



Received : June 29, 2016  
Accepted : August 08, 2016  
Published Online : September 27, 2016

AJ ID: 2016.04.02.OR.03  
DOI : 10.17093/aj.2016.4.2.5000194528

## Personnel Selection In Health Sector with EVAMIX and TODIM Methods

Esra Aytaç Adalı | Business Administration Department, Pamukkale University, Turkey, [eyatac@pamukkale.edu.tr](mailto:eyatac@pamukkale.edu.tr)

### ABSTRACT

Nowadays human is the most important factor that affects the success of production and service companies. Different jobs and positions exist within the structure of the companies require different knowledge, talent and personality characteristics. In this manner operating efficiently and productively is affected by the selection of proper personnel to these jobs and positions. In the personnel selection process there are many criteria that the companies consider. These types of problems may be solved by Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods. In this study the nurse selection problem of a private hospital is handled and this problem is solved by EVAMIX (EVALuation of MIXed Data) and TODIM (Iterative Multi Criteria Decision Making) methods which are MCDM methods. At the end of the study ranking order of nurse alternatives is provided to the hospital management after performing necessary operations and results are compared.

### Keywords:

EVAMIX (EVALuation of MIXed Data), TODIM (Iterative Multi Criteria Decision Making), Nurse selection

## EVAMIX ve TODIM Yöntemleri İle Sağlık Sektöründe Personel Seçimi

### ÖZET

Günümüzde üretim ve hizmet işletmelerinin başarısını etkileyen faktörlerin başında insan gelmektedir. İşletmelerin yapısında yer alan farklı işler ve pozisyonlar; farklı bilgiyi, yeteneği ve kişilik özelliklerini gerektirmektedir. Bu durumda işletmelerin etkin ve verimli şekilde faaliyet göstermesi, bu işlere ve pozisyonlara uygun personelin seçiminden oldukça etkilenmektedir. Personel seçim sürecinde işletmelerin dikkate alması gereken birçok kriter bulunmaktadır. Bu seçime ilişkin problem, literatürde önerilen Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile çözülebilmektedir. Bu çalışmada özel bir hastanenin hemşire seçim problemi dikkate alınmış ve bu problem, ÇKKV yöntemlerinden EVAMIX (EVALuation of MIXed Data) ve TODIM (Iterative Multi Criteria Decision Making) yöntemleri ile çözülmüştür. Çalışmanın sonunda hastane yönetimine, bu yöntemlerden elde edilen hemşire adaylarına ilişkin sıralamalar sunulmuş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

### Anahtar Kelimeler:

EVAMIX (EVALuation of MIXed Data), TODIM (Iterative Multi Criteria Decision Making), Hemşire seçimi



## 1. Giriş

Günümüzün rekabet ortamında işletmeler, ayakta kalabilmek için sürekli gelişim ve değişim içindedir. Bunu sağlayabilmenin bir yolu ise doğru personel seçimidir. Personel seçimi, bir iş için aranan pozisyonlara doğru kişinin bulunmasına ilişkin bir süreçtir. Bu süreç, hem işletmeler hem de işe alınan personel için önemlidir. İşe alınan uygun bir personelin, kişisel anlamda rahat ve işe katılımının yüksek; işletmelerin ise daha üretken olacağı düşünülmektedir (Roy vd., 2012).

Hizmet işletmelerinden biri olan hastanelerde, hemşirelerin seçimi oldukça önemlidir. Hemşireler, bireylerin sağlığına ilişkin eğitim alıp hastalıkların tedavisinden ve toplumun sağlığının geliştirilmesinden sorumlu olan kişilerdir (Akcan vd., 2006). Bu anlamda hemşireler, hastanelere başvuran hastaların tanılarının ve tedavilerinin doğru ve eksiksiz bir şekilde yapılmasından sorumludur (Adıgüzel vd., 2011). Hemşirelerin bahsedilen bu temel sorumluluğunun yanında zaman içinde rollerinde de değişiklikler olmuştur. Günümüzde profesyonel bir hemşireden beklenenler; bakım verici, tedavi edici, koruyucu, eğitici, işbirlikçi, danışman, savunucu, bakımın yöneticisi ve araştırmacı rollerini üstlenmesidir (Akcan vd., 2006). Sayılan bu rolleri üstlenen hemşirelerin seçimi, bir hastane yönetimi için kritik bir öneme sahip olup yanlış hemşire seçimi; hastaneden hizmet alan hastaların ve yakınlarının memnuniyetsizliğine, şikâyetlerine ve hastaların sağlığında geri dönüşü mümkün olmayan hatalara yol açmaktadır (Turan ve Turan, 2016). Bu sebeple bu seçimin, bilimsel yöntemler ile yapılması gerekmektedir. Hastane yönetiminin hemşire seçiminde dikkate aldığı birçok ve birbirleriyle çelişen kriterler bulunmaktadır. Bu anlamda hemşire seçim probleminin çözümü, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile yapılabilir. Literatürde hemşire seçim problemine ilişkin çalışmaların sayısı oldukça azdır. Tavana vd. (1996) hemşire seçimini etkileyen ana kriterleri; yönetim becerileri, kişisel özellikler ve deneyim olmak üzere üçe ayırmıştır. Yazarlar, ana kriterlerin alt kriterlerini de tanımlayarak Delphi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemlerine dayalı bir hemşire seçim problemini çözmüştür. Liu vd. (2015), bir hastanede hemşire seçim probleminin çözümünde aralıklı iki boyutlu dilsel gösterime dayanan VIKOR yönteminin kullanımını önermiştir. Turan ve Turan (2016), hemşire seçimini etkileyen kriterleri belirlemiş ve bu kriterlerin ağırlıklarını, AHP yöntemi ile hesaplamıştır. Yapılan literatür taraması ile ÇKKV yöntemlerinden EVAMIX (EVALuation of MIXed Data) ve TODIM (Iterative Multi Criteria Decision Making) yöntemlerinin bir arada kullanılmadığı ve yöntemlerin hemşire seçim probleminin çözümünde uygulanmadığı görülmüştür.

EVAMIX yöntemi, niteliksel ve niceliksel veriler içeren bir karar problemindeki alternatifleri birbirleri ile karşılaştırarak baskınlık skorları elde etmekte ve bu skorlara göre alternatifleri sıralamaktadır (Chatterjee vd., 2011). TODIM yöntemi ise beklenti teorisinin fonksiyonunu kullanmakta ve bir alternatifin diğer alternatife olan baskınlığını hesaplayarak alternatiflere ilişkin bir sıralama elde etmektedir (Gomes ve Rangel, 2009). Çalışmada bu iki yöntemin seçilmesinin sebebi, seçim problemine ilişkin aynı karar matrisini kullanması ve seçim kriterlerinin ağırlıklarına ihtiyaç duymasıdır. Ayrıca her iki yöntem de alternatifleri, her kriter altında ikili bir şekilde karşılaştırmakta ve alternatif çiftlerine ilişkin baskınlık skorlarına dayalı bir değerlendirme skoru elde etmektedir.

