçiminde dikkat edilmesi gereken en önemli kriterler yazılım uzmanlarının görüşleri doğrultusunda belirlenmiş ve çalışma kapsamında ele alınan değerlendirme kriterleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. VTYS Yazılım Seçim Kriterleri

Kriter No	Kriter Adı
(K1)	Satın Alma Maliyeti
(K2)	Geliştirme Maliyeti
(K3)	Güvenlik
(K4)	Procedure, Trigger vb. Teknik Özellikler
(K5)	Yazılım Dilleriyle Uyumluluk
(K6)	Yedekleme Özellikleri
(K7)	Kullanım Kolaylığı
(K8)	Hız

Uygulamanın ilk adımı olan *SWARA* yöntemiyle kriter ağırlıklarının belirlenmesi için öncelikle kriterlerin karar vericiler tarafından önem sıraları belirlenmiştir. Üç farklı karar vericinin değerlendirmelerine göre önem sıraları belirlenen kriterler ve bu kriterlerin görelî önem düzeyleri Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kriterlerin Önem Sıraları ve Görelî Önem Düzeyleri

Karar Verici-1			Karar Verici-2			Karar Verici-3		
Önem Sırası	Kriter	Sj	Önem Sırası	Kriter	Sj	Önem Sırası	Kriter	Sj
1	K3	-	1	K3	-	1	K3	-
2	K5	0,15	2	K7	0,25	2	K1	0,10
3	K1	0,05	3	K5	0,15	3	K5	0,25
4	K7	0,10	4	K8	0,20	4	K8	0,05
5	K8	0,30	5	K1	0,40	5	K7	0,25
6	K2	0,15	6	K4	0,35	6	K6	0,25
7	K4	0,10	7	K2	0,25	7	K2	0,05
8	K6	0,25	8	K6	0,20	8	K4	0,10

Kriterlerin görelî düzeyleri belirlendikten sonra her karar verici için ayrı ayrı kriterlerin görelî ağırlıkları Eşitlik (1)-(3)'ten yararlanılarak hesaplanmalıdır. Tablo 4'te karar verici-1 için örnek bir hesaplama yer verilmiştir.

Tablo 4. Karar Verici-1 İçin Hesaplamalar

Karar Verici-1					
Önem Sırası	Kriter	sj	kj	qj	wj
1	K3	-	1	1,000	0,187
2	K5	0,15	1,15	0,870	0,162
3	K1	0,05	1,05	0,828	0,155
4	K7	0,10	1,1	0,753	0,141
5	K8	0,30	1,3	0,579	0,108
6	K2	0,15	1,15	0,504	0,094
7	K4	0,10	1,1	0,458	0,085
8	K6	0,25	1,25	0,366	0,068

için Tablo 4'te örneği verilen hesaplamalar tüm karar vericiler için yapıldıktan sonra, karar vericilere ait kriter ağırlıklarının geometrik ortalamaları alınarak nihai kriter ağırlıkları belirlenmiş olur. Tablo 5'te *SWARA* yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları gösterilmiştir.

Tablo 5. SWARA Yöntemiyle Belirlenen Kriter Ağırlıkları

Kriter	KV-1	KV-2	KV-3	Nihai Ağırlık	Sıralama
K1	0,155	0,098	0,177	0,139	4
K2	0,094	0,058	0,082	0,076	7
K3	0,187	0,236	0,195	0,205	1
K4	0,085	0,072	0,075	0,077	6
K5	0,162	0,164	0,142	0,156	2
K6	0,068	0,048	0,086	0,065	8
K7	0,141	0,188	0,108	0,142	3
K8	0,108	0,137	0,135	0,126	5

Tablo 5'te gösterilen hesaplamalara göre K3-güvenlik kriteri (0,205) en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Güvenlik kriterini sırasıyla K5-yazılım dilleriyle uygunluk (0,156) ve K7-kullanım kolaylığı kriterleri (0,142) takip etmektedir.

