

## **G 7 ÜLKELERİNDEN SEÇİLEN ÜYELERİN MAKRO EKONOMİK KRİTERLERE GÖRE FLOWSORT VE ELECTRE TRI YÖNTEMİ İLE SINIFLANDIRILMASI**

Tolga GENÇ\*

### **ÖZET**

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri karar vermede genellikle çelişen kriterlere dayanarak alternatifleri seçen, sıralayan ve sınıflandıran yöntemlerdir. Bu çalışmada, PROMETHEE ve ELECTRE yöntemlerinin sıralama ve seçme yaklaşımları değil, sınıflandırma usulleri incelenmiş ve seçilen G7 ülkelerinin makro ekonomik kriterlere dayanarak sınıflandırmaları yapılmıştır. Flowsort yöntemi PROMETHEE (The Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation) yöntemi üzerine bina edilmiş bir sınıflandırma yöntemi olup diğer sınıflandırma yöntemlerine nazaran daha yeni bir yöntemdir. Flowsort yöntemi, alternatifler ile sınıfların sınır değerlerinin ikili karşılaştırılmak suretiyle alternatifleri önceden belirlenmiş sınıflara atanması yöntemidir. Flowsort yöntemine ilave olarak bu çalışmada ELECTRE TRI (ELimination Et Choix Traduisant la REalite-Elimination) yöntemi ile de yapılan sınıflandırma irdelenmiş ve bahse konu matematiksel yaklaşımlar incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çok Kriterli Karar Verme, Flowsort ve ELECTRE TRI.

### **SORTING THE SELECTED G 7 MEMBERS ACCORDING TO MACRO ECONOMIC CRITERIA WITH FLOWSORT AND ELECTRE TRI METHODS**

### **ABSTRACT**

Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods have been used in decision making usually with conflicting criteria in outranking, choosing and sorting. In this study, PROMETHEE and ELECTRE, MCDM methods' sorting processes are examined instead of outranking and choosing processes. Selected G7 members are sorted with this sorting methods. Flowsort method is more recent sorting method which is based on PROMETHEE (The Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation) outranking method. In Flowsort method, alternatives are sorted by comparing to the reference profiles of pre-defined categories. In this study, in addition to Flowsort method, ELECTRE TRI (ELimination Et Choix Traduisant la REalite-

---

\*Dr. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri ABD,  
tolga95@yahoo.com

Elimination) method also examine this sorting and both mathematical approaches are analyzed.

**Key Words:** Multi Criteria Decision Making, Flowsort and ELECTRE TRI.

## **GİRİŞ**

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemleri genel olarak alternatifler arasından seçme yapılması, alternatiflerin sıralanması veya gruplandırılması problemlerinde karşımıza çıkmaktadır. ÇKKV yöntemleri genellikle literatüre sıralama ve seçme problemleri için kazandırılmış ancak akademisyenler tarafından sınıflandırma problemlerini de ele alacak şekilde geliştirilmiştir. Sınıflandırma yaklaşımları, alternatiflerin birçok kriter çerçevesinde önceden belirlenmiş sınıflara atanmasını kapsamaktadır. Bu sınıflar aynı zamanda kategori olarak da adlandırılırlar.

ÇKKV problem tiplerinden biri olan sınıflandırma problemleri, genel olarak, belirli değerlendirme kriterleri ışığında karar alternatiflerinin homojen olarak sınıflandırılmasına odaklanan problem tipleridir. Literatürde çok kriterli olarak sınıflama yapmak amacıyla birçok metod geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bunlar arasında, UTADIS (Jacquet-Lagrange, 1995; Zopounidis ve Doumpos, 1998), ELECTRE TRI (Yu, 1992), Flowsort (Nemery ve Lamboray, 2007), N-TOMIC (Massaglia ve Ostanello, 1991), ORCLASS (Larichev ve Moskovich, 1994), Kaba Kümeleme Teorisi (Rough Sets Theory) (Pawlak, 1991; Slowinski, 1992), PROAFTN (Belacel, 2000) ve filtreleme metodları (Perny, 1998) sayılabilir (Ulucan ve Atıcı, 2009, s.142).

ÇKKV yöntemlerinden birisi olan PROMETHEE yöntemi üzerine yapılandırılmış yeni bir sınıflandırma metodu olan Flowsort, alternatifleri merkezi profil veya limitli profiller ile belirlenmiş kategorilere atama yaklaşımını literatüre katmıştır. Flowsort metodunun sınıflandırma kuralları, alternatifleri referans profiller ile sınıflandırılmış sınıflara gelen ve giden akımlar vasıtasıyla karşılaştırarak atanmasını sağlamaktır.

Flowsort yönteminde, PROMETHEE yöntemi bir alternatif kümesine ve sınır değerlerine uygulanarak bir sınıflandırma yaklaşımı elde edilmektedir. Bu yöntemin önemli bir avantajı PROMETHEE yönteminin mantığını kavramış karar verici (KV) için Flowsort yöntemini anlayıp uygulamak kolaylaşmaktadır. Yöntem, KV'nin tercihlerini alternatiflere, sınıfların alt ve üst limitlerine uygulayarak alternatifleri sınıflara atamaktadır (Nemery, 2009, s.135).

ELECTRE TRI yönteminde elde mevcut karar örnekleri üzerinden sınıflandırmalar test edilmektedir. Yöntem, her kriter için sınır değeri, farksızlık sınırı, başarı sınırı ve ağırlıklardan teşkil edilmiştir. KV, ELECTRE TRI modelini kullanırken bahsedilen bu parametreleri belirler. KV bu parametreleri belirlerken kendi tecrübelerinden ve tercihlerinden faydalanmaktadır.

ELECTRE TRI yönteminde iki sınıflandırma yaklaşımı kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar iyimser ve kötümser yaklaşımdır. Bu yaklaşımların rolleri bir alternatifin sınıfların sınırları ile karşılaştırılması sonucunda sınıflara atanması usulünde belirleyici olmaktadır (The ve Mousseau, 2002, s.31).

Alternatiflerin sınıflandırılması bazı durumlarda sıralama ve seçme problemlerine göre daha yararlı yaklaşımlar sergileyebilmelerine rağmen literatürde

genel olarak daha az yer almaktadırlar. Ancak sıralama yöntemlerinde olduğu gibi sınıflandırma yöntemlerinde de önemli konu KV kendi tercihleri doğrultusunda sınıflandırma yaklaşımına yön verebilir (Nemery ve Lamboray, 2007, s.12).