Denizli’de faaliyet gösteren bir özel hastanenin hemşire seçim probleminin EVAMIX ve TODIM yöntemleri ile çözüldüğü ve aranılan kriterlere en uygun hemşirenin belirlendiği bu çalışma, üç bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk iki bölümünde EVAMIX ve TODIM yöntemlerine değinilmiş, yöntemlere ilişkin tanımlamalar, literatür taraması ve yöntemlerin uygulama adımları anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, yöntemlerin hemşire seçim probleminde kullanımına ilişkin uygulamaya yer verilmiştir. Sonuç bölümünde ise uygulama sonuçları verilmiş, gelecek çalışmalara ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

## 2. EVAMIX Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan EVAMIX (*EVALuation of MIXed Data*) yöntemi, ilk olarak Voogd (1982, 1983) tarafından ortaya atılmış daha sonra Nijkamp vd. (1990), Martel ve Matarazzo (2005) tarafından geliştirilmiştir (Hajkowicz ve Higgins, 2008; Tuş Işık ve Aytaç Adalı, 2016). Genel olarak yöntem, bir alternatife diğer alternatiflere olan baskınlık skorunun kriter bazında hesaplanmasına dayanmaktadır (Chatterjee vd., 2014). Bu anlamda ele alınan problemdeki kriterlerin, içerdiği veriye göre niteliksel ve niceliksel olarak ayrılmasından sonra yöntemde alternatifler, ikili bir şekilde karşılaştırılır. Her alternatif çifti için baskınlık skorları, niteliksel ve niceliksel veriler içeren kriterler bazında ayrı ayrı hesaplanır. Başka bir deyişle alternatifler arasındaki farklar, niteliksel ve niceliksel kriterlere ilişkin baskınlık skorları olarak ifade edilir (De Montis vd., 2005). Kriter bazında hesaplanan bu baskınlık skorlarının bir araya getirilmesi ile her alternatif için genel bir değerlendirme skoru elde edilir ve bu skorların değerlerine göre alternatiflere ilişkin bir sıralama oluşturulur (Hinloopen vd., 2004; Chatterjee ve Chakraborty, 2013). Bu anlamda baskınlık skorlarına dayalı olarak alternatiflere ilişkin bir sıralamanın oluşturulması, EVAMIX yönteminin temel amacıdır. EVAMIX yönteminin aynı amacı taşıyan diğer ÇKKV yöntemlerinden en önemli farkı, hem niteliksel hem niceliksel verileri içeren karar matrisli problemleri ele alabilmesi ve bu verileri işleyerek sonuca ulaşabilmesidir (Chatterjee ve Chakraborty, 2014).

Literatürde EVAMIX yöntemini farklı seçim problemlerine uygulayan çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Qureshi vd. (1999) ağırlıklı toplam, beklenen değer ve EVAMIX yöntemleri ile çevre ve doğal kaynak yönetimine ilişkin bir model kurmuştur. Maimone (2001), su kaynakları projelerini EVAMIX yöntemi ile sıralamıştır. Hajkowicz ve Higgins (2008), su yönetimi karar problemini ağırlıklı toplam, değer aralığı, PROMETHEE II, EVAMIX ve uzlaşık programlama yöntemleri ile ele almıştır. Chung ve Lee (2009), Kore şehir havzalarındaki hidrolojik hassasiyeti sıralamak için potansiyel sel zararına, potansiyel akarsu akım tükenmesine, potansiyel su kalitesi bozulmasına ve havza değerlendirmesine ilişkin indeksler tanımlamıştır. Bu indekslerin sıralamasını; karma programlama, uzlaşık programlama, ELECTRE II, Regime ve EVAMIX yöntemlerini kullanarak yapmıştır. Andalecio (2010), Filipinler’de belediye tarafından önerilen yedi farklı balıkçılık yöntemi stratejilerini, belirlenen kriterler altında uyum analizi, Regime ve EVAMIX yöntemleri ile değerlendirmiştir. Chatterjee vd. (2011), karmaşık malzeme seçim probleminde COPRAS ve EVAMIX yöntemlerini kullanmıştır. Dosal vd. (2012), yeniden dönüşüm işletmeleri için yer seçiminde EVAMIX, ağırlıklı toplam, ELECTRE II ve Regime yöntemlerini kullanmıştır. Chatterjee ve Chakraborty (2013) geleneksel olmayan imalat sürecinin seçiminde EVAMIX yöntemini uygulamıştır. Cerreta ve Malangone (2013), Amalfi’de bulunan Valle dei Mulini için tanımladıkları dönüşüm

stratejilerini EVAMIX ve ANP yöntemleri ile değerlendirmiştir. Darji ve Rao (2013), uygun malzeme seçimi için AHP ve EVAMIX yöntemlerini kullanmıştır. Darji ve Rao (2014), şeker endüstrisinde malzeme seçim problemini geliştirilmiş TODIM, ARAS, OCRA ve EVAMIX yöntemleri ile çözmüştür. Chatterjee ve Chakraborty (2014), EVAMIX'in de içinde bulunduğu altı ÇKKV yöntemi ile bir üretim işletmesi için en iyi esnek üretim sistemini seçmiştir. Ebrahim ve Abolfazl (2014), Gorganrood nehri sel yönetim projesindeki altı sel yönetim ölçümünü AHP ve EVAMIX yöntemleri ile değerlendirmiştir. Chatterjee vd. (2014) endüstriyel robot seçim problemini EVAMIX ve geliştirilmiş PROMETHEE II (EXPROM2) yöntemleri ile çözmüş ve sonuçlarını karşılaştırmıştır. Sohrabi ve Nematı (2015), yolsuzluk karşıtı beş yaklaşımı EVAMIX yöntemi ile sıralamıştır (Tuş Işık ve Aytaç Adalı, 2016). Tuş Işık ve Aytaç Adalı (2016), Garcia-Alcaraz vd. (2016) tarafından ele alınan ve TOPSIS yöntemi ile çözülen traktör seçim problemini dikkate almıştır. Bu problemi, EVAMIX ve COPRAS yöntemleri ile yeniden çözerek üç yöntemden elde edilen sıralama sonuçlarını, Borda ve Copeland yöntemleri ile değerlendirmiştir.

EVAMIX yönteminin uygulanmasına ilişkin adımlara geçmeden önce ele alınan problemde  $m$  adet alternatifin  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) ve  $n$  adet kriterin  $C_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) olduğu varsayılmaktadır. Buna göre yöntemin uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Voogd, 1982; Hajkowicz ve Higgins, 2008; Chatterjee ve Chakraborty, 2013, 2014; Tuş Işık ve Aytaç Adalı, 2016):

**1. Adım:** Öncelikle problemdeki kriterler, niteliksel ve niceliksel veri içermelerine göre ikiye ayrılır. Başka bir deyişle niteliksel kriter kümesi ( $O$ ) ve niceliksel kriter kümesi ( $C$ ) belirlenir. Daha sonra problemdeki tüm veriyi içeren ve karar matrisi ( $X$ ) adı verilen başlangıç matrisi oluşturulur.

