

---

---

## BİREYSEL EMEKLİLİK PLANI SEÇİMİNDE KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI: COPRAS VE TOPSIS ÖRNEĞİ

İrfan ERTUĞRUL<sup>1</sup>, Tayfun ÖZTAŞ<sup>2a</sup>

---

---

### Öz

Bu çalışmada bireysel emeklilik sistemine katılması muhtemel olan kişiler için en uygun emeklilik planının seçiminde COPRAS ve TOPSIS yöntemleriyle bir uygulama yapılmıştır. Bir karar verme problemi olarak ele alınan seçim sürecinde bilimsel bir yaklaşımla optimal alternatifin belirlenmesi hedeflenmiştir. Uygulamada on alternatif, beş kriter altında incelenmiştir. Çalışmada kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri hangi kriterin ne kadar önemli olduğunu ağırlıklar yardımıyla sürece yansıtmaktadır. Bu nedenle kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde üç karar vericinin değerlendirmeleri dikkate alınmıştır. COPRAS ve TOPSIS yöntemlerine ait algoritmalar ayrı ayrı kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonra her iki yönteme ait sonuçlar karşılaştırılarak elde edilen bulguların tutarlı olduğu görülmüştür. Bu noktadan hareketle katılımcılar açısından en iyi ve en kötü emeklilik planları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bireysel Emeklilik Sistemi, Emeklilik Planları, COPRAS, TOPSIS, Çok Kriterli Karar Verme, Yatırım, Tasarruf.

---

<sup>1</sup> Doç. Dr. Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Denizli. E-posta: [jertugrul@pau.edu.tr](mailto:jertugrul@pau.edu.tr).

<sup>2</sup> Arş. Gör. Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Denizli. E-posta: [toztas@pau.edu.tr](mailto:toztas@pau.edu.tr).

<sup>a</sup> İletişim Yazarı/Corresponding Author.

---

---

**APPLICATION OF THE DECISION MAKING METHODS IN THE  
INDIVIDUAL PENSION SCHEME SELECTION: THE CASE OF  
COPRAS AND TOPSIS**

İrfan ERTUĞRUL, Tayfun ÖZTAŞ

---

---

**Abstract**

In this study, an application was performed with COPRAS and TOPSIS methods in the optimal pension scheme selection for people who are likely to participate in the individual pension system. It was aimed to determine the optimal alternative with a scientific approach in the selection process which was considered as a decision making problem. In application ten alternatives were analyzed under five criteria. The multi-criteria decision making methods used in this study reflect how important the criteria with the help of weights. Therefore, the reviews of three decision makers were taken into consideration in determining the weights of criteria. The results were obtained using the algorithm related to COPRAS and TOPSIS methods separately. Then, by comparing the results of both methods, it has been seen that the finding is consistent. From this point, the best and the worst pension schemes are determined in terms of participants.

**Keywords:** Individual Pension System, Pension Scheme, COPRAS, TOPSIS, Multi-Criteria Decision Making, Investment, Saving.

## Giriş

Belirsizlikler, insan davranışları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Belirsiz durumların getirdiği bilinmezlik, insanları ihtiyatlı olmaya mecbur tutmaktadır. Örneğin, otomobil satın alan insanlar, kaza yapma riskine karşı sigorta ürünleri satın alarak kendi araçlarına ya da üçüncü şahıslara verebilecekleri zararlara ilişkin bir güvence elde etmiş olmaktadırlar. Benzer şekilde insanlar, gelecekte hayatın ne getireceğini bilemediklerinden gelirlerinin bir kısmını tasarruf olarak ayırmaktadırlar. Tasarruf amaçlı olarak ayrılan bu para mevduat ürünleri, döviz, kıymetli metal, hisse senedi gibi finansal araçlarda değerlendirilerek hem paranın zaman içerisinde değerini kaybetmesi engellenmektedir hem de seçilen finansal aracın getirisi ölçüsünde birikimlerin büyüklüğü artırılmaktadır.

Ülkeler açısından tasarruflar ele alındığında yatırımların finanse edilebilmesi ve yurt dışına bağımlılığın azaltılması konusunda tasarrufların önemli bir rolü vardır (Sancak ve Demirci, 2012: 160). Bireysel emeklilik sistemi, ülkelerde uzun vadede tasarruf oranlarını arttırabilecek yatırım amaçlarından birisidir. Bu amaçla, Türkiye’de 1 Ocak 2013 tarihinden itibaren katılımcılar adına ödenen katkı payının ilgili yıla ilişkin brüt asgari ücret tutarının toplamı ile sınırlı olmak kaydıyla, %25 oranında devlet katkısı ödemesi yapılmaktadır (Emeklilik Gözetim Merkezi). Verilen devlet katkısı sonucunda 18.03.2016 tarihli Emeklilik Gözetim Merkezi verilerine göre katılımcıların fon tutarı, 45.907,3 milyon TL’ye, katılımcı sayısı ise 6.172.130 kişiye ulaşmıştır.

Türkiye’de bireysel emeklilik sektöründe 19 adet şirket faaliyet göstermektedir ve her şirket kendi belirlediği özelliklere göre emeklilik planları satmaktadır. Bu çalışmada, bireysel emeklilik sistemine katılacak bireylerin, kendilerine en uygun emeklilik planını seçme süreci ele alınmıştır. Karar verme sürecinde alternatif ve kriterleri bilimsel bir yaklaşımla objektif olarak değerlendirebilmek ve süreç sonunda optimal alternatifini seçebilmek için çok kriterli karar verme yöntemlerinden COPRAS ve TOPSIS yöntemleri ile ayrı ayrı hesaplamalar yapılarak seçim sürecinin tutarlılığı incelenmiştir.