SWARA yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlendikten sonra, *COPRAS* yöntemiyle *VTYS* yazılım alternatifleri değerlendirilecektir. Uygulama kapsamında yer alacak *VTYS* yazılım alternatifleri Oracle, MSSQL, MS Access ve MYSQL olarak belirlenmiştir. Belirlenen yazılım alternatiflerinin seçim kriterlerine göre değerlendirmeleri karar vericiler tarafından 100 puan üzerinden yapılmıştır. Karar vericilerin değerlendirmelerinin ortalamaları

alınarak oluşturulan karar matrisi Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
ORACLE	95	80	90	95	90	95	50	85
MSSQL	70	80	85	92	90	95	65	85
MS ACCESS	35	45	15	10	85	15	90	70
MYSQL	25	20	30	60	85	70	80	80

Tablo 6'da gösterilen karar matrisi Eşitlik (5)'ten yararlanılarak normalize edilir. Normalize karar matrisi Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Normalize Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
ORACLE	0,422	0,355	0,409	0,369	0,257	0,345	0,175	0,265
MSSQL	0,311	0,355	0,386	0,358	0,257	0,345	0,228	0,265
MS ACCESS	0,155	0,200	0,068	0,038	0,242	0,054	0,315	0,218
MYSQL	0,111	0,088	0,136	0,233	0,242	0,254	0,280	0,250

Normalize edilen karar matrisi Eşitlik (7)'den yararlanılarak, *SWARA* yöntemiyle hesaplanan kriter ağırlıkları ile çarpılır ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi Tablo 8'de gösterilen şekilde elde edilir.

Tablo 8. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
ORACLE	0,059	0,027	0,084	0,029	0,040	0,023	0,025	0,033
MSSQL	0,043	0,027	0,079	0,028	0,040	0,023	0,032	0,033
MS ACCESS	0,021	0,015	0,014	0,003	0,038	0,004	0,045	0,028
MYSQL	0,015	0,006	0,028	0,018	0,038	0,017	0,040	0,031

Tablo 8'deki değerler elde edildikten sonra, ağırlıklandırılmış normalize indeks değerlerinin toplamları hesaplanacaktır. Bu hesaplama yapılırken maksimizasyon yönlü kriterler için Eşitlik (8), minimizasyon yönlü kriterler için ise Eşitlik (9)'dan yararlanılmalıdır. Uygulama kapsamındaki kriterlerden K1 ve K2 kriterleri minimizasyon yönlü kriterler iken; diğer altı kriter maksimizasyon yönlüdür. Kriter yönleri dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen değerler Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Ağırlıklandırılmış Normalize İndeks Toplamları

	S_{+i}	S_{-i}
ORACLE	0,233	0,086
MSSQL	0,235	0,070
MS ACCESS	0,131	0,037
MYSQL	0,172	0,022

COPRAS yönteminin son aşamasında karar alternatiflerinin görelî önem düzeyleri (Q_i) Eşitlik (10) yardımıyla hesaplanır. Q_i değerleri kullanılarak karar alternatiflerinin performans indeksleri (P_i) ise Eşitlik (11) yardımıyla hesaplanarak en iyi *VTYS* yazılım alternatifi belirlenir. Yapılan hesaplamalara ilişkin sonuçlar Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. $Q_i - P_i$ Değerleri ve Sıralama

	Q_i	P_i	Sıralama
ORACLE	0,259	95,66	3
MSSQL	0,267	98,44	2
MS ACCESS	0,190	70,32	4
MYSQL	0,271	100,00	1

Tablo 10'da gösterilen uygulama sonuçlarına göre en iyi VTYS yazılım alternatifi MYSQL olarak belirlenmiştir. Diğer yazılım alternatifleri ise MSSQL, Oracle ve MS Access şeklinde sıralanmıştır.

6 | SONUÇ

Günümüz artan teknolojik gelişmeleri doğrultusunda işletmelerin iş süreçlerinde yaşanan dijital dönüşümle birlikte ortaya çıkan, işletmeler için oldukça önemli olan çok büyük miktardaki verilerin saklanması ve yönetilmesi veri tabanı yönetim sistemleri sayesinde mümkün olabilmektedir. İşletmeler için son derece önem arz eden bu sistemlerin, hangisinin işletme amaçlarına en uygun şekilde olduğunun belirlenmesi içerisinde birçok kriteri de bulunduran bir sorundur. Bu çalışmada belirlenen VTYS yazılım alternatiflerine yönelik bir değerlendirme ÇKKV yöntemlerinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Uzman görüşüne dayalı olan bir yöntem olan SWARA yöntemi değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıklarının belirlenmesinde, COPRAS yöntemi ise yazılım alternatiflerinin sıralanmasında kullanılmıştır. VTYS yazılımı seçiminde SWARA yöntemine göre en önemli kriterler güvenlik, yazılım dilleriyle uygunluk ve kullanım kolaylığı olarak belirlenmiştir. COPRAS yöntemi ile çözüm sonuçlarına göre ise en iyi VTYS yazılımı MYSQL olarak tespit edilmiştir.