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

Karar matrisindeki  $x_{ij}$  elemanı,  $i$ . alternatifin  $j$ . kriter altındaki performans değerini göstermektedir.

**2. Adım:** Doğrusal normalizasyon yöntemi ile karar matrisi normalize edilir. Normalizasyon işlemleri, fayda ve maliyet kriterleri için sırasıyla Eşitlik (2) ve Eşitlik (3)'te görüldüğü gibi ayrı ayrı yapılır:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}, \quad (i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}, \quad (i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

Bu formüllerde yer alan  $r_{ij}$ ,  $i$ . alternatifin  $j$ . kriter altındaki normalize edilmiş performans değerini göstermektedir.

**3. Adım:** Problemdeki alternatif çiftleri belirlenir ve birbirleri ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırma, tüm kriterler altında alternatiflerin performans değerleri arasındaki farka bakılarak gerçekleştirilir. Başka bir deyişle problemdeki tüm kriterler dikkate

alınarak Eşitlik (4) ve Eşitlik (6) ile  $A_i$  alternatifinin  $A_i$  alternatifine niteliksel baskınlık skoru ( $\alpha_{ii'}$ ) ve niceliksel baskınlık skoru ( $\gamma_{ii'}$ ) hesaplanır. Eşitlik (4)'te yer alan  $\text{sgn}(r_{ij} - r_{ij'})$  ifadesi, Eşitlik (5) ile hesaplanmaktadır.

$$\alpha_{ii'} = \left[ \sum_{j \in O} \{w_j \text{sgn}(r_{ij} - r_{ij'})\}^c \right]^{1/c} \quad (4)$$

$$\text{sgn}(r_{ij} - r_{ij'}) = \begin{cases} +1, & r_{ij} > r_{ij'} \text{ ise} \\ 0, & r_{ij} = r_{ij'} \text{ ise} \\ -1, & r_{ij} < r_{ij'} \text{ ise} \end{cases} \quad (5)$$

$$\gamma_{ii'} = \left[ \sum_{j \in C} \{w_j (r_{ij} - r_{ij'})\}^c \right]^{1/c}, \quad c = 1, 3, 5, \dots \quad (6)$$

Burada  $w_j$ ,  $j$ . kriterin ağırlığını (önem derecesini) göstermekte olup ağırlıklar, literatürde önerilen farklı ağırlık yöntemleri ile bulunabilmektedir. Formüllerde yer alan  $c$ , ölçekleme parametresi olup, ağırlığı düşük olan kriterlerden kaynaklanan farkların etkilerini azaltmak için kullanılmaktadır.  $c=1,3,5..$  gibi pozitif tek sayılardan seçilebilmektedir. Eğer kriter ağırlıkları tutarlı bir şekilde atandıysa Voogd (1982) tarafından  $c=1$  olarak alınması önerilmektedir.

**4. Adım:** Farklı birimlerde ifade edilen niteliksel ve niceliksel baskınlık skorlarını birimlerinden arındırmak ve karşılaştırılabilir hale getirmek için standardize edilmiş baskınlık skorları hesaplanır. Bunun için literatürde önerilmiş yöntemler bulunmaktadır. Bu çalışmada Martel and Matarazzo (2005) tarafından önerilen toplamsal aralık yöntemi kullanılmıştır. Buna göre Eşitlik (7) ve Eşitlik (8) ile sırasıyla standardize edilmiş niteliksel baskınlık skoru ( $\delta_{ii'}$ ) ve standardize edilmiş niceliksel baskınlık skoru ( $d_{ii'}$ ) hesaplanır:

$$\delta_{ii'} = \frac{\alpha_{ii'} - \alpha^-}{\alpha^+ - \alpha^-} \quad (7)$$

$$d_{ii'} = \frac{\gamma_{ii'} - \gamma^-}{\gamma^+ - \gamma^-} \quad (8)$$

Formüllerde yer alan  $\alpha^+$  ve  $\alpha^-$ , alternatif çifti ( $A_i, A_{i'}$ ) için en yüksek ve en düşük niteliksel baskınlık skorunu gösterirken;  $\gamma^+$  ve  $\gamma^-$  ise alternatif çifti ( $A_i, A_{i'}$ ) için en yüksek ve en düşük niceliksel baskınlık skorunu göstermektedir.

**5. Adım:** Niteliksel ve niceliksel kriterlerin ağırlıkları da dikkate alınarak standardize edilmiş baskınlık skorları toplanır ve her alternatif çifti için genel baskınlık skoru ( $D_{ii'}$ ) elde edilir:

$$D_{ii'} = w_O \delta_{ii'} + w_C d_{ii'} \quad (9)$$

Burada  $w_O$ , niteliksel kriterlere atanan ağırlık toplamını ( $w_O = \sum_{j \in O} w_j$ );  $w_C$  ise

niceliksel kriterlere atanan ağırlık toplamını ( $w_C = \sum_{j \in C} w_j$ ) göstermektedir.

**6. Adım:** Son adımda ise alternatiflere ilişkin bir sıralama elde edebilmek amacıyla genel baskınlık skoruna bağlı olarak her alternatifin değerlendirme skoru ( $S_i$ ) hesaplanır:

$$S_i = \left( \sum_{i'} \frac{D_{ii'}}{D_{i'i'}} \right)^{-1} \quad (10)$$

Hesaplanan değerlendirme skorlarının büyükten küçüğe doğru sıralanması ile alternatiflere ilişkin bir sıralama elde edilir. Buna göre bir alternatifin değerlendirme skoru ne kadar yüksekse sıralamada bu alternatif, diğer alternatiflerden daha iyi bir konuma sahiptir.

### 3. TODIM Yöntemi

ÇKKV yöntemlerinden biri olan TODIM yönteminin (Iterative multi-criteria decision making) temelleri Salminen (1991, 1992, 1993) tarafından atılmış, Gomes ve Lima (1992) tarafından yöntemin ilk başarılı uygulamaları yapılmıştır (Gomes ve Gonzales, 2012). Kahneman ve Tversky (1979) tarafından geliştirilen beklenti teorisine dayanan TODIM yönteminde, ÇKKV probleminde yer alan alternatifler arasında bir sıralama elde etmek amaçlanmaktadır (Gomes ve Rangel, 2009). Bu amacı gerçekleştirmek için yöntemde, bir değer fonksiyon kullanılmakta olup bu fonksiyonun şekli, beklenti teorisindeki kazanç ve kayıp fonksiyonu ile aynıdır (Tseng vd., 2015; Gomes vd., 2015). Bu fonksiyon ile kazanç ve kayıp kavramları aynı anda ifade edilebilmektedir (Gomes vd., 2010). Ayrıca bu fonksiyon, referans kriterinin seçimi veya riskten kaçınma gibi karar vericinin davranışsal özelliklerini yansıtabilmekte ve bu durum da yöntemin avantajı olarak sayılabilmektedir (Fan vd., 2013; Zhang ve Xu, 2014).