Literatürde, Türkiye’deki emeklilik şirketlerinin performanslarının veri zarflama analizi ile ölçülmesi (Karakaya vd., 2014), bireysel emeklilik şirketlerinin MACBETH yöntemiyle incelenmesi (Genç vd., 2015), Sharpe ve Modigliani yöntemleriyle Türkiye’deki emeklilik yatırım fonlarının yatırım performanslarının analizi (Ege vd., 2011), TOPSIS yöntemiyle hisse senedi emeklilik yatırım fonlarının performans analizi (Alptekin ve Şıklar,

2009), ekonomik göstergelerin bireysel emeklilik sistemi katılımcı sayısı üzerindeki etkisinin incelenmesi (Kılıç, 2014) vb. çalışmalar bulunmaktadır.

## **Karar Vermede Kullanılacak Yöntemler**

### **COPRAS Yöntemi**

COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemi 1996 yılında Zavadskas ve Kaklauskas tarafından geliştirilen çok kriterli karar verme yöntemidir. Yöntemde karmaşık nispi (göreceli) değerlendirmeler yapılarak alternatiflerin önem ve fayda dereceleri belirlenmektedir (Antucheviciene vd., 2011: 319). COPRAS yönteminde alternatiflerin önem ve fayda dereceleri değerlendirilirken adım adım sıralama yapılmaktadır (Kaklauskas vd., 2007: 110). Yöntem, karşılıklı çatışan kriterlerin varlığı altında alternatiflerin önem, fayda derecesi açısından birbirlerine direkt ve nispi olarak bağımlı olduklarını varsaymaktadır (Chatterjee vd., 2011: 852).

COPRAS yönteminde kriterlerin nicel ve nitel özellikleri dikkate alınmaktadır (Zavadskas vd., 2009: 324) ve karar aşamasında bu kriterler maksimize (fayda), minimize (maliyet) edilmesi gereken özellikler olarak gruplandırılmaktadır. Gruplandırılmış kriterler yöntemin değerlendirme sonucuna ayrı ayrı etki etmektedir (Podvezko, 2011: 137-138). Alternatiflerin, değerlendirilmesinde hangi kriterin ne kadar öneme sahip olacağı ise karar vericiler tarafından kriterlere ağırlıklar atanması ile belirlenmektedir (Hashemkhani Zolfani ve Bahrami, 2014: 540-541). COPRAS yönteminde alternatifler analiz edilirken ikili karşılaştırmalar yapılmadığından alternatif sayısı fazla olduğunda PROMETHEE ve ELECTRE yöntemlerinin gerektirdiği uzun işlem süreci gibi sorunlar yaşanmamaktadır (Özdağoğlu, 2013b: 2).

Literatürde COPRAS yöntemi gri sistem teorisi ile birlikte materyal seçimi (Chatterjee ve Chakraborty, 2012; Maity vd., 2012), kamu binalarının tadilatında enerji açısından daha verimli olacak pencere seçimi (Kaklauskas vd., 2006), şehirlerdeki yerleşim yerlerinin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi (Viteikienė ve Zavadskas, 2007), otoparkların ihtiyaçlarının değerlendirilmesi (Palevičius vd., 2013), öğretmen performanslarının değerlendirilmesi (Mazumdar vd., 2010), restorasyon alternatiflerinin değerlendirilmesi (Tupenaite vd., 2010), inşaat projelerinin risklerinin değerlendirilmesi (Zavadskas vd., 2010), kurum performanslarının değerlendirilmesi (Aksoy vd., 2015), normalizasyon yöntemlerinin karar verme sürecine etkisinin incelenmesi (Özdağoğlu, 2013a) ve bulanık COPRAS yaklaşımı, bulanık çıkarım mekanizması ile

kombi sistemi modellemesi (Özçil vd., 2015) gibi geniş kullanım alanları mevcuttur.

Yöntemin hesaplamalar için kullandığı algoritma adımlar halinde aşağıda gösterildiği gibidir (Fouladgar vd., 2012: 90-93).

**1. Adım:** Alternatifleri tanımlayacak en önemli kriter kümesi seçilir.

**2. Adım:**  $X$  karar verme matrisi hazırlanır.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}; \quad i = \overline{1, n} \quad j = \overline{1, m} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de  $i$  alternatifleri,  $j$  ise kriterleri ifade etmektedir. Bu durumda  $n$  adet alternatif,  $m$  adet kriter bulunmaktadır.

**3. Adım:**  $q_j$  kriter ağırlıkları belirlenir.

**4. Adım:**  $\bar{X}$  normalize edilmiş karar verme matrisi hesaplanır. Hesaplamalar Eşitlik (2)'de gösterildiği gibidir.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^m x_{ij}}; i = \overline{1, n} \quad j = \overline{1, m} \quad (2)$$

Hesaplamalardan sonra elde edilen matris Eşitlik (3)'te gösterildiği gibi olmaktadır.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1m} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{n1} & \bar{x}_{n2} & \dots & \bar{x}_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

**5. Adım:** Normalize edilmiş matris ile kriter ağırlıkları çapılarak ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir. Çarpım işlemi ve elde edilen matris sırasıyla Eşitlik (4) ve Eşitlik (5)'te gösterildiği gibidir.

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} \cdot q_j; i = \overline{1, n} \quad j = \overline{1, m} \quad (4)$$

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{11} & \hat{x}_{12} & \dots & \hat{x}_{1m} \\ \hat{x}_{21} & \hat{x}_{22} & \dots & \hat{x}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{n1} & \hat{x}_{n2} & \dots & \hat{x}_{nm} \end{bmatrix}; \quad i = \overline{1, n} \quad j = \overline{1, m} \quad (5)$$

**6. Adım:** Her bir alternatif için daha fazla olması daha faydalı olan (yani maksimize edilmesi gereken) kriterlerin toplamı hesaplanır.

$$P_i = \sum_{j=1}^k \hat{x}_{ij} \quad (6)$$

Eşitlik (6)'da  $k$  terimi maksimize edilmesi gereken kriterleri ifade etmektedir (karar verme matrisinde öncelikle maksimize edilecek kriterlerin daha sonra minimize edilecek kriterlerin yerleştirildiği düşünülebilir).

**7. Adım:** Her bir alternatif için daha az olması daha faydalı olan (yani minimize edilmesi gereken) kriterlerin toplamı hesaplanır.

$$R_i = \sum_{j=k+1}^m \hat{x}_{ij} \quad (7)$$

Eşitlik (7)'de  $(m-k)$  adet minimize edilmesi gereken kriter bulunmaktadır.

**8. Adım:** Minimum  $R_i$  değeri belirlenir.

$$R_{\min} = \min_i R_i; i = \overline{1, n} \quad (8)$$

**9. Adım:** Her bir alternatif için  $Q_i$  görelisi ağırlığı hesaplanır.

$$Q_i = P_i + \frac{R_{\min} \sum_{i=1}^n R_i}{R_i \sum_{i=1}^n \frac{R_{\min}}{R_i}} \quad (9)$$

Eşitlik (9) sadeleştirilerek şu şekilde de yazılabilir.

$$Q_i = P_i + \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{R_i \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}} \quad (9')$$

**10. Adım:** Optimallik kriteri  $K$  belirlenir.

$$K = \max_i Q_i; i = \overline{1, n} \quad (10)$$

**11. Adım:** Projenin önceliği (sıralaması) belirlenir. Daha büyük  $Q_i$  ağırlığı projede daha yüksek öncelik (sıralama) demektir.  $Q_{\max}$  durumunda memnuniyet (fayda) derecesi en yüksek olacaktır.

**12. Adım:** Her bir alternatifin fayda derecesi hesaplanır. Burada  $Q_i$  ve  $Q_{\max}$  değerleri Eşitlik (9) yardımıyla elde edilmektedir.

$$N_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \quad (11)$$

## TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) yöntemi Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiş çok kriterli bir karar verme yöntemidir (Hwang ve Yoon, 1981: 128). TOPSIS yöntemi seçilen alternatiflerin pozitif ideal çözüme en yakında olması, negatif ideal çözüme ise en uzakta olması prensibi üzerine kurulmuştur (Jahanshahloo vd., 2006: 1377). Yöntemde, alternatifler değerlendirilirken her iki uzaklık türü de dikkate alınmaktadır ve bu uzaklıkların kombinasyonuna göre alternatiflerin

sıralaması yapılmaktadır (Shih vd., 2007: 802). TOPSIS yönteminin uygulanabilmesi için ele alınan özelliklerin/kriterlerin, nümerik değerlere sahip olması, monoton artan ya da azalan olması ve ölçülebilir birimlere sahip olması gerekmektedir (Behzadian vd., 2012: 13052). TOPSIS yönteminin karar vericilerden sübjektif girdi olarak yalnızca ağırlıkları istemesi ilgi çeken bir özelliğidir (Olson, 2004: 721).

TOPSIS rasyonel, anlaşılması kolay ve karmaşık hesaplamalar gerektirmeyen (Shyur ve Shih, 2006: 750) bir yöntem olduğundan kendisine çok geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Literatürde, materyal seçimi (Çalışkan vd., 2012), katı atık aktarma yeri seçimi (Önüt ve Soner, 2008), finansal oranlarla havayolu şirketlerinin performanslarının değerlendirilmesi (Feng ve Wang, 2000), ürün tasarım süreci (Lin vd., 2008), karar verme sürecinde VIKOR ve TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırılması (Opricovic ve Tzeng, 2004), cep telefonu seçimi (Işıklar ve Büyüközkan, 2007), işletmeler için bulanık yaklaşımla kurumsal hat seçimi (Ertugrul ve Oztas, 2014), personel seçimi (Kelemenis ve Askounis, 2010) ve toplu taşımada alternatif yakıtlı otobüslerin analizi (Tzeng vd., 2005) gibi çok çeşitli TOPSIS uygulamaları mevcuttur.

TOPSIS yöntemi şu aşamalardan oluşmaktadır (Shanian ve Savadogo, 2006: 1097-1098):

**1. Adım:** Karar verme matrisi normalize edilir. Bu işlem Eşitlik (12)'de gösterildiği gibi yapılmaktadır.

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}}; \quad j = 1,2,\dots,n \quad i = 1,2,\dots,m \quad (12)$$

**2. Adım:** Normalize edilmiş matris, atanmış ağırlıklarla çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir.

$$v_{ij} = n_{ij} w'_j; \quad j = 1,2,\dots,n \quad i = 1,2,\dots,m \quad (13)$$

$w'_j$  burada,  $j$  kriterinin ağırlığını göstermektedir.

**3. Adım:** Pozitif ideal ve negatif ideal çözümler belirlenir. Bu işlem Eşitlik (14) ve Eşitlik (15)'te gösterildiği gibidir.



$$\{V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+\} = \left\{ \left( \max_i V_{ij} \mid j \in K \right), \left( \min_i V_{ij} \mid j \in K' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} \quad (14)$$

$$\{V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-\} = \left\{ \left( \min_i V_{ij} \mid j \in K \right), \left( \max_i V_{ij} \mid j \in K' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} \quad (15)$$

Eşitlik (14) ve Eşitlik (15)'te  $K$  fayda kriterini  $K'$  ise maliyet kriterini ifade etmektedir.

**4. Adım:** Pozitif ideal ve negatif ideal çözümlere uzaklıklar ölçülür. Her alternatif için hesaplanan iki Öklidyen türü uzaklık Eşitlik (16) ve Eşitlik (17)'de gösterildiği gibidir.

$$S_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2 \right\}^{0,5} \quad (16)$$

$$S_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2 \right\}^{0,5} \quad (17)$$

**5. Adım:** İdeal çözüme göreli yakınlık hesaplanır. İdeal çözüme göreli yakınlık Eşitlik (18)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad 0 \leq C_i \leq 1 \quad (18)$$

Elde edilen bu göreli yakınlık değerlerine göre alternatiflerin sıralaması yapılır ve ideal çözüme göreli yakınlığı en büyük olan alternatif en iyi alternatif olarak seçilmektedir.

Bu çalışmanın uygulama kısmında kullanılacak her iki yöntem de kriterlerin önem düzeyini yansıtılabilmek adına ağırlıklara ihtiyaç duymaktadır. Bu amaçla potansiyel bireysel emeklilik sistemi katılımcılarının emeklilik planları seçimi sürecinde Ribeiro'nun önerdiği sayısal ölçek yardımıyla ağırlıklar belirlenmiştir. Yöntemde kriterler önem derecesine göre 1'den (çok önemsiz) 5'e (çok önemli) kadar derecelendirilir. Her bir kriterin ağırlığı Eşitlik (19)'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Ribeiro, 1996: 178).

$$W(x) = \frac{derece_j}{\sum_{j=1}^n derece_j} \quad (19)$$

## **Emeklilik Planı Seçiminde COPRAS ve TOPSIS Uygulamaları**

### **Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Bu çalışmada gelecekle için uzun vadeli tasarruf yapmak isteyen potansiyel bireysel emeklilik sistemi katılımcılarının, emeklilik planı ve dolayısıyla müşterisi olacakları emeklilik şirketi seçiminde objektif ve sistematik bir şekilde karar verebilmeleri için çok kriterli karar verme yöntemlerinden COPRAS ve TOPSIS yöntemlerinin kullanılması amaçlanmaktadır. Karar verme sürecinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması ile potansiyel katılımcıların maliyet-fayda gözetimi yaparak belirlenen şartlar altında optimal seçim yapmaları hedeflenmektedir.

Çalışma kapsamında Türkiye’de faaliyet göstermekte olan on adet bireysel emeklilik şirketi ele alınmıştır. Bu on bireysel emeklilik şirketinin sunmuş olduğu emeklilik planları incelenerek, en temel (giriş düzeyde) on emeklilik planı karar verme sürecine dâhil edilmiştir. Seçilen emeklilik planları, minimum giriş aidatı, standart fon işletim gideri kesintisi, standart fonun son bir yıldaki getirisi, katkı fonu işletim gideri kesintisi ve katkı fonunun son bir yıldaki getirisi şeklinde beş adet kritere göre analiz edilmiştir. Söz konusu çalışma yatırım tavsiyeyi içermediğinden emeklilik şirketlerinin ve emeklilik planlarının isimleri paylaşılmamıştır. Planlar ile ilgili bilgiler, şirketlerin internet sitelerinden ve Emeklilik Gözetim Merkezi’nin internet sitesinden elde edilmiştir.

### **Kriterler ve Yöntemlerin Uygulanması**

Çalışmada emeklilik planlarının seçiminde kullanılan kriterler, bunların neden seçildiği ve yöntemlerde maliyet ya da fayda özellikli kriter olarak kullanılacağı aşağıda belirtilmiştir.

Minimum Katkı Payı (MK): Bireysel emeklilik sistemi katılımcıları seçtikleri emeklilik planlarının şartlarına göre bir katkı payı ödemektedirler. Ödenen katkı payları şirketlerin yaptıkları yasal kesintilerden sonra yatırıma yönlendirilmektedir ve tasarruflar bu tutarların getirilerine bağlı olarak şekillenmektedir. Katılımcıların, emeklilik sözleşmesinde yer alan detaylara göre yapacağı katkı payı ödemeleri, katılımcılar için ilk etapta bir gider kalemi olarak ele alındığından, emeklilik planının gerektirdiği minimum katkı payı tutarı maliyet özellikli kriter olarak seçilmiştir.

**Standart Fon İşletim Gideri Kesintisi (SFİGK):** Katılımcılar emeklilik sözleşmesinin kurulması esnasında özel olarak katkı paylarının değerlendirileceği fonları seçmediyse, şirketler bu tutarları standart fon üzerinden yatırıma yönlendirmektedir. Bir fonun işletim gideri kesintisi ne kadar az olursa yatırıma yönlenecek tutar o kadar fazla olacağından şirketler arasındaki farklılıkları görmek adına fon işletim gideri kesintisi (yıllık olarak) maliyet özellikli kriter olarak seçilmiştir.

**Standart Fonun Son Bir Yıldaki Getirisi (SFG):** Katkı payının değerlendirileceği fonun katılımcılar açısından önemli bir diğer özelliği seçilen fonun getirisidir. Bir emeklilik yatırım fonunun getirisi, fon için seçilen finansal araçların performansına bağlı olduğundan şirketler arasında farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle son bir yıl içindeki getiriler fayda özellikli kriter olarak seçilmiştir.

**Katkı Fon İşletim Gideri Kesintisi (KFİGK):** 2013 yılından itibaren tasarrufların özendirilmesi için devlet tarafından %25 oranında katkı sağlanmaktadır. Her emeklilik şirketinin planları için devlet katkısı bulunmasına rağmen, fon işletim giderleri farklılık göstermektedir. Bu amaçla standart fon işletim gideri kesintisinde olduğu gibi, katkı fonunun işletim gideri kesintisi de maliyet özellikli kriter olarak seçilmiştir.

**Katkı Fonunun Son Bir Yıldaki Getirisi (KFG):** Standart fonun son bir yıldaki getirisi kriteri ile aynı özelliklere sahiptir.

Verilen bu bilgilere göre emeklilik planlarına ait Mart 2016 itibari ile veriler Tablo 1’de gösterildiği gibidir.

**Tablo 1. Emeklilik planlarına ilişkin veriler**

Plan	MK	SFİGK	SFG	KFİGK	KFG
P1	169	0,0185	0,0491	0,0035	0,0234
P2	150	0,0188	0,0128	0,0036	0,0348
P3	170	0,0186	0,0300	0,0036	0,0340
P4	125	0,0188	0,0355	0,0035	0,0398
P5	95	0,0188	0,0674	0,0036	0,0280
P6	150	0,0186	0,0693	0,0036	0,0375
P7	140	0,0190	0,0240	0,0036	0,0151
P8	150	0,0186	0,0488	0,0035	0,0520
P9	150	0,0146	0,0589	0,0024	0,0793
P10	125	0,0183	0,0264	0,0030	0,0317

Tablo 1'e göre minimum katkı payı 95 TL ile 170 TL arasında değişmektedir. Standart fon işletim gider kesintisi 0,0146 ile 0,0190 arasında, standart fonun son bir yıldaki getirisi ise 0,0128 ile 0,0693 arasında değişmektedir. Katkı fonu işletim gider kesintisi 0,0024 ile 0,0036 arasında ve katkı fonunun son bir yıldaki getirisinin ise 0,0151 ile 0,0793 arasında değiştiği gözlemlenmektedir.

Karar verme sürecinde kullanılan kriterlerin ne kadar öneme sahip olduğunu belirlemek için Ribeiro (1996) tarafından belirtilen yöntem kullanılmıştır. Ağırlıklar belirlenirken üç adet karar vericiyle bu kriterleri 1'den 5'e kadar (çok önemsizden çok önemliye) puanlamaları istenmiştir. Elde edilen puanların aritmetik ortalaması her bir kriter için sırasıyla {2,6667, 3,0000, 4,6667, 3,6667, 4,6667} olarak bulunmuştur. Eşitlik (19) yardımıyla elde edilen kriterler Tablo 2'de gösterildiği gibidir.

**Tablo 2. Kriterlerin Ağırlığı**

MK	SFİGK	SFG	KFİGK	KFG
0,14	0,16	0,25	0,20	0,25

Tablo 2'de gösterilen ağırlıklara göre fon getirileri (0,25) ile en önemli durumda, bunların ardından ise fon işletim gideri kesintileri (katkı: 0,20 ve standart: 0,16) ve en son sırada minimum katkı payı (0,14) gelmektedir.

COPRAS yöntemine göre Eşitlik (2), Eşitlik (4) ve Eşitlik (5) yardımıyla elde edilen ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi değeri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3. COPRAS yöntemi ağırlıklandırılmış normalize değerler**

Plan	MK	SFİGK	SFG	KFİGK	KFG
P1	0,0166	0,0162	0,0291	0,0206	0,0156
P2	0,0147	0,0165	0,0076	0,0212	0,0232
P3	0,0167	0,0163	0,0178	0,0212	0,0226
P4	0,0123	0,0165	0,0210	0,0206	0,0265
P5	0,0093	0,0165	0,0399	0,0212	0,0186
P6	0,0147	0,0163	0,0410	0,0212	0,0250
P7	0,0138	0,0167	0,0142	0,0212	0,0101
P8	0,0147	0,0163	0,0289	0,0206	0,0346
P9	0,0147	0,0128	0,0349	0,0142	0,0528

P10	0,0123	0,0160	0,0156	0,0177	0,0211
-----	--------	--------	--------	--------	--------

Tablo 3’te yer alan değerlerin hesaplanışına örnek verilecek olursa, P1 için MK değeri şu şekilde hesaplanmıştır. Öncelikle Tablo 1’de yer alan 169 değeri sütun değerlerinin toplamı olan 1424’e bölünerek 0,1187 değerine normalize edilmiştir. Daha sonra MK kriteri için belirlenen ağırlık olan 0,14 ile çarpılarak Tablo 3’te yer alan 0,0166 ağırlıklandırılmış normalize değere ulaşılmıştır. Diğer değerler buna benzer bir şekilde hesaplanmıştır.

Ağırlıklandırılmış normalize tablo değerleri elde edildikten sonra fayda ve maliyet kriterlerine göre elde edilen  $R_i$  ve  $P_i$  değerleri hesaplanır. Bu değerler, Eşitlik (6) ve Eşitlik (7)’de belirtildiği şekilde hesaplanır. Daha sonra Eşitlik (8) ve Eşitlik (9) kullanılarak fayda dereceleri belirlenir. Alternatiflerin sıralamaları Eşitlik (10) ve Eşitlik (11) yardımıyla tamamlanır. Bu aşamalara göre elde edilmiş değerler ve alternatiflerin sıralamaları Tablo 4’te gösterildiği gibidir.

**Tablo 4. COPRAS yöntemine ilişkin fayda dereceleri ve sıralamalar**

Plan	$P_i$	$R_i$	$Q_i$	$N_i$ (%)	Sıra
P1	0,0447	0,0534	0,0912	61,9565	6
P2	0,0308	0,0524	0,0781	53,0571	9
P3	0,0404	0,0542	0,0862	58,5598	8
P4	0,0475	0,0494	0,0977	66,3723	5
P5	0,0585	0,0470	0,1113	75,6114	4
P6	0,0660	0,0522	0,1135	77,106	2
P7	0,0243	0,0517	0,0723	49,1168	10
P8	0,0635	0,0516	0,1116	75,8152	3
P9	0,0877	0,0417	0,1472	100	1
P10	0,0367	0,0460	0,0906	61,5489	7

Tablo 4’te yer alan değerlerin hesaplanışı incelenecek olursa detaylar şu şekildedir: P2 planı için  $P_i$  değeri Tablo 3’te P2’ye ait satır değerleri incelenerek elde edilir.  $P_i$  fayda (maksimize edilmesi gereken) özellikli kriter değerlerinin toplamı olduğundan SFG ve KFG değerlerinin toplamı olan 0,0308’e eşit olmaktadır. P3 için  $R_i$  değeri benzer yaklaşımla elde edilir; ancak  $R_i$  maliyet (minimize edilmesi gereken) özellikli kriterlerin değerlerinin toplamı olduğundan Tablo 3’te yer alan P3 satırındaki MK,

SFİGK ve KFİGK değerlerinin toplamı olan 0,0542'ye eşit olmaktadır.  $Q_i$  değeri için ise Eşitlik (9)'dan faydalanılmaktadır.  $N_i$  değeri ise  $Q_i$  değerlerinin  $Q_{\max}$  değerine bölünmesi ile elde edilmektedir. Örneğin P5 için bu değer  $100*(0,1113/0,1472) = 75,6114$  olarak elde edilmektedir. Daha sonra bu değerler büyükten küçüğe doğru sıralandığında alternatifler en iyi seçenekten en kötü seçeneğe doğru sıralanmış olmaktadır. Yapılan bu sıralama açısından görece olarak P9 en iyi emeklilik planı olurken, P7 en kötü emeklilik planı olmaktadır.

Emeklilik planı seçiminde TOPSIS yöntemi kullanıldığında, Eşitlik (12) ve Eşitlik (13) yardımıyla ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilmektedir. Hesaplanan değerler Tablo 5'te gösterildiği gibidir.

**Tablo 5. TOPSIS yöntemine göre ağırlıklandırılmış normalize değerler**

Plan	MK	SFİGK	SFG	KFİGK	KFG
P1	0,0520	0,0512	0,0843	0,0649	0,0450
P2	0,0461	0,0520	0,0220	0,0668	0,0669
P3	0,0523	0,0514	0,0515	0,0668	0,0654
P4	0,0384	0,0520	0,0610	0,0649	0,0765
P5	0,0292	0,0520	0,1157	0,0668	0,0538
P6	0,0461	0,0514	0,1190	0,0668	0,0721
P7	0,0431	0,0525	0,0412	0,0668	0,0290
P8	0,0461	0,0514	0,0838	0,0649	0,1000
P9	0,0461	0,0404	0,1011	0,0445	0,1524
P10	0,0384	0,0506	0,0453	0,0556	0,0609

Tablo 5'te yer alan değerlerin hesaplanışına örnek vermek gerekirse, P6 planı için KFİGK değeri şu şekilde elde edilmiştir: Tablo 1'de yer alan 0,0036 değeri sütunda yer alan değerlerin karelerinin toplamının karekökü olan 0,0108 değerine bölüldüğünde 0,3338 değeri elde edilir. Normalize edilmiş bu değer, kriterin ağırlığı olan ve Tablo 2'de verilen 0,20 değeri ile çarpıldığında 0,0668 değeri elde edilmektedir. Tablo 5'te yer alan diğer değerler de benzer şekilde elde edilmektedir.

TOPSIS yönteminde ağırlıklandırılmış normalize değerler elde edildikten sonra pozitif ideal ve negatif ideal çözümler elde edilir. Bu amaçla, Eşitlik (14) ve Eşitlik (15)'ten faydalanılır. Elde edilen değerler Tablo 6'da gösterildiği gibidir.

**Tablo 6. Emeklilik planı seçim sürecine ait TOPSIS pozitif ideal ve negatif ideal çözümleri**

	MK	SFİGK	SFG	KFİGK	KFG
$V^+$	0,0292	0,0404	0,1190	0,0445	0,1524
$V^-$	0,0523	0,0525	0,0220	0,0668	0,0290

Tablo 6'da yer alan özellikler şu şekilde seçilmiştir. Örneğin  $V^+$  pozitif ideal çözümleri ifade etmektedir. Bu nedenle bu vektör oluşturulurken ilgilenilen kriterin maliyet ya da fayda özellikli olduğuna karar verilmektedir. Eğer kriter fayda özellikliyse sütundaki değerlerin maksimumunun; maliyet özellikli ise sütundaki değerlerin minimumunun seçilmesi gerekmektedir.  $V^-$  ise negatif ideal çözümleri ifade ettiğinden tam tersi bir yaklaşım söz konusudur. Eğer kriter maliyet özellikliyse sütun değerlerinin maksimumunun; fayda özellikliyse sütun değerlerinin minimumunun seçilmesi gerekmektedir. Örneğin SFG kriteri fayda özellikli olduğundan pozitif ideal çözüm için sütundaki en büyük değer olan 0,1190; negatif ideal çözüm için ise sütundaki en küçük değer olan 0,0220 seçilmiştir.

Pozitif ideal ve negatif ideal çözümler elde edildikten sonra alternatiflerin bu çözümlere uzaklıkları hesaplanır. Bu uzaklık değerlerinin birlikte kullanımıyla ideal çözüme göreli uzaklıklar hesaplanır ve alternatiflerin sıralaması yapılabilir. Eşitlik (16), Eşitlik (17) ve Eşitlik (18) kullanılarak edilen değerler Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7. Pozitif ideal ve negatif çözümlere uzaklıklara göre alternatiflerin değerlendirilmesi**

Plan	$S_i^-$	$S_i^+$	$C_i$	Sıra
P1	0,0644	0,1174	0,3542	6
P2	0,0384	0,1328	0,2243	9
P3	0,0469	0,1152	0,2893	7
P4	0,0630	0,0988	0,3894	5
P5	0,0996	0,1018	0,4945	4
P6	0,1063	0,0857	0,5536	3
P7	0,0213	0,1487	0,1253	10
P8	0,0944	0,0693	0,5767	2
P9	0,1489	0,0246	0,8582	1

P10	0,0434	0,1188	0,2676	8
-----	--------	--------	--------	---

Tablo 7’de pozitif ideal ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıklara bağlı olarak hesaplanan göreceli uzaklık değerleri sıralandığında P9’un bu koşullar altında göreceli olarak en iyi emeklilik planı olduğu, P7’nin ise bu şartlar altında göreceli olarak en kötü emeklilik planı olduğu sonucuna varılmaktadır. COPRAS ve TOPSIS yöntemlerinin sonuçları karşılaştırılarak elde edilen bulguların tutarlı olup olmadıkları analiz edilebilir. Bu amaçla her iki yönteme ait karşılaştırmalı sonuçlar Tablo 8’de gösterilmiştir