ÇKKV yöntemlerinin sınıflandırma yaklaşımlarında sınıflar ya ELECTRE TRI metodunda olduğu gibi alt ve üst sınırlar ile belirlenmiş sınıflardan ya da Doumpos ve Zopounidis (2004) tarafından önerilen merkezi bir profilin oluşturduğu sınıflardan oluşmaktadır. Ancak hiçbir yöntem bu iki sınıflandırma yöntemini içerecek bir yaklaşım ortaya koymamaktadır (Nemery ve Lamboray, 2007, s.12). Nemery ve Lamboray ise bu iki yaklaşımın entegre olmuş bir şeklini (hem ELECTRE-TRI yöntemi gibi alt ve üst limitler ile belirlenmiş sınıflandırmayı hem de merkezi bir profilin oluşturduğu sınıflandırmayı) literatüre kazandırmıştır.

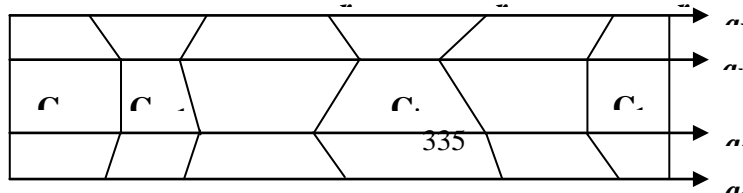
Literatürde, Flowsort yöntemi, Nemery ve Lamboray (2007) tarafından jenerik alternatiflerin 4 kategoriden birisine atanmasında, Nemery vd. (2012) tarafından Doğu Fransa'da orta büyüklükteki işletmelerin sınıflandırılmasında kullanılmıştır. ELECTRE TRI yöntemi, Dias ve Climaco (2000) tarafından şirketlerin risk durumuna göre sınıflandırılmasında, Mousseau ve Slowinski (1998) tarafından firmaların iflas riskine göre sınıflandırılmasında, Rocha ve Dias (2008) tarafından Atina Borsasındaki hisse senetlerinin sınıflandırılmasında, Kılıç tarafından bankaların mali başarısızlıklarının öngörülmesine göre sınıflandırılmasında (2006) ve Avrupa Birliğine üye ve aday ülkelerin ekonomik kriterlere göre sınıflandırılmasında (2005) kullanılmıştır.

Bu çalışmada Flowsort ve ELECTRE TRI yöntemleri aynı uygulamada birbirini takip eden bir yaklaşımla tatbik edilmiştir. Flowsort yöntemi, Université Libre de Bruxelles'de 2000'li yıllarda geliştirilen bir sınıflandırma yöntemi olup diğer ÇKKV yöntemlerinin sınıflandırma metodlarına göre literatürde daha az yer almaktadır. Ancak anlaşılması kolay ve basit bir yöntem olduğundan dolayı yakın gelecekte diğer sınıflandırma yöntemlerine göre öne çıkması muhtemel bir yaklaşımdır. Yapılan araştırma çerçevesinde Türkçe literatürde Flowsort yöntemi ile çalışmaya rastlanmamıştır. ELECTRE TRI yöntemi ile yapılan çalışmalar ise Türkçe literatürde yer almaktadır ancak bu çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu kapsamda çalışma hem Flowsort yönteminin Türkçe literatüre tanıtılması hem de Flowsort ve ELECTRE TRI uygulamasının aynı çalışmada yer alması bakımından önem arz etmektedir.

## 1. FLOWSORT Yöntemi

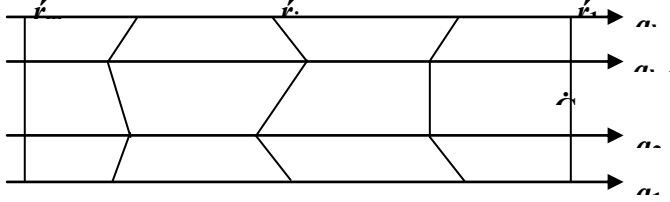
Alternatifler ( $a_1, a_2, \dots, a_n$ ) ve kriterler ( $q_1, q_2, \dots, q_k$ ) tarafından oluşan karar matrisi ile alternatiflerin atanacakları sınıflar ( $C_1, C_2, \dots, C_m$ ) KV tarafından belirlenir. Flowsort yönteminde alternatiflerin atanacakları sınıflar iki yöntem ile belirlenmektedir. Her sınıf ya merkezi bir profil ya da alt ve üst sınırla sınıflandırılan kategorilerden oluşur (Nemery, 2009, s.137). Bu çalışmada alt ve üst sınırlar ile sınıflandırılmış kategoriler kullanarak sınıflandırma yapılacaktır.

Alt ve üst sınırla sınıflandırılan kategoriler ile merkezi bir profil ile oluşturulan kategoriler Şekil 1.1 ve 1.2'de gösterilmiştir.



**Şekil 1.1.**

*Alt ve Üst Sınırlar ile Sınıflandırılmış Sınıflar* (Kaynak: Nemery, 2009, s.138)



**Şekil 1.2.**

*Merkezi Profiller ile Sınıflandırılmış Sınıflar* (Kaynak: Nemery, 2009, s.138)

PROMETHEE yöntemi alternatiflerin ikili karşılaştırmalara dayanarak üstünlük ilişkisinin kurulduğu ÇKKV yöntemidir. Yöntem ile ilgili detaylı bilgi için Brans vd. (1982, 1985, 1986, 2005) tarafından yazılan dokümanlara başvurulabilir.

Flowsort yöntemi PROMETHEE yöntemi esaslarına dayanarak, alternatifleri sınıfların sınır değerleri ile karşılaştırmak suretiyle ilgili sınıflara atanmasını kapsamaktadır. Yöntemde alternatiflerin atanacakları sınıflar,  $C_1, C_2, \dots, C_K$  olacak şekilde sıralanmaktadır. Bununla beraber sınıfların sıralanması;  $C_1 > \dots > C_l > \dots > C_K$  olarak düzenlenmekte ve sınıfların sıralanmasında seçilen  $C_h$  ve  $C_l$  sınıflarının üstünlük ilişkisi  $C_h > C_l$  olarak gerçekleşmektedir.  $C_h$  sınıfına atama  $C_l$  sınıfına göre atamaya tercih edilmektedir. Bu rakamların ilişkisi ise  $h < l$  olur. Sınıfların alt ve üst limitleri ise  $C_h$  sınıfı için  $r_{h+1}$  ve  $r_h$  olarak belirlenmektedir.  $r_h$  ve  $r_{h+1}$  sırasıyla  $C_h$  sınıfının üst ve alt limitleridir. Buradaki  $r_h$  aynı zamanda  $C_{h-1}$  sınıfının alt limiti,  $r_{h+1}$  ise  $C_{h+1}$  sınıfının üst limitini oluşturmaktadır (Nemery ve Lamboray, 2007, s.13).