Yöntem, farklı kriterler altında alternatifler arasında ikili karşılaştırma yapmak suretiyle bir alternatifin diğer alternatife baskınlığının hesaplanmasına dayanmaktadır. Karar vericinin referans kriteri seçiminin ardından, her alternatifin diğer alternatiflere olan kısmi ve genel baskınlık skoru hesaplanır. Genel baskınlık skorlarının değerlerine göre alternatifler arasında bir sıralama elde edilmesi ile yöntem tamamlanır (Gomes vd., 2009).

Literatürde TODIM yönteminin seçim problemlerinde kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin TODIM yöntemi; bilgi sistemlerinin önceliklendirilmesinde (Costa vd., 2002), oturmaya elverişli mülklerin değerlendirilmesinde (Gomes ve Rangel, 2009), doğal gaz rezervleri için en iyi varış yeri alternatifinin belirlenmesinde (Gomes vd., 2009), kurumsal kaynak planlamasına ilişkin yazılım seçiminde (Kazancoglu ve Burmaoglu, 2013), yerleşim yeri seçiminde (Uysal ve Tosun, 2014), öğrencilerin seçmeli ders seçiminde (Aytaç Adalı vd., 2016) kullanılmıştır. Ayrıca Gomes vd. (2010), doğal gaz varış yeri seçiminde TODIM ve THOR yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Gomes vd. (2013a, 2013b, 2015), Choquet integrali temelli TODIM yöntemini farklı seçim problemlerindeki alternatiflerin sıralamasında kullanmıştır. Tseng vd. (2015), otelcilik sektöründeki hizmet yeniliklerinin değerlendirilmesinde bulanık küme teorisini, TODIM yöntemini ve toplamsal olmayan Choquet integralini kullanmıştır. Mahmoodi ve Jahromi (2014), tedarik zinciri ağında bilgi yönetiminin kriter ağırlıklarını belirlemek amacıyla DEMATEL ve TODIM yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Sen vd. (2015), gri sayılara dayanan TODIM yöntemini robot seçim probleminde uygulamıştır. Bazı çalışmalarda ise TODIM yöntemi bulanık teori ile

birlikte kullanılmıştır. Krohling vd. (2013) ve Lourenzutti ve Krohling (2013), çalışmalarında sezgisel bulanık TODIM yöntemini kullanmıştır. TODIM yöntemini; Krohling ve Pacheco (2014) aralık değerli sezgisel bulanık ortamdaki, Zhang ve Xu (2014) kararsız bulanık ortamdaki, Wei vd. (2015) kararsız bulanık dilsel terimleri içeren çok kriterli karar problemleri için genişletmiştir. Passos vd. (2014) ve Passos ve Gomes (2014), TODIM ve bulanık bileşenli çözümleme yöntemlerini birleştirmiş ve bu yöntemleri, sırasıyla petrol sızıntı durumlarında uygun acil durum planlarının değerlendirilmesinde ve bir bilgi teknolojisi işletmesinin stajyer seçim probleminde uygulamıştır. Ramooshjan vd. (2015), bulanık TODIM yöntemini, bir bankanın şube yeri seçiminde kullanmıştır. Li vd. (2015), sezgisel bulanık TODIM yöntemini dağıtıcı seçim probleminde uygulamıştır (Aytaç Adalı vd., 2016).

TODIM yönteminde de EVAMIX yönteminde olduğu gibi problemde  $m$  adet alternatifin,  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) ve  $n$  adet kriterin  $C_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) olduğu varsayılmaktadır. TODIM yönteminin uygulanmasına ilişkin adımlar şu şekilde verilebilmektedir (Gomes ve Rangel, 2009; Liu ve Teng, 2014; Wei vd., 2015; Aytaç Adalı vd., 2016):

**1. Adım:** Öncelikle ele alınan probleme ilişkin Eşitlik (1)'de verilen karar matrisi  $X$  oluşturulur.

**2. Adım:** Karar matrisi, fayda ve maliyet kriterleri için Eşitlik (2) ve Eşitlik (3) ile ayrı ayrı normalize edilir.

**3. Adım:** Her kriterin ağırlığının ( $w_j$ ) hesaplanmasından sonra karar verici tarafından referans kriterine karar verilir. Referans kriteri, karar verici için en önemli olan kriterdir.  $j$ . kriterin, referans kriterine ( $C_r$ ) olan göreceli ağırlığı ( $w_{jr}$ ), Eşitlik (11) ile hesaplanır:

$$w_{jr} = w_j / w_r \quad (11)$$

Bu formülde  $w_{ri}$  referans kriterinin ağırlığını göstermektedir. Bu çalışmada en yüksek ağırlığa sahip kriter, referans kriteri olarak kullanılmıştır.

**4. Adım:**  $A_i$  alternatifinin  $A_{i'}$  alternatifine baskınlık skoru,  $\delta(A_i, A_{i'})$ , Eşitlik (12) ile hesaplanır:

$$\delta(A_i, A_{i'}) = \sum_{j=1}^n \varphi_j(A_i, A_{i'}) \quad \forall (i, i') \text{ için} \quad (12)$$

Eşitlik (12)'de  $j$ . kriter altında  $A_i$  alternatifinin  $A_{i'}$  alternatifine kısmi baskınlık skoru,  $\phi_j(A_i, A_{i'})$ , başka bir deyişle  $A_i$  alternatifinin  $A_{i'}$  alternatifine baskınlık skoruna  $j$ . kriterin katkısı Eşitlik (13) ile hesaplanmaktadır:

$$\varphi_j(A_i, A_{i'}) = \begin{cases} \sqrt{\frac{w_{jr}(r_{ij} - r_{i'j})}{\sum_{j=1}^n w_{jr}}} & , r_{ij} - r_{i'j} > 0 \text{ ise} \\ 0 & , r_{ij} - r_{i'j} = 0 \text{ ise} \\ -\frac{1}{\theta} \sqrt{\frac{\left(\sum_{j=1}^n w_{jr}\right)(r_{ij} - r_{i'j})}{w_{jr}}} & , r_{ij} - r_{i'j} < 0 \text{ ise} \end{cases} \quad (13)$$

$r_{ij} - r_{i'j} > 0$  ve  $r_{ij} - r_{i'j} < 0$ ,  $A_i$  alternatifinin  $A_{i'}$  alternatifine karşı  $j$ . kriter altında kazancını ya da kaybını göstermektedir.  $\theta$ , kayıptan kaçınma katsayısını göstermektedir. Kayıptan kaçınma durumunda  $\theta > 1$ 'dir (Sen vd., 2015).  $\theta$  değeri değiştikçe, beklenti değer fonksiyonunun şekli koordinat sisteminin negatif bölgesinde değişir.