**Tablo 8. Emeklilik planlarına dair yöntem sonuçlarının karşılaştırılması**

Plan	COPRAS	TOPSIS
P1	6	6
P2	9	9
P3	8	7
P4	5	5
P5	4	4
P6	2	3
P7	10	10
P8	3	2
P9	1	1
P10	7	8

Tablo 8’de yer alan her iki yönteme ait sonuçlar incelendiğinde P9 isimli emeklilik planının her iki yöntemde de ilk sırada yer aldığı görülmüştür. P6 ve P8 isimli emeklilik planları COPRAS yönteminde ikinci ve üçüncü sıradayken, TOPSIS yönteminde sıralamalarının üçüncü ve ikinci olarak değiştiği gözlemlenmiştir. P5, P4 ve P1 isimli emeklilik planlarının sıralamalarının ise her iki yöntemde de dördüncü, beşinci ve altıncı olduğu tespit edilmiştir. P10 ve P3 isimli planların COPRAS yönteminde yedinci ve sekizinci olduğu; TOPSIS yönteminde ise bu sıralamanın sekizinci ve yedinci olarak değiştiği tespit edilmiştir. Geriye kalan planlardan P2 ve P7 ise her iki yöntemde de dokuzuncu ve onuncu sıralamaları olarak göreceli olarak en kötü iki alternatif olarak değerlendirilmiştir. Her iki yönteme ait sonuçlar genel olarak incelendiğinde, sıralamalar arasında çok büyük farklılıklar görülmediğinden bulunan sonuçların tutarlı olduğu yorumu yapılmıştır.



## Sonuç

Bireyler elde ettikleri gelirlerin bir kısmıyla ihtiyaçlarını karşılarken, bir kısmıyla da tasarruf etmektedirler. Tasarruf edilen tutarlar çeşitli finansal araçlarda değerlendirilerek paranın değerinin korunması ve birikimin getiri oranında artırılması hedeflenmektedir. Bireysel emeklilik sistemi, küçük birikimlerle uzun vadede bu hedefe ulaşmayı sağlayan bir yatırım aracıdır. Bireyler bu sistemle yatırım yapabilirlerken, devletler de büyüyen fonlar sayesinde yatırımların finansmanını ve dışa bağımlılığını azaltabilmektedirler. Bu amaçla tasarrufları daha da arttırabilmek için Türkiye’de 1 Ocak 2013 tarihinden itibaren bireysel emeklilik sistemi katılımcılarının yaptıkları katkı payı ödemelerine devlet tarafından %25 oranında katkı payı ödenmeye başlanmıştır. Bireysel emeklilik sistemi ayrıca bireylerin aktif çalışma hayatlarının sonunda emekli olduklarında, yaşam standartlarını aynı düzeyde sürdürebilmelerini sağlamaktadır.

Bu çalışmada, bireysel emeklilik sistemine dahil olacak potansiyel katılımcıların karar verme süreci çok kriterli bir karar verme problemi olarak ele alınmıştır. Katılımcıların kendileri için optimal olan emeklilik planını seçebilmesi için on adet emeklilik planı alternatif olarak, maliyet-fayda ilişkisi gözetiminde beş adet kriter altında incelemeye tabi tutulmuştur. İncelemeler yapılırken COPRAS ve TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanılmıştır. Seçim sürecinde büyük bir etkisi olan hangi kriterin ne kadar önemli olduğu ise üç adet karar vericinin görüşleri doğrultusunda Ribeiro (1996) tarafından önerilen yöntem ile belirlenmiştir. Karar verme sürecinde kullanılan yöntemlerin sonuçları incelendiğinde P9 isimli emeklilik planının her iki yöntemde de birinci sırada yer aldığı, P6 ve P8 isimli emeklilik planlarının da her iki yöntemde sıralamaları farklı olsa da ilk üçe girdiği gözlemlenmiştir. P2 ve P7 isimli emeklilik planlarının ise her iki yöntemde de son iki sırayı aldığı ve geriye kalan seçeneklerin çok yakın sonuçlar verdiği görüldüğünden COPRAS ve TOPSIS yöntemlerine ait hesaplamaların tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Son olarak, bu çalışmaya ek olarak ilerleyen çalışmalarda eksik bilgi ve belirsizlikler de göz önünde bulundurularak karar verme yöntemlerinin farklı disiplinlerle kullanılabileceği düşünülmektedir.

## Kaynakça

Aksoy, E., Ömürbek, N., Karaatlı, M. (2015). AHP temelli MULTIMOORA ve COPRAS yöntemi ile Türkiye Kömür İşletmeleri’nin performans

değerlendirmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(4): 1-28.

Alptekin, N., Şıklar, E. (2009). Türk hisse senedi emeklilik yatırım fonlarının çok kriterli performans değerlendirilmesi: TOPSIS metodu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25: 185-196.

Antucheviciene, J., Zakarevicius, A., Zavadskas, E. K. (2011). Measuring congruence of ranking results applying particular MCDM methods. *Informatica*, 22(3): 319-338.

Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17): 13051-13069.

Chatterjee, P., Chakraborty, S. (2012). Material selection using preferential ranking methods. *Materials & Design*, 35: 384-393.

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.

Çalışkan, H., Kurşuncu, B., Kurbanoğlu C., Güven, Ş. Y. (2012). TOPSIS metodu kullanılarak kesici takım malzemesi seçimi. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9(3): 35-42.

Ege, İ., Topaloğlu, E. E., Coşkun, D. (2011). Türkiye'deki emeklilik yatırım fonlarının yatırım performanslarının analizi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(1): 79-89.

