



Personel Seçiminde Bulanık DEMATEL ve Bulanık VIKOR Yöntemlerinin Uygulanması

Tülay Korkusuz Polat^{1*}, Nurcan Kara²

^{1*} Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 54100, Sakarya Türkiye, (ORCID: 0000-0001-6693-7873), korkusuz@sakarya.edu.tr

² Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 54100, Sakarya, Türkiye (ORCID: 0000-0002-4801-3658), nurankara14021982@gmail.com

(İlk Geliş Tarihi 5 Şubat 2021 ve Kabul Tarihi 4 Nisan 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.874671)

ATIF/REFERENCE: Korkusuz Polat, T. & Kara, N. (2021). Personel Seçiminde Bulanık DEMATEL ve Bulanık VIKOR Yöntemlerinin Uygulanması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 376-385.

Öz

Özellikle bilginin ve doğru bilgiye sahip olmanın öneminin her geçen gün arttığı günümüzde, kalifiye insan kaynağı ile çalışabilmek önemlidir. Doğru insan kaynağına sahip olmak işletmelerin rekabet edebilirliğini arttırmada önemli bir araçtır. Doğru adayın seçim aşaması sürecin zorlu adımlarından biridir. Alternatif adaylar arasından doğru adayı seçmek için pek çok kriteri en iyi şekilde sağlayan adayı bulmak gerekebilir. Çok alternatifin ve çok kriterin değerlendirilmesi gereken bu tarz problemlerde Çok Kriterli Karar Verme tekniklerini kullanmak, değerlendirme aşamasına tüm kriterlerin katılabilmesini sağlaması açısından oldukça kullanışlıdır. Bu çalışmada, Sakarya'da faaliyet gösteren bir imalat işletmesinin insan kaynakları müdürü seçim problemi ele alınmıştır. Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden DEMATEL ve VIKOR yöntemleri, sezgisel değerlendirmelerin de hesaba katılabilmesi için bulanık olarak çalışılmıştır. Problem için altı kriter ve yedi alternatif belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde işletmede fabrika müdürü, satış müdürü ve üretim müdüründen oluşan üç kişilik uzman bir ekip ile birlikte çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Personel Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık DEMATEL, Bulanık VIKOR.

Application of Fuzzy DEMATEL and Fuzzy VIKOR Methods in Personnel Selection

Abstract

It is important to work with qualified human resources, especially in today's world, where the importance of knowledge and having the right information is increasing day by day. Having the right human resources is an important tool in increasing the competitiveness of businesses. The selection phase of the right candidate is one of the difficult steps of the process. To choose the right candidate among alternative candidates, it may be necessary to find the candidate who meets many criteria in the best way. It is very useful to use Multi Criteria Decision Making techniques in such problems where many alternatives and multiple criteria should be evaluated, in terms of ensuring that all criteria can be included in the evaluation phase. In this study, the problem of choosing a human resources manager of a manufacturing company operating in Sakarya is discussed. The DEMATEL and VIKOR methods, which are among the Multi Criteria Decision Making techniques, have been studied fuzzy in order to take into account heuristic evaluations. Six criteria and seven alternatives were determined for the problem. A team of three experts, consisting of factory manager, sales manager and production manager, worked together in determining the criteria.

Keywords: Personnel Selection, Multi Criteria Decision Making, Fuzzy DEMATEL, Fuzzy VIKOR.

* Sorumlu Yazar: korkusuz@sakarya.edu.tr

1. Giriş

Teknolojinin hızla gelişmesi ve küreselleşmenin etkileri her geçen gün daha fazla hissedilse de, nitelikli işgücünün önemi azalmamıştır. Özellikle yönetim seviyesinde işgücünün önemi ve dolayısıyla doğru insan kaynağının seçimi son derece önemlidir. Kurumların başarısı, doğru işe doğru personelin yerleştirilmesiyle ilgilidir. İnsan kaynakları seçimi, insan kaynağı ihtiyacını belirleme ile başlayan ve bu ihtiyacı karşılayan doğru adayın seçilmesi ile devam eden bir süreçtir. Ölçme ve değerlendirmeyi daha doğru hale getirmek için insan kaynakları seçiminde dikkate alınacak çok fazla kriter olabilir. İnsan kaynakları seçim probleminin çok kriterli doğası, Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri kullanılarak daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağlar.