**5. Adım:** Son adımda ise alternatiflere ilişkin bir sıralama elde edilir. Bunun için bir önceki adımda hesaplanan baskınlık skorlarının normalize edilmesi ile  $A_i$  alternatifinin genel baskınlık skoru ( $\zeta_i$ ), Eşitlik (14) ile bulunur:

$$\zeta_i = \frac{\sum_{i'=1}^m \delta(A_i, A_{i'}) - \min \sum_{i'=1}^m \delta(A_i, A_{i'})}{\max \sum_{i'=1}^m \delta(A_i, A_{i'}) - \min \sum_{i'=1}^m \delta(A_i, A_{i'})} \quad (14)$$

Her alternatif için hesaplanan genel baskınlık skorlarının büyükten küçüğe doğru sıralanması ile alternatiflere ilişkin sıralama elde edilmektedir. Bu, bir alternatifin genel baskınlık skoru ne kadar yüksekse sıralamada o kadar iyi anlamındadır.

## 4. Uygulama

Çalışmanın bu bölümünde EVAMIX ve TODIM yöntemlerinin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla Denizli'de faaliyet gösteren bir özel hastanenin servis hemşiresi seçim problemi üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda öncelikle hastanenin insan kaynakları şefi, başhekim ve başhemşiresinden oluşan değerlendirme komitesi ile görüşülmüş ve servis hemşiresi seçimine ilişkin hastanenin dikkate aldığı kriterler öğrenilmiştir. Buna göre ilgili hastanenin, servis hemşiresi adaylarını değerlendirirken dikkate aldıkları kriterler; hemşirenin mesleki bilgi seviyesi (C<sub>1</sub>), sözlü iletişim yeteneği (C<sub>2</sub>), ekip çalışmasına yatkınlığı (C<sub>3</sub>), yönetim ve organizasyon yeteneği (C<sub>4</sub>), mesleki deneyimi (yıl) (C<sub>5</sub>) ve hastaneye maliyeti (TL) (C<sub>6</sub>) olarak belirlenmiştir. Bu kriterlerin ilk dört tanesi niteliksel veri içermekte olup, bu kriterler bazında hemşire adaylarının değerlendirilmesinde 5'li ölçek kullanılmıştır (1: çok kötü, 5: çok iyi). Son iki kriter ise niceliksel veri içermektedir. Ayrıca bu kriterlerden ilk beş kriter fayda kriteri, son kriter ise maliyet kriteridir. Daha sonra bu pozisyona başvuran hemşire adayları başka bir deyişle seçim probleminin alternatifleri belirlenmiştir. Problemden 5 tane hemşire adayı ( $A_1, A_2, \dots, A_5$ ) yer almaktadır. Değerlendirme komitesinin hemşire adayları ile yaptığı görüşme sonucunda Tablo 1'de görülen karar matrisi oluşturulmuştur. Bu tablonun her bir elemanı, hemşire adayının bir kriter altındaki performans değerini göstermektedir.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	3	4	4	4	11	2215
A2	3	3	5	4	11	2200
A3	2	3	4	5	10	2195
A4	3	2	5	4	9,5	2100
A5	3	3	4	4	9	2100

**Tablo 1.** Karar matrisi

Hastane için belirlenen seçim kriterlerinin tamamı aynı öneme sahip olmadığı için, literatürde yaygın bir şekilde kullanılan ve Saaty (1980) tarafından önerilen Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Bunun için değerlendirme komitesinin ortak görüşü ile Tablo 3'te görülen ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu yöntemde kriterler arası ikili karşılaştırma matrislerinin



oluşturulmasında Tablo 2’de gösterilen Saaty (1980)’nin önerdiği 1-9 önem skalası kullanılmıştır. Kriterlere ilişkin ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı (CR), 0,011 olarak bulunmuş ve kriter ağırlıkları ( $w_j$ ), Tablo 3’ün son sütununda verilmiştir.

Önem değerleri	Değer tanımları
1	Eşit önemli
3	Orta derecede önemli
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Kesin önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

**Tablo 2.** Önem skalası değerleri

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	w <sub>j</sub>
C <sub>1</sub>	1	3	3	4	1/2	2	0,243
C <sub>2</sub>	1/3	1	1	2	1/4	1/2	0,088
C <sub>3</sub>	1/3	1	1	2	1/4	1/2	0,088
C <sub>4</sub>	1/4	1/2	1/2	1	1/5	1/3	0,054
C <sub>5</sub>	2	4	4	5	1	3	0,377
C <sub>6</sub>	1/2	2	2	3	1/3	1	0,150
CR=	0,011						

**Tablo 3.** Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinden sonra hem EVAMIX hem de TODIM yöntemlerinde kullanılmak üzere Tablo 1’de verilen karar matrisi, Eşitlik (2) ve Eşitlik (3) ile normalize edilmiştir. Tablo 4’te normalize edilmiş karar matrisi görülmektedir.

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000
A <sub>2</sub>	1,000	0,500	1,000	0,000	1,000	0,130
A <sub>3</sub>	0,000	0,500	0,000	1,000	0,500	0,174
A <sub>4</sub>	1,000	0,000	1,000	0,000	0,250	1,000
A <sub>5</sub>	1,000	0,500	0,000	0,000	0,000	1,000

**Tablo 4.** Normalize edilmiş karar matrisi

#### 4.1. EVAMIX Yönteminin Uygulanması

EVAMIX yöntemi, veri olarak Tablo 4’te verilen normalize edilmiş karar matrisini kullanmaktadır. Bu matris kullanılarak her hemşire çiftine ilişkin baskınlık skorları hesaplanmış ve bu veriler, Tablo 5’te gösterilmiştir. Bu hesaplamalar esnasında  $c$  değeri, 1 olarak alınmıştır. Her hemşire çiftine ilişkin standardize edilmiş baskınlık skorları ve genel baskınlık skorları hesaplanmıştır. Sonuçlar, Tablo 6 ve Tablo 7’de verilmiştir.