Emeklilik Gözetim Merkezi, *BES Temel Göstergeleri*. Erişim Tarihi 31.03.2016, URL: <http://www.egm.org.tr/weblink/BESgostergeler.htm>.

Emeklilik Gözetim Merkezi, *Devlet Katkısı*. Erişim Tarihi 31.03.2016, URL: <http://www.egm.org.tr/?pid=771>.

Ertugrul I., Oztas, T. (2014). Business mobile-line selection in Turkey by using fuzzy TOPSIS, one of the multi-criteria decision methods. *Procedia Computer Science*, 31: 40-47.

Feng, C. M., Wang, R. T. (2000). Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios. *Journal of Air Transport Management*, 6(3): 133-142.

Fouladgar, M. M., Yazdani-Chamzini, A., Lashgari, A., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. (2012). Maintenance strategy selection using AHP and COPRAS under fuzzy environment. *International Journal of Strategic Property Management*, 16(1): 85-104.

Genç, T., Kabak M., Köse, E., Yılmaz, Z. (2015). Bireysel emeklilik sistemi seçimi problemine ilişkin MACBETH yaklaşımı. *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, 22: 47-65.

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.

Hwang, C. L., Yoon, K. (1981). Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications A State-of-the-Art Survey. Berlin: Springer-Verlag.

Işıklar, G., Büyüközkan, G. (2007). Using a multi-criteria decision making approach to evaluate mobile phone alternatives. *Computer Standards & Interfaces*, 29(2): 265-274.

Jahanshahloo, G. R., Lotfi, F. H., Izadikhah, M. (2006). An algorithmic method to extend TOPSIS for decision-making problems with interval data. *Applied Mathematics and Computation*, 175(2): 1375-1384.

Kaklauskas, A., Zavadskas E. K., Banaitis, A., Šatkauskas, G. (2007). Defining the utility and market value of a real estate: A multiple criteria approach. *International Journal of Strategic Property Management*, 11(2): 107-120.

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.

Karakaya, A., Kurtaran A., Dağlı, H. (2014). Bireysel emeklilik şirketlerinin veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü: Türkiye örneği. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 22: 1-23.

Kelemenis, A., Askounis, D. (2010). A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection. *Expert Systems with Applications*, 37(7): 4999-5008.

Kılıç, E. (2014). Ekonomik öncü göstergelerinin BES katılımcı sayısı üzerindeki etkisi. *Maliye Finans Yazıları*, 102: 65-84.

Lin, M. C., Wang, C. C., Chen, M. S., Chang, C. A. (2008). Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process. *Computers in Industry*, 59(1): 17-31.

Maity, S. R., Chatterjee, P., Chakraborty, S. (2012). Cutting tool material selection using grey complex proportional assessment method. *Materials & Design*, 36: 372-378.

Mazumdar, A., Datta, S., Mahapatra, S. S. (2010). Multicriteria decision-making models for the evaluation and appraisal of teachers' performance. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 6(2): 213-230.

Olson, D. L. (2004). Comparison of weights in TOPSIS models. *Mathematical and Computer Modelling*, 40(7): 721-727.

Opricovic, S., Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2): 445-455.

Önüt, S., Soner S. (2008). Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environmet. *Waste Management*, 28(9): 1552-1559.

Özçil, A., Ertuğrul, İ., Öztaş, T., Öztaş, G. Z. (2015). Combi boiler system modeling with fuzzy inference mechanism and fuzzy COPRAS method. *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2015 IEEE International Conference on*: 1-8.

Özdağoğlu, A. (2013a). Çok ölçütlü karar verme modellerinde normalizasyon tekniklerinin sonuçlara etkisi: COPRAS örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(2): 229-252.

Özdağoğlu, A. (2013b). İmalat işletmeleri için eksantrik pres alternatiflerinin COPRAS yöntemi ile karşılaştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 4(8): 1-22.

Palevičius, V., Paliulis, G. M., Venckauskaite, J., Vengrys, B. (2013). Evaluation of the requirement for passenger car parking spaces using multi-criteria methods. *Journal of Civil Engineering and Management*, 19(1): 49-58.

Podvezko, V. (2011). The comparative analysis of MCDA methods SAW and COPRAS. *Engineering Economics*, 22(2): 134-146.

Ribeiro, R. A. (1996). Fuzzy multiple attribute decision making: A review and new preference elicitation techniques. *Fuzzy Sets and Systems*, 78(2): 155-181.

Sancak E., Demirci N. (2012). Ulusal tasarruflar ve Türkiye’de sürdürülebilir büyüme için tasarrufların önemi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(2): 159-198.

Shanian, A., Savadogo, O. (2006). TOPSIS multiple-criteria decision support analysis for material selection of metallic bipolar plates for polymer electrolyte fuel cell. *Journal of Power Sources*, 159(2): 1095-1104.

Shih, H. S., Shyur, H. J., Lee, E. S. (2007). An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and Computer Modelling*, 45(7): 801-813.

Shyur, H. J., Shih, H. S. (2006). A hybrid MCDM model for strategic vendor selection. *Mathematical and Computer Modelling*, 44(7): 749-761.

Tupenaite, L., Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., Seniut, M. (2010). Multiple criteria assessment of alternatives for built and human environment renovation. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(2): 257-266.

Tzeng, G. H., Lin, C. W., Opricovic, S. (2005). Multi-criteria analysis of alternative-fuel buses for public transportation. *Energy Policy*, 33(11): 1373-1383.

Viteikienė, M., Zavadskas, E. K. (2007). Evaluating the sustainability of Vilnius city residential areas. *Journal of Civil Engineering and Management*, 13(2): 149-155.

Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., Vilutiene, T. (2009). Multicriteria evaluation of apartment blocks maintenance contractors: Lithuanian case study. *International Journal of Strategic Property Management*, 13(4): 319-338.

Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Tamošaitienė, J. (2010). Risk assessment of construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(1): 33-46.