Literatürde işletmeler için çok önemli olan personelin “Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri - ÇKKVT” kullanılarak seçilmesine yönelik çok sayıda araştırma olduğu görülmektedir. Aksakal vd. [1], adayın seçim sürecini değerlendirmek için DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions) yöntemlerini içeren bir model önermektedir. Araştırmada DEMATEL yöntemi ile her bir kriterin ağırlığı bulunurken, adaylar TOPSIS yöntemi ile listelenmiştir. Kenger ve Organ [2], yaptıkları çalışmada Hatay'daki bir banka için personel seçme problemini tartışmış ve entropi yöntemi ile ağırlıkları belirleyerek alternatifleri ARAS (Additive Ratio Assessment) yöntemi ile değerlendirmiştir. Uygurtürk ve Korkmaz [3], metal sektöründe faaliyet gösteren 13 firmanın mali tablolarını kullanarak şirketlerin mali performansını analiz etmek için TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Soba [4], aynı sınıftaki altı farklı minibüs aracından birini seçmek için PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemini kullanmıştır. Problemin çözümü için seçim kriterleri olarak: ücret, hız, yakıt, güvenlik, motor gücü ve performans kullanılmıştır. Pineda vd. [5] havayolu performansını ölçmek için kullanılan kriterlerin yetersiz olduğunu öne sürmüş ve yöneticilerin niteliksel değerlendirmelerini dikkate alan bir çalışma yürütmüşlerdir. Değerlendirmede kullanılabilecek temel kriterleri nesnel olarak türetebilecek bir model geliştirmek için DRSA (Dominance-based rough set approach), DEMATEL, DANP (DEMATEL-Analytic Network Processes) ve VIKOR (VIšekriterijumsko KOmpromisno Rangiranje) dahil olmak üzere hibrit bir çok kriterli karar verme modeli kullanmışlardır. Nassereddine ve Eskandari [6], Tahran'daki toplu taşıma yolcularının memnuniyet düzeyini ölçmek için hibrit bir model önermiştir. Çalışmada anket değerlendirmesi için Delphi yöntemi uygulanmış, ardından kriterlerin ağırlıklandırılması için Grup Analitik Hiyerarşi Prosesi (GAHP) ve son olarak değerlendirmeyi yapmak için PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır. Kabak vd. [7], bisiklet paylaşım istasyonları ve potansiyel bisiklet paylaşım istasyonu alternatiflerinin mevcut durumunu değerlendirmek için coğrafi bilgi sistemi ile çok kriterli karar verme yöntemleri olan AHP (Analytic Hierarchy Process – Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve MOORA (Multi-Objective Optimization By Ratio Analysis) 'nın birleştirildiği çalışma yürütmüşlerdir. Uluslararası havaalanı performansının sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini tahmin etmek için DEMATEL, DANP ve VIKOR yöntemlerini kullanan Lu vd. [8] uygulamalarında Tayland'daki üç uluslararası havalimanını değerlendirmişlerdir. Bongo vd. [9], hava transfer sisteminde çalışan hava kontrolörlerinin iş yükü stresini ölçmek için DEMATEL - ANP ve PROMETHEE II'yi kullanmışlardır. Ünal

[10], AHP'nin uygulama aşamaları ve avantajlarına değindikten sonra, personel seçimi konusunda AHP ile yapılan uygulama çalışmalarını derinlemesine incelemiştir. AHP yöntemi, seçim kararlarını vermede yaygın olarak kullanılan bir yöntem olmasına rağmen, genellikle kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmakta olup, değerlendirme işlemi için bir başka çok kriterli karar verme yönteminden destek alınan çalışmalar da mevcuttur. Bedir ve Eren [11], perakende sektöründeki uygulamalarında çok kriterli karar verme tekniklerini kullanarak personel seçim problemi için AHP ve PROMETHEE yöntemlerini kullanmışlardır. Üstasüleyman [12] çalışmasında, hizmet kalitesi ve işçilik kalitesinin önemli olduğu sektörlerden biri olan bankacılık sektörünü incelemiştir. Çalışmasında hizmet kalitesi değerlendirme kriterlerinin önemini belirlemede AHP yöntemini kullanmış ve bu önem seviyelerini TOPSIS yönteminde kullanarak, bankaların hizmet performansını ölçmüşlerdir. AHP ve TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bir başka çalışma Doğan ve Önder [13] tarafından yapılmıştır. Bilişim sektörünün perakende zincir mağazalarına odaklanan çalışmada, AHP ile uygun satış temsilcilerinin seçimi için gerekli kriterlerin ağırlıklarını belirlemişler ve adayları TOPSIS ile sıralamışlardır. Tepe ve Görener [14], kurumsal bir şirket için personel seçim sürecini gerçekleştirirken kriter ağırlıklarını AHP yöntemi ile hesaplamış ve MOORA yöntemini kullanarak seçim sürecini gerçekleştirmişlerdir. Gür vd. [15] toplu taşıma için alternatif güzergah belirleme probleminin çözümünde AHP ve 0-1 hedef programlama yöntemlerini birlikte kullanarak bir çalışma yürütmüştür. Aktepe ve Ersöz [16] farklı bir seçim yeri uygulaması olarak, depo yeri seçiminde AHP-VIKOR-MOORA yöntemlerini kullandıkları bir uygulama yapmışlardır. Uygulamalarında, bir döküm fabrikası için üç farklı şehirdeki 11 olası depolama yerinden seçim yapmak için kriterler AHP ile ağırlıklandırılmış ve alternatifler MOORA ve VIKOR yöntemlerine göre sıralanmıştır. Arslankaya [17], Bulanık AHP ile kalite, fiyat, mesafe ve hizmet kriterlerini değerlendirmiş ve ikram firması seçiminde ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) ve VIKOR yöntemleri ile alternatif seçim yapmıştır. Över Özçelik ve Eryılmaz [18] Bulanık AHP-MOORA-COPRAS yöntemlerini kullanarak bir traktör imalatçısı için tedarikçi seçimi yapmışlardır. Çolak ve Boyacı [19], Bulanık AHP yöntemi ile otomotiv endüstrisi için performans değerlendirme çalışması yapmışlardır.