Her bir alternatif ile sınıfların sınır değerleri tarafından bir küme oluşturulur. Sınıflara atanacak  $a_i$  alternatifi ile sınıfların profilleri ( $R^* = \{r_1^*, r_2^*, \dots\}$ ) ile oluşturulan küme  $R_i^* = R^* \cup \{a_i\}$  olacak şekilde gösterilir. Yeni oluşturulan bu kümenin elemanlarının pozitif, negatif ve net akım değerleri PROMETHEE yöntemi vasıtasıyla denklem 1.1,1.2 ve 1.3 yardımıyla hesaplanır (Nemery ve Lamboray, 2007, s.13).

Pozitif akım:

$$\Phi_{R_i^*}^+(a_i) = \frac{1}{|R_i^*| - 1} \sum_{r_l^* \in R_i^*} \pi(a_i, r_l^*) \quad (1.1)$$

Negatif akım:

$$\Phi_{R_i^*}^-(a_i) = \frac{1}{|R_i^*| - 1} \sum_{r_l^* \in R_i^*} \pi(r_l^*, a_i) \quad (1.2)$$

Net akım:

$$\Phi_{R_i^*}(a_i) = \Phi_{R_i^*}^+(a_i) - \Phi_{R_i^*}^-(a_i) \quad (1.3)$$

Pozitif, negatif ve net akımların belirlenmesinde kullanılan tercih indekslerinin ( $\pi$ ) özellikleri ise aşağıdaki denklemlerde verilmiştir (Brans ve Mareschal, 2005, s.172);

$$\pi(a_i, a_i) = 0 \quad (1.4)$$

$$0 \leq \pi(a_i, r_i^*) \leq 1 \quad (1.5)$$

$$0 \leq \pi(a_i, r_i^*) + \pi(r_i^*, a_i) \leq 1 \quad (1.6)$$

$C_h$  sınıfının  $r_h$  üst limit değeriyle ve  $r_{h+1}$  alt limit değeriyle sınıflandırıldığı varsayıldığında, alt ve üst sınır değerlerinin akım değerleri arasındaki ilişki aşağıdaki denklemlerde belirtildiği gibidir (Nemery ve Lamboray, 2007, s.14).

$$\Phi_{R_i^*}^+(r_h) > \Phi_{R_i^*}^+(r_{h+1}) \quad (1.7)$$

$$\Phi_{R_i^*}^-(r_h) < \Phi_{R_i^*}^-(r_{h+1}) \quad (1.8)$$

$$\Phi_{R_i^*}(r_h) > \Phi_{R_i^*}(r_{h+1}) \quad (1.9)$$

Alternatiflerin ve sınıf sınır değerlerinin pozitif ve negatif akımların belirlenmesini müteakip alternatiflerin sınıflara atanması 2 şekilde yapılmaktadır (Nemery, 2009, s.141).

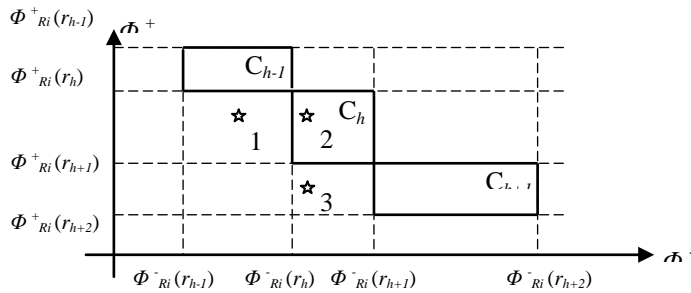
Sınıflandırma Kuralı 1:

$$C_{\Phi^+}^+(a_i) = C_h, \text{ eğer } \Phi_{R_i}^+(r_h) \geq \Phi_{R_i}^+(a_i) > \Phi_{R_i}^+(r_{h+1}) \quad (1.10)$$

Sınıflandırma Kuralı 2:

$$C_{\Phi^-}^-(a_i) = C_h, \text{ eğer } \Phi_{R_i}^-(r_h) < \Phi_{R_i}^-(a_i) \leq \Phi_{R_i}^-(r_{h+1}) \quad (1.11)$$

Alternatif  $a_i$ 'in  $C_h$  sınıfına atanması için yukarıda belirtilen iki kuralın aynı anda gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu sınıflandırma kavramını basit olarak bir görsellik ile sunmak gerekirse,  $R^*$  kümesinin  $\Phi_{R_i}^+$  ve  $\Phi_{R_i}^-$  akımlarının oluşturduğu iki boyutlu düzlemde  $[\Phi^+, \Phi^-]$  alternatifler ve sınıf değerleri Şekil 1.3'de belirtildiği şekilde gösterilir. Bu iki boyutlu uzayda  $C_h$  sınıfının alt ve üst sınır değerlerinin pozitif ve negatif akımları ( $\Phi_{R_i}^+(r_h)$ ,  $\Phi_{R_i}^-(r_h)$ ) ve ( $\Phi_{R_i}^+(r_{h+1})$ ,  $\Phi_{R_i}^-(r_{h+1})$ ) Şekil 1.3'de gösterildiği gibi bir dikdörtgen oluşturmaktadır.  $a_i$  alternatifi  $C_h$  sınıfının oluşturduğu dikdörtgen içinde yer alıyorsa  $a_i$  alternatifi  $C_h$  sınıfına atanmaktadır (Nemery, 2009:142).



**Şekil 1.3.**

*Akımların ve Sınıfların Sınır Değerlerinin Grafik Gösterimi* (Kaynak: Nemery, 2009, s.143)

Şekil 1.3’de alternatiflerin Flowsort yöntemi sonucunda ikili karşılaştırmalar ile atandıkları sınıfların grafik gösterimi verilmiştir. Yapılan atama sonucunda alternatif 2,  $C_h$  sınıfına atanmıştır. Diğer iki alternatif ise atama yapılacak sınıfların dışında kalmıştır. Sınıfların dışında kalan alternatifler başka örneklemlerde diğer sınıflara veya alternatif 2 ile aynı sınıfa atanabilir.