Hemşire çiftleri	$\alpha_{ii}'$	$\gamma_{ii}'$	Hemşire çiftleri	$\alpha_{ii}'$	$\gamma_{ii}'$
(1,2)	0,000	-0,020	(3,4)	-0,189	-0,030
(1,3)	0,277	0,162	(3,5)	-0,189	0,065
(1,4)	0,000	0,133	(4,1)	0,000	-0,133
(1,5)	0,088	0,227	(4,2)	-0,088	-0,152
(2,1)	-0,088	0,020	(4,3)	0,189	0,030
(2,3)	0,277	0,182	(4,5)	0,000	0,094
(2,4)	0,088	0,152	(5,1)	-0,088	-0,227
(2,5)	0,088	0,247	(5,2)	-0,088	-0,247
(3,1)	-0,277	-0,162	(5,3)	0,189	-0,065
(3,2)	-0,277	-0,182	(5,4)	0,000	-0,094

Tablo 5. Her hemşire çiftinin baskınlık skoru

Hemşire çiftleri	$\delta_{ii}'$	$d_{ii}'$	Hemşire çiftleri	$\delta_{ii}'$	$d_{ii}'$
(1,2)	0,500	0,460	(3,4)	0,159	0,440
(1,3)	1,000	0,829	(3,5)	0,159	0,631
(1,4)	0,500	0,769	(4,1)	0,500	0,231
(1,5)	0,659	0,960	(4,2)	0,341	0,191
(2,1)	0,341	0,540	(4,3)	0,841	0,560
(2,3)	1,000	0,869	(4,5)	0,500	0,691
(2,4)	0,659	0,809	(5,1)	0,341	0,040
(2,5)	0,659	1,000	(5,2)	0,341	0,000
(3,1)	0,000	0,171	(5,3)	0,841	0,369
(3,2)	0,000	0,131	(5,4)	0,500	0,309

Tablo 6. Standardize edilmiş baskınlık skorları

Hemşire çiftleri	$D_{ii}'$	Hemşire çiftleri	$D_{ii}'$
(1,2)	0,479	(3,4)	0,307
(1,3)	0,910	(3,5)	0,408
(1,4)	0,642	(4,1)	0,358
(1,5)	0,818	(4,2)	0,262
(2,1)	0,446	(4,3)	0,693
(2,3)	0,931	(4,5)	0,601
(2,4)	0,738	(5,1)	0,182
(2,5)	0,839	(5,2)	0,161
(3,1)	0,090	(5,3)	0,592
(3,2)	0,069	(5,4)	0,399

Tablo 7. Genel baskınlık skorları

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
Değerlendirme skorları	0,552	0,589	0,037	0,175	0,084
Sıralama	2	1	5	3	4

Tablo 8. Hemşireleri değerlendirme skorları

Son olarak her hemşireye ait değerlendirme skorları, Tablo 8'de görülmektedir. Bu tabloda görülen değerlere göre hemşirelerin sıralaması  $A_2 > A_1 > A_4 > A_5 > A_3$  olarak elde edilmiştir. Buna göre 2. hemşire adayı, en iyi hemşire olarak seçilmiştir.

## 4.2. TODIM Yönteminin Uygulanması

TODIM yöntemi, veri olarak Tablo 4'te verilen normalize edilmiş karar matrisini ve Tablo 3'te verilen kriter ağırlıklarını kullanmaktadır. Bu çalışmada en yüksek ağırlığa sahip kriter, referans kriteri olarak kabul edilmiştir. Her kriterin referans kriterine olan göreceli ağırlıkları ( $w_{jr}$ ), Eşitlik (11) ile hesaplanmış ve Tablo 9'da verilmiştir.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Toplam
$w_j$	0,243	0,088	0,088	0,054	0,377	0,150	1,000
$w_{jr}$	0,645	0,233	0,233	0,143	1,000	0,398	2,653

Tablo 9. Göreceli ağırlıklar

Kriterler bazında her alternatifin diğer alternatife baskınlık skoru,  $\phi_j(A_i, A_{i'})$ , Eşitlik (13) ile hesaplanmıştır. Burada  $\theta$  değeri, 1 olarak alınmıştır. Tüm kriterler göz önüne alınarak  $A_i$  alternatifinin  $A_{i'}$  alternatifine baskınlık skoru,  $\delta(A_i, A_{i'})$ , Eşitlik (12) ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada örnek olması açısından Tablo 10'da sadece  $A_1$  alternatifinin diğer alternatiflere baskınlık skorları gösterilmiştir. Aynı hesaplama işlemleri diğer alternatifler için de tekrarlanmış ve Eşitlik (14) ile her alternatife ilişkin genel baskınlık skorları bulunmuştur.

	$\phi_1(A_i, A_{i'})$	$\phi_2(A_i, A_{i'})$	$\phi_3(A_i, A_{i'})$	$\phi_4(A_i, A_{i'})$	$\phi_5(A_i, A_{i'})$	$\phi_6(A_i, A_{i'})$	Toplam
(A1,A2)	0,000	0,210	-3,371	0,000	0,000	-0,933	-4,094
(A1,A3)	0,493	0,210	0,000	-4,303	0,434	-1,077	-4,243
(A1,A4)	0,000	0,297	-3,371	0,000	0,532	-2,582	-5,125
(A1,A5)	0,000	0,210	0,000	0,000	0,614	-2,582	-1,758
							$\delta(A_i, A_{i'}) = -15,220$

Tablo 10. A1 alternatifinin diğer alternatiflere baskınlık skorları

	$\delta(A_i, A_{i'})$	$\zeta_i$
A <sub>1</sub>	-15,220	0,515
A <sub>2</sub>	-8,728	1,000
A <sub>3</sub>	-22,114	0,000
A <sub>4</sub>	-15,670	0,481
A <sub>5</sub>	-16,849	0,393

Tablo 11. Her alternatif için genel baskınlık skoru

Tablo 11'de verilen genel baskınlık skorlarına göre hemşireler arasındaki sıralama,  $A_2 > A_1 > A_4 > A_5 > A_3$  olarak bulunmuştur. Buna göre 2. hemşire adayı, en iyi hemşire olarak belirlenmiştir.

## 5. Sonuç

Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden EVAMIX ve TODIM yöntemleri, bir özel hastanenin servis hemşiresi seçim problemine uygulanmıştır. Öncelikle probleme ilişkin kriterler ve servis hemşiresi adayları belirlenerek problemin karar matrisi oluşturulmuştur. Kriter ağırlıkları, literatürde yaygın kullanım alanı bulan AHP yöntemi ile hesaplanmış ve bu çalışma için "mesleki deneyim" kriterinin diğer kriterlerden daha yüksek ağırlığa sahip olduğu görülmüştür. Daha sonra EVAMIX ve TODIM yöntemlerinin adımları

sırasıyla uygulanmış ve her iki yöntem de hemşire adaylarına ait aynı sıralamayı vermiştir. Bu sıralamaya göre, hastanenin belirlediği seçim kriterleri altında 2. hemşire aday ve 3. hemşire aday, en iyi ve en kötü hemşire adayları olarak belirlenmiştir.