Ele alınan ÇKKV yöntemleri ve uygulama sonuçları örnek uygulamanın VTYS yazılımlarının değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir metodoloji olduğunu göstermiştir. VTYS yazılımı seçimi spesifik bir uygulama alanı olduğundan, literatürde bu alanda ÇKKV yöntemleri ile çözümü yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla mevcut çalışmanın bulgularını, diğer çalışmalar ile kıyaslama imkanı olmamıştır.

Gelecek çalışmalarda daha farklı ÇKKV yöntemleri ile çalışmalar yapılarak elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılabilir. Daha farklı VTYS yazılım alternatifleri ve değerlendirme kriterleri karar probleminde yer alabilir. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasında, verilerin yapısına uygun olacak şekilde, objektif karar verme yöntemleri ile bir değerlendirme yapmak mümkün olabilir.

KAYNAKÇA

- Aghdaie, M. H., Zolfani, S. H. & Zavadskas, E. K. 2013a. Decision making in machine tool selection: An integrated approach with SWARA and COPRAS-G methods. *Engineering Economics*, 24(1): 5-17.
- Ayyıldız, E., & Demirci, E. (2018). Türkiye'de Yer Alan Şehirlerin Yaşam Kalitelerinin SWARA Entegreli TOPSIS Yöntemi İle Belirlenmesi. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute/Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (30): 67-87.
- Çakır, E. (2017a). Kriter ağırlıklarının SWARA-Copeland yöntemi ile belirlenmesi: Bir üretim işletmesinde uygulama. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 42-56.
- Çakır, E. (2017b). Kentsel Dönüşüm Kapsamında Müteahhit Firmanın SWARA-Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Seçilmesi. *The Journal of International Scientific Researches*, 2(6), 79-95.
- Çakır, E. (2018). Elektronik Belge Yönetim Sistemi (EBYS) Yazılımı Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Bir Belediye Örneği. *Business, Economics and Management Research Journal*, 1(1), 15-30.
- Çakır, E., & Karabıyık, B. K. (2017). Bütünleşik SWARA-COPRAS Yöntemi Kullanarak Bulut Depolama Hizmet Sağlayıcılarının Değerlendirilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 417-434.
- Can, G. F., Atalay, K. D., & Eraslan, E. (2017). Tabletlerin Kullanılabilirlik Ölçütlerine Göre Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(SI), 81-88.
- Chatterjee, P., Athawale, V. M., & Chakraborty, S. (2011). Materials selection using complex proportional assessment and evaluation of mixed data methods. *Materials & Design*, 32(2), 851-860.
- Das, M. C., Sarkar, B., & Ray, S. (2012). A framework to measure relative performance of Indian technical institutions using integrated fuzzy AHP and COPRAS methodology. *Socio-Economic Planning Sciences*, 46(3), 230-241.
- Ertuğrul, İ., Sarı, G., Özçil, A., & Öztaş, T. (2017). Keio'deki Ülkelerin Küresel Finansal Gelişim Kriterlerinin Aras ve COPRAS Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. *Umteb-I*, 226.
- Hashemkhani Zolfani, S., & Bahrami, M. (2014). Investment prioritizing in high tech industries based on SWARA-COPRAS approach. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(3), 534-553.
- Heidary Dahooie, J., Beheshti Jazan Abadi, E., 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.
- Işık, A. T., & 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.
- Juodagalvienė, B., Turskis, Z., Šaparauskas, J., & Endriukaitytė, A. (2017). Integrated multi-criteria evaluation of house's plan shape based on the EDAS and SWARA methods. *Engineering Structures and Technologies*, 9(3), 117-125.
- Kaklauskas, A., Zavadskas, E. K., Raslanas, S., Ginevicius, R., Komka, A., & Malinauskas, P. (2006). Selection of low-e windows in retrofit of public buildings by applying multiple criteria method COPRAS: A Lithuanian case. *Energy and Buildings*, 38(5), 454-462.
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Aksoy, E., & Atasoy, M. (2015). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Performans Değerlendirmesine İlişkin Bir Uygulama. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(2), 176-186.
- Karabasevic, D., Stanujkic, D., Urosevic, S., & Maksimovic, M. (2015). Selection of candidates in the mining industry based on the application of the SWARA and the MULTIMOORA methods. *Acta Montanistica Slovaca*, 20(2):116-124.
- Karabašević, D., Stanujkić, D., Urošević, S., & Maksimović, M. (2016). An Approach to Personnel Selection Based on SWARA and WASPAS Methods. *Journal of Economics, Management and Informatics*, 7(1): 1-11.
- Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Stanujkic, D. (2016). The framework for the selection of personnel based on the SWARA and ARAS methods under uncertainties. *Informatica*, 27(1), 49-65.
- Karabiyık, B. K., & Gündoğmuş, M. E. Üniversitelerde Bilgi Sistemi Seçim Kriterlerinin SWARA Yöntemi İle Ağırlıklandırılması: Ampirik Bir Çalışma. *İşletme Bilimi Dergisi*, 6(1), 59-85.
- Keršulienė, V. & 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., & 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.
- Kouchaksaraei, R. H., Zolfani, S. H., & Golabchi, M. (2015). Glasshouse locating based on SWARA-COPRAS approach. *International Journal of Strategic Property Management*, 19(2), 111-122.
- Mavi, R. K., Goh, M., & 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.
- Mulliner, E., Smallbone, K., & Maliene, V. (2013). An assessment of sustainable housing affordability using a multiple criteria decision making method. *Omega*, 41(2), 270-279.
- 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.
- Ömürbek, N., & Akçakaya, E. D. U. (2018). Forbes 2000 Listesinde Yeralan Havacılık Sektöründeki Şirketlerin Entropi, MAUT, COPRAS ve SAW Yöntemleri İle Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 23(1): 257-278.
- Ömürbek, N., & Balcı, H. F. (2017). Entropi Temelli COPRAS Yöntemi İle Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'nin Havayolu Taşımacılığının Değerlendirilmesi. *Visionary E-Journal/Vizyoner Dergisi*, 8(18).
- Özbek, A. (2018). BİST'te İşlem Gören Faktoring Şirketlerinin Mali Yapılarının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. *Yönetim ve Ekonomi*, 25(1), 29-53.
- Özbek, A., & 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., & Erol, E. (2016). COPRAS ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Problemine Uygulanması. *Ekonomi, İşletme, Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 2(1), 23-42.
- Özdağoğlu, A. (2013a). İmalat İşletmeleri İçin Eksantrik Pres Alternatiflerinin COPRAS Yöntemi İle Karşılaştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(8): 1-22.
- Özdağoğlu, A. (2013b). Çok ölçütlü karar verme modellerinde normalizasyon tekniklerinin sonuçlara etkisi: COPRAS örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(2): 229-255
- Radović, D., & Stević, Ž. (2018). Evaluation and selection of KPI in transport using SWARA method. *Transport & Logistics*, 18(44): 60-68.