Sınıflara atanacak her alternatif sınıfların alt ve üst sınır değerleri ile ikili karşılaştırma yapılmak sureti ile atama yapıldığından, alternatiflerin diğer alternatifler ile bir sınıflandırma ilişkisi olmamaktadır. Her alternatif kendi kriterleri doğrultusunda diğer alternatiflerden bağımsız olarak sınıfların sınır değerleri ile karşılaştırılmak suretiyle atama yapılmaktadır (Nemery, 2009, s.143).

## 2. ELECTRE TRI Yöntemi

ELECTRE sıralama yönteminin sınıflandırma yaklaşımı olan ELECTRE TRI yöntemi (Yu, 1992, Roy ve Bouyssou, 1993, Mousseau, Slowinski, ve Zielniewicz, 2000) uzmanların gerçekleştirdiği sınıflandırma örneklerini kullanarak doğrudan model parametrelerinin belirlenmesini hedeflemektedir (Kılıç, 2005, s.342).

Bu metodun uygulanması birkaç parametrenin belirlenmesini gerektirmektedir. Bu parametreler (The ve Mousseau, 2002, s.29);

- Kategorilerin (sınıfların) sınır değerleri:  $g_j(b_h)$
- Kriterlere verilen ağırlıklar:  $w_i$
- Eşik değerleri:  $q_j(b_h)$ ,  $p_j(b_h)$

Bu parametreler KV için bir tercih modeli kurmak maksadıyla kullanılmaktadır. Ancak bazı özel durumlar haricinde KV tarafından bu değerlerin net bir şekilde ortaya konulmasını beklemek gerçekçi olmamaktadır. Bu açıdan KV bu değerleri belirlerken tecrübelerinden faydalanır.

ELECTRE TRI modelinin parametrelerinin tahmininde sırasıyla aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir (Kılıç, 2005, s.342);

- Her kriter ( $g_j$ ) için sınır değerleri ( $g_j(b_h)$ ) denklem 1.12 yardımıyla hesaplanır. Bu hesaplamada alternatiflerin kriter değerleri kullanılmaktadır.  $\eta_h$  ve  $\eta_{h+1}$  değerleri ise sınıflarda bulunan alternatif sayısını göstermektedir.

$$g_j(b_h) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\sum g_j(a_i)}{\eta_h} + \frac{\sum g_j(a_i)}{\eta_{h+1}} \right\} \quad (1.12)$$

- Kriterlerin sınır değerleri denklem 1.12 vasıtasıyla elde edildikten sonra Tablo 1’deki gibi gösterilir ve eşik değerleri bu sınırlar vasıtasıyla elde edilir (Mousseau ve Slowinski, 1998, s.170).

**Tablo.1**  
Kriterlerin Sınır Değerleri

	$g_1$	$g_2$	$g_3$	...
$b_h$	$g_1(b_h)$	$g_2(b_h)$	$g_3(b_h)$	...
$b_{h+1}$	$g_1(b_{h+1})$	$g_2(b_{h+1})$	$g_3(b_{h+1})$	...

• Kriterlerin sınır değerleri ve eşik değerlerinin hesaplanmasını müteakip her bir alternatif için kriter değerlerine dayanarak marjinal başarı indeksleri ( $c_j(a_i, b_h)$ ) ve marjinal başarısızlık indeksleri ( $c_j(b_h, a_i)$ ) hesaplanır. Marjinal başarı ve başarısızlık indeksleri 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Artan değere sahip kriterler için alternatiflerin marjinal başarı indeksleri ( $c_j(a_i, b_h)$ ) ve marjinal başarısızlık indeksleri ( $c_j(b_h, a_i)$ ) sırasıyla denklem 1.13 ve 1.14 yardımıyla hesaplanır (Kılıç, 2005, s.343).

$$c_j(a_i, b_h) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } g_j(a_i) \leq g_j(b_h) - p_j(b_h) \\ 1, & \text{eğer } g_j(a_i) > g_j(b_h) - q_j(b_h) \\ \frac{g_j(a_i) - g_j(b_h) + p_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)}, & \text{diğer} \end{cases} \quad (1.13)$$

$$c_j(b_h, a_i) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } g_j(a_i) \geq g_j(b_h) - p_j(b_h) \\ 1, & \text{eğer } g_j(a_i) < g_j(b_h) - q_j(b_h) \\ \frac{g_j(b_h) - g_j(a_i) + p_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)}, & \text{diğer} \end{cases} \quad (1.14)$$

Azalan değere sahip kriterler için alternatiflerin marjinal başarı indeksleri ( $c_j(a_i, b_h)$ ) ve marjinal başarısızlık indeksleri ( $c_j(b_h, a_i)$ ) sırasıyla denklem 1.15 ve 1.16 yardımıyla hesaplanır.

$$c_j(a_i, b_h) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } g_j(a_i) \geq g_j(b_h) + p_j(b_h) \\ 1, & \text{eğer } g_j(a_i) < g_j(b_h) + q_j(b_h) \\ \frac{g_j(b_h) - g_j(a_i) + p_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)}, & \text{diğer} \end{cases} \quad (1.15)$$

$$c_j(b_h, a_i) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } g_j(a_i) \leq g_j(b_h) - p_j(b_h) \\ 1, & \text{eğer } g_j(a_i) > g_j(b_h) - q_j(b_h) \\ \frac{g_j(a_i) - g_j(b_h) + p_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)}, & \text{diğer} \end{cases} \quad (1.16)$$

Toplam başarı indeksleri denklem 1.17 ve toplam başarısızlık indeksleri denklem 1.18 vasıtasıyla, marjinal başarı indekslerinin kriter ağırlıklarıyla ( $w_i$ ) çarpılması sonucunda hesaplanır.

$$\sum_{i=1}^m w_i \cdot (c_j(a_i, b_h)) \quad (1.17)$$

$$\sum_{i=1} w_i \cdot (c_j(b_h, a_i)) \quad (1.18)$$

Toplam başarı ve başarısızlık indeksleri skor kesme düzeyi olan Lamda ( $\lambda$ ) ile karşılaştırılır. Toplam başarı indeksi  $\lambda$ 'nın üstünde ve toplam başarısızlık indeksi  $\lambda$ 'nın altında olduğu durumlarda alternatif doğru sınıfa atanmıştır. Aksi halde ilgili alternatifi atandığı sınıf yanlıştır (Kılıç, 2005, s.344).

