



## Kriter Ağırlıklarının SWARA – Copeland Yöntemi ile Belirlenmesi: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama

Engin ÇAKIR<sup>1</sup>



### ÖZET

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden SWARA yönteminde tek bir karar vericinin olduğu durumlar için kriter ağırlıklarının belirlenmesi işlemi, çok sayıda karar vericinin olduğu durumlardan daha kolay yapılabilmektedir. Çok sayıda karar vericinin olduğu ve SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlendiği çalışmalar ile ilgili literatür incelendiğinde; her bir karar vericinin bireysel olarak yaptığı bu sıralamaların SWARA yöntemi ile yapılan hesaplamalarının ardından ortalaması alınarak, kriterlerin nihai ağırlıklarının bulunduğu gözlenmiştir. Ancak, SWARA yönteminde grup kararı alınırken, karar vericilerin kriterler için belirledikleri sıralamalar birbirinden çok farklı olabilmektedir. Bu durum, kriter ağırlıklarının da karar vericiler düzeyinde birbirinden çok farklı olmasına neden olabilmektedir. Geliştirilen yöntem, grup kararının alındığı çalışmalar için önerilmiş ve SWARA – Copeland yöntemi olarak adlandırılmıştır. Yöntem, Aydın Nazilli’de dişli imalatı yapan ve CNC makinesi almayı planlayan şirkette uygulanmıştır. Çalışmada, grup kararlarını içeren kriter ağırlıklandırılmasında öncelikle klasik SWARA yöntemi, daha sonra geliştirilen SWARA – Copeland yöntemi adımları takip edilmiş ve her iki yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Copeland Yöntemi, Kriter Ağırlıklandırma, SWARA Yöntemi, SWARA-Copeland Yöntemi

**JEL Kodu:** C02, C44, D70,D81, L20, L64, M10

---

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr. Adnan Menderes Üniversitesi Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü

## **Determining The Weights of Criteria with Swara - Copeland Method: A Case Study On a Manufacturing Company**

### **ABSTRACT**

Determination process of criteria weights for conditions with one decision maker in SWARA method among multi-criteria decision making methods used in determining criteria weights can be performed more easily than conditions with numerous decision makers. When literature regarding studies including multiple decision makers and in which criteria weights are determined by using SWARA method was examined, it was observed that final weights of criteria were determined by averaging these ordering performed by each decision maker individually after calculations made by using SWARA method. However, ordering determined by decision makers for the criteria can be very different from one another when making a group decision in SWARA method. This situation may lead criteria weights to be very different from one another at the level of decision makers. Developed method was suggested for studies in which group decision is made and named as SWARA – Copeland method. The method was applied in a company manufacturing gears and planning to purchase CNC machine in Nazilli, Aydın. In the study, classical SWARA method was firstly followed for weighing criteria including group decisions, then steps of developed SWARA – Copeland method were followed, and the results obtained from both methods were compared.

**Keywords:** Copeland Method, Criteria Weighting, SWARA Method, SWARA-Copeland Method

## 1. Giriş

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan çok sayıda çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerin genel özelliği, bir karar verici ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi ya da grup kararı ile ağırlıkların belirlenmesi şeklindedir. ÇKKV yöntemleri içerisinde yeni bir yöntem olarak karşımıza çıkan SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis - Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi) yönteminde, tek bir karar vericinin olduğu durumlar için kriter ağırlıklarının belirlenmesi işlemi, çok sayıda karar vericinin olduğu durumlardan daha kolay görünmektedir.

SWARA yönteminde grup kararı alınırken, karar vericilerin kriterler için belirledikleri sıralamalar birbirinden çok farklı olabilmektedir. Bu durum, kriter ağırlıklarının da karar vericiler düzeyinde birbirinden farklılık göstermesine neden olabilmektedir. Geliştirilen yöntem, grup kararının alındığı çalışmalar için önerilmiş ve SWARA – Copeland yöntemi olarak adlandırılmıştır. Yöntemde, öncelikle her bir karar verici, kriterleri en önemlisi ilk sırada olacak şekilde sıralama yapmaktadır. Her bir karar vericiden elde edilen bu sıralamalar, Copeland sıralama yöntemi ile tek bir sıralama olacak şekilde bütünleştirilir. Daha sonra, elde edilen bu sıralamalar ile ilgili tekrar karar vericilere başvurularak, nihai sıralamalar için karşılaştırmalı önem düzeylerini belirlemeleri istenir. Her bir kriterin karar vericiler bazındaki karşılaştırmalı önem düzeyleri, SWARA yöntemindeki formüller ile ayrı ayrı hesaplamaya dahil edilir ve böylece her bir karar vericiye ait kriter ağırlıkları ortaya konulur. Son olarak, karar vericiler tarafından belirlenen her bir kriterin ağırlıklarının ortalaması alınarak, nihai kriter ağırlıkları belirlenir.