Servis hemşiresi seçim probleminin EVAMIX ve TODIM yöntemleri ile çözümünün sunulduğu bu çalışmanın, her iki yöntemin de karmaşık uygulama adımlarını gerektirmemesi ve karar vericiler tarafından kolay bir şekilde anlaşılabilir olması bakımından uygulanabilir olduğu söylenebilir. Yöntemlerde problemin büyüklüğüne dair bir sınırlama yoktur. Bu şekilde karar vericiler, probleme eklenen kriterler, kriter ağırlıkları, alternatifler veya daha başka veriler ile aynı problemi tekrar çözebilir ve sonuçlarını kolay bir şekilde güncelleyebilir. Ancak problemdeki veri miktarını artması, her iki yöntemde de çözüm için gerekli işlemlerin artması ve sürenin uzaması dezavantajını da beraberinde getirir. Her iki yöntem de niceliksel ve niteliksel verili kriterleri içeren seçim problemleri için uygun olup EVAMIX yönteminde TODIM yönteminden farklı olarak niteliksel veri içeren kriterleri, sayısal olarak ifade etmeye gerek yoktur. Yöntemler, ele alınan kriterler arasındaki ilişkileri dikkate almamaktadırlar. Bu duruma bir çözüm, kriterlere ağırlık ataması yapılırken kriterler arasındaki ilişkiyi öne çıkaran ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanılması olabilir.

Bundan sonraki çalışmalarda aynı seçim problemi, TODIM yöntemi ile çözümlenirken referans kriteri olarak en yüksek ağırlığa sahip kriter yerine başka bir kriter seçilebilir, kayıptan kaçınma katsayısının değerinde değişiklikler yapılarak sonuçlardaki farklılıklar gözlemlenebilir. Her iki yöntemin de ortak olarak kullandığı normalize karar matrisi, diğer normalizasyon yöntemleri ile elde edilebilir ve bu durumun sonuçlarda nasıl bir değişikliğe neden olduğu ortaya konabilir. Diğer ÇKKV yöntemleri problemin çözümünde kullanılabilir ve elde edilen sonuçlar bu çalışma ile karşılaştırılabilir. Çalışmada bahsedilen yöntemlerin sezgisel uzantıları kullanılabilir. Ayrıca farklı seçim problemleri çalışmada bahsedilen yöntemler ile çözülebilir.

## Kaynakça

- Adıgüzel, O., Tanrıverdi, H. & Sönmez Özkan, D. (2011). Mesleki profesyonellik ve bir meslek mensupları olarak hemşireler örneği. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 9(2), 236-259.
- Akcan, F., Özsoy, S.A. & Ergül, Ş. (2006). Birinci basamak sağlık hizmetlerinde çalışan ebe ve hemşirelerin danışmanlık becerilerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 9(4), 10-21.
- Andalecio, M.N. (2010). Multi-criteria decision models for management of tropical coastal fisheries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30, 557-580.
- Aytaç Adalı, E., Tuş Işık, A. & Kundakçı, N. (2016). TODIM method for the selection of the elective courses. *Proceedings of 4th Mediterranean Interdisciplinary Forum On Social Sciences And Humanities*, 16-18 May, Barcelona, 324-334.
- Cerreta, M. & Malangone, V. (2013). Context aware strategies for the Valle dei Mulini of Amalfi. *XXVIII Congresso Nazionale Istituto Nazionale di Urbanistica*, 24-26 October, Salerno Palazzo del Comune.
- Chatterjee, P., Athawale, V.M. & Chakraborty, S. (2011). Materials selection using complex proportional assessment and evaluation of mixed data methods. *Materials and Design*, 32, 851-860.
- Chatterjee, P & Chakraborty, S. (2013). Nontraditional machining processes selection using evaluation of mixed data method. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, 68, 1613-1626.

- 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.
- Chatterjee, P., Mondal, S. & Chakraborty, S. (2014). A comparative study of preference dominance-based approaches for selection of industrial robots. *Advances in Production Engineering & Management*, 9(1), 5-20.
- Chung, E.S. & Lee, K.S. (2009). Identification of spatial ranking of hydrological vulnerability using multi-criteria decision making techniques: case study of Korea. *Water Resour Manage*, 23, 2395–2416.
- Costa, A.P.C.S., Almeida, A.T. & Gomes, L.F.A.M. (2002). Priorities assignment for information systems based on TODIM multicriteria method. *Informing Science*, 322-328.
- Darji, V.P. & Rao, R.V. (2013). Application of AHP/EVAMIX method for decision making in the industrial environment. *American Journal of Operations Research*, 3, 542-569.
- Darji, V.P & Rao, R.V. (2014). Intelligent Multi Criteria Decision Making Methods for Material Selection in Sugar Industry. *Procedia Materials Science*, 5, 2585 – 2594.
- Dosal, E., Coronado, M., Muñoz, I., Viguri, J.R. & Andrés, A. (2012). Application of multi-criteria decision-making tool to locate construction and demolition waste (C&DW) recycling facilities in a Northern Spanish Region. *Environmental Engineering and Management Journal*, 11(3), 545-556.
- Ebrahim, B.M. & Abolfazl, L.A. (2014). Flood management options using analytical hierarchy process and evaluation and mixed criteria. *Iranian of Irrigation & Water Engineering*, 4(14) , 72-82.
- Fan Z. P., Zhang, X., Chen, F.D. & Liu, Y. (2013). Extended TODIM method for hybrid multiple attribute decision making problems. *Knowledge-Based Systems*, 42, 40–48.
- García-Alcaraz, J.L., Maldonado-Macías, A.A., Hernández-Arellano, J.L., Blanco-Fernández, J., Jiménez-Macías, E. & Sáenz-DíezMuro, J.C. (2016). Agricultural tractor selection: a hybrid and multi-attribute approach. *Sustainability*, 8(2), 157.
- Gomes, L.F.A.M., & Lima, M.M.P.P. (1992). TODIM: Basics and application to multicriteria ranking of projects with environmental impacts. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, 16(4), 113–127.
- Gomes, L.F.A.M. & Rangel, L.A.D. (2009). An application of the TODIM method to the multicriteria rental evaluation of residential properties. *European Journal of Operational Research*, 193, 204–211.
- Gomes, L.F.A.M., Rangel, L.A.D. & Maranhão, F.J.C. (2009). Multicriteria analysis of natural gas destination in Brazil: An application of the TODIM method. *Mathematical and Computer Modelling*, 50, 92-100.
- Gomes, C.F.S., Gomes, L.F.A.M & Maranhão, F.J.C. (2010). Decision analysis for the exploration of gas reserves: Merging TODIM and THOR. *Pesquisa Operacional*, 30(3), 601-617.
- Gomes, L.F.A.M & González, X.I. (2012). Behavioral multi-criteria decision analysis: further elaborations on the TODIM method. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, 37(1), 3-8.
- Gomes, L.F.A.M., Machado, M.A.S., Costa, F.F. & Rangel, L.A.D. (2013a). Criteria interactions in multiple criteria decision aiding: A Choquet formulation for the TODIM method. *Procedia Computer Science*, 17, 324 – 331.
- Gomes, L.F.A.M., Machado, M.A.S., Costa, F.F. & Rangel, L.A.D. (2013b). Behavioral multi-criteria decision analysis: the TODIM method with criteria interactions. *Ann Oper Res*, 211, 531–548.
- Gomes, L.F.A.M., Machado, M.A.S., Santos, D.J. & Caldeira, A.M. (2015). Ranking of suppliers for a steel industry: a comparison of the original TODIM and the Choquet-extended TODIM methods. *Procedia Computer Science*, 55, 706 – 714.
- Hajkovicz, S. & Higgins, A. (2008). A comparison of multiple criteria analysis techniques for water resource management. *Euro J Oper Res*, 184, 255–265.
- Hinloopen, E., Nijkamp, P. & Rietveldet, P. (2004). Integration of ordinal and cardinal information in multi-criteria ranking with imperfect compensation. *European Journal of Operational Research*, 158, 317–338.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision of Under Risk. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 47 (2), 263-264.