### 3. Uygulama

G7 ülkeleri, dünyanın gelişmiş ekonomilerinin kurmuş olduğu ve 1975 yılından günümüze yıllık ekonomi zirveler düzenlemek sureti ile bir araya gelen topluluk ülkeleridir. Bu ülkeler; Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Japonya, Almanya, İngiltere, Fransa, İtalya ve Kanada'dır. Rusya G7 ülkelerine daha sonradan dahil olmuş ve bu ülkeler Rusya'nın katılımıyla bazı platformlarda G8 ülkeleri olarak da anılmaktadır. Rusya'nın katılımıyla beraber G7 ülkeleri dünya ekonomisinin yaklaşık % 65'ini temsil etmektedirler.

G7 ülkeleri gösterdikleri ekonomik performanslar neticesinde birbirleri ile kıyaslanarak belirli kriterler ışığında aralarında bir sıralama yapmak mümkündür. Ancak bu çalışmada, seçilen G7 ülkelerinin ekonomik performanslarına göre sınıflandırmaları gerçekleştirilecektir.

Çalışmada sınıflandırılacak G7 ülkeleri olarak Almanya, Japonya, İngiltere ve Kanada seçilmiştir. Çalışmada, seçilen G7 ülkeleri ekonomik kriterler vasıtasıyla sınıflandırılmış, sınıflandırma yöntemi olarak da literatüre diğer ÇKKV yöntemlerine göre daha yeni olan Flowsort ve ELECTRE TRI yöntemi seçilerek bahse konu ÇKKV yöntemlerinin sınıflandırma proseslerinin ekonomik veriler ile tatbik edilebilirliği denenmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler düzenlenmiş olarak Tablo 2'de verilmiştir. Alternatif olarak seçilen 4 G7 ülkesi ile kriter olarak seçilen 2010 yılına ait 3 makro ekonomik kriter nitelikleri ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

**Tablo.2**

	Hükümetlerin Net Borcu (GSMH'ya oranı)	İşsizlik	Enflasyon
	Minimizasyon	Minimizasyon	Minimizasyon
<b>Almanya</b>	% 53.81	% 6,85	% 1,85
<b>Japonya</b>	% 127.46	% 5.05	% 0
<b>İngiltere</b>	% 99,42	% 7.84	% 3,39
<b>Kanada</b>	% 32.21	% 4.99	% 2,22

(Kaynak : [www.economywatch.com/economic-statistics/economic-indicators](http://www.economywatch.com/economic-statistics/economic-indicators))



### 3.1. Flowsort Modeli İle İlgili Bulgular

Flowsort yöntemi ile seçilen alternatiflerin sınıflara atanması için sınıfların sınır değerleri KV tarafından belirlenmelidir. Çalışmada kullanılacak sınıfların sınır değerleri Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo.3**  
*Sınıfların Sınır Değerleri*

$R$	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$
$r_1$	120	120	120	120	120
$r_2$	90	90	90	90	90
$r_3$	60	60	60	60	60
$r_4$	30	30	30	30	30
$r_5$	0	0	0	0	0

Alternatifler, kriterler, sınır değerleri ve KV tarafından belirlenen eşik değerleri yardımıyla PROMETHEE yaklaşımından faydalanılarak sınır değerlerin ve alternatiflerin tercih indeksleri hesaplanır. Hesaplanan tercih indeksleri Tablo 4’de verilmiştir.

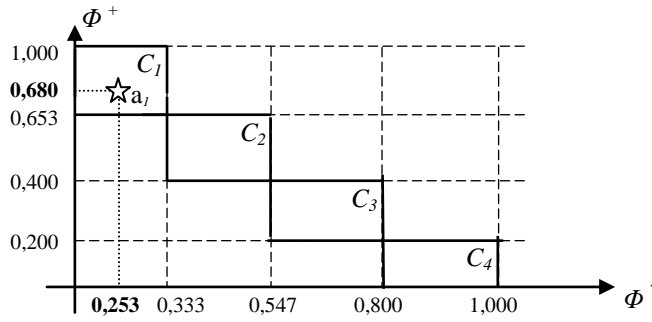
**Tablo.4**  
*Tercih İndeksleri*

	$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	$r_5$
$\pi(a_1, r_j)$	1	1	0,736	0,667	0
$\pi(r_j, a_1)$	0	0	0	0,264	1
$\pi(a_2, r_j)$	0,667	0,667	0,667	0,667	0
$\pi(r_j, a_2)$	0,083	0,333	0,333	0,333	0,667
$\pi(a_3, r_j)$	0,895	0,667	0,667	0,667	0
$\pi(r_j, a_3)$	0	0,105	0,333	0,333	1
$\pi(a_4, r_j)$	1	1	0,975	0,667	0
$\pi(r_j, a_4)$	0	0	0	0,025	1

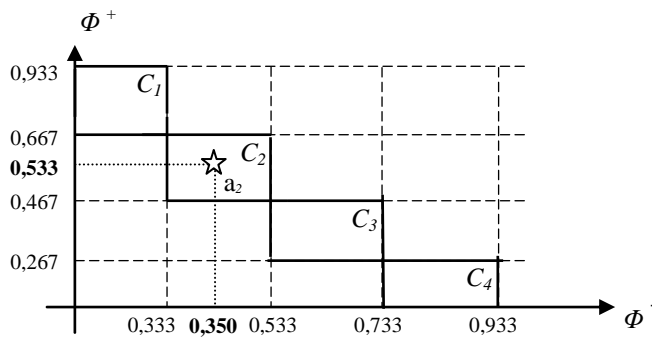
Tercih indeksleri pozitif ve negatif akımların hesaplanmasında kullanılır. Çalışmada kriterlere eşit ağırlık verilmiştir. Hesaplanan pozitif, negatif ve net akım değerleri Tablo 5’de gösterilmiştir. Akımların hesaplanmasını müteakip, denklem 1.10 ve 1.11 sınıflandırma kuralları neticesinde hangi alternatifin hangi sınıfa atanacağı elde edilir. Alternatiflerin atandıkları sınıfları gösteren şekiller aşağıda sıra ile verilmiştir.