Uygulama çalışması, Aydın Nazilli’de dişli imalatı yapan bir şirkette yapılmıştır. CNC (Computer Numerical Control) makinesi almayı planlayan şirket, CNC için seçim kriterlerini belirlemiştir. Çalışmada, öncelikle SWARA yöntemi, daha sonra geliştirilen SWARA – Copeland yöntemi adımları takip edilerek alınan grup kararı neticesinde kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Son olarak, geliştirilen yöntem ile klasik SWARA yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Bu çalışmadaki amaç, kriter ağırlıklarının geliştirilen SWARA – Copeland yöntemi ile belirlenmesi olduğundan, alternatif CNC makinelerinin değerlendirme işlemi yapılmamıştır.

## 2. Çalışmanın Amacı, Yöntemi Ve Önemi

Çalışmada amaç, grup kararı ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi işleminin geliştirilen SWARA – Copeland yöntemi ile yapılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, öncelikli olarak SWARA yönteminin ilk adımı olan kriter sıralamalarının karar vericiler tarafından bireysel olarak yapılması sağlanmış, daha sonra Copeland sıralama yöntemi ile tek bir sıralama olacak şekilde bu sıralamalar birleştirilmiştir. Elde edilen yeni sıralama için SWARA yönteminin ikinci adımından itibaren karar vericilerden değerlendirme yapmaları istenmiş ve elde edilen sonuçların ortalaması alınmıştır. Yöntem, SWARA-Copeland yöntemi olarak adlandırılmıştır. Yöntemin ilk kez uygulanması nedeniyle, literatüre katkı sağlayıcı nitelikte olduğu düşünülmektedir.

### 3. Literatür Taraması

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle SWARA yöntemi, daha sonra Copeland yöntemi ve en sonunda bu iki yöntemin karması olan SWARA – Copeland yöntemi konusunda bilgiler aktarılmıştır.

#### 3.1. Swara Yöntemi

Kriter ağırlıklandırma yöntemleri arasında yer alan ve son zamanlarda sıklıkla kullanılmaya başlanan SWARA'nın açılımı "Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis" dir ve Türkçe'de "Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi" olarak kullanılabilir. SWARA yöntemi ilk olarak Keršulienė, Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından ortaya konulmuştur. SWARA yöntemi ile ilgili literatür incelendiğinde Çizelge 1'de gösterilen bir çok problemin çözümünde kullanıldığı bilgisi ile karşılaşılmıştır. SWARA adımları ise aşağıdaki gibidir:

**Adım 1:** Kriterler en önemliden başlamak üzere sıralanır.

**Adım 2:** İkinci kriterden başlayarak, her bir kriter için göreceli önem düzeyleri belirlenir. Bunun için,  $j$  kriteri ile bir önceki kriter ( $j-1$ ) karşılaştırılır. Keršulienė vd. (2010), bu oranı "ortalama değerin karşılaştırmalı önemi" olarak adlandırmışlar ve  $s_j$  simgesi ile göstermişlerdir.

**Adım 3:** Katsayı ( $k_j$ ) aşağıda yer alan eşitlik 1 ile belirlenir.

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

**Adım 4:** Önem vektörü  $w_j$ , eşitlik 2 ile hesaplanır.

$$w_j = \begin{cases} 1 & j=1 \\ \frac{x_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

**Adım 5:** Kriterlere ait ağırlıkların ( $q_j$ ) hesaplama işlemi ise, aşağıdaki eşitlikle (eşitlik 3) sağlanır.

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

**Çizelge 1:** SWARA Literatür Taraması

Keršulienne ve diğerleri, 2010	Uyuşmazlık çözümü
Keršulienė ve Turskis, 2011	Mimar seçimi
Zolfani, Esfahani, Bitarafan, Zavadskas ve Arefi, 2013	Mekanik havalandırma alternatifinin seçimi
Alimardani, Zolfani, Aghdaie ve Tamošaitienė, 2013	Tedarikçi seçimi
Zolfani, Zavadskas ve Turskis, 2013	Ürün dizaynı
Aghdaie, Zolfani ve Zavadskas, 2013	Makine parçası seçimi
Zolfani ve Sapauskas, 2013	Enerjide sürdürülebilirlik göstergelerinin önceliklendirilmesi
Zolfani ve Banihashemi, 2014	Personel seçimi
Zolfani ve Bahrami, 2014	SWARA-COPRAS yaklaşımı ile yatırım önceliklendirme
Vafaeipour, Zolfani, Varzandeh, Derakhti ve Keshavarz, 2014	Güneş enerji santrallerinin kurulacağı bölgenin seçimi
Aghdaie, Zolfani ve Zavadskas, 2014a	Tedarikçi kümeleme ve sıralama
Aghdaie, Zolfani ve Zavadskas, 2014b	Satış şubesi seçimi
Dehnavi, Aghdam, Pradhan ve Morshed Varzandeh, 2015	Bölgesel heyelan tehlikesinin değerlendirilmesi
Karabasevic, Stanujkic, Urosevic ve Maksimovic, 2015	İşe alınacak maden mühendisi adaylarının seçimi
Stanujkic, Djordjevic ve Karabasevic, 2015	Personel seçimi
Stanujkic, Karabasevic ve Zavadskas, 2015	Paket tasarımı seçimi
Shukla, Mishra, Jain ve Yadav, 2016	ERP sistemi seçimi
Yazdani, Zavadskas, Ignatius ve Abad, 2016	Malzeme seçimi
Çakır, 2016	EBYS yazılımı seçimi