- Ruzgys, A., Volvačiovas, R., Ignatavičius, Č., & 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.
- Şahin, Y. L. C., & Öztel, A. (2017). Ülkelerin Yaşanabilirlik Düzeylerinin COPRAS Yöntemiyle Karşılaştırmalı Analizi: BRICS Ülkeleri Ve Türkiye. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal Ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 1(1), 75-84.
- Sarıçalı, G., & Kundakçı, N. (2016). AHP ve COPRAS Yöntemleri İle Otel Alternatiflerinin Değerlendirilmesi. *International Review Of Economics And Management*, 4(1), 45-66.
- Shukla, S., Mishra, P. K., Jain, R., & 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.
- Stanujkic, D., Karabasevic, D., & Zavadskas, E. K. (2015). A framework for the selection of a packaging design based on the SWARA method. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 26(2), 181-187.
- Stanujkic, D., Karabasevic, D., & Zavadskas, E. K. (2015). A framework for the selection of a packaging design based on the SWARA method. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 26(2), 181-187.
- Toklu, M. C., Çağıl, G., Pazar, E., & 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.
- Urosevic, S., Karabasevic, D., Stanujkic, D., & Maksimovic, 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.
- Vesković, S., Stević, Ž., Stojić, G., Vasiljević, M., & Milinković, S. (2018). Evaluation of the railway management model by using a new integrated model DELPHI-SWARA-MABAC. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(2), 34-50.
- Yurdoğlu, H., & Kundakçı, N. (2017). SWARA ve WASPAS Yöntemleri İle Sunucu Seçimi. *Balikesir University Journal of Social Sciences Institute*, 20(38).
- Zavadskas, E., Kaklauskas, A., & Sarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 1, 131-139
- Zolfani, S. H., & Saparuskas, J. (2013). New application of SWARA method in prioritizing sustainability assessment indicators of energy system. *Engineering Economics*, 24(5), 408-414.
- Zolfani, S. H., Salimi, J., Maknoon, R., & Kildiene, S. (2015). Technology foresight about R&D projects selection; application of SWARA method at the policy making level. *Engineering Economics*, 26(5), 571-580.
- Zolfani, S. H., Zavadskas, E. K., & 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.