**Tablo.5**  
Alternatiflerin ve Sınıfların Sınır Değerlerinin Pozitif, Negatif ve Net Akımları

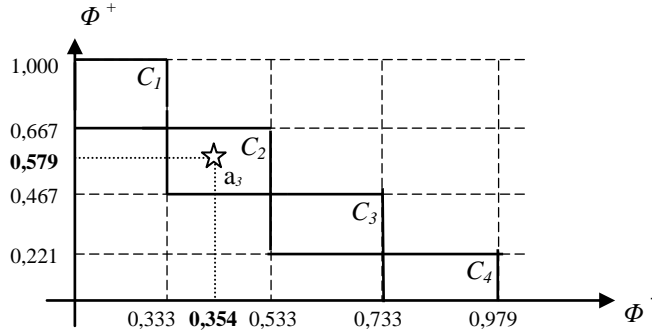
		$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	$r_5$	$a_i$
$R_1$	$\Phi^+_{R1}$	0,000	0,200	0,400	0,653	1,000	0,680
	$\Phi^-_{R1}$	1,000	0,800	0,547	0,333	0,000	0,253
	$\Phi_{R1}$	-1,000	-0,600	-0,147	0,320	1,000	0,428
$R_2$	$\Phi^+_{R2}$	0,017	0,267	0,467	0,667	0,933	0,533
	$\Phi^-_{R2}$	0,933	0,733	0,533	0,333	0,000	0,350
	$\Phi_{R2}$	-0,917	-0,467	-0,067	0,333	0,933	0,183
$R_3$	$\Phi^+_{R3}$	0,000	0,221	0,467	0,667	1,000	0,579
	$\Phi^-_{R3}$	0,979	0,733	0,533	0,333	0,000	0,354
	$\Phi_{R3}$	-0,979	-0,512	-0,067	0,333	1,000	0,225
$R_4$	$\Phi^+_{R4}$	0,000	0,200	0,400	0,605	1,000	0,728
	$\Phi^-_{R4}$	1,000	0,800	0,595	0,333	0,000	0,205
	$\Phi_{R4}$	-1,000	-0,600	-0,195	0,272	1,000	0,524



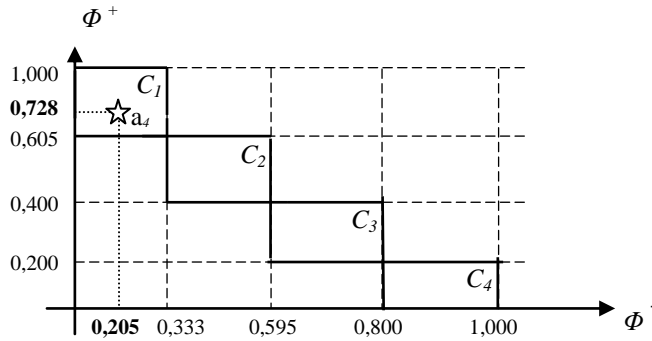
Şekil 3.1.  $a_1$  Alternatifinin (Almanya) Sınıflandırılması



Şekil 3.2.  $a_2$  Alternatifinin (Japonya) Sınıflandırılması



Şekil 3.3.  $a_3$  Alternatifinin (İngiltere) Sınıflandırılması



Şekil 3.4.  $a_4$  Alternatifinin (Kanada) Sınıflandırılması

Flowsort atama kuralları neticesinde, G7 ülkelerinden Almanya ve Kanada makro ekonomik kriterler baz alınarak yapılan sınıflandırma sonucunda  $C_1$  sınıfına atanmıştır. Aynı proses çerçevesinde ise Japonya ve İngiltere  $C_2$  sınıfına atanmıştır. Ülkeleri makro ekonomik yöntemlere göre sınıflandırma ülkelerin zenginliklerini ortaya koyma perspektifinden bakıldığında KV için birçok amaca hizmet edebilir. Bu amaçlar; belirli dönemlerde ülkelerin refah seviyelerinin benzerlikleri, ekonomik programları uygulamadaki benzer yaklaşımlar, KV tarafından konulacak limitler gereği bazı ülkelerin bu standartları yakalayıp bazı ülkelerin bu standartların aşağısında kalması sayılabilir. Bu tür amaçları elde etmek maksadıyla ekonomik kriterlere dayanarak ülkelerin gruplandırılmasında Flowsort yöntemi uygun bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü KV kendi tercihlerini belirleyerek deterministik kriterler vasıtasıyla eldeki alternatifleri bahse konu yönetime göre kolay ve anlaşılabilir olarak sınıflandırabilmektedir. Çalışmada bu sınıflandırma KV'nin tercihleri doğrultusunda basit bir şekilde ortaya konulmuştur. Flowsort yönteminin alt ve üst sınır değerlerine dayanarak ekonomik kriterler yardımıyla yapılan atama metodu incelenmiş ve seçilen alternatifler ilgili sınıflara atanmıştır.

### 3.2. ELECTRE TRI Uygulaması ve Bulgular

Flowsort yönteminde elde edilen sınıflandırmalar ELECTRE TRI yöntemi başlangıç tablosunda kullanılacaktır. ELECTRE TRI yönteminin kullanım sahaları olarak ekonomik kriterlere göre ülkelerin sınıflandırılmaları, ders başarı durumlarına göre öğrencilerin sınıflandırılmaları, bir şirkette iş başvurularını değerlendirirken adayların sınıflandırılmaları örnek gösterilebilir. ELECTRE TRI yöntemi için başlangıç tablosu Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6**

	Hükümetlerin Net Borcu (GSMH'ya oranı)	İşsizlik	Enflasyon	Sınıflar
	Minimizasyon	Minimizasyon	Minimizasyon	
Almanya	% 53.81	% 6,85	% 1,85	$C_1$
Japonya	% 127.46	% 5.05	% 0	$C_2$
İngiltere	% 99,42	% 7.84	% 3,39	$C_2$
Kanada	% 32.21	% 4.99	% 2,22	$C_1$

(Kaynak : [www.economywatch.com/economic-statistics/economic-indicators](http://www.economywatch.com/economic-statistics/economic-indicators))

Her kriter için sınır değerleri  $g_j(b_h)$  Tablo 6'da verilen kriter değerleri kullanılarak denklem 1.12 vasıtasıyla hesaplanır. Hesaplanan  $g_j(b_h)$  değerleri Tablo 7'de gösterilmiştir.