Sang vd. [20] bir yazılım işinde personel seçimi için bir model geliştirmişlerdir. Model, α -cut ve KM (Karnik-Mendel Algoritması) algoritmalarına dayalı Bulanık TOPSIS yöntemi ile çalışmaktadır. Lin [21] Tayvan'da bir imalat firmasında personel seçim problemini ele almıştır. Sorunu çözmek için ANP ve üç aşamalı Bulanık DEA (Data Envelopment Analysis-Veri Zarflama Analizi) tekniklerini entegre eden bir karar destek modeli geliştirmiştir. Uygulamalarda farklı sıralama yöntemleri kullanıldığında tutarsız sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle Dursun ve Karsak [22], analize hem net verileri hem de dilsel değişkenleri dahil etmeyi mümkün kılan bir algoritma önermişlerdir. Çalışmalarında TOPSIS'e dayalı bulanık çok kriterli bir karar verme modeli kullanmışlardır. Benzer şekilde Kusumawardani ve Agintiara [23], AHP ve TOPSIS yöntemlerinin çok kriterli avantajlarını bulanık yönteminin avantajları ile birlikte kullanmak için entegre bir sistem kullanmışlardır. Endonezya'da yedi bölgede faaliyet gösteren bir şirketin insan kaynakları departmanı tarafından belirlenen kriterleri kullanarak departman için yönetici personel seçimi problemini ele almışlardır. Balez'entis vd. [24], grup karar vermede dilsel akıl yürütme sağlamak için Bulanık

MULTIMOORA tekniğini genişlettikleri bir çalışma yürütmüşler ve personel seçimi problemi ile de çalışmalarını örneklemiştirlerdir. Kabak vd. [25], hibrit bir bulanık çok kriterli karar verme modeli kullanarak personel seçimi yapmışlardır. Seçim için kullanılan kriterler arasındaki geri bildirimleri ele almak için Bulanık ANP'yi ve personel seçiminde uygun alternatifler bulmak için Bulanık TOPSIS-Bulanık ELECTRE yöntemlerini kullanmışlardır. Güngör vd. [26], personel seçimi probleminde karar vericiye yardımcı olmak için Bulanık AHP yöntemini kullanarak bulanık bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Kolay anlaşılır ve uygulanabilir tekniklerden olan GRA (Gray Relational Analysis) yöntemi personel seçim problemlerinde de kullanılmaktadır, Zhang ve Liu [27], GRA'yı sezgisel bulanık küme yöntemiyle birleştirerek personel seçiminde kullanmışlardır. Kelemenis ve Askounis [28], Bilişim Teknolojileri sektöründe üst düzey bir yöneticiyi seçtikleri çalışmalarında karar vericilere destek olmak için Bulanık TOPSIS tabanlı bir model geliştirmişlerdir. Yıldız ve Deveci [29], bir teknoloji şirketinde personel seçimi probleminin çözümü için Bulanık VIKOR tercih etmişlerdir. Diğer yandan Öztürk ve Kaya [30] ise otomotiv yan sanayi bir şirket için Bulanık VIKOR ile personeli seçmiştir. Jassbi vd. [31], stratejik seçim kriterleri arasındaki ilişkileri belirlemek için Bulanık DEMATEL tekniği ile bir çalışma yapmışlardır.

Personel seçimi, teknoloji yoğun sektörlerde dahi kalifiye eleman bulmanın çok önemli olduğu günümüz iş dünyasının belki de en önemli sorunlarından biridir. Doğru personel ile çalışmak, şirketlerin başarısında kilit rol oynar. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı problemlerde, karar vermenin doğasında var olan belirsizlik ve uzmanların görüşlerindeki özelliklik, karar vermede sayısal değerlerin kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Sayısal değerlerden ziyade dilsel ifadelerin baskın olduğu durumlarda, görüşlerin objektif olması için bulanık küme özelