



ŞEHİRLERARASI YOLCU TAŞIMACILIĞINDA BULANIK VİKOR UYGULAMASI

Dr. Mevhibe AY TÜRKMEN

Pamukkale Üniversitesi, İİBF, Denizli, Türkiye
mturkmen@pau.edu.tr

Tamer BİLDİK

Pamukkale Üniversitesi, SBE, Denizli, Türkiye
tamer__bildik@hotmail.com

Özet

Şehirlerarası yolcu taşımacılığı, hizmet üretimindeki önemli sektörlerin başında gelmektedir. Sektörün hızlı bir şekilde büyümesi otobüs firmalarının artmasına neden olmuştur. Alternatiflerin artması ve hizmet kalitesinin firmalar tarafından farklılık göstermesi karar vericilerin seçimini zorlaştırmasına sebep olmaktadır. Birden fazla kriterleri bulunan ve karar vermeyi zorlaştıran bu tarz problemlerin çözümünde, alternatifleri sıralayarak uzlaştırıcı çözümü sağlayan metotlardan biriside Bulanık VİKOR yöntemidir. Bu çalışmanın amacı; Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden olan Bulanık VİKOR yöntemiyle üniversite öğrencilerinin, şehirlerarası otobüs firmalarının tercih sıralamasını belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda Pamukkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde öğrenim gören 229 kişiye anket uygulanmış ve hesaplanan verilere göre bir sıralama yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri, Bulanık VİKOR, Şehirlerarası Yolcu Taşımacılığı

INTERCITY PASSENGER TRANSPORTION WITH FUZZY VIKOR METHOD

Abstract

Intercity passenger transportation is one of the important sectors in service production. Rapid growth of the industry has led to an increase in the number of bus companies. The existence of alternatives and the difference in the quality of service make it difficult for decision-makers to determine. One of the methods that helps to solve these kind of problems, which have multiple criteria in decision making and make it difficult to determine, is Fuzzy VIKOR method that provides conciliatory solution by sorting alternatives. The purpose of this study is to determine the intercity bus company choice of university students via Fuzzy VIKOR method that is one of the multiple criteria decision making method. For this purpose, a survey was conducted to 229 students attending faculty of Economics and administrative sciences at Pamukkale University and a ranking was made according to the calculated data.

Key words: Multia Criteria Decision Making Techniques, Fuzzy VIKOR, Intercity Passenger Transportation.

1. Giriş

Günümüzde her işletme bir ürün üretmektedir. Bu ürünler sadece elle tutulur, gözle görülebilir somut bir mal olabileceği gibi, tüketicilerin ihtiyaç duyduğu ve ihtiyaçlarını gidermek için satın almak zorunda oldukları soyut kavramlar olarak nitelendirebileceğimiz fikirler ve hizmetlerde olabilmektedir. Bankalar, oteller, hastaneler hizmet sektörüne örnek

olarak gösterilebilecek sektörlerden bazılarıdır. Kişilerin belli bir yerden başka bir yere taşınma işleminin gerçekleşmesini sağlayan şehirlerarası yolcu taşımacılığı da hizmet sektörünün başında gelmektedir. Ancak günümüzdeki rekabet ortamlarının sertleşmesi sonucu otobüs firmaları müşterilerine, rakiplerine oranla farklı hizmet sunarak uzun vadede müşteri sadakati oluşturmak zorundadırlar. Bireyler günlük hayatta birçok karar verme problemiyle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bazı karar verme problemlerinde birçok değişkenin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu gibi durumlarda kararın bilimsel bir temele dayandırılması yapılan tercihlerin isabetli olmasını sağlamaktadır. Bu tip karmaşık yapıları problemlerin çözümünde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinde tamsayıların yerine bulanık sayılardan yararlanılması daha uygun sonuçlar getirecektir. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR bu teknikler arasında en sık kullanılan metotlardandır.

Pamukkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde öğrenim gören öğrencilerin otobüs firmaları hakkındaki görüşlerinden yola çıkılarak bazı önemli kriterler ortaya çıkarılmıştır. Bu kriterler Bulanık VIKOR yöntemiyle değerlendirilerek öğrencilerin Denizli'deki otobüs firmaları hakkındaki düşünceleri saptanmış ve otobüs firmaları kendi aralarında öğrenci odaklı olarak sıralanmıştır.

2. Şehirlerarası Yolcu Taşımacılığı

Hizmet sektörünün ekonomideki payı dünyada ve ülkemizde sürekli olarak artmaktadır. Bu artışların sonucu olarak pek çok hizmet sektörü ekonomi içindeki yerini almıştır (Koçoğlu ve Aksoy, 2012: 2). İnsanların vazgeçemedikleri önemli hizmetlerden birisi de ulaşım hizmetleridir. Şehirleşmenin gelişmesi ve buna paralel olarak artan nüfusun etkisi insanların evlerinden uzak yerlere, iş ve okullarına ancak ulaşım vasıtasıyla gitmelerini gerektirmektedir. Herkesin kendi ulaşım vasıtasını sağlayamama durumu ise, toplu taşıma vasıtalarını ihtiyaç haline getirmiştir (Çatı, 2003: 121). Ülkemizde karayolu taşımacılığının hızla gelişiyor olması, şehirlerarası yolcu taşımacılığı yapan firmaların sayısal olarak artmalarının yanında ortaya çıkan rekabetle doğru orantılı olarak sunulan hizmet kalitesinde de önemli gelişmelerin yaşanmasına sebep olmuştur (Duman vd., 2007: 152).

Müşteri istek ve ihtiyaçlarının en iyi şekilde karşılanması hizmet kalitesi olarak tanımlanabilmektedir. Yeni müşteri kitlelerine ulaşabilmenin eldeki mevcut müşteriye tutmaktan zor olduğu rekabet ortamlarında hizmet kalitesine önem veren otobüs firmalarının bu yolla müşteri memnuniyetini sağlayabilecekleri açıktır (Koçoğlu ve Aksoy, 2012: 2). Otobüs işletmeciliği; insanların çeşitli sebeplerden dolayı yapmış oldukları uzun ya da kısa süreli ulaşım gereksinimlerini belirli bir ücret karşılığında güvenli, konforlu ve tam zamanında

gidermek için ulusal/uluslararası ulaşımın gerçekleştirilmesinde taşıma sorumluluğunu otobüslerle yerine getiren ticari hizmet işletmeleri olarak tanımlanmaktadır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi, otobüs işletmelerinde hizmetin oluşabilmesi için aşağıdaki değişkenlere gereksinim duyulmaktadır (Tokat ve Kara, 1999: 98):

- Ulaşım gereksinmesinin şiddeti,
- Ulaşım gereksinmesini karşılayacak hizmet işletmesinin varlığı,
- Ulaşım sunumunda ücretin belirlenmesi,
- Hizmet işletmesinin taşıma sorumluluğunu gerçekleştirmede otobüsler.