**Tablo.7**

*Kriterler için Sınır Değerleri*

	$g_j(b_h)$	$q_j(b_h)$	$p_j(b_h)$
$g_1$	78,225	3,91125	7,8225
$g_2$	5,4325	0,27162	0,5432
$g_3$	1,8650	0,09325	0,1865

Tablo 7'de bulunan eşik değerleri denklem 1.19 ve 1.20 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$q_j(b_h) = 0,05 \cdot g_j(b_h) \quad (1.19)$$

$$p_j(b_h) = 0,10 \cdot g_j(b_h) \quad (1.20)$$

Tablo 7'de belirtilen sınır değerleri ve eşik değerleri kullanılarak her ülke için azalan kriterler doğrultusunda marjinal başarı indeksleri ( $c_j(a_i, b_h)$ ) denklem 1.15 ve marjinal başarısızlık indeksleri ( $c_j(b_h, a_i)$ ) denklem 1.16 yardımıyla hesaplanarak sırasıyla Tablo 8 ve 9'da verilmiştir.

**Tablo.8**  
Marjinal Başarı İndeksleri

	$g_1$	$g_2$	$g_3$	$\sum_{j=1}^m w_j c_j(a_i, b_h)$
<b>Almanya</b>	1	1	1	$3 \times 0,333 = 1$
<b>Japonya</b>	0	1	1	$2 \times 0,333 = 0,666$
<b>İngiltere</b>	0	0	0	0
<b>Kanada</b>	1	1	0	$2 \times 0,333 = 0,666$

**Tablo.9**  
Marjinal Başarısızlık İndeksleri

	$g_1$	$g_2$	$g_3$	$\sum_{j=1}^m w_j c_j(b_h, a_i)$
<b>Almanya</b>	0	0	1	$1 \times 0,333 = 0,333$
<b>Japonya</b>	1	0	0	$1 \times 0,333 = 0,333$
<b>İngiltere</b>	1	1	1	$3 \times 0,333 = 1$
<b>Kanada</b>	0	0	1	$1 \times 0,333 = 0,333$

Marjinal başarı ve başarısızlık indeksleri ile kriter ağırlıkları çarpılarak toplam başarı ve başarısızlık indeksleri hesaplanır. İndeks değerleri hesaplanırken kriterlere eşit ağırlık verilmiştir. Bu kapsamda hazırlanan toplam başarı ve başarısızlık indeksleri Tablo 10'da gösterilmiştir. Bu indekslerin skor kesme düzeyi olan Lamda ( $\lambda$ ) ile karşılaştırılması sonucunda atandıkları sınıfların doğru olup olmadıkları ortaya konulur. Alternatiflerin toplam başarı indeksi skor kesme düzeyi olan Lamda'dan ( $\lambda=0.50$ ) büyükse alternatifin atandığı sınıf doğrudur. Ancak bunun gerçekleşmesi için aynı alternatifin toplam başarısızlık indeksinin Lamda'dan ( $\lambda=0.50$ ) küçük olması gerekmektedir. Bu durumların aksine olan her durumda alternatifin atandığı sınıf doğru değildir.

**Tablo 10**

	$\sum_{j=1}^m w_j c_j(a_i, b_h)$	$\sum_{j=1}^m w_j c_j(b_h, a_i)$	Atanan sınıf	Gerçek sınıf
<b>Almanya</b>	1	0,333	$C_1$	$C_1$
<b>Japonya</b>	0,666	0,333	$C_2$	$C_2$
<b>İngiltere</b>	0	1	$C_2^*$	$C_1$
<b>Kanada</b>	0,666	0,333	$C_1$	$C_1$

Alternatiflerden, Almanya ve Kanada  $C_1$  sınıfına atanmış ve ELECTRE TRI vasıtasıyla aynı makro ekonomik kriterlere dayanarak yapılan sınıma neticesinde doğru olarak sınıflandırıldıkları tespit edilmiştir. Çünkü Almanya'nın toplam başarı indeksi Lamda'dan ( $\lambda=0.50$ ) büyük ve toplam başarısızlık indeksi Lamda'dan küçüktür. Bu durum Kanada için de geçerlidir.  $C_2$  sınıfına atanmış alternatifler için yapılan incelemede Japonya'nın toplam başarı indeksi'nin Lamda'dan büyük ve toplam

başarısızlık indeksinin Lamda'dan küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda Japonya'nın  $C_2$  sınıfına atanmasının doğru olduğu tespit edilmiştir. Ancak İngiltere'nin hem toplam başarı indeksi Lamda'dan büyük değil hem de toplam başarısızlık indeksi Lamda'dan küçük değildir. ELECTRE TRI yöntemi gereği bu sınıflandırmanın yanlış olduğu ve İngiltere'nin  $C_1$  sınıfında bulunmasının doğru olacağı tespit edilmiştir.

#### **4. Sonuç ve Yorumlar**

ÇKKV yöntemleri ile mevcut alternatifleri kriterler vasıtasıyla sıralamak, aralarından seçme yapmak ve sınıflandırmak mümkündür. Genellikle birbirinden bağımsız kriterlere dayanarak alternatiflerin sınıflandırılması ÇKKV yaklaşımının uygulama alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada makro ekonomik kriterlere dayanarak seçilen G7 ülkeleri sınıflandırılmış ve ÇKKV yöntemlerinin bahse konu alana tatbik edilebilirliği ortaya konulmuştur.

Çoğu zaman karmaşık karar verme problemlerinde alternatifler arasında ölçülmezlik ve karşılaştırılmazlık durumları söz konusu olmaktadır. ÇKKV bu durumları dikkat merkezine alarak çözüme ulaştırma konusunda KV'ye yardımcı bulunur. Farklı makro ekonomik kriterler ele alınarak ülkeleri sınıflandırmak ÇKKV yaklaşımlarının sunduğu avantajlardan bir tanesi olarak ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada ÇKKV yöntemlerinin sınıflandırma yaklaşımlarından Flowsort ve ELECTRE TRI yöntemleri, hükümetlerin net borcunun GSMH'ya oranı, işsizlik ve enflasyon gibi makro ekonomik kriterler baz alınarak seçilen G7 ülkelerinin sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Flowsort ve ELECTRE TRI yöntemlerinin matematiksel altyapısı ele alınmış ve yöntemlerin uygulama safhaları ortaya konulmuştur. Müteakiben Flowsort yöntemi ile seçilen G7 ülkeleri KV'nin tercihleri doğrultusunda sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma neticesinde Almanya ve Kanada'nın  $C_1$  sınıfına, Japonya ve İngiltere'nin ise  $C_2$  sınıfına sınıflandırılmaları gerçekleştirilmiştir. Flowsort yöntemi ile yapılan sınıflandırma ELECTRE TRI yöntemi ile sınılanmış ve alternatiflerden Almanya ve Kanada'nın  $C_1$  sınıfına, Japonya'nın ise  $C_2$  sınıfına sınıflandırılmalarının doğruluğu ortaya konulmuştur. Ancak ELECTRE TRI ile yapılan çalışma neticesinde İngiltere'nin  $C_2$  sınıfına değil de  $C_1$  sınıfında bulunmasının doğru olacağı tespit edilmiştir.