- Kazancoglu, Y. & Burmaoglu, S. (2013). ERP software selection with MCDM: application of TODIM method. *Int. J. of Business Information Systems*, (13)4, 435 – 452.
- Krohling, R.A. & Pacheco, A.G.C. (2014). Interval-valued intuitionistic fuzzy TODIM. *Procedia Computer Science*, 31, 236 – 244.
- Krohling, R.A., Pacheco, A.G.C. & Siviero, A.L.T (2013). IF-TODIM: An intuitionistic fuzzy TODIM to multi-criteria decision making. *Knowledge-Based Systems*, 53, 142–146.
- Li, M., Wu, C., Zhang, L. & You, L.N. (2015). An intuitionistic fuzzy-TODIM method to solve distributor evaluation and selection problem. *International Journal of Simulation Modelling*, 14(3), 511-524.
- Liu, H.C., Qin, J.T., Mao, L.X. & Zhang, Z.Y. (2015). Personnel Selection Using Interval 2-Tuple Linguistic VIKOR Method. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 25(3), 370–384.
- Liu, P. & Teng, F. (2014). An extended TODIM method for multiple attribute group decision-making based on 2-dimension uncertain linguistic variable. *Complexity*, 1-11.
- Lourenzutti, R. & Krohling, R.A. (2013). A study of TODIM in a intuitionistic fuzzy and random environment. *Expert Systems with Applications*, 40, 6459–6468.
- Mahmoodi, M. & Jahromi, G.S. (2014). A new fuzzy DEMATEL-TODIM hybrid method for evaluation criteria of knowledge management in supply chain. *International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC)*, 5(2), 29-42.
- Maimone, M. (2001). Multi-criteria evaluation techniques in water resource planning. *Universities Council on Water Resources in American Water Resources Association Technical Publication Series*, 227-232.
- Martel, J. M., & Matarazzo, B. (2005). Other outranking approaches. In *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys* (pp. 197-259). New York: Springer.
- De Montis, A., De Toro, P., Droste-Franke, B., Omann, I., & Stagl, S. (2004). Assessing the quality of different MCDA methods. In *Alternatives for environmental valuation* (pp. 99-133), Editors: Getzner, Michael and Spash, Clive L. and Stagl, Sigrid, Routledge, New York.
- Nijkamp, P., Rietveld, P. & Voogd, H. (1990). *Multicriteria Evaluation in Physical Planning*. Amsterdam: North Holland.
- Passos, A.C. & Gomes, L.F.A.M. (2014). TODIM-FSE: A multicriteria classification method based on prospect theory. *Multiple Criteria Decision Making*, 9, 123-139.
- Passos, A.C., Teixeira, M.G., Garcia, K.C., Cardoso, A.M. & Gomes, L.F.A.M. (2014). Using the TODIM-FSE method as a decision-making support methodology for oil spill response. *Computers & Operations Research*, 42, 40–48.
- Qureshi, M.E., Harrison, S.R. & Wegener, M.K. (1999). Validation of multicriteria analysis model. *Agriculture Systems*, 62, 105-116.
- Ramooshjan, K., Rahmani, J., Sobhanollahi, M.A. & Mirzazadeh, A. (2015). A new method in the location problem using fuzzy TODIM. *Journal of Human and Social Science Research*, 6(1), 1-13.
- Roy, B., Misra, S.K., Gupta P. & Goswami, A. (2012). An integrated DEMATEL and AHP approach for personnel estimation. *International Journal of Computer Science and Information Technology & Security*, 2(6), 1206-1212.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Salminen, P. (1991). Generalizing prospect theory to the multiple criteria decision-making context, Unpublished paper, University of Jyväskylä.
- Salminen, P. (1992). Descriptive and prescriptive modelling of preferences within a discrete alternative multiple criteria decision framework. *Series of Jyväskylä studies in computer science, economics, and statistics*, University of Jyväskylä.
- Salminen, P. (1994). Solving the discrete multiple criteria problem using linear prospect theory. *European Journal of Operational Research*, 72, 146-154.
- Sen, D.K., Datta, S. & Mahapatra, S.S. (2015). Extension of TODIM combined with grey numbers: an integrated decision making module. *Grey Systems: Theory and Application*, 5(3), 367 – 391.
- Sohrabi, R. & Nemati, H. (2015). Ranking approaches to struggle corruption by using evaluation and mixed criteria (evamix). *Teknologi Tanaman*, 12, 370-375.

- Tavana, M., Kennedy, D.T. & Joglekar, P. (1996) A group decision support framework for consensus ranking of technical manager candidates. *Omega*, 24(5), 523-538.
- Tseng, M.L., Lin, Y.H., Lim, M.K. & Teehankee, B.L. (2015). Using a hybrid method to evaluate service innovation in the hotel industry. *Applied Soft Computing*, 28, 411-421.
- Turan, H. & Turan, G. (2016). Hemşire seçiminde analitik hiyerarşi metodunun uygulanması, *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 3(1), 26-30.
- Tuş Işık, A. & Aytaç Adalı, E. (2016). Comparative study for the agricultural tractor selection problem. *Decision Science Letters*, 5, 1-12.
- Uysal, F. & Tosun, Ö. (2014). Multi criteria analysis of the residential properties in Antalya using TODIM method. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109, 322-326.
- Voogd, H. (1982). Multicriterion evaluation with mixed qualitative and quantitative data. *Environment and Planning Bulletin*, 9, 221-236.
- Voogd, H. (1983). *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. London: Pion.
- Wei, C., Zhiliang, R. & Rodríguez, R.M. (2015). A hesitant fuzzy linguistic TODIM method based on a score function. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 8(4), 701-712.
- Zhang, X. & Xu, Z. (2014). The TODIM analysis approach based on novel measured functions under hesitant fuzzy environment. *Knowledge-Based Systems*, 61, 48-58.

This page intentionally left blank