### 3.2. Copeland Yöntemi

Alternatifler arasından seçim yapmada Condorcet ilkelerini (Sanver, 2000) kullanan Copeland yönteminde bir alternatifin diğer alternatiflere galip gelme ve mağlup olma sayılarının farkı alınır ve elde edilen skorlar ile alternatifler en iyiden başlamak üzere sıralanır. Bu çalışmada ele alınan Copeland yöntemi için kullanılacak notasyon<sup>2</sup> ve adımlara aşağıda yer verilmiştir (Browne, 2013; Fishburn, 1977; Klamler, 2003):

<sup>2</sup> *m*: Karar verici sayısı; *k*: Karar verici sıra değeri; *n*: Alternatiflerin toplam sayısı; *i*: Satırda yer alan alternatifin sıra değeri; *j*: Sütunda yer alan alternatifin sıra değeri;  $r_k(A_i)$ :  $A_i$  alternatifin *k*. KV'ye göre sıralamadaki yeri;  $f_k(i, j)$ : Alternatifler arasındaki karşılaştırmada sıralamadaki üstünlüğü;  $S(i, j)$ :  $A_i$  alternatifinin  $A_j$  alternatifine göre elde ettiği toplam oy sayısı;  $G(i, j)$ :  $A_i$  alternatifinin  $A_j$  alternatifine göre galip, berabere ya da yenik olma durumu;  $GP_i$ :  $A_i$  alternatifinin galibiyet puanı;  $YP_i$ :  $A_i$  alternatifinin yenilgi puanı ve  $CP_i$ :  $A_i$  alternatifinin Copeland Puanı

**Adım 1:** Copeland yönteminde ilk adım alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapmaktır. Çizelge 2'deki her bir  $f_k(i, j)$  değerine,  $A_i$  ve  $A_j$  alternatifleri karşılaştırmasında  $A_i$  alternatifi galip gelmiş ise (diğer ifadeyle sıralamada üstte ise) '1';  $A_j$  alternatifi galip gelmiş ise '0' vermektir. Bu ifadeler  $f_k(i, j) = \{0, 1\}$  olmak üzere eşitlik 4'de gösterilebilir.

$$f_k(i, j) = \begin{cases} 1 & r_k(A_i) < r_k(A_j) & \text{ve } i \neq j \\ 0 & r_k(A_i) > r_k(A_j) & \text{ve } i \neq j \\ \text{boş } (-) & r_k(A_i) = r_k(A_j) & \text{veya } i = j \end{cases} \quad (4)$$

Çizelge 2: Copeland İkili Karşılaştırma Matrisi

Alternatif	$A_1$				$A_2$				...	$A_j$				...	$A_n$			
KV	KV1	KV2	...	KVm	KV1	KV2	...	KVm	...	KV1	KV2	...	KVm	...	KV1	KV2	...	KVm
$A_1$	-				$f_1(1,2)$	$f_2(1,2)$	...	$f_m(1,2)$	...	$f_1(1,j)$	$f_2(1,j)$	...	$f_m(1,j)$	...	$f_1(1,n)$	$f_2(1,n)$	...	$f_m(1,n)$
$A_2$	$f_1(2,1)$	$f_2(2,1)$	...	$f_m(2,1)$	-				...	$f_1(2,j)$	$f_2(2,j)$	...	$f_m(2,j)$	...	$f_1(2,n)$	$f_2(2,n)$	...	$f_m(2,n)$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮	...	⋮
$A_i$	$f_1(i,1)$	$f_2(i,1)$	...	$f_m(i,1)$	$f_1(i,2)$	$f_2(i,2)$	...	$f_m(i,2)$	...	-				...	$f_1(i,n)$	$f_2(i,n)$	...	$f_m(i,n)$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮	...	⋮
$A_n$	$f_1(n,1)$	$f_2(n,1)$	...	$f_m(n,1)$	$f_1(n,2)$	$f_2(n,2)$	...	$f_m(n,2)$	...	$f_1(n,j)$	$f_2(n,j)$	...	$f_m(n,j)$	...	-			

**Adım 2:** Bu adımda karar verici bazında skorlar hesaplanmaktadır.  $S(i, j)$ ,  $A_i$  alternatifinin  $A_j$  alternatifine göre her bir karar vericiden elde ettiği toplam oy sayısını göstermektedir (Çizelge 3). Böylece, eşitlik 5 ile  $i$ . alternatifi  $j$ . alternatife göre aldığı oy sayısı bulunur.