Çalışmada bahse konu yaklaşımların her ikisinin de tutarlı olduğu ve benzer sonuçlar ortaya koyduğu seçilen ülkelerin sınıflandırılmasında tespit edilmiştir. Ayrıca Türkçe literatüre yeni olan Flowsort yönteminin metodolojisi anlatılmış ve ELECTRE TRI yöntemi ile bir arada kullanılması denenmiştir. Flowsort yönteminin tanıtılmasıyla sınıflandırma alanında çalışan araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılacağı değerlendirilmektedir.

#### **Kaynaklar**

Belacel, N. (2000), "Multicriteria Assignment Method PROAFTN: Methodology and Medical Application", *European Journal of Operational Research*, Vol.125, s.175-183.

- Brans, J.P. (1982), "L'ingenierie de la decision: Elaboration d'instruments d'aide a la Decision. La Methode PROMETHEE", Universite Laval, Colloque d'aide a la Decision, Quebec, Canada, s.183-213.
- Brans, J.P. ve Vincke, Ph. (1985), "A Preference Ranking Organization Method: The PROMETHEE Method for MCDM", Management Science, Vol.31(6), s.647-656.
- Brans, J.P., Vincke, Ph. ve Mareschal, B. (1986), "How to Select and How to Rank Projects: The PROMETHEE Method", European Journal of Operational Research, Vol.24, s.228-238.
- Brans, J.P. ve Mareschal, B. (2005), *PROMETHEE Methods*, Figueira vd. (eds.) *Multiple Criteria Decision Analysis, State of the Art Survey*, New York, Springer Science.
- Dias, L.C. ve Climaco, J.N. (2000) "ELECTRE TRI for Groups with Imprecise Information on Parameter Values", Group Decision and Negotiation, Vol.9, s.355-377.
- Doumpos, M. ve Zopounidis, C. (2004), "A Multicriteria Classification Approach Based on Pairwise Comparisons", European Journal of Operational Research, Vol.158(2), s.378-389.
- Economywatch (2012) 5 Ekim 2012 tarihinde <http://www.economywatch.com/economicstatistics/economicindicators> adresinden alınmıştır.
- Kılıç, S.B. (2005), "Avrupa Birliğine Üye ve Aday Ülkelerin Bazı Temel Makro Ekonomik Kriterlere Göre Sınıflandırılması: Çok Kriterli Karar Alma Analizine Dayalı Bir Modelin Tahmini", Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt.14(2), s.339-352.
- Kılıç, S.B. (2006), "Türk Bankacılık Sistemi İçin Çok Kriterli Karar Alma Analizine Dayalı Bir Erken Uyarı Modelinin Tahmini", ODTÜ Gelişme Dergisi, Cilt.33, s.117-154.
- Lagreze, J.E. (1995), *An Application of the UTA Discriminant Model for the Evaluation of R&D Projects*, Pardalos, P.M., Siskos, Y. ve Zopounidis, C. (eds.), *Advances in Multicriteria Analysis*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Larichev, O.I. ve Moshkovich, H.M. (1994), "An Approach to Ordinal Classification Problems", International Transactions in Operational Research, Vol.1(3), s.375-385.
- Massaglia, R. ve Ostanello, A. (1991), *N-Tomic: a Support System for Multicriteria Segmentation Problems*, Korhonen, P., Lewandowski, A. ve Wallenius, J. (eds), *Multiple Criteria Decision Support*, Berlin, Springer Verlag.
- Mousseau, V. ve Slowinski R. (1998), "Inferring an ELECTRE TRI Model From Assignment Examples", Journal of Global Optimization, Vol.12, s.157-174.
- Mousseau, V., Slowinski, R. ve Zielniewicz, P. (2000), "A User-Oriented Implementation of the ELECTRE-TRI Method Integrating Preference Elicitation Support", Computers&Operations Research, Vol.27, s.757-777.
- Nemery, P. ve Lamboray, C. (2007), "Flowsort: a Flow-Based Sorting Method with Limiting or Central Profiles", ORP3 Meeting, Guimares, 12-15 Eylül 2007.
- Nemery, P. (2009) *On the Use of Multicriteria Ranking Methods in Sorting Problems*, Universite Libre de Bruxelles, PhD Thesis.

- Nemery, P., Ishizaka, A., Camargo, M. ve Morel, L. (2012), "Enriching Descriptive Information in Ranking and Sorting Problems with Visualizations Techniques", *Journal of Modelling in Management*, Vol.7(2), s.130-147.
- Pawlak, Z. (1991), *Rough Sets Theoretical Aspects of Reasoning About Data*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Perny, P. (1998), "Multicriteria Filtering Methods Based on Concordance and Non-Discordance Principles", *Annals of Operations Research*, Vol.80, s.137-165.
- Rocha, C. ve Dias, L.C. (2008), "An Algorithm for Ordinal Sorting Based on ELECTRE with Categories Defined by Examples", *Journal of Global Optimization*, Vol.42, s.255-277.
- Roy, B ve Bouyssou, D. (1993), *Aide Multicritere a la Decision : Methodes Et Cas*, Paris, Economica.
- Slowinski, R. (1992), *Intelligent Decision Support. Hand Book of Applications and Advances of the Rough Sets Theory*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- The, A.N. ve Mousseau, V. (2002), "Using Assignment Examples to Infer Category Limits for the ELECTRE TRI Method", *Journal of Multicriteria Decision Analysis*, Vol.11, s.29-43.
- Ulucan, A. ve Atıcı, K.B. (2009), "UTADIS Çok Kriterli Sınıflandırma Metodolojisi ve Türkiye Enerji Sektörü Uygulaması", *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt.27(2), s.141-159.
- Yu, W. (1992), *Aide Multicritere a la Decision Dans le Cadre de la Problematique du Tri: Concepts, Methodes et Applications*, Universite Paris Dauphine, PhD Thesis.
- Zopounidis, C. ve Doumpos, M. (1998), "Developing a Multicriteria Decision Support System for Financial Classification Problems: The FINCLAS System", *Optimization Methods and Software*, Vol.8(3-4), s.277-304.