



Received : June 29, 2016
Accepted : August 15, 2016
Published Online : September 27, 2016

AJ ID: 2016.04.02.OR.02
DOI : 10.17093/aj.2016.4.2.5000194524

QUALIFLEX and ORESTE Methods for the Insurance Company Selection Problem

Ayşegül Tuş Işık | Business Administration Department, Pamukkale University, Turkey, atus@pamukkale.edu.tr

ABSTRACT

All assets and attempts of the people are threatened by uncertainty named as the risk. Insurance is a social security tool used to recover the loss that may arise as a result of the realization of risks. Insurance contract is established by mutual agreement between an insurance company (insurer) and the insurance holder (insured). The insurer takes over the insurance coverage, the insured falls under the premium payment obligation with the insurance contract. The contract may be signed for life (personal accident, health), goods (automobiles, house, fire, transportation, engineering), liability, legal protection and credit. There are numerous insurance companies in the market and the contracts may change from insurance company to company. Therefore, it is important to select the insurance company that meets the business needs in the best way. This selection may be handled as a MCDM (Multi Criteria Decision Making) problem. MCDM problems refer to make a decision for the alternatives characterized by multiple, usually conflicting, criteria and there are several methods for solving MCDM problems. In this paper, QUALIFLEX (QUALitative FLEXible) and ORESTE (Organization, Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles) methods are used for the insurance company selection problem of the textile firm in Denizli. The insurance company alternatives are ranked by these methods and the results are compared

Keywords:

QUALIFLEX (QUALitative FLEXible), ORESTE (Organization, Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles), Ranking, Multi Criteria Decision Making, Insurance company selection problem

Sigorta Şirketi Seçim Probleminde QUALIFLEX ve ORESTE Yöntemleri

ÖZET

İnsanların tüm varlık ve girişimleri, risk adı verilen belirsizliklerin tehdidi altındadır. Sigorta, risklerin gerçekleşmesi sonucu doğabilecek zararları gidermek için kullanılan sosyal bir güvenlik aracıdır. Sigorta sözleşmesi, bir sigorta şirketi (sigortacı) ile sigorta ettirenin karşılıklı anlaşmasıyla kurulur. Sigorta sözleşmesi ile sigorta şirketi, sigorta güvencesini üzerine alır, sigorta ettiren ise prim ödeme borcu altına girer. Sözleşme; can (hayat, ferdi kaza, sağlık), mal (otomobil, yangın, nakliyat, mühendislik), sorumluluk, hukuki koruma ve kredi için imzalanabilir. Piyasada çok sayıda sigorta şirketi vardır ve sözleşmeler, sigorta şirketinden sigorta şirketine değişebilir. Bu nedenle işletmelerin ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayacak sigorta şirketini seçmeleri önemlidir. Bu seçim, bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olarak ele alınabilir. ÇKKV problemlerinde çok sayıda ve genellikle birbiriyle çelişen kriterler altında, alternatifler arasından bir seçim yapılır ve bu problemleri çözmek için kullanılan pek çok yöntem vardır. Bu çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden QUALIFLEX (QUALitative FLEXible) ve ORESTE (Organization, Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles) yöntemleri kullanılmıştır. Sigorta şirketi alternatifleri bu yöntemlerle sıralanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler:

QUALIFLEX (QUALitative FLEXible), ORESTE (Organization, Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles), Sıralama, Çok Kriterli Karar Verme, Sigorta Şirketi Seçim Problemi

Bu çalışma, Avrupa Bilimsel Enstitüsü tarafından düzenlenen 4. Akdeniz Disiplinlerarası Sosyal ve Beşeri Bilimler Forumu'nda sunulan "The Qualiflex method for the insurance company selection problem" adlı çalışmanın genişletilmiş halidir.



1. Giriş

Bireyler ve işletmeler açısından gelecek, çeşitli belirsizlikler taşımaktadır. Belirsizlik ortamı, beraberinde çeşitli riskleri getirir. Sigorta, risklerin gerçekleşmesinden doğan zararı karşılar (Vaughan & Vaughan, 2008). Hem bireyler hem de işletmeler; sağlıkları, mülkiyetleri ve başkaları tarafından kendilerine karşı yapılan davalardan korunmak için çeşitli sigorta türlerine ihtiyaç duyarlar (Mayer vd., 2012) ve sigorta şirketleri aracılığıyla sigorta hizmeti alırlar (Tadesse, 2014). Ancak pekçok sigorta şirketi arasından ihtiyaçlara cevap verebilen en uygun sigorta şirketini seçmek, kolay bir iş değildir.

Literatürde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri; sigorta ile ilgili pek çok karar verme problemine uygulanmıştır. Amiri vd. (2011) sigorta şirketlerini sıralamada dengeli sonuç kartı ve VIKOR yöntemlerini uygulamıştır. Doumpos vd. (2012) hayat dışı sigorta şirketlerinin performansı için PROMETHEE II ve regresyon analizi yöntemlerini kullanmıştır. Yücenur ve Demirel (2012), bir yerel sigorta şirketi satın almak isteyen yabancı bir yatırımcı için beş Türk sigorta şirketini analiz etmiş ve genişletilmiş VIKOR yöntemi ile en uygun olan alternatifi seçmiştir. Alenjagh (2013), Tahran borsasındaki sigorta şirketlerinin finansal performansını değerlendirmek ve bu şirketleri sıralamak için ANP ve PROMETHEE yöntemlerini kullanmıştır. Akhisar (2014), ANP yöntemi ile 2006-2010 dönemi için Türk sigorta şirketlerinin finansal performans sıralamasını elde etmiştir. Khodamoradi vd. (2014), 2010-2012 dönemi için Tahran borsasında listelenen İran sigorta şirketlerini sıralamak için DEMATEL ve PROMETHEE II yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Sehhat vd. (2015), AHP ve TOPSIS yöntemleri ile İran'daki sigorta şirketlerini sıralamıştır. Kirkbesoglu vd. (2015), iki ayrı uluslararası piyasada mevcut ve potansiyel sigortalılara bilgi sağlamada sigorta şirketlerinin etkinliğini test etmek için AHP yöntemini kullanmıştır.

Bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak ÇKKV yöntemlerinden QUALIFLEX (QUALitative FLEXible) ve ORESTE (Organization, Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles) yöntemleri sigorta şirketi seçim problemine uygulanmıştır. QUALIFLEX, uyum/uyumsuzluk indeksleri aracılığıyla alternatiflerin tüm olası permütasyonlarını (sıralamalarını) değerlendirir (Martel & Matarazzo, 2005; Zhang & Xu, 2015). ORESTE ise alternatiflere ilişkin sayısal verilerin yokluğunda etkin bir yöntemdir (Pastijn ve Leysen, 1989).