$$S(i, j) = \sum_{k=1}^m f_k(i, j) \quad \text{ve } i \neq j \quad (5)$$

Çizelge 3: Alternatifler Arası Oy Sayım Sonuçları

Alternatif	$A_1$	$A_2$	...	$A_j$	...	$A_n$
$A_1$	-	$S(1, 2)$	...	$S(1, j)$	...	$S(1, n)$
$A_2$	$S(2, 1)$	-	...	$S(2, j)$	...	$S(2, n)$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
$A_i$	$S(i, 1)$	$S(i, 2)$	...	-	...	$S(i, n)$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
$A_n$	$S(n, 1)$	$S(n, 2)$	...	$S(n, j)$	...	-

**Adım 3:** Elde edilen  $S(i, j)$  yardımıyla alternatifler arasındaki karşılaştırmada, galipler bulunacaktır. Bunun için eşitlik 6'dan yararlanılacaktır. Eşitliğe bakıldığında galip gelen taraf "1" puan, yenilen taraf "-1" puan almaktadır. Eşitlik durumunda ise "1/2" puan verilmektedir. Çizelge 4, alternatifler arasındaki galibiyet, yenilgi ve beraberlik durumunu gösteren matrisi vermektedir.

$$G(i, j) = \begin{cases} 1 & S(i, j) > (m - S(i, j)) & i \neq j \\ 1/2 & S(i, j) = (m - S(i, j)) & i \neq j \\ -1 & S(i, j) < (m - S(i, j)) & i \neq j \end{cases} \quad (6)$$

**Çizelge 4:** Galibiyet – Yenilgi ve Beraberlik Matrisi

Alternatif	$A_1$	$A_2$	...	$A_j$	...	$A_n$
$A_1$	–	$G(1, 2)$	...	$G(1, j)$	...	$G(1, n)$
$A_2$	$G(2, 1)$	–	...	$G(2, j)$	...	$G(2, n)$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
$A_i$	$G(i, 1)$	$G(i, 2)$	...	–	...	$G(i, n)$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
$A_n$	$G(n, 1)$	$G(n, 2)$	...	$G(n, j)$	...	–

**Adım 4:** Elde edilen 1 ve 1/2 puanlarına sahip  $G(i, j)$  değerleri alternatifler bazında toplanarak galibiyet puanına ( $GP_i$ ); -1 puana sahip  $G(i, j)$  değerleri toplanarak alternatifin yenilgi puanına ( $YP_i$ ) ulaşılır. Bunun için eşitlik 7 ve 8'den yararlanılır.

$$GP_i = \sum_{j=1}^n G(i, j) \quad G(i, j) > 0 \text{ olması durumunda,} \quad (7)$$

$$YP_i = \sum_{j=1}^n G(i, j) \quad G_i(i, j) < 0 \text{ olması durumunda} \quad (8)$$

Elde edilen  $GP_i$  ve  $YP_i$  değerlerinin toplanması sonucu Copeland Puanına ( $CP_i$ ) ulaşılır. Çizelge 5, alternatiflerin  $GP_i$ ,  $YP_i$  ve  $CP_i$  değerlerini göstermektedir.

$$CP_i = GP_i + YP_i \quad (9)$$

**Çizelge 5:** Galibiyet – Yenilgi ve Copeland Puanları

	Galibiyet Puanı	Yenilgi Puanı	Copeland Puanı
$A_1$	$GP_1$	$YP_1$	$CP_1$
$A_2$	$GP_2$	$YP_2$	$CP_2$
⋮	⋮	⋮	⋮
$A_i$	$GP_i$	$YP_i$	$CP_i$
⋮	⋮	⋮	⋮
$A_n$	$GP_n$	$YP_n$	$CP_n$

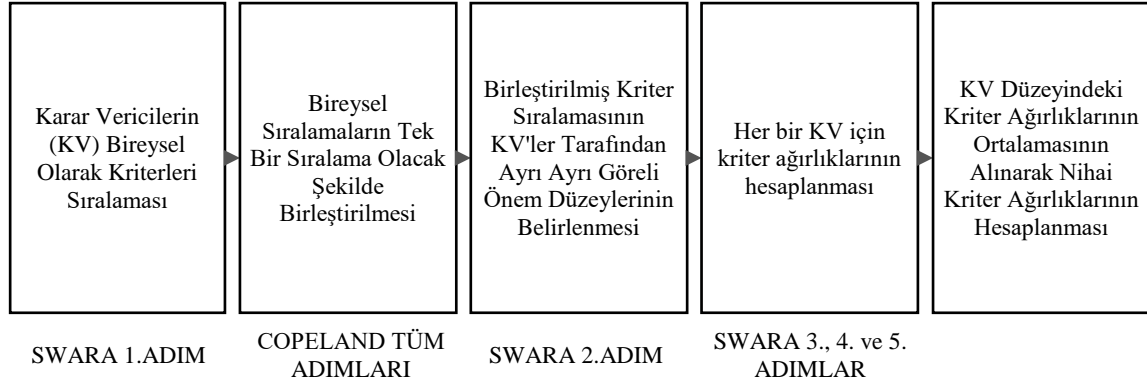
**Adım 5:** Copeland puanı yüksek olanın en iyi olduğu sonucundan hareketle; alternatifler, elde edilen Copeland puanlarına göre sıralanır. Copeland puanları arasında eşitlik söz konusu olursa,  $i$  değeri küçük olan sıralamada üstte yer alacaktır.

**Çizelge 6:** Alternatiflerin Copeland Puanlarına Göre Sıralanması

	<b>Copeland Puanı</b>	<b>Sıralama</b>
$A_1$	$CP_1$	$r_1$
$A_2$	$CP_2$	$r_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$A_i$	$CP_i$	$r_i$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$A_n$	$CP_n$	$r_n$

### 3.3. SWARA - Copeland Yöntemi

Geliştirilen SWARA – Copeland yönteminin adımları Şekil 1’deki gibidir.



**Şekil 1:** SWARA - Copeland Yöntemi Adımları

Geliştirilen yöntemde öncelikle karar vericilerin kriterleri en önemlisi “1” olmak üzere atama yapması sağlanır ve böylece SWARA yönteminin ilk adımı gerçekleştirilir. Copeland yöntemindeki 5 adım yardımıyla SWARA yönteminin 1. Adımı ile elde edilen her bir karar vericiye ait sıralamalar tek bir sıralama olacak şekilde birleştirilir. Birleştirilen kriter sıralamaları dikkate alınarak, her bir karar vericiden bir kriterin diğer kriterden görece üstünlüğünü belirlemesi istenerek SWARA’nın 2. adımı tamamlanır. SWARA yönteminin 3., 4. ve 5. adımı yardımıyla, her bir karar vericiye ait kriter ağırlıkları belirlenir. Son aşamada ise, her bir kriterin karar vericilere ait ağırlıklarının ortalaması alınarak, nihai kriter ağırlıkları hesaplanır.



#### 4. Bir Üretim İşletmesinde Örnek Uygulama

Uygulama, Aydın Nazilli’de dişli imalatı yapan bir şirkette yapılmıştır. CNC makinesi almayı planlayan şirket, CNC için seçim kriterlerini Çizelge 7’deki gibi belirlemiştir.

Çizelge 7: CNC Makinası İçin Belirlenen Seçim Kriterleri

$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$
Esneklik	Güvenilirlik	Güvenlik	Kullanım Kolaylığı	Maliyet	Satış Sonrası Servis	Verimlilik

Şirketteki üç üst düzey yönetici ile iki CNC operatörü karar verici olarak atanmıştır. KV’lerden kriter sıralamalarını en önemlisi ilk sırada olacak şekilde yapmaları istenmiş ve Çizelge 8 elde edilmiştir.

Çizelge 8: Karar Vericiler (KV) Düzeyinde Kriter Sıralama

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
$K_1$	3	6	5	2	7
$K_2$	7	5	4	7	6
$K_3$	2	4	1	1	3
$K_4$	4	1	3	3	4
$K_5$	1	3	2	4	2
$K_6$	6	7	7	5	5
$K_7$	5	2	6	6	1

**Beş karar verici ile kriter ağırlıklarının klasik SWARA yöntemi ile belirlenmesi:** Öncelikle her bir karar vericinin Çizelge 8’deki en önemli kriterden başlayarak önem düzeylerini belirlemeleri istenmiş ve Çizelge 9’a ulaşılmıştır.

Çizelge 9: Karar Verici (KV) Bazında SWARA Önem Düzeyleri

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K5	-	K4	-	K3	-
K3	0,20	K7	0,10	K5	0,15
K1	0,25	K5	0,15	K4	0,40
K4	0,30	K3	0,25	K2	0,05
K7	0,05	K2	0,10	K1	0,15
K6	0,25	K1	0,20	K7	0,20
K2	0,10	K6	0,40	K6	0,05

Eşitlik 1, 2 ve 3 kullanılarak her bir karar vericiye ait kriter ağırlıkları ve bu kriterlere ait ortalama alınmak suretiyle nihai kriter ağırlıkları ve sıralamalar belirlenmiş ve Çizelge 10 elde edilmiştir.

Çizelge 10: SWARA Sonucu Kriter Ortalamaları

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	Ortalama	Sıralama
$q_1$	0,157	0,101	0,116	0,182	0,092	0,130	5
$q_2$	0,084	0,122	0,122	0,091	0,097	0,103	6
$q_3$	0,196	0,134	0,207	0,200	0,140	0,175	2
$q_4$	0,121	0,211	0,171	0,152	0,133	0,158	3
$q_5$	0,235	0,167	0,197	0,145	0,196	<b>0,188</b>	1
$q_6$	0,092	0,072	0,081	0,126	0,116	0,097	7
$q_7$	0,115	0,192	0,106	0,105	0,226	0,149	4

Beş karar verici ile kriter ağırlıklarının geliştirilen SWARA-Copeland yöntemi ile belirlenmesi: Çizelge 8’de yer alan sıralamaların birleştirme işlemi Şekil 2’deki gibi Copeland adımları takip edilerek yapılmış ve Çizelge 11’deki birleştirilmiş kriter

Kriterler	K1					K2					K3					K4					K5					K6					K7				
	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
K2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
K3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
K4	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K5	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
K6	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0
K7	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1		2	0	2	1	4	3
K2	3		0	0	0	2	1
K3	5	5		4	2	5	3
K4	3	5	1		2	5	4
K5	4	5	3	3		5	3
K6	1	3	0	0	0		1
K7	2	4	2	1	2	4	

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	GP <sub>i</sub>	YP <sub>i</sub>	CP <sub>i</sub>	SIRALAMA	Düzeltilmiş Sıralama
K1		-1	-1	-1	-1	+1	+1	2	-4	-2	4	4
K2	+1		-1	-1	-1	-1	-1	1	-5	-4	6	6
K3	+1	+1		+1	-1	+1	+1	5	-1	4	2	2
K4	+1	+1	-1		-1	+1	+1	4	-2	2	3	3
K5	+1	+1	+1	+1		+1	+1	6	0	6	1	1
K6	-1	+1	-1	-1	-1		-1	1	-5	-4	6	7
K7	-1	+1	-1	-1	-1	+1		2	-4	-2	4	5

sıralamalarına ulaşılmıştır.

Şekil 2: Copeland Excel Çözümü

**Çizelge 11: Copeland Sıralama Sonucu**

<b>Kriterler</b>		<b>Copeland Sıralama</b>
$K_1$	Esneklik	4
$K_2$	Güvenilirlik	6
$K_3$	Güvenlik	2
$K_4$	Kullanım Kolaylığı	3
$K_5$	Maliyet	1
$K_6$	Satış Sonrası Servis	7
$K_7$	Verimlilik	5

Çizelge 11 dikkate alınarak, her bir kriterin önem düzeylerinin KV'ler düzeyinde belirlenmesi aşamasına geçilmiş ve Çizelge 12 elde edilmiştir.

**Çizelge 12: KV Bazında SWARA – Copeland Yöntemindeki Önem Düzeyleri**

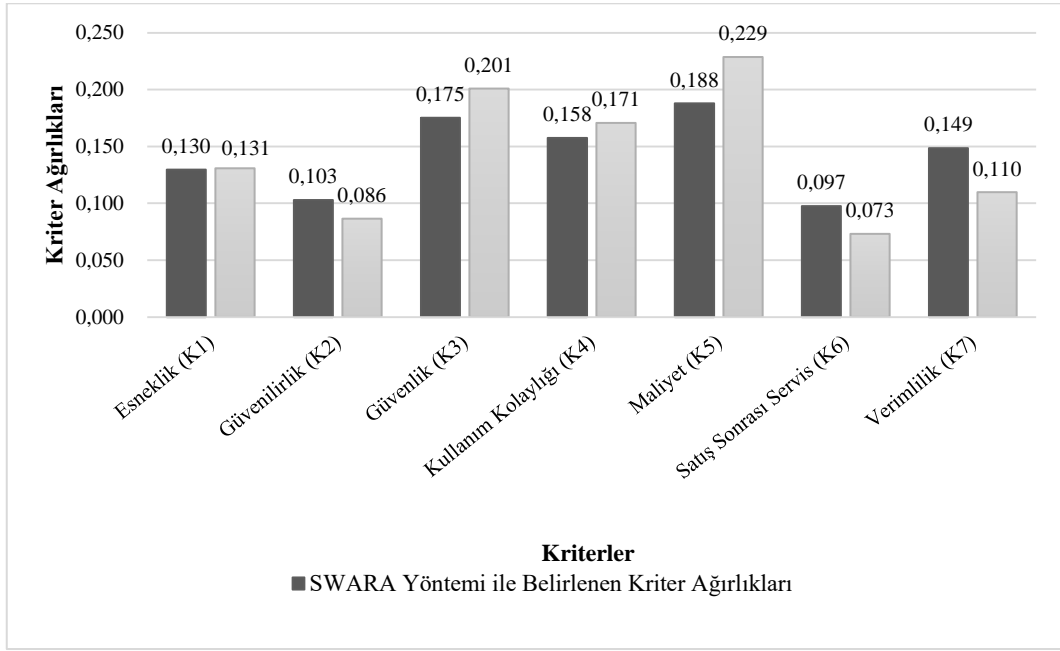
	<b>KV1</b>	<b>KV2</b>	<b>KV3</b>	<b>KV4</b>	<b>KV5</b>
$K_5$	-	-	-	-	-
$K_3$	0,20	0,15	0,05	0,10	0,20
$K_4$	0,15	0,05	0,35	0,20	0,15
$K_1$	0,40	0,35	0,30	0,05	0,50
$K_7$	0,15	0,05	0,25	0,50	0,05
$K_2$	0,35	0,30	0,20	0,20	0,30
$K_6$	0,05	0,45	0,15	0,10	0,20

SWARA adımlarına geri dönülerek, Eşitlik 1, 2 ve 3 yardımıyla her bir KV'ye ait ağırlıklar ( $q_j$ ) ve her bir KV'ye ait ağırlıkların ortalaması alınarak, nihai kriter ağırlıkları Çizelge 13'deki gibi belirlenmiştir.

**Çizelge 13: SWARA-Copeland Sonucu Kriter Ortalaması**

	<b>KV1</b>	<b>KV2</b>	<b>KV3</b>	<b>KV4</b>	<b>KV5</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Sıralama</b>
$q_1$	0,124	0,132	0,126	0,156	0,116	0,131	4
$q_2$	0,080	0,097	0,084	0,086	0,085	0,086	6
$q_3$	0,200	0,187	0,221	0,196	0,201	0,201	2
$q_4$	0,174	0,178	0,164	0,163	0,175	0,171	3
$q_5$	0,239	0,215	0,232	0,216	0,241	<b>0,229</b>	1
$q_6$	0,076	0,067	0,073	0,079	0,071	0,073	7
$q_7$	0,108	0,126	0,101	0,104	0,111	0,110	5

Literatürdeki klasik SWARA yöntemi ile elde edilen kriter sıralamaları ile (Çizelge 10) ve geliştirilen SWARA – Copeland yöntemi ile elde edilen kriter sıralamalarına (Çizelge 13) bakıldığında önemli diyebileceğimiz farklılık bulunmamasına karşın, nihai kriter ağırlıkları arasında farklılıkların olduğunu söylemek mümkündür. Şekil 3, her iki yöntemden elde edilen nihai kriter ağırlıklarını göstermektedir.



Şekil 3: SWARA Yöntemi ile Elde Edilen Kriter Ağırlıkları ile SWARA - Copeland Yöntemi ile Elde Edilen Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırması

## 5. Sonuç

SWARA yönteminde grup kararı alınırken, karar vericilerin kriterler için belirledikleri sıralamalar birbirinden çok farklı olabilmektedir. Bu durum, kriter ağırlıklarının da karar vericiler düzeyinde farklılık göstermesine neden olabilmektedir. Geliştirilen yöntem, grup kararının alındığı çalışmalar için önerilmiş ve SWARA – Copeland yöntemi olarak adlandırılmıştır.

Uygulama çalışması, Aydın Nazilli’de dişli imalatı yapan bir şirkette yapılmıştır. CNC makinesi almayı planlayan şirket, CNC için seçim kriterleri “Esneklik”, “Güvenilirlik”, “Güvenlik”, “Kullanım Kolaylığı”, “Maliyet”, “Satış Sonrası Servis” ve “Verimlilik” olarak belirlenmiştir. Çalışmada, öncelikle her bir karar verici, kriterleri en önemlisi ilk sırada olacak şekilde sıralamasını yapmıştır. Literatürdeki grup kararı içeren SWARA uygulamalarının adımları takip edilerek, yapılan hesaplamalar sonucunda en önemli kriterin 0,188 değeriyle “Maliyet” kriteri olduğu, en düşük öneme sahip kriterin ise; 0,097 değeriyle “Satış Sonrası Servis” olduğu sonucu ile karşılaştırılmıştır.

Geliştirilen yöntem ile yapılan uygulamada ise; öncelikle her bir karar vericiden elde edilen sıralamalar, Copeland sıralama yöntemi ile tek bir sıralama olacak şekilde bütünleştirilmiş ve en önemli kriterin “Maliyet” kriteri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra, elde edilen bu sıralamalar ile ilgili olarak, tekrar karar vericilere başvurularak, nihai sıralamalar için karşılaştırmalı önem düzeylerini belirlemeleri istenmiştir. Her bir kriterin karar vericiler

bazındaki karşılaştırmalı önem düzeyleri, SWARA yöntemindeki formüller ile ayrı ayrı hesaplamaya dahil edilmiş ve böylece her bir karar vericiye ait kriter ağırlıkları ortaya konulmuştur. Son olarak, karar vericiler tarafından belirlenen her bir kriterin ağırlıklarının ortalaması alınarak, nihai kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Copeland yöntemi sonucunda da en önemli kriter konumunda olan “Maliyet” kriterinin ağırlığının 0,229 olduğu, en önemsiz kriter konumunda olan “Satış Sonrası Servis” kriterinin ağırlığının 0,073 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, grup kararı ile kriter ağırlıkları bulunurken SWARA yöntemi ile SWARA – Copeland yöntemi arasında nihai sıralamalar arasında çok farklılık olmadığı; ancak kriter ağırlık değerlerinde farklılıklar olduğu görülmüştür.

Geliştirilen SWARA – Copeland yönteminde, her bir karar vericiye ait kriter sıralamaları Copeland yöntemi ile birleştirilmektedir. Yönteme göre, karar vericilerin kriter sıralaması için toplantı ortamına girmelerine gerek bulunmamaktadır. Böylece, zamandan tasarruf sağlanmaktadır. Ayrıca, karar vericilerin toplantı esnasında farklı görüş sahibi karar vericilerden etkilenme olasılığına da ortadan kaldırmaktadır. Bu çalışmada CNC tezgâhı seçiminde kullanılan kriterlerin ağırlıklandırma işlemi, geliştirilen SWARA – Copeland yöntemi ile yapılmıştır. Araştırmacılar, kriter ağırlıklarını grup kararı ile belirledikleri çalışmalarında geliştirilen yöntemi kullanarak, literatüre katkı sağlayabilecektir.

## KAYNAKÇA

- AGHDAIE, M. H., ZOLFANI, S. H. ve ZAVADSKAS, E. K. (2013), "Decision Making in Machine Tool Selection: An Integrated Approach with SWARA and COPRAS-G Methods", *Engineering Economics*, 24(1), 5–17.
- AGHDAIE, M. H., ZOLFANI, S. H. ve ZAVADSKAS, E. K. (2014a), "Synergies of Data Mining and Multiple Attribute Decision Making", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 110(2014), 767–776.
- AGHDAIE, M. H., ZOLFANI, S. H. ve ZAVADSKAS, E. K. (2014b), "Sales Branches Performance Evaluation: A Multiple Attribute Decision Making Approach", *8th International Scientific Conference-Business and Management 2014*", Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania.
- ALIMARDANI, M., ZOLFANI, S. H., AGHDAIE, M. H. ve TAMOŠAITIENĖ, J. (2013), "A Novel Hybrid SWARA and VIKOR Methodology for Supplier Selection in an Agile Environment", *Technological and Economic Development of Economy*, 19(3), 533–548.
- BROWNE, C. (2013), "Pairwise Analysis", <http://www.youtube.com/watch?v=dhv6o9ubHC0>, Erişim Tarihi: 17.10.2016.
- ÇAKIR, E. (2016), "Electronic Document Management System (EDMS) Software Selection with Fuzzy COPRAS Method: A Municipal Case", W. Sayers ve M. Avcı (Ed.), *Law and Order in Turkish Society içinde* (ss. 92–100). Berlin: AGP Research.
- DEHNAVI, A., AGHDAM, I. N., PRADHAN, B. ve MORSHED VARZANDEH, M. H. (2015), "A New Hybrid Model Using Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) Technique and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) for Regional Landslide Hazard Assessment in Iran", *Catena*, 135(2015), 122–148.
- FISHBURN, P. (1977), "Condorcet Social Choice Functions", *SIAM Journal of Applied Mathematics*, 33, 469–489.
- KARABASEVIC, D., STANUJKIC, D., UROSEVIC, S. ve 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.
- KERŠULIENĖ, V. ve TURSKIS, Z. (2011), "Integrated Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Model for Architect Selection", *Technological and Economic Development of Economy*, 17(4), 645–666.
- KERŠULIENE, V., ZAVADSKAS, E. K. ve TURSKIS, Z. (2010), "Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)", *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243–258.
- KLAMLER, C. (2003), "A Comparison of the Dodgson Method and the Copeland Rule", *Economics Bulletin*, 4(8), 1–7.
- SANVER, M. R. (2000), "Çoğunluk Yöntemi ve Condorcet Galipleri", *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 55(3), 133–144.

- 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”. *Int. J. of Intelligent Enterprise*, 3(2), 120–147.
- STANUJKIC, D., DJORDJEVIC, B. ve KARABASEVIC, D. (2015), “Selection of Candidates in the Process of Recruitment and Selection of Personnel”, *QUAESTUS Multidisciplinary Research Journal*, 7(June), 53–64.
- STANUJKIC, D., KARABASEVIC, D. ve ZAVADSKAS, E. K. (2015), “A Framework for the Selection of a Packaging Design Based on the SWARA Method”, *Engineering Economics*, 26(2), 181–187.
- VAFAEIPOUR, M., ZOLFANI, S. H., VARZANDEH, M. H. M., DERAKHTI, A. ve KESHAVARZ, M. E. (2014), “Assessment of Regions Priority for Implementation of Solar Projects in Iran: New Application of a Hybrid Multi-Criteria Decision Making Approach”, *Energy Conversion and Management*, 86(2014), 653–663.
- YAZDANI, M., ZAVADSKAS, E. K., IGNATIUS, J. ve ABAD, M. D. (2016), “Sensitivity analysis in MADM methods: Application of material selection”, *Engineering Economics*, 27(4), 382–391.
- ZOLFANI, S. H. ve BAHRAMI, M. (2014), “Investment Prioritizing in High Tech Industries Based on SWARA-COPRAS Approach”, *Technological & Economic Development of Economy*, 20(3), 534–553.
- ZOLFANI, S. H. ve BANIHASHEMI, S. S. A. (2014), “Personnel Selection Based on a Novel Model of Game Theory and MCDM Approaches. *8th International Scientific Conference, Business and Management 2014*, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania.
- ZOLFANI, S. H., ESFAHANI, M. H., BITARAFAN, M., ZAVADSKAS, E. K. ve Arefi, S. L. (2013). “Developing A New Hybrid MCDM Method for Selection of The Optimal Alternative of Mechanical Longitudinal Ventilation of Tunnel Pollutants During Automobile Accidents”, *Transport*, 28(1), 89–96. doi:10.3846/16484142.2013.782567
- ZOLFANI, S. H. ve SAPARAUSKAS, 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. ve TURSKIS, Z. (2013), “Design of Products with Both International and Local Perspectives Based on Yin-Yang Balance Theory and SWARA Method”, *Economic Research*, 26(2), 153–166.