Karayolu ulaşımı yapan firmaların başarılı olmaları için müşterilerinin değişen beklenti ve isteklerini anlaması ve karşılaması büyük önem kazanmaktadır. Sektörde yaşanan sürekli değişim ve gelişim nedeniyle, otobüs firmalarının bu değişimlere karşı öngörücü bir yaklaşım içinde olması, müşterinin beklentilerini anlaması kendilerine büyük ölçüde rekabet avantajı kazandıracaktır. Bu amaçla otobüs firmaları pazardaki ülkelerin özel şartlarını, rakipleri, seyahat özellikleri, kültürel farklılıkları, taşıma hizmet kalitesindeki farklılıkları, fiyatları, yolculuk süreleri gibi değişkenleri ve müşteri profilindeki değişiklikleri değerlendirmesi gerekmektedir. Bu nedenle, otobüs işletmelerinin, müşterilerinin beklentilerini, algılarını, otobüs hizmeti kullanım alışkanlıklarını ve sosyo-demografik özelliklerini belirleyip buna göre önlem almaları gerekmektedir (Ardıç ve Sadaklıoğlu, 2009: 169).

3. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

İnsanlar yaşamları boyunca hemen hemen her dönemde karar verme olgusuyla karşılaşmakta ve hayatları boyunca çeşitli alternatifler arasından seçim yapmak zorunda kalmaktadır (Tekeş, 2002: 2). Mevcut tüm alternatifler arasından amaç veya amaçlara en uygun, mümkün bir veya birkaçını seçme sürecine genel olarak “karar verme” denir (Evren ve Ülengin, 1992: 1). Kararlar alınırken karar vericiler doğru ve güvenilir verilere ve değerlendirme süreçlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Dolayısıyla karar verme süreçlerine bilimsel tekniklerin dâhil edilmesi sonuçların daha güvenilir olmasını sağlamaktadır (Soner ve Önüt, 2006: 111). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri de alternatiflerin ve kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda, karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmek ve karar sonucunu mümkün olduğu kadar kolay ve çabuk elde edilmesi için geliştirilmiştir (Ünal, 2011: 7).

Çok Kriterli Karar Verme problemleri içerdikleri karmaşık, değerleri sözel olabilen ancak çok iyi tanımlanamayan kriterler nedeniyle bulanık küme teorisi kullanılarak modellenmeye çok uygundur. Son yıllarda bulanık kümelerin ÇKKV sürecine dâhil edilmesiyle, ÇKKV'nin alanı genişlemiş ve Bulanık Çok Kriterli Karar Verme (BÇKKV)

ortaya çıkmıştır (Ünal, 2011: 18). Bulanık mantık kavramı ilk olarak Zadeh (1965) tarafından kullanılmış ve literatüre kazandırılmıştır. Faktörler ve kriterler bulanık mantığa göre kesin sınırlamalar olmaksızın sınıflandırılabilir. Bulanık mantık, belirsizlik ve kesin olmayan gerçek hayat problemlerinin tanımlanması ve çözülmesi için kullanışlı bir tekniktir. Bulanık mantık “evet” ya da “hayır”, “doğru” ya da “yanlış”, gibi klasik değişkenler yerine “orta”, “yüksek”, “düşük” gibi ortalama değerleri kullanan çok değişkenli bir teoridir (Dağdeviren, 2007: 793).

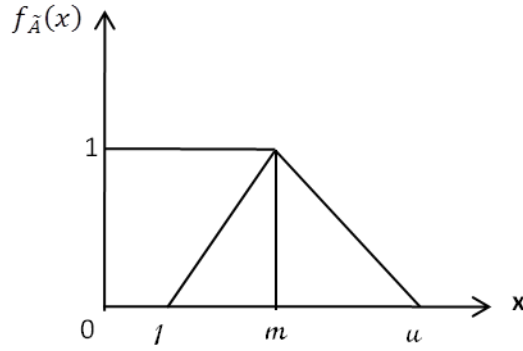
Klasik ÇKKV yöntemlerinde, kriterlere ait ağırlıkların ve önem derecelerinin kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Fakat kesin veriler gerçekte karşılaşılan problemleri modellemede yetersiz kalmaktadır (Dursun ve Karsak, 2007: 1223). BÇKKV yöntemleri ise kriterleri ve alternatifleri değerlendirmede sözel değişkenleri kullanma olanağını sunmanın yanında, kesin olmayan verileri sayısallaştırarak etkin sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Karakışoğlu, 2008: 94).

4. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık Küme teorisi Zadeh (1965) tarafından geliştirilmiştir. Aristo mantığı geleneksel küme yaklaşımında kullanılmaktadır. Aristo mantığında tüm nesnelere, belirlenen özellikleri karşılayanlar veya karşılamayanlar şeklinde sınıflandırılmaktadır. Yani geleneksel kümenin üyeleri ikiye bölme kuralına göre belirlenir (Yılmaz, 2012: 338). Kümelerin üyeleri, mantıkta yer alan ikiye bölme kuralına (doğru/yanlış, evet/hayır, 0/1) göre belirlenir (Özkan, 2003: 2). Ancak karar vericilerin düşüncelerini, tercihlerini ve yaklaşımlarını soran gerçek yaşam problemlerinin çözümünde ikiye bölme kuralı yetersiz kalmaktadır. Çünkü karar vericilerin algılarını ve tercihlerini ifade etmede belirsiz veya karmaşık kalması sık karşılaşılan durumlardan birisidir. Zadeh 1965 yılında bu belirsizliği ve karmaşıklığı çözüm sürecine dahil etmek için bulanık küme teorisini önermiştir (Yılmaz, 2012: 338; Akyüz, 2012: 201).

Bulanık ÇKKV uygulamalarında en sık kullanılan bulanık sayı yapısı, üçgensel bulanık sayılardır. Bir üçgensel bulanık sayı $\tilde{A}_j = (l, m, u)$ şeklinde ifade edilebilir. Klasik sayılar kümesinin elemanlarından olan l, m, u değerleri arasında $l < m < u$ ilişkisi mevcuttur. \tilde{A} bulanık sayısının üyelik fonksiyonu [a] numaralı denklemde olduğu gibi ifade edilmektedir (Görener, 2013b: 55):

$$f_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad [a]$$



Şekil 1. Üçgensel Bulanık Sayının Üyelik Fonksiyonu

Burada l ve u sırasıyla \tilde{M} bulanık sayısının alt ve üst değerlerini, m ise orta değerini ifade etmektedir. M_1 ve M_2 gibi iki pozitif üçgensel bulanık sayı için temel aritmetik işlemler aşağıdaki gibi yapılmaktadır (Seçme vd., 2009: 11701):

$$M_1 + M_2 = (l_1+l_2, m_1+m_2, n_1+n_2),$$

$$M_1 \times M_2 \approx (l_1l_2, m_1m_2, n_1n_2),$$

$$\lambda \times M_1 = (\lambda l_1, \lambda m_1, \lambda n_1), \quad \lambda > 0, \lambda \in \mathbb{R}$$

$$M_1^{-1} \approx (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1),$$

4.1. Bulanık Vikor

VIKOR (Vİse Kriterijijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemi 1998 yılında Opricovic tarafından geliştirilmiş, 2004 yılında ÇKKV problemlerin çözümünde kullanılmaya başlanmıştır. Metot, birbiri ile çelişen kriterler altında alternatifleri sıralayarak optimal seçim yapmaya odaklıdır (Chu vd., 2007: 1016). Yöntemin amacı, sıralamada ve seçimde uzlaştırıcı çözümü bulabilmektir. İlk kez Yu (1973) tarafından ortaya atılan uzlaştırıcı çözüm kavramı, ideal çözüme yakınlık derecesinin ölçümüne dayanmaktadır. VIKOR yöntemi de bu prensibe dayanan çok kriterli bir sıralama göstergesi kullanmaktadır (Vahdani vd., 2010: 1231).

Kriter ağırlıklarının ve yapılan değerlendirmelerin kesin olarak bilindiği klasik ÇKKV tekniklerinde bazı durumlarda kesin ifadeler kullanmak mümkün olmamaktadır. Zadeh (1965) bu soruna çözüm olarak bulanık mantık teorisine dayalı bulanık kümeler oluşturmuştur. Böylece kesin olmayan değişkenler dilsel değerlerle ifade edilebilmektedir. Bu teori ÇKKV tekniklerinde kullanılmaya başlanarak bulanık ÇKKV teknikleri geliştirilmiştir. Bu tekniklerden birisi de bulanık VIKOR yöntemidir. (Moeinzadeh ve Hajfathaliha, 2009: 526). Bulanık VIKOR, elde edilen bulanık karar matrisi değerlerini kullanarak aşağıdaki aşamaları içeren bir algoritmadan oluşmaktadır (Chen ve Wang, 2009; Yıldız ve Deveci, 2013; Akyüz, 2012):

Adım 1: Öncelikle problemin çözümü için k sayıda karar verici, n tane alternatif ve m tane kriter belirlenir.

Adım 2: Dilsel değişkenler ve bu değişkenlerin karşılıkları bulanık sayılar olarak tanımlanır. Dilsel değişkenler kriter ağırlıklarını belirlemek ve alternatifleri derecelendirmek için kullanılır.

Adım 3: $w_j k n$ tane karar vericiden oluşan bir kümede n 'inci karar vericinin değerlendirdiği karar kriterinin önem ağırlığını; \tilde{f}_{ij} , j kriterine göre i alternatifinin derecesini gösterebilir. Karar kriterlerinin önem ağırlıkları ve kriterler bazında alternatiflerin dereceleri (1) ve (2) no'lu eşitlikler kullanılarak her biri için tek bir değerlendirme olacak şekilde birleştirilir ve bütünleştirilmiş değerler elde edilir (Chen vd., 2006).

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{k} [\tilde{w}_j^1(+)\tilde{w}_j^2(+)\dots(+)\tilde{w}_j^k] \quad [1]$$

$$\tilde{f}_{ij} = \frac{1}{k} [\tilde{f}_{ij}^1(+)\tilde{f}_{ij}^2(+)\dots(+)\tilde{f}_{ij}^k] \quad [2]$$

Adım 4: Bulanık Karar Matrisi Oluşturulur

$$\tilde{D} = \begin{matrix} \tilde{f}_{11} & \tilde{f}_{12} & \tilde{f}_{1j} \\ \tilde{f}_{21} & \tilde{f}_{22} & \tilde{f}_{2j} \\ \tilde{f}_{i1} & \tilde{f}_{i2} & \tilde{f}_{ij} \\ \tilde{f}_{31} & \tilde{f}_{32} & \tilde{f}_{3j} \end{matrix}, \tilde{w}_j = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_j] \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n \quad [3]$$

\tilde{f}_{ij} , i alternatifinin j . kritere göre derecesini ve \tilde{w}_j ise j . kriterin önem ağırlığını göstermektedir.

Adım 5: Bulanık en iyi değer (\tilde{f}_j^*) ve bulanık en kötü değer (\tilde{f}_j^-) belirlenir.

$$\tilde{f}_j^* = \max_j \tilde{f}_{ij}, \quad \tilde{f}_j^- = \min_j \tilde{f}_{ij} \quad [4]$$

Adım 6: \tilde{S}_i değerleri [5] no'lu denklem ve \tilde{R}_i değerleri [6] no'lu denklem kullanılarak hesaplanır.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n [\tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ij}^*) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)] \quad [5]$$

$$\tilde{R}_i = \max_j [\tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ij}^*) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)] \quad [6]$$

\tilde{S}_i , A_i alternatifinde, kriter değerlerinin bulanık en iyi değere olan uzaklıklarının toplamıdır. \tilde{R}_i ise j . kritere göre A_i alternatifinin bulanık en kötü değere olan maksimum uzaklığıdır. Diğer bir ifadeyle \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i değerleri A_i alternatifinin ortalama ve en kötü skorlarını göstermektedir.

Adım 7: S_i^- , S_i^* değerleri [7] nolu eşitlik ve R_i^- , R_i^* değerleri [8] nolu eşitlik, \tilde{Q}_i değeri [9] nolu eşitlik aracılığıyla hesaplanır.

$$\tilde{S}_i^* = \min_i \tilde{S}_i, \quad \tilde{S}_i^- = \max_i \tilde{S}_i \quad [7]$$

$$\tilde{R}_i^* = \min_i \tilde{R}_i, \quad \tilde{R}_i^- = \max_i \tilde{R}_i \quad [8]$$

$$\tilde{Q}_i = v (\tilde{S}_i - \tilde{S}_i^*) / (\tilde{S}_i^- - \tilde{S}_i^*) + (1 - v) (\tilde{R}_i - \tilde{R}_i^*) / (\tilde{R}_i^- - \tilde{R}_i^*) \quad [9]$$

Burada \tilde{S}_i^* maksimum grup faydasını, \tilde{R}_i^* karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığını ifade etmektedir. \tilde{Q}_i indeksi grup faydasının ve minimum pişmanlığın birlikte değerlendirilmesiyle hesaplanır. v değeri maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin ağırlığını ifade etmektedir. Uzlaşma “çoğunluk oyu” ($v > 0.5$) ile, “konsensüs” ($v = 0.5$) veya “veto” ($v < 0.5$) ile sağlanabilir. Adım 8: Bu aşamada bulanık sayıların ortalamaları alınarak durulaştırılmış ve S_i, R_i, Q_i indeks değerleri bulunur. Daha sonra elde edilen indeks değerlerine göre alternatifler sıralanır. İndeks değeri en küçük olan en iyi alternatifi göstermektedir.

Adım 9: Bu aşamada belirlenen en iyi alternatifin uzlaştırıcı çözüm olup olmadığının belirlenmesi gerekir. Uzlaştırıcı en iyi çözümü belirlemek için aşağıdaki iki koşulun uygunluğu kontrol edilir. Eğer iki koşul sağlanırsa, Q_i indeksi kullanılarak belirlenen çözüm uzlaştırıcı çözümdür.

1. *Koşul Kabul Edilebilir Avantaj*: Bu koşul en iyi ve en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içerir ve [10] nolu eşitsizlikte gösterilmiştir.

$$Q(A'') - Q(A') \geq DQ \quad [10]$$

$DQ = \frac{1}{m-1}$; m alternatif sayısını ifade eder. A' değeri sıralamada birinci sırada yer alan alternatif ve A'' sıralamada en iyi ikinci alternatifi gösterir

2. *Koşul Kabul Edilebilir İstikrar*: A' alternatifi, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sıralamada da en iyi alternatiftir. Bu uzlaştırıcı çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır. Eğer $Q(A^{(m)}) - Q(A') \leq DQ$ ise ve 1.koşul sağlanamıyorsa $A^{(m)}$ ve A' benzer uzlaştırıcı çözümlerdir. Uzlaştırıcı çözümler ($A', A'', \dots, A^{(m)}$) benzer olduğundan, A' karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip olmasına rağmen karar vermede istikrar yoktur. Bu nedenle A' ve A'' nin uzlaştırıcı çözümü aynıdır.

Adım 10: Q değeri minimum olan alternatif en iyi çözüm olarak seçilir.

5. Literatür Taraması

Bulanık VIKOR yöntemi yeni geliştirilmiş bir yöntem olduğundan literatürdeki çalışmalar diğer metotlara oranla göreceli olarak daha azdır. Yeni bir yöntem olmakla birlikte uygulama alanlarına bakıldığında karar verme probleminin var olduğu birçok alanda uygulanabildiği görülmektedir. Bulanık VIKOR ile ilgili yazında yer alan çeşitli çalışmalar ve uygulama alanları şu şekildedir.

Bulanık VIKOR yönteminin yazında Mohammady ve Amid (2010), Shemshadi vd., (2011), Amiri (2011), Akyüz (2012), Mirahmadi ve Teimoury (2012), Ramezaniyan vd. (2012), Rezaei vd. (2013) çalışmalarında olduğu gibi tedarikçi seçiminde karar verme sürecini organize ederek, optimal seçimi yapabilmek için sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Görener

(2013b) tedarikçi seçiminin özel hali olan 3. parti lojistik hizmeti sürecinde depo operatörü seçiminde VIKOR yöntemi ile beş alternatifi bulanık karar ortamında analiz etmiştir.

Diğer uygulama alanlarında; Yıldız ve Deveci (2013), Bali (2013) yöntemi personel seçimi probleminde, Girubha ve Vinodh (2012) çevresel etkilerini dikkate alarak materyal seçiminde, Chen ve Wang (2009) bilişim teknolojileri projelerinde ortak seçiminde, Uludağ ve Deveci (2013), Ar vd. (2014) kuruluş yeri seçim probleminde, Büyüközkan ve Ruan (2008) yazılım geliştirme projelerinin değerlendirilmesinde, Devi (2011) malzeme taşımada kullanılacak robot seçiminde, Vahdani vd. (2010) bakım planlamasında yöntemi kullanmışlardır. Sağlık sektörü uygulamalarında da kullanılan bulanık VIKOR yöntemini Chang (2014) hastane hizmetlerinin kalite değerlendirmesinde uygulamıştır. Liu vd. (2012) çalışmalarında genel anestezi sürecinin risk değerlendirmesinde yöntemi kullanarak, sürecin etkinliğini sağlamada yöntemi test etmişlerdir.

İşletmeler için stratejik üretim faktörlerinden olan enerji problemlerinin karar verme süreçlerinde bulanık VIKOR yöntemini; Kaya ve Kahraman (2010) yenilenebilir enerji planlamasında, Opricovic (2011) su kaynakları planlamasında, Ansari vd. (2011) en iyi yenilenebilir enerji alternatiflerinin belirlenmesinde kullanarak alternatifler arasındaki en iyi çözümü bulmaya çalışmışlardır.

6. Uygulama

Çalışmada Pamukkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde öğrenim gören öğrencilere Denizli Şehirlerarası Otobüs Terminalinde hizmet veren otobüs firmaları hakkında bir anket uygulanmış ve öğrencilerin görüşlerinden yola çıkılarak değerlendirmelerde bulunulmuştur. Anket sonuçları Bulanık VIKOR yöntemiyle değerlendirilerek öğrencilerin Denizli'deki otobüs firmaları hakkındaki düşünceleri saptanmış ve otobüs firmaları kendi aralarında öğrenci odaklı olarak sıralanmıştır. Öğrencilerin seçimini etkileyen 5 ana kriter ve bu 5 ana kriterin toplam 22 alt kriteri aşağıdaki gibidir. Öğrencilerin bu kriterleri Denizli iline düzenli seferleri olan dört otobüs işletmesi alternatifleri arasında değerlendirmeleri istenmiştir.

Kalite Algısı (K1)

- Araçların kalitesi
- İstenilen yere ulaşım sağlaması
- Otobüs filosunun büyüklüğü
- Yoğun günlerde ek sefer kolaylığı sağlaması
- Bilet satış terminallerinin sunduğu hizmetler
- Çağrı merkezi bilet alabilme kolaylığı

- Müşteri algısı ve firmanın kaza geçmişi (Firma itibarı)

Hizmet Algısı (K2)

- Güler yüzlü hizmet (Yazıhane ve otobüsteki tüm personeller)
- Servis görevlilerinin (host) yolcuya karşı tutumu
- Bagaj işlemlerinin kalitesi (Sınırlama, karışıklık, kaybolma vb.)
- İkram servisi kalitesi ve sıklığı
- TV, internet vb. hizmetlerin varlığı
- Şehir içi servis hizmeti

Fiyat Algısı (K3)

- Bilet alma kolaylığı
- Fiyat uygunluğu

Zaman Algısı (K4)

- Sefer başlangıç saatlerine uyum
- Güzergâha uyum
- Varış noktasına zamanında ulaşım

Güvenlik Algısı (K5)

- Ferdi kaza sigortası
- Araç içinde ilk yardım çantasının var olması ve yolcu emniyet kemerlerinin bulunması
- Hız sınırlamalarına ve trafik kurallarına uyma
- Arıza, kaza gibi anlarda gereken tedbirlerin alınması

Otobüs firması seçimi için geliştirilen bulanık VIKOR yöntemi ise aşağıdaki adımları içeren bir süreçtir.

Adım 1: Karar verici grubu oluşturulur ve alternatifler belirlenir. Çalışmada 229 öğrenci karar verici grubunu oluşturmaktadır.

Adım 2: Bu aşamada kriterler ve alternatifleri değerlendirmek için uygun dilsel değişkenler seçilmelidir. Kullanılan dilsel değişkenler olan üçgen bulanık sayılar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Dilsel Değişkenler ve Bulanık Sayılar

| Kriter Ağırlıkları İçin Kullanılan Değişkenler | | Alternatiflerin Derecelendirilmesi İçin Kullanılan Değişkenler | |
|--|--------------------|--|----------------------|
| Dilsel Değişkenler | Bulanık Sayılar | Dilsel Değişkenler | Bulanık Sayılar |
| Çok Düşük (ÇD) | (0.00, 0.00, 0.25) | Çok Kötü (ÇK) | (0.00, 0.00, 2.50) |
| Düşük (D) | (0.00, 0.25, 0.50) | Kötü (K) | (0.00, 2.50, 5.00) |
| Orta (O) | (0.25, 0.50, 0.75) | Orta (O) | (2.50, 5.00, 7.50) |
| Yüksek (Y) | (0.50, 0.75, 1.00) | İyi (İ) | (5.00, 7.50, 10.00) |
| Çok Yüksek (ÇY) | (0.75, 1.00, 1.00) | Çok İyi (Çİ) | (7.50, 10.00, 10.00) |

Kaynak: Chen ve Wang, 2009: 235-236.

Adım 3-4: Bu aşamada öncelikle karar vericilerin kriterler için verdikleri ağırlıklar ve kriterlere göre alternatiflere verdikleri değerlerin dilsel değişkenler cinsinden ifadeleri bulunularak Tablo 1’de gösterilen bulanık sayı değerlerine dönüştürülmüştür.

Bütünleştirilmiş bulanık ağırlıklar ile her bir alternatifin kriterler bazında bütünleştirilmiş bulanık sayı değerleri Tablo 2 ve Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 2. Bütünleştirilmiş Bulanık Ağırlıklar

| Kriterler | Bulanık Ağırlıklar (w_j) | | |
|-----------|------------------------------|------|------|
| K1 | 0.75 | 1.00 | 1.00 |
| K2 | 0.75 | 1.00 | 1.00 |
| K3 | 0.75 | 1.00 | 1.00 |
| K4 | 0.75 | 1.00 | 1.00 |
| K5 | 0.75 | 1.00 | 1.00 |

Kriter değerleri incelendiğinde, kriter ağırlıklarının eşit olduğunu görmekteyiz. Bunun nedeni ise öğrencilerin kriterleri değerlendirirken her bir kriterin kendileri için eşit düzeyde önemli olduğunu söylemeleri ve her bir kriterin Çok Yüksek (ÇY) dilsel değişken değerini sağlaması ve her bir kriterin gerektiğini düşünmelerinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 3. Bulanık Karar Matrisi

| | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| K1 | 3.74 | 6.03 | 8.01 | 4.00 | 6.33 | 8.26 | 2.59 | 4.57 | 6.80 | 5.55 | 7.95 | 9.20 |
| K2 | 4.54 | 6.90 | 8.64 | 4.00 | 6.32 | 8.26 | 2.88 | 4.90 | 7.04 | 5.37 | 7.76 | 9.08 |
| K3 | 4.18 | 6.41 | 8.13 | 4.00 | 6.27 | 8.10 | 4.10 | 6.31 | 8.11 | 4.03 | 6.07 | 7.64 |
| K4 | 4.91 | 7.27 | 8.86 | 4.46 | 6.81 | 8.57 | 3.54 | 5.70 | 7.71 | 5.44 | 7.85 | 9.17 |
| K5 | 4.44 | 6.77 | 8.55 | 4.23 | 6.56 | 8.42 | 3.46 | 5.63 | 7.67 | 4.83 | 7.18 | 8.77 |

Adım 5: Tüm kriter fonksiyonlarının (\tilde{f}_j^*) ve en kötü değerleri (\tilde{f}_j^-) [4] nolu eşitlik yardımıyla bulunmuş ve sonuçlar Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4. Kriterlerin En İyi ve En Kötü Değerleri

| | (\tilde{f}_j^*) | | | (\tilde{f}_j^-) | | |
|-----------|-------------------|------|------|-------------------|------|------|
| K1 | 5,55 | 7,95 | 9,20 | 2,59 | 4,57 | 6,80 |
| K2 | 5,37 | 7,76 | 9,08 | 2,88 | 4,90 | 7,04 |
| K3 | 4,18 | 6,41 | 8,13 | 4,00 | 6,07 | 7,64 |
| K4 | 5,44 | 7,85 | 9,17 | 3,54 | 5,70 | 7,71 |
| K5 | 4,83 | 7,18 | 8,77 | 3,46 | 5,63 | 7,67 |

Adım 6: Tüm kriterlere göre i . alternatifin en iyi bulanık değere uzaklığının toplamını veren \tilde{S}_i değerleri (5) nolu denklem yardımıyla hesaplanmış ve Tablo 5’teki değerler elde edilmiştir.

Tablo 5. Alternatiflerin \tilde{S}_i Değerleri

| | \tilde{S}_i | | \tilde{S}_i Ort. |
|-----------|---------------|------|--------------------|
| A1 | 1.13 | 1.40 | 1.22 |
| A2 | 2.27 | 2.28 | 2.04 |
| A3 | 3.33 | 4.29 | 3.89 |
| A4 | 0.62 | 1.00 | 0.88 |

Her bir kritere göre i . alternatifin en kötü bulanık değerlere olan maksimum uzaklığını veren \tilde{R}_i değerleri de [6] nolu denklem yardımıyla hesaplanmış ve Tablo 6'daki değerler elde edilmiştir.

Tablo 6. Alternatiflerin \tilde{R}_i Değerleri

| | \tilde{R}_i | | | \tilde{R}_i Ort. |
|-----------|---------------|------|------|--------------------|
| A1 | 0.46 | 0.57 | 0.50 | 0.51 |
| A2 | 0.75 | 0.50 | 0.41 | 0.55 |
| A3 | 0.75 | 1.00 | 1.00 | 0.92 |
| A4 | 0.62 | 1.00 | 1.00 | 0.87 |

Adım 7: Bu adımda ise maksimum grup faydası \tilde{S}_i^* ile minimum bireysel pişmanlığı \tilde{R}_i^* bir arada değerlendiren \tilde{Q}_i değeri [9] no'lu denklem aracılığıyla hesaplanmış ve Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 7. \tilde{S}_i^* ve \tilde{S}_i^- ve \tilde{R}_i^* ve \tilde{R}_i^- Değerleri

| | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|-------------------------|------|------|------|
| \tilde{S}_i^* (Min.) | 0.62 | 1.00 | 1.00 | \tilde{R}_i^* (Min.) | 0.46 | 0.50 | 0.41 |
| \tilde{S}_i^- (Maks.) | 3.33 | 4.29 | 4.04 | \tilde{R}_i^- (Maks.) | 0.75 | 1.00 | 1.00 |

Tablo 8. Alternatiflerin \tilde{Q}_i Değerleri

| | \tilde{Q}_i | | | \tilde{Q}_i Ort. |
|-----------|---------------|------|------|--------------------|
| A1 | 0.09 | 0.13 | 0.10 | 0.11 |
| A2 | 0.80 | 0.19 | 0.10 | 0.36 |
| A3 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| A4 | 0.28 | 0.50 | 0.50 | 0.43 |

Adım 8: Bu aşamada bulanık sayıların ortalamaları alınarak durulaştırılmış ve S_i , R_i , Q_i indeks değerleri bulunmuştur. Elde edilen ortalama sonuçlar Tablo 9'da gösterilmiştir. Bulunan indeks değerlerine göre alternatifler arasında küçükten büyüğe doğru bir sıralama yapılmıştır. İndeks değeri en küçük olan en iyi alternatifi göstermektedir.

Tablo 9. Q_i , S_i , R_i İndeks Değerleri ve Alternatiflerin Sıralanması

| | Q_i | | S_i | | R_i | |
|-----------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | İndeks | Sıra | İndeks | Sıra | İndeks | Sıra |
| A1 | 0.11 | 1 | 1.22 | 2 | 0.51 | 1 |
| A2 | 0.36 | 2 | 2.04 | 3 | 0.55 | 2 |
| A3 | 1.00 | 4 | 3.89 | 4 | 0.92 | 4 |
| A4 | 0.43 | 3 | 0.88 | 1 | 0.87 | 3 |

Adım 9: Bulunan Q_i indeks değerine sahip A1 alternatifi en iyi çözümdür. Ancak en iyi uzlaştırıcı çözümü sağlayıp sağlayamadığını belirlemek için aşağıdaki iki koşulun uygunluğu kontrol edilmiştir.

1.Koşul Kabul Edilebilir Avantaj: [10] nolu eşitliğe göre $Q(A'') - Q(A') \geq DQ$ koşulu sağlanmalıdır. Tablo 9'a göre $0.36-0.11 \leq 0.33$ olduğundan A1 alternatifi kabul edilebilir avantaj koşulunu sağlamamaktadır.

2.Koşul Kabul Edilebilir İstikrar: Bu koşula göre A' alternatifinin S_i ve/veya R_i indeks değerlerine göre sıralamada en iyi alternatif olmalıdır. Tablo 9 incelendiğinde A1 alternatifinin R_i indeks değerlerine göre birinci sırada yer aldığı görülmektedir. Böylece alternatif kabul edilebilir istikrar koşulunu sağlamaktadır.

A1 alternatifi için 1.koşul sağlanamadığından $Q(A^{(m)}) - Q(A') \leq DQ$ kontrolü yapılmalı ve $A^{(m)}$ ve A' aynı uzlaştırıcı çözüm bulunmalıdır. Buna göre A1 ve A2 alternatifi arasında fark 0.33'ten küçüktür. Bu nedenle A1 ve A2 alternatifi uzlaşık çözüm alternatifleri olarak kabul edilir.

Tablo 10. Q_i , S_i , R_i İndeks Değerlerine Göre Alternatiflerin Sıralanması

| | |
|-------|-------------|
| Q_i | A1>A2>A4>A3 |
| S_i | A4>A1>A2>A3 |
| R_i | A1>A2>A4>A3 |

Tablo 10'da gördüğümüz gibi Q_i ve R_i değerlendirmeleri aynıyken S_i değerlendirmesi biraz farklı çıkmıştır. Ancak belli bir alternatif seçilmek istendiğinde A1 ve A2 alternatiflerinin birlikte tercih edilmesi gerekmektedir.

7. Sonuç

Şehirlerarası seyahat hizmetlerinden faydalanan bireyler yolculuk edecekleri firmalar arasından seçim yaparken çeşitli kriterleri dikkate almaktadırlar. Bununla birlikte yapmış oldukları seyahat hizmetinden duydukları memnuniyeti etkileyen bir takım kriterlerin olduğu da gözlenmektedir. Otobüs firmaları, otobüs taşımacılığındaki artan rekabet nedeniyle müşterilerine çeşitli hizmetleri sunarak müşteri portföylerini geliştirme ihtiyacı duymaktadır. Tüketicilerin benzer hizmetler sunan firmalar arasından seçim yapması bazı durumlarda oldukça karmaşık yapıli problemlerin başında gelmektedir. Böylesi karmaşık ve benzerlik taşıyan problemlerin çözümünde ÇKKV tekniklerinden yararlanılarak tercih edilecek olan alternatifin bilimsel bir dayanağa dayandırılması en uygun alternatifin tercih edilmesini sağlayacak böylelikle müşteri memnuniyetini de arttırmış olacaktır.

Bu çalışmada üniversite öğrencilerinin sıklıkla karar verici durumunda olduğu, otobüs firması seçim sürecinde bulanık VIKOR yöntemi kullanılmıştır. Pamukkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi öğrencilerine, Denizli iline en çok sefer sayısına sahip dört şehirlerarası otobüs firmasını dikkate alarak anketi değerlendirmeleri istenmiştir. Öğrencilerin otobüs firması değerlendirme kriterleri olarak kalite, hizmet, fiyat, zaman ve güvenlik algıları olmak üzere 5 temel kriter belirlenmiş ve bu 5 temel kriter 22 alt başlıkta ölçümlenmiştir. Anket uygulaması sonrasında çıkan sonuçlar Bulanık VIKOR yöntemiyle değerlendirilerek iki alternatifin uzlaştırıcı çözüm olduğu sonucuna varılmıştır. Öte yandan anket örnekleminin

öğrenciler olması nedeniyle fiyat algısının öncelikli olabileceği düşünülürken, fiyat algısı konusunda en iyi performansla sahip otobüs firmasının (A3) diğer kriterleri de dikkate alındığı uzlaştırıcı çözüm sonrasında tercih sıralamasında en sonda yer aldığı görülmüştür. Bu bağlamda otobüs işletmelerinin müşteri tercihini etkileme noktasında rekabet ederken fiyat dışındaki kriterleri de dikkate almaları gerektiği sonucuna varılabilir.

Uygulanan yöntem farklı çalışma alanlarında geliştirilerek çalışılabileceği gibi ağırlıkların belirlenmesi için Analitik Hiyerarşi Süreci ile birlikte de kullanılabilir. Ayrıca karar kriter sayısı, kriter ağırlıkları, karar verici sayısı ve alternatif sayısı değiştirilerek duyarlılık analizi yapıp bu değişimlerin sonuçları nasıl etkilediği gözlemlenebilir. Diğer bulanık ÇKKV teknikleriyle karşılaştırmalar yapılarak çıkan sonuçlar arasındaki farklılıklar araştırılabilir.

Kaynakça

- Akyüz, G. (2012) "Bulanık VIKOR Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt:26 (1), 197-215.
- Amiri, M., Ayazı, S.A., Olfat, L. ve Moradi, J.S. (2011) "Group Decision Making Process for Supplier Selection with VIKOR under Fuzzy Circumstance Case Study: An Iranian Car Parts Supplier", International Bulletin of Business Administration, 10, 62-75.
- Ansari, A. J., Ashraf, I. ve Gopal, B. (2011) "Integred Fuzzy VIKOR and AHP Methodology for Selection of Distributed Electricity Generation Through Renewable Energy in India", International Journal of Engineering Research and Applications. Vol:1. Issue:3, 1110-1113.
- Ar, İ.M., BAKİ, B. ve Özdemir, F. (2014) "Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık AHS-VIKOR Yaklaşımının Kullanımı: Otel Sektöründe Bir Uygulama", International Journal of Economic and Administrative Studies, 7-13, 93-114.
- Ardıç, K. ve Sadaklıoğlu, H. (2009) "Şehirlerarası Yolcu Taşımacılığında Hizmet Kalitesinin Ölçümü: Tokat Örneği", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt:23. Sayı:3, 167-190.
- Bali, Ö. (2013) "Bulanık Boyut Analizi ve Bulanık VIKOR İle Bir ÇNKV Modeli: Personel Seçimi Problemi", KHO Bilim Dergisi, 23-2, 125-149.
- Büyüközkan, G. ve Ruan, D. (2008) "Evaluation of Software Development Projects Using a Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach. Mathematics and Computers in Simulation", 77(5), 464-475.
- Chang, T.H. (2014) "Fuzzy VIKOR Method: A Case Study of the Hospital Service Evaluation in Taiwan", Information Sciences, 271, 196-212.
- Chen, L.Y. ve Wang, T. (2009) "Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Process: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR", Int. Journal of Production Economics. 120(1), 233-242.
- Chen, T.C., Ching-Torng L. ve Huang. S.F. (2006) "A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management", International Journal of Production Economics. 102: 289-301.
- Chu, M.T., Shyu. J., Tzeng, G.H. ve Khosla, R. (2007) "Comparison Among Three Analytical Methods or Knowledge Communities Group Decision Analysis", Expert Systems with Applications, 33(4), 1011-1024.
- Çatı, K. (2003) "Ulaşım Hizmetlerinde Hizmet Kalitesi ve Bir Uygulama", Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. Cilt:27. No:1, 121-134.
- Dağdeviren, M.. (2007) "Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Prosesi ile Personel Seçimi ve Bir Uygulama", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi. Cilt:22. No:4, 791-799.
- Devi, K. (2011) "Extension of VIKOR Method in Intuitionistic Fuzzy Environment for Robot Selection", Expert Systems with Applications, 38 (11),14163-14168.
- Duman, T., Ayduğan P. ve Koçak G. N. (2007) "Karayolu Yolcu Taşımacılığı Hizmet Kalitesi: Hizmet Değeri, Müşteri Memnuniyeti ve Müşteri Sadakati İlişkileri", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. (1), 151-177.
- Dursun, M. ve Karsak, E. (2007) "Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımından Yararlanarak Katı Atık Yönetim Sistemi Seçimi", Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı. İzmir, 1219-1224.

- Evren, R. ve Ülengin, F. (1992) "Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme", İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası. Sayı:1490. İstanbul.
- Girubha, R. J. ve Vinodh, S. (2012) "Application of Fuzzy VIKOR and Environmental Impact Analysis for Material Selection of an Automotive Component", *Materials&Design*, 37, 478-486.
- Görener, A. (2013a) "Depo Operatörü Lojistik Firmasının Seçimi İçin Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi* 42-2, 198-218.
- Görener, A. (2013b) "Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi: Bulanık VIKOR Yöntemiyle İmalat Sektöründe Bir Uygulama", *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*. Cilt:5. Sayı:3, 47-62.
- Karakaşoğlu, N. (2008). "Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama", Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı. Sayısal Yöntemler Bilimler Dalı Yüksek Lisans Tezi. Denizli.
- Kaya, T. ve Kahraman, C. (2010) "Multicriteria Renewable Energy Planning Using an Integrated Fuzzy VIKOR & AHP Methodology: The Case of Istanbul", *Energy* 35, 2517-2527.
- Koçoğlu, C. M. ve Aksoy, R. (2012) "Hizmet Kalitesinin SERVPERF Yöntemi ile Ölçülmesi: Otobüs İşletmeleri Üzerinde Bir Uygulama", *Akademik Bakış Dergisi*. Sayı: 29, 1-20.
- Lisa Y., Chen, L.Y. ve Wang, T. C. (2009) "Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR", *International Journal of Production Economics*, 120-1, 233-242.
- Liu, H.-C., Liu, L., Liu, N. ve Mao, L.-X. (2012) "Risk Evaluation in Failure Mode and Effects Analysis with Extended VIKOR Method Under Fuzzy Environment", *Expert Systems with Applications*, 39-17, 12926-12934.
- Mirahmadi, N. ve Teimoury E. (2012) "A Fuzzy VIKOR Model for Supplier Selection and Evaluation: Case of EMERSUN Company", *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. 2(5). 5272-5287.
- Moeinzadeh. P. ve Hajfathaliha, A. (2009) "A Combined Fuzzy Decision Making Approach to Supply Chain Risk Assessment", *World Academy of Science Engineering and Technology*. No: 60. 519-535.
- Mohammady, P. ve Amid, A. (2010) "Integrated Fuzzy VIKOR and Fuzzy AHP Model for Supplier Selection in An Agile and Modular Virtual Enterprise; Application of FMCDM on Service Companies", *The Journal of Mathematics and Computer Science*, Vol 1 (4), 413-434.
- Opricovic, S. (1998). "Multi-Criteria Optimization of Civil Engineering Systems", Faculty of Civil Engineering, Belgrade.
- Opricovic, S. (2011) "Fuzzy VIKOR with an Application to Water Resources Planning Expert Systems with Applications", 38 (10), 12983-12990.
- Özkan, M. M. (2003) "Bulanık Hedef Programlama", Ekin Kitabevi, Bursa.
- Ramezaniyan, M.R., Kazemi, M., Jafari, H. ve Elahi, S.M. (2012) "Application of Integred Fuzzy VIKOR & AHP Methodology to Contractor Ranking", *Management Science Letters*, 2, 1511-1526.
- Rezaei, M., M.A. ve Motlagh, M.S. (2013) "Integrated Fuzzy ANP, Fuzzy VIKOR and Goal Programming for Sourcing in A Supply Chain: A Case Study From Cable Industry", *Decision Science Letters*, 2, 287-298.
- Seçme, N.Y., Bayraktaroğlu, A. ve Kahraman, C. (2009) "Fuzzy Performance Evaluation in Turkish Banking Sector Using Analytic Hierarchy Process and TOPSIS", *Expert Systems with Applications*. 36(9), 11699-11709.
- Shemshadi A, Shirazi, H., Toreihi, M. ve Tarokh, M.J. (2011) "A Fuzzy VIKOR Method for Supplier Selection Based on Entropy Measure for Objective Weighting", *Expert Systems with Applications*, 38 (10), 12160-12167.
- Soner, S. ve Önüt, S. (2006) "Multi-Criteria Supplier Selection: an ELECTRE-AHP Application", *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. Cilt:4. 110-120.
- Tekeş, M. (2002) "Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Karşılaştırılması", (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tokat, B. ve Kara, H. (1999) "Otobüs İşletmeciliği", Dumlupınar Üniversitesi Yayınları, No:7, İstanbul.
- Uludağ, A.S. ve Deveci, M.E. (2013) "Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama", *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. Cilt:13-1, 257-287.
- Ünal, Y. (2011) "Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Bir Takım Oyunu İçin Oyuncu Seçimi Uygulaması", *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, Konya.
- Vahdani, B., Hadipour, H., Sadaghiani J.S. ve Amiri, M. (2010) "Extension of VIKOR Method Based on Interval-Valued Fuzzy Sets", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 47, 1231-1239.

- Yıldız, A. ve Deveci, M. (2013) “Bulanık VIKOR Yöntemine Dayalı Personel Seçim Süreci”,Ege Akademik Bakış Dergisi. Cilt:13-4. 427-436.
- Yılmaz, E. (2012) “Bulanık AHP-VIKOR Bütünleşik Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi”, Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. Cilt: 33 (2), 331-354.
- Yu, P.L. (1973) “A Class of Solutions for Group Decision Problems”, Management Science,19 (8), 936-946.
- Zadeh, L.A. (1965) “Fuzzy Sets”, Information Control, 8 (3), 338-353.