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İkinci ve üçüncü bölümde QUALIFLEX ORESTE yöntemleri ile ilgili genel bir bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde bir sigorta şirketi seçim problemi, bu iki yöntem ile çözülmüştür. Son bölümde ise uygulamanın sonuçları verilmiş ve gelecek çalışmalara ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

2. QUALIFLEX Yöntemi

QUALIFLEX (QUALitative FLEXible), bir sıralama yöntemi olup ÇKKV problemlerini çözmek için kullanılır. Bu yöntem Paelinck (1976, 1977, 1978) tarafından geliştirilmiştir. Paelinck (1976), esnek bir yöntem geliştirmek için Jacquet-Lagrece'nin permütasyon yöntemini genelleştirmiştir (Chen vd., 2013, Wang vd., 2015). Bu yöntemin esnekliği, karar verme sürecinde, hem niceliksel hem de niteliksel veriyi aynı anda ele alabilmesinden kaynaklanmaktadır (Zhang & Xu, 2015).

QUALIFLEX yönteminde alternatiflerin tüm olası permütasyonları (sıralamaları) dikkate alınarak her kritere göre alternatifler ikili olarak karşılaştırılır. Daha sonra her permütasyon altında alternatif çiftleri için uyum/uyumsuzluk indeksleri hesaplanır. Son olarak uyum/uyumsuzluk indeks değerini maksimize eden alternatiflerden oluşan permütasyon, optimal permütasyon olarak belirlenir. Optimal permütasyondaki alternatiflerin sıralaması dikkate alınarak en iyi alternatife karar verilir. (Martel & Matarazzo, 2005; Alinezhad & Esfandiari, 2012).

Literatürde QUALIFLEX yöntemi ve uzantıları ÇKKV problemlerini çözmek için kullanılmıştır. Alinezhad ve Esfandiari (2012), bir baraj inşa etmek için uygun yer seçimi problemini QUALIFLEX ve VIKOR yöntemleri ile çözmüştür. Yazarlar, bu yöntemlerin duyarlılık analizini geliştirmiş ve ağırlıklardaki değişikliklere dayalı bir yöntem önermiştir. Chen ve Tsui (2012), iyimser ve kötümser tahminleri sezgisel bulanık QUALIFLEX yöntemi ile birleştirerek tıbbi karar verme problemi ile ilgili çok kriterli bir karar analizi yapmıştır. Chen vd. (2013), aralık tip-2 yamuk bulanık sayılara dayanan genişletilmiş bir QUALIFLEX yöntemi geliştirmiştir ve bu yöntemi, tıbbi karar verme problemine uygulamıştır. Wang vd. (2015), aralık tip-2 bulanık karar ortamında ÇKKV problemlerini ele almak için olasılık tabanlı bir QUALIFLEX yöntemi önermiştir. Önerilen yöntem, tıbbi karar verme problemine uygulanmıştır. Zhang ve Xu (2015), bir otomobil üretim şirketinin yeşil tedarikçi seçim problemini çözmek için uzaklığa dayalı karşılaştırma yöntemi ile bir bulanık QUALIFLEX yöntemi önermiştir. Zhang (2016), aralık değerli bulanık karar ortamı ile QUALIFLEX yöntemini birleştirmiş ve yeni yöntem, aralık değerli bulanık QUALIFLEX yöntemi olarak adlandırılmıştır. Yazar bu yeni yöntemi, Zhang ve Xu (2015)'nin problemine uygulamıştır. Xue vd. (2016), ikili dilsel terim kümeleri ve genişletilmiş QUALIFLEX yöntemini kullanarak yeni bütünleştirilmiş dilsel ÇKKV yaklaşımı ile bir robot seçim problemini çözmüştür. Tuş Işık ve Aytaç Adalı (2016), QUALIFLEX yöntemini sigorta şirketi seçim problemine uygulamıştır.

QUALIFLEX ve ORESTE yöntemleri için öncelikle A_i ($i=1,2,\dots,m$), m adet elemanı bulunan alternatifler kümesini; C_j ($j=1,2,\dots,n$) ise n adet elemanı bulunan kriterler kümesini göstermek üzere bir ÇKKV problemi oluşturulur. QUALIFLEX yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Chen & Tsui, 2012; Alinezhad & Esfandiari, 2012; Xue vd., 2016; Tuş Işık & Aytaç Adalı, 2016):

Adım 1: Çeşitli kriterlere göre farklı alternatiflerin performansını gösteren karar matrisi X oluşturulur.

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (i = 1,2,\dots,m; j = 1,2,\dots,n) \quad (1)$$

x_{ij} , j . kriter altında i . alternatifin performans değerini göstermektedir. m ve n , sırasıyla alternatif ve kriter sayısıdır.

Adım 2: Alternatiflerin tüm olası sıralamasını gösteren permütasyonlar listelenir. Bu permütasyonların sayısı, $m!$ dir. P_i , i . permütasyonu göstermek üzere aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$P_l = (\dots, A_i, \dots, A_{i'}, \dots) \quad l = 1, 2, \dots, m! \quad (2)$$

A_i alternatifi, sıralamada $A_{i'}$ alternatifinden daha üstündür veya $A_{i'}$ alternatifi ile aynı sıradadır.

Adım 3: Her permütasyon için alternatif çiftlerine ilişkin uyum/uyumsuzluk indeksleri hesaplanır. Bu indeksler, her bir permütasyonun gösterdiği alternatif sıralaması ile karar matrisinden çıkarılan alternatif sıralaması (ön sıralama) arasındaki uyum ve uyumsuzlukları yansıtmaktadır. l . permütasyondan ve karar matrisinden çıkarılan sıralamalar dikkate alınarak j . kriter altında alternatif çifti $(A_i, A_{i'})$ için uyum/uyumsuzluk indeksi $I_j^l(A_i, A_{i'})$ aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$I_j^l = \sum_{A_i, A_{i'} \in A} I_j^l(A_i, A_{i'}) \quad (3)$$

$$I_j^l(A_i, A_{i'}) = \begin{cases} 1 & \text{eğer uyum var ise} \\ 0 & \text{eğer eşitlik var ise} \\ -1 & \text{eğer uyumsuzluk var ise} \end{cases} \quad (4)$$

Eğer A_i ve $A_{i'}$ alternatif çiftleri, ön sıralama ve permütasyon içinde aynı konumda sıralanır ise uyum; sıralanmaz ise uyumsuzluk söz konusu olup indeks değerleri sırasıyla 1 ve -1 olur. Eğer ön sıralamada alternatif çiftleri arasında eşitlik varsa indeks değeri 0 olur.

Adım 4: Karar vericilerin bir kritere diğerinden daha fazla ağırlık (önem) vermesi durumunda ağırlıklı uyum/uyumsuzluk indeksi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$I_j^l = \sum_{A_i, A_{i'} \in A} I_j^l(A_i, A_{i'}) w_j \quad (5)$$

w_j , j . kriterin ağırlığını gösterir.

Adım 5: P_l permütasyonu için genel uyum/uyumsuzluk indeksi (I^l) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$I^l = \sum_{j=1}^n \sum_{A_i, A_{i'} \in A} I_j^l(A_i, A_{i'}) w_j \quad (6)$$

Bir permütasyona ilişkin genel uyum/uyumsuzluk indeks değerinin, diğerlerinden büyük olması, o permütasyonun diğerlerinden daha iyi olduğu anlamına gelmektedir. Alternatiflerin son sıralaması ise, en yüksek genel uyum/uyumsuzluk indeks değerine sahip permütasyondan elde edilir. Bu permütasyona optimal permütasyon denir.

3. ORESTE Yöntemi

ORESTE (Organisation, Rangement Et Synthèse De Données Relationnelles) yöntemi, ilk kez M. Roubens (1979) tarafından kriter ağırlıklarına olan ihtiyacı ortadan kaldırmak için geliştirilmiştir. 1980'de M. Roubens, bu yöntemin algoritmasını sunmuş ve 1982'de ise bu yöntemi, bilgisayar sistemi seçim problemine uygulamıştır (Pastijn & Leysen, 1989; Jafari vd., 2013).

ORESTE, alternatif çiftlerinin değerlendirmelerine dayalı bir sıralama yöntemidir (Pastijn & Leysen, 1989). Bu yöntem, karşılaştırılmazlığı dikkate alarak alternatiflerin kısmi ya da tam sıralamasını verir. Kesin sayısal değerlerin ve kriter ağırlıklarının yokluğunda çelişkili kararları desteklemek için uygun bir yöntemdir (Dinçer, 2011; Chatterjee & Chakraborty, 2014). Bu yöntem, sadece alternatiflerin ve kriterlerin sıralamasını dikkate aldığı için, niteliksel veri içeren problemlere daha uygundur. Ayrıca yöntem, niceliksel ya da karma veri içeren problemler için de kullanılabilir. Bu yöntemin temel avantajı, karar vericilerin kriter ağırlıklarını belirleme ihtiyacını ortadan kaldırması ve karar verme sürecini hızlandırmasıdır (Chatterjee & Chakraborty, 2014).

Literatürde ORESTE yöntemi; nükleer atık yönetimi problemi (Delhaye vd., 1991), kara mayını tespit stratejileri seçimi (Leener & Pastijn, 2002), toplu taşıma sistemleri yenileme projesi (Zak, 2005), İran'daki bilgi ve iletişim teknoloji araştırma merkezlerini sıralama (Fasanghari vd., 2009), askeri teçhizat satın alma (Pastijn & Leysen, 2009), kanalizasyon rehabilitasyon projelerinin önceliklendirilmesi (Eliseo, 2009), Türk imalat sanayi sıralaması (Dinçer, 2011), liman sıralaması (Jafari vd., 2013), tahıl boşaltma işlemleri risklerin tanımlanması ve önceliklendirilmesi (Jafari, 2013), personel seçimi (Eroğlu vd., 2014), belirli bir üretim işletmesi için en iyi ileri imalat sistemi seçimi (Chatterjee & Chakraborty, 2013) ve esnek imalat sistemi seçimi (Chatterjee & Chakraborty, 2014) gibi karar problemlerinin çözümünde kullanılmıştır.

Kriterlerin görece önemini belirlemek için ağırlıklar yerine zayıf sıralama (tam ön sıralama) olarak tanımlanan tercih yapısı aşağıdaki gibi kullanılır:

$$C_1 P C_2 I C_3 P C_4 \dots C_n$$

Kriterler arasındaki ilişki $S = (I \text{ ya da } P)$ tam ve geçişlidir. I (farksızlık), kriter ile diğer kriter arasında fark bulunmamasını ifade eden simetrik bir ilişkiyi, P (tercih) ise kriterin diğer kriterlere tercih edilmesini ifade eden asimetric bir ilişkiyi göstermektedir (Eroğlu vd., 2014). Yukarıda verilen kriterlerin zayıf sıralamasında; C_1 , en önemli ve en tercih edilen kriter, C_2 ve C_3 , birbirlerine üstünlüğü olmayan kriterler ve C_n , en az önemli kriterdir. Aynı zamanda aşağıda gösterildiği gibi her kriterine göre alternatiflerin zayıf sıralaması gereklidir (Chatterjee & Chakraborty, 2014):

$$C_1: A_1 P A_2 P A_3 \dots A_m$$

$$C_2: A_1 P A_2 I A_3 \dots A_m$$

$$C_3: A_1 P A_2 I A_3 \dots A_m$$

.....

$$C_n: A_1 I A_2 P A_3 \dots A_m$$

Amaç, her bir kriterine göre alternatiflerin değerlendirmelerini ve kriterler arasındaki tercih yapısını yansıtan A alternatifler kümesi üzerinde global tercih yapısını bulmaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için ORESTE yöntemi iki ayrı aşamada uygulanır:

- Birinci aşamada, A üzerinde bir global zayıf sıralama yapısı elde edilir. Bu aşama, ORESTE I olarak bilinir.
- İkinci aşamada alternatifler arasında farksızlık ve karşılaştırılmazlık analizinden sonra A üzerinde tamamlanmamış tercih yapısı elde edilir. Bu aşama ise ORESTE II olarak bilinir.

3.1. Global Zayıf Sıralama Yapısı (ORESTE I)

Adım 1: Öncelikle kriterler ve her kritere göre alternatifler göreceli önemlerine göre sıralanır. Her kritere, kriterler arası zayıf sıralamadaki konumu ile ilgili bir Besson sıra değeri verilir. Aynı şekilde alternatiflere, her kritere göre oluşturulan zayıf sıralamadaki konumu ile ilgili bir Besson sıra değeri verilir. $r(C_j)$; j. kriterin Besson sıra değeri ve $rC_j(A_i)$; j. kritere göre i. alternatifin Besson sıra değeridir.

Adım 2: Projeksiyon uzaklıkları hesaplanır. Projeksiyon uzaklığı $D_j(A_i)$, kriter/alternatifin sıra değerine dayalı rastgele bir orjin noktasına göre alternatiflerin göreceli konumlarını belirlemeyi sağlar.

Eğer $A_1 P_j A_2$ ise, o halde $D_j(A_1) < D_j(A_2)$

Eğer $rC_1(A_1) = rC_2(A_2)$ ve $C_1 P C_2$ ise o halde $D_1(A_1) < D_2(A_2)$

Projeksiyon uzaklığı ne kadar küçükse, alternatifin konumu o kadar iyidir (Chatterjee & Chakraborty, 2014). Projeksiyon uzaklıkları farklı şekillerde hesaplanabilir. ORESTE yöntemi, Pastijn ve Leysen (1989) tarafından önerilen genelleştirilmiş uzaklığı kullanır:

$$DR_j(A_i) = \left[\frac{1}{2} r(C_j)^R + \frac{1}{2} rC_j(A_i)^R \right]^{1/R} \quad (7)$$

$R \in R_0$ karar vericiler tarafından seçilen bir parametredir. Aşağıda farklı R değerleri ve anlamları verilmiştir:

R = 1: ortalama sıra (aritmetik ortalama)

R = - 1: harmonik ortalama sıra

R = 2: kuadratik ortalama sıra

R = $-\infty$: $\min(r(C_j), rC_j(A_i))$

R = $+\infty$: $\max(r(C_j), rC_j(A_i))$

R değeri büyüdükçe, $r(C_j)$ ve $rC_j(A_i)$ terimlerinden büyük değerli olana daha çok ağırlık verilir (Delhaye vd., 1991).

Adım 3: Hesaplanan projeksiyon uzaklıkları küçükten büyüğe doğru sıralanır ve buldukları konuma göre Besson sıra değeri verilir. Projeksiyon uzaklıklarını sıralamak, bir ortalama sıra $r_j(A_i)$ 'ı bir uzaklık $DR_j(A_i)$ 'a atamak anlamına gelir ve eğer $DR_1(A_1) < DR_2(A_2)$ ise $r_1(A_1) \leq r_2(A_2)$ 'dir. Bu sıralar, global sıra değeri olarak adlandırılır ve $(1, mn)$ kapalı aralığında değer alır.

Adım 4: Her alternatif için global sıra değerlerinin toplamı aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$r(A_i) = \sum_{j=1}^n r_j(A_i) \quad (8)$$

Son olarak alternatifler, global sıra değerlerinin toplamına bakılarak küçükten büyüğe doğru sıralanır. Alternatiflerin global zayıf sıralamasının elde edilmesi ile ORESTE yönteminin ilk aşaması tamamlanır (Pastijn & Leysen, 1989).

3.2. Tamamlanmamış Tercih Yapısı (ORESTE II)

ORESTE I'den elde edilen alternatiflerin zayıf sıralaması (tam ön sıralaması), bazı durumları içermez (Delhaye vd., 1991). Farklı alternatifler arasında olabilen farksızlıklar ya da karşılaştırılmazlıklar daha detaylı analiz edilir:

- Aynı kriterler için her iki alternatif (hemen hemen) iyi ya da (hemen hemen) kötü olduğunda, bu iki alternatif farksızdır.
- Farklı kriterler için her iki alternatif iyi ya da kötü olduğunda bu iki alternatif karşılaştırılmazdır. Bir başka deyişle, birinci alternatif bu kriterler için çok iyi, ikinci alternatif çok kötü ise ya da tam tersi durum söz konusu ise bu iki alternatif karşılaştırılmazdır (Leener & Pastijn, 2002).

Farksızlık ve karşılaştırılmazlık analizi için ilk olarak alternatif "A₁"'in alternatif "A₂"'ye tercih yoğunluğu aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$C(A_1, A_2) = \sum_{j: A_1 P_j A_2} [r_j(A_2) - r_j(A_1)] \quad (9)$$

Tercih yoğunluklarının üst sınırı, $(m-1)n^2$ olmalıdır. Normalizasyon için tercih yoğunlukları, üst sınıra bölünür. Normalizasyondan sonra $0 \leq C(A_1, A_2) \leq 1$ ve $0 \leq C(A_1, A_2) - C(A_2, A_1) \leq 1$ sağlanır. Daha sonra farksızlık ve karşılaştırılmazlık analizi, aşağıdaki IPR (Farksızlık Tercih Karşılaştırılmazlık) esaslarına göre sırasıyla yapılır:

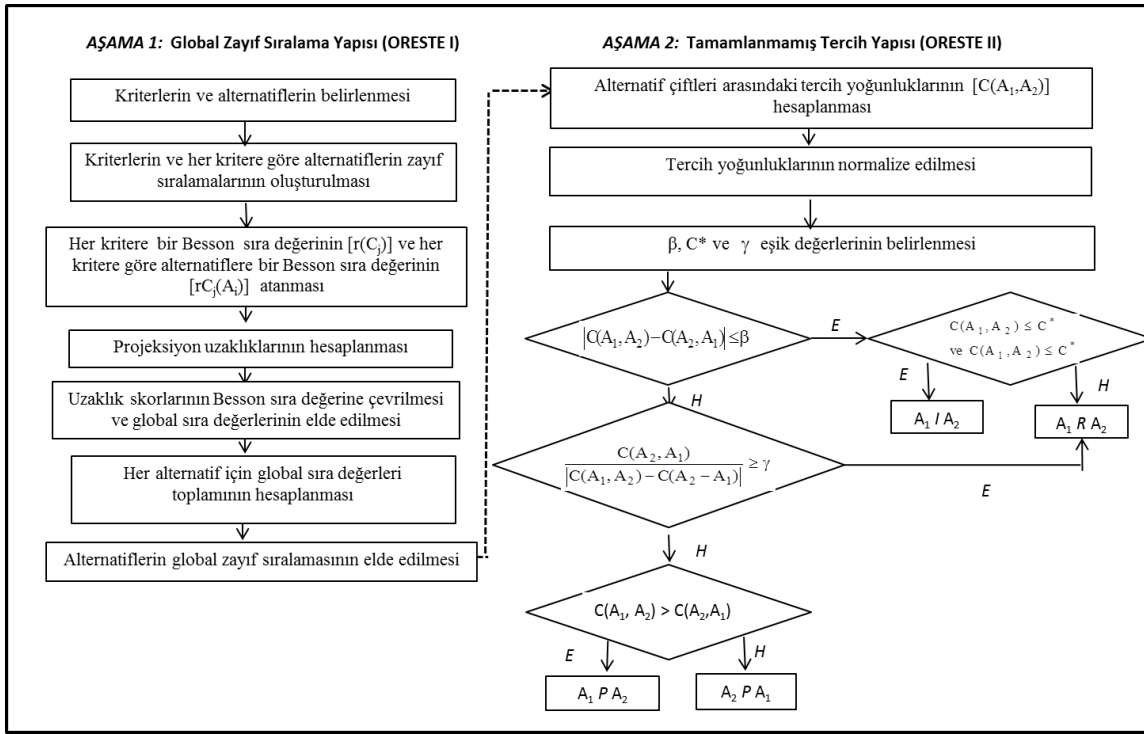
- Eğer $|C(A_1, A_2) - C(A_2, A_1)| \leq \beta$ ise, $C(A_1, A_2)$ ve $C(A_2, A_1)$ kontrol edilir.

Eğer $C(A_1, A_2)$ ve $C(A_2, A_1) \leq C^*$ ise, A_1 / A_2 'dir; aksi taktirde $A_1 R A_2$ 'dir.

- Eğer $|C(A_1, A_2) - C(A_2, A_1)| \geq \beta$ ise, $\frac{C(A_2, A_1)}{|C(A_1, A_2) - C(A_2, A_1)|}$ kontrol edilir.

Eğer $\frac{C(A_2, A_1)}{|C(A_1, A_2) - C(A_2, A_1)|} \geq \gamma$ ise, $A_1 R A_2$ 'dir. Aksi taktirde eğer $C(A_1, A_2) > C(A_2, A_1)$ ise $A_1 P A_2$; eğer $C(A_1, A_2) < C(A_2, A_1)$ ise $A_2 P A_1$ 'dir.

β ve γ , sırasıyla farksızlık ve karşılaştırılmazlık eşik değerleridir. C^* ise farksızlığı ve karşılaştırılmazlığı ayıran bir eşik değeridir. Yöntemde kullanılan β , C^* ve γ eşik değerleri rastgele olmayıp $\beta < 1 / [(m-1)n]$; $\gamma > (n-2) / 4$ ve $C^* < 1 / [2(m-1)]$ 'dir. β , C^* ve γ eşik değerleri ile ilgili detaylı bilgi için Pastijn ve Leysen (1989)'in çalışmasına bakılabilir. Alternatifler arasındaki son sıralama ilişkisinin elde edilmesi ile ORESTE yönteminin ikinci aşaması sona erer. Şekil 1, ORESTE yönteminin adımlarını özetlemektedir.



Şekil 1. ORESTE yönteminin adımları (Pastijn & Leysen, 2009)

4. Uygulama

Bu bölümde, QUALIFLEX ve ORESTE yöntemlerinin uygulanabilirliğini göstermek için Denizli'deki bir tekstil işletmesinin sigorta şirketi seçim problemi ele alınmıştır. Tekstil işletmesi, yöneticileri için otomobil satın almıştır. Otomobillerin modelleri ve özellikleri aynıdır. İşletme, yeni aldığı bu otomobillerini sigortalatmak istemektedir. Bu yüzden iyi bir sigorta şirketi araştırmaktadır. Satın alma departmanı, karar verici olarak bu iş ile ilgilenmektedir. İlk olarak, değerlendirme kriterleri C_1 (sigorta primi - TL), C_2 (sigorta kapsamı - TL), C_3 (uygulanan indirimler - %), C_4 (tanınırlık) ve C_5 (hizmet kalitesi) olarak belirlenmiştir. C_1 , C_2 ve C_3 kriterleri için veriler niceliksel iken C_4 ve C_5 kriterleri için veriler nitelikseldir. C_4 ve C_5 kriterleri için alternatifleri değerlendirirken 5'li ölçek (5: mükemmel, 4: çok iyi, 3: iyi, 2: kötü değil, 1: kötü) kullanılmıştır. Aynı zamanda C_1 minimize edilecek bir kriter iken; C_2 , C_3 , C_4 ve C_5 maksimize edilecek kriterlerdir. Bu kriterler dikkate alınarak, otomobiller için 4 farklı sigorta şirketi alternatifi belirlenmiştir ve bu sigorta şirketlerinden sigorta teklifleri alınmıştır. Bu tekliflerle oluşturulan karar matrisi Tablo 1'de görülmektedir.

	A_1	A_2	A_3	A_4
C_1	921,82	966,11	1.067,89	918,11
C_2	112.500	113.000	111.500	110.750
C_3	40	30	35	40
C_4	5	3	5	4
C_5	3	5	5	4

Tablo 1. Karar matrisi [Tuş Işık & Aytaç Adalı (2016)]

Tablo 1'deki verileri dikkate alarak, her bir kriter ile ilgili alternatiflerin sıralaması Tablo 2'de verilmiştir.

	A_1	A_2	A_3	A_4
C_1	2	3	4	1
C_2	2	1	3	4
C_3	1	3	2	1
C_4	1	3	1	2
C_5	3	1	1	2

Tablo 2. Alternatiflerin Sıralaması

4.1. QUALIFLEX Yöntemi

QUALIFLEX yöntemi, alternatiflerin tüm olası sıralamalarını içeren permütasyonları listelemek ile başlar. Bu problem için 4! permütasyon vardır. Permütasyonlardaki ">" işareti "tercih edilir" demektir. Permütasyonlar aşağıdaki gibidir:

$$\begin{array}{lll}
 P_1 = A_1 > A_2 > A_3 > A_4 & P_9 = A_2 > A_3 > A_1 > A_4 & P_{17} = A_3 > A_4 > A_2 > A_1 \\
 P_2 = A_1 > A_2 > A_4 > A_3 & P_{10} = A_2 > A_3 > A_4 > A_1 & P_{18} = A_3 > A_4 > A_1 > A_2 \\
 P_3 = A_1 > A_3 > A_2 > A_4 & P_{11} = A_2 > A_4 > A_1 > A_3 & P_{19} = A_4 > A_2 > A_3 > A_1 \\
 P_4 = A_1 > A_3 > A_4 > A_2 & P_{12} = A_2 > A_4 > A_3 > A_1 & P_{20} = A_4 > A_2 > A_1 > A_3 \\
 P_5 = A_1 > A_4 > A_2 > A_3 & P_{13} = A_3 > A_2 > A_1 > A_4 & P_{21} = A_4 > A_3 > A_2 > A_1 \\
 P_6 = A_1 > A_4 > A_3 > A_2 & P_{14} = A_3 > A_2 > A_4 > A_1 & P_{22} = A_4 > A_3 > A_1 > A_2 \\
 P_7 = A_2 > A_1 > A_3 > A_4 & P_{15} = A_3 > A_1 > A_2 > A_4 & P_{23} = A_4 > A_1 > A_2 > A_3 \\
 P_8 = A_2 > A_1 > A_4 > A_3 & P_{16} = A_3 > A_1 > A_4 > A_2 & P_{24} = A_4 > A_1 > A_3 > A_2
 \end{array}$$

Her alternatif çifti (A_i, A_j) için, uyum/uyumsuzluk indeksi $I_j^i(A_i, A_j)$, Eşitlik (3)-(4) kullanılarak hesaplanmıştır. Tablo 3'te sadece ilk permütasyon için uyum/uyumsuzluk indeksleri hesaplama sonuçları verilmiştir. Diğer permütasyonlar için de aynı hesaplamalar yapılmıştır.

P_1	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
$I_j^i(A_1, A_2)$	1	-1	1	1	-1
$I_j^i(A_1, A_3)$	1	1	1	0	-1
$I_j^i(A_1, A_4)$	-1	1	0	1	-1
$I_j^i(A_2, A_3)$	1	1	-1	-1	0
$I_j^i(A_2, A_4)$	-1	1	-1	-1	1
$I_j^i(A_3, A_4)$	-1	1	-1	1	1

Tablo 3. İlk permütasyon için uyum/uyumsuzluk indeksleri

Bu çalışmada ağırlıklı uyum/uyumsuzluk indekslerini hesaplamak için gerekli olan kriter ağırlıkları, karar vericiler tarafından doğrudan değerlendirme yoluyla belirlenmiştir. Her kritere atanan değerlerin normalize edilmesi ile Tablo 4'te verilen ağırlıklar bulunmuştur. Doğrudan değerlendirme, her bir kritere 1 ile 5 arasında bir değer atayarak yapılmıştır. 1, "en az önemli" ve 5, "en önemli" anlamına gelmektedir. Daha sonra

ağırlıklı uyum/uyumsuzluk indeksleri Eşitlik (5) kullanılarak hesaplanmıştır. İlk permütasyon için ağırlıklı uyum/uyumsuzluk indeksleri Tablo 5'teki gibidir.

Kriterler	Atanan Ağırlıklar	Kriter ağırlıkları
C_1	5	0,25
C_2	5	0,25
C_3	3	0,15
C_4	4	0,20
C_5	3	0,15

Tablo 4. Kriter ağırlıkları

	$I_1^1(A_i, A_{i'})$	$I_2^1(A_i, A_{i'})$	$I_3^1(A_i, A_{i'})$	$I_4^1(A_i, A_{i'})$	$I_5^1(A_i, A_{i'})$
P_1	0	1	-0,15	0,20	-0,15

Tablo 5. İlk permütasyon için ağırlıklı uyum/uyumsuzluk indeksleri

Son olarak P_1 permütasyonu için genel uyum/uyumsuzluk indeksi Eşitlik (6) kullanılarak hesaplanmıştır ve sonuçlar, Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'ya göre, dördüncü permütasyon (P_4) en yüksek indeks değerine sahiptir. Bu nedenle optimal permütasyon P_4 'tür. P_4 ; $A_1 > A_3 > A_4 > A_2$ sıralamasını temsil eder ve dolayısıyla A_1 en iyi alternatiftir.

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
I^1	0,9	0,5	0,6	1	0,9	0,6	0,5	0,1
	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{15}	P_{16}
I^1	-0,5	-0,6	0	-1	-0,8	-0,9	-0,4	0
	P_{17}	P_{18}	P_{19}	P_{20}	P_{21}	P_{22}	P_{23}	P_{24}
I^1	-0,5	-0,1	-0,6	0,4	-1,6	-0,5	0,8	0,5

Tablo 6. Tüm permütasyonlar için genel uyum/uyumsuzluk indeksleri

4.2. ORESTE Yöntemi

4.2.1. Global Zayıf Sıralama Yapısının Elde Edilmesi (ORESTE I)

ORESTE yöntemi, kriterlerin görece önemini gösteren kriterlerin zayıf sıralamasını belirlemekle başlar. Kriterlerin zayıf sıralaması aşağıdaki gibidir:

$$C_1 \mid C_2 \mid C_4 \mid C_3 \mid C_5$$

Her bir kriterle göre alternatiflerin zayıf sıralaması ise aşağıdaki gibidir:

$$C_1 : A_4 \mid A_1 \mid A_2 \mid A_3$$

$$C_2 : A_2 \mid A_1 \mid A_3 \mid A_4$$

$$C_3 : A_1 \mid A_4 \mid A_3 \mid A_2$$

$$C_4 : A_1 \mid A_3 \mid A_4 \mid A_2$$

$$C_5 : A_2 \mid A_3 \mid A_4 \mid A_1$$

Her kriter ve her bir kritere göre alternatifler için Besson sıra değerleri elde edilmiştir ve bunlar sırasıyla Tablo 7 ve Tablo 8'deki gibidir.

Kriterler	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Besson sıra değeri	1,5	1,5	4,5	3	4,5

Tablo 7. Kriterlerin Besson Sıra Değerleri

Kriterler	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
C ₁	2	3	4	1
C ₂	2	1	3	4
C ₃	1,5	4	3	1,5
C ₄	1,5	4	1,5	3
C ₅	4	1,5	1,5	3

Tablo 8. Alternatiflerin Besson Sıra Değerleri

İlgili projeksiyon uzaklıkları, Eşitlik (7) ile hesaplanmış ve Tablo 9'da gösterilmiştir. Bu çalışmada R değeri, 1 olarak alınmış ve projeksiyon uzaklığı hesaplamasında, ortalama sıra yöntemi kullanılmıştır.

Kriterler	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
C ₁	1,75	2,25	2,75	1,25
C ₂	1,75	1,25	2,25	2,75
C ₃	3	4,25	3,75	3
C ₄	2,25	3,5	2,25	3
C ₅	4,25	3	3	3,75

Tablo 9. Alternatiflerin Projeksiyon Uzaklıkları

Tablo 9'daki projeksiyon uzaklıkları küçükten büyüğe doğru sıralanmış ve buldukları konuma göre Besson sıra değeri verilerek Tablo 10'daki global sıra değerleri elde edilmiştir. Son olarak, alternatifler için global sıra değerlerinin toplamı hesaplanmış ve bu toplamlar küçükten büyüğe doğru sıralanarak son sıralama elde edilmiştir. Tablo 10'a göre alternatiflerin sıralaması $A_1 > A_3 > A_4 > A_2$ şeklindedir. Elde edilen sıralama, QUALIFLEX yöntemi ile elde edilen sıralama ile aynı olup A_1 en iyi alternatiftir.

Kriterler	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
C ₁	3,5	6,5	9,5	1,5
C ₂	3,5	1,5	6,5	9,5
C ₃	13	19,5	17,5	13
C ₄	6,5	16	6,5	13
C ₅	19,5	13	13	17,5
Toplam	46	56,5	53	54,5

Tablo 10. Global Sıra Değerleri

4.2.2. Tamamlanmamış Tercih Yapısının Elde Edilmesi (ORESTE II)

Bu aşamada öncelikle alternatiflerin tercih yoğunlukları hesaplanmış ve normalizasyon için üst sınıra bölünmüştür. Normalize edilmiş tercih yoğunlukları Tablo 11'de gösterilmektedir.

Alternatifler	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
A ₁	0,000	0,253	0,180	0,167
A ₂	0,113	0,000	0,107	0,167
A ₃	0,087	0,153	0,000	0,187
A ₄	0,053	0,193	0,167	0,000

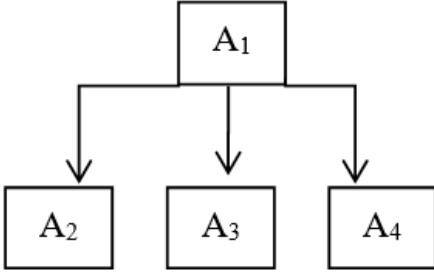
Tablo 11. Normalize edilmiş tercih yoğunlukları

Bu çalışmada eşik değerleri $\beta = 0,02$, $C^* = 0,05$ ve $\gamma = 2,5$ olarak belirlenmiştir. IPR esasları uygulandıktan sonra, seçim probleminin son sıralama ilişki matrisi (Tablo 12) ve IPR (Farksızlık Tercih Karşılaştırılmazlık) yapısı (Şekil 2) elde edilmiştir. Tablo 12'de

, iki alternatif arasındaki farksızlığı, ">", satır alternatifinin sütun alternatifine tercih edildiğini, "<", sütun alternatifinin satır alternatifine tercih edildiğini ve R de iki alternatifin karşılaştırılamazlığını göstermektedir. Sonuçlara göre A_1 alternatifinin seçileceği açıktır.

	A_1	A_2	A_3	A_4
A_1	I	>	>	>
A_2	<	I	R	R
A_3	<	R	I	R
A_4	<	R	R	I

Tablo 12. Son Sıra İlişki Matrisi



Şekil 2. İPR Yapısı

Sonuç

İşletmeler, ortaya çıkabilecek olası risklere karşı kendilerini korumak için sigorta yaptırmak istemektedir. Doğru sigorta şirketini seçmek, birbiriyle çelişen kriterlerden dolayı hem zor hem de zaman alıcı bir iştir. Bu çalışmada, bir tekstil işletmesinin sigorta şirketi seçim problemi, bu kararı etkileyen önemli kriterleri dikkate alarak değerlendirilmiş ve sıralama yöntemlerinden QUALIFLEX ve ORESTE yöntemleri uygulanmıştır.

QUALIFLEX yöntemi karar vericilere bazı avantajlar sağlamaktadır. Öncelikle QUALIFLEX yöntemi, matematiksel olarak karmaşık değildir. Bu yüzden kolay anlaşılır ve uygulanabilir. Hem niceliksel hem de niteliksel veriyi dikkate aldığından esnektir. Kriter sayısı alternatif sayısını aşan problemler için uygundur (Chen vd., 2013). Fakat alternatif sayısı arttıkça permütasyon sayısı artar. Bu durumda hesaplama süreci zaman alıcı ve sıkıcı olur. Bu, yöntemin temel dezavantajıdır. Ancak QUALIFLEX yönteminin adımlarını uygulayan bir yazılım geliştirerek bu durumun üstesinden gelinebilir.

ORESTE yönteminin seçim problemine uygulanması da işletmeye bazı avantajlar sağlar. İlk olarak bu yöntemi teknik parametreler açısından anlamak ve uygulamak kolaydır. Kriter ağırlıkları ve alternatifler için sayısal veri gerekli değildir, diğer bir deyişle yöntem için sayısal veriye ihtiyaç yoktur. Hem niceliksel hem de niteliksel kriterler dikkate alınabilir. Yöntem oldukça esnektir. Eğer kriter ve alternatiflerin sıralaması değişirse, karar verici sonuçtaki değişiklikleri gözlemleyebilir. Eğer değerlendirme kriterleri ve alternatifleri değişmezse ve bunların zayıf sıralamaları değişirse o zaman karar verici yöntemi kolay bir şekilde güncelleyebilir. Yöntemde kullanılan eşik değerleri rastgele değildir. Bu yüzden bu durum, karar vericilere sıralamayı kolay bir şekilde yorumlamada yardım eder. Yöntemin ayırım gücü, birbiriyle

çelişen alternatifler bakımından güçlüdür ve karar vericiler alternatiflerin karşılaştırılmazlıklarını dikkate alabilir.

Bu çalışma, sigorta şirketi seçim problemi için QUALIFLEX VE ORESTE yöntemlerinin etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Sonraki çalışmalarda, aynı seçim problemi için kriter ve alternatif sayısı değişebilir. Kriterlerin ağırlıkları farklı ağırlıklandırma yöntemleri ile elde edilebilir. Projeksiyon uzaklıkları hesaplanırken farklı R değerleri kullanılabilir ve sıralama sonuçları arasındaki farklılıklar tartışılabilir. Değerlendirme kriterleri sayısı, alternatifler ve bunların zayıf sıralamaları işletmenin ihtiyaçlarına göre değişebilir. Alternatiflerin sıralaması için farklı ÇKKV yöntemleri uygulanabilir ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Bu yöntemler farklı seçim problemlerine uygulanabilir. Bu yöntemlerin bulanık uzantısı aynı probleme ya da diğer seçim problemlerine uygulanabilir.

Kaynakça

- Akhisar, I. (2014). Performance ranking of Turkish insurance companies: the ANP application. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 6 (11), 1-13.
- Alenjagh, R. S. (2013). Performance evaluation and ranking of insurance companies in Tehran Stock Exchange by financial ratios using ANP and PROMETHEE. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 2 (3), 3478-3486.
- Alinezhad, A. & Esfandiari, N. (2012). Sensitivity analysis in the QUALIFLEX and VIKOR methods. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 5(10), 29-34.
- Amiri, M., Mazloumi, N. & Hejazi, M. (2011). Application of balanced scorecards and VIKOR in rating of insurance companies. *Seasonal of Insurance Investigation*, 26(2), 115-144.
- Chatterjee, P. & Chakraborty, S. (2013) "Advanced Manufacturing Systems Selection Using ORESTE Method" *Int. J. Advanced Operations Management*, 5 (4), 337 - 361.
- Chatterjee, P. & Chakraborty, S. (2014) "Flexible Manufacturing System Selection Using Preference Ranking Methods: A Comparative Study" *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 5, 315-338.
- Chen, T. Y. & Tsui, C. W. (2012). Intuitionistic fuzzy QUALIFLEX method for optimistic and pessimistic decision making. *Advances in information Sciences and Service Sciences(AISS)*, 4 (14), 219-226.
- Chen, T. Y., Chang, C. H., & Lu, J. R. (2013). The extended QUALIFLEX method for multiple criteria decision analysis based on interval type-2 fuzzy sets and applications to medical decision making. *European Journal of Operational Research*, 226, 615-625.
- Delhaye, C., Teghem, J. & Kunsch, P. (1991) "Application of the ORESTE Method to a Nuclear Waste Management Problem", *International Journal of Production Economics*, 24, 29-39.
- Dinçer, S.E. (2011) "The Structural Analysis of Key Indicators of Turkish Manufacturing Industry: ORESTE and MAPPAC Applications", *European Journal of Scientific Research*, 60(1), 6-18.
- Doumpos, M., Gaganis, C. & Pasiouras, F. (2012). Estimating and explaining the financial performance of property and casualty insurers: A two-stage analysis. *Journal of CENTRUM Cathedra: The Business and Economics Research Journal*, 5(2), 155-170.
- Eliseo V. Ana, Jr. (2009) "Sewer Asset Management – Sewer Structural Deterioration Modeling and Multicriteria Decision Making in Sewer Rehabilitation Projects Prioritization", *Doctorate Thesis, Vrije University, Department of Hydrology and Hydraulic Engineering, Amsterdam.*
- Eroğlu, E., Yıldırım, B. F., Özdemir, M. (2014) "Çok Kriterli Karar Vermede ORESTE Yöntemi ve Personel Seçiminde Uygulanması" *Yönetim Dergisi*, 76, 81-95.
- Fasanghari, M., Mohamedpour, M. & Mohamedpour, M. A. (2009) "A Novel Method Combining ORESTE, Fuzzy Set Theory, and TOPSIS Method for Ranking the Information and Communication Technology Research Centers of Iran", *Sixth International Conference on Information Technology: New Generations.*

- Jafari, H. (2013) "Identification and Prioritization of Grain Discharging Operations Risks by Using ORESTE Method" *American Journal of Public Health Research*, 1 (8), 214-220.
- Jafari, H., Noshadi, E. & Khosheghbal, B. (2013), "Ranking Ports Based on Competitive Indicators by Using ORESTE Method", *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4 (6), 1492-1498.
- Khodamoradi, S., Safari, A. & Rahimi, R. (2014). A hybrid multi-criteria model for insurance companies rating. *International Business Research*, 7(6), 150-163.
- Kirkbesoglu, E., McNeill, J. & Ozder, E. H. (2015). An Evaluation of the effectiveness of insurance organizations at providing information to policyholders: a cross-cultural comparison between United Kingdom & Turkey, *International Business Research*, 8(9), 35-46.
- Leeneer, I. & Pastijn, H. (2002) "Selecting Land Mine Detection Strategies by Means of Outranking Mcdm Techniques" *European Journal of Operational Research*, 139, 327-338.
- Martel, J.M. & Matarazzo, B. (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. Other outranking approaches*, Springer Science + Business Media, Inc., 199-201.
- Mayer, D., Warner, D. M., Siedel, G.J. & Lieberman, J. K. (2012). *Legal Basics for Entrepreneurs*. Retrieved from <http://2012books.lardbucket.org/>
- Paelinck, J.H.P. (1976). Qualitative multiple criteria analysis, environmental protection and multiregional development. *Papers of the Regional Science Association*, 36, 59-74.
- Paelinck, J.H.P. (1977). Qualitative multicriteria analysis: an application to airport location. *Environment and Planning*, 9(8), 883-895.
- Paelinck, J.H.P. (1978). QUALIFLEX: a flexible multiple - criteria method. *Economics Letters*, 1(3), 193-197.
- Pastijn H. & Leysen J. (1989) "Constructing an Outranking Relation with ORESTE" *Mathematical and Computer Modelling: An International Journal*, 12(10-11), 1255-1268.
- Pastijn, H. & Leysen, J. (2009) "Using an Ordinal Outranking Method Supporting the Acquisition of Military Equipment", RTO-MP-SAS-080 - *Decision Support Methodologies for Acquisition of Military Equipment*, Royal Military Academy Brussels (Belgium).
- Sehhat, S., Taheri, M. & Sadeh, D. H. (2015). Ranking of insurance companies in Iran using AHP and TOPSIS techniques. *American Journal of Research Communication*, 3(1), 51-60.
- Tadesse, F. (2014). *Insurance selection decision: Factors that influence the choice of insurance services in selected insurance companies*. A master thesis in Jimma University.
- Vaughan, E. J. & Vaughan, T. M. (2008). *Fundamentals of Risk and Insurance*. United States of America : John Wiley & Sons, Inc.
- Wang, J. C., Tsao, C. Y. & Chen, T. Y. (2015). A likelihood-based QUALIFLEX method with interval type-2 fuzzy sets for multiple criteria decision analysis. *Soft Computing*, 19, 2225-2243.
- Xue, Y. X., You, J. X., Zhao, X. & Liu, H. C. (2016). An integrated linguistic MCDM approach for robot evaluation and selection with incomplete weight information. *International Journal of Production Research*, DOI: 10.1080/00207543.2016.1146418
- Yücenur, G. N. & Demirel, N. Ç. (2012). Group decision making process for insurance company selection problem with extended VIKOR method under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3702-3707.
- Žak, J. (2005) "The Comparison of Multiobjective Ranking Methods Applied to Solve the Mass Transit Systems' Decision Problems" *Proceedings of the 10th Jubilee Meeting of the EURO Working Group on Transportation*, Poznan, September 13-16, Poznan University of Technology Publishers, Poznan, pp. 184-193.
- Zhang, X. & Xu, Z. (2015). Hesitant fuzzy QUALIFLEX approach with a signed distance-based comparison method for multiple criteria decision analysis. *Expert Systems with Applications*, 42, 873-884.
- Zhang, Z. (2015). Multi-criteria decision-making using interval-valued hesitant fuzzy QUALIFLEX methods based on a likelihood-based comparison approach. *Neural Comput & Applic*, DOI 10.1007/s00521-015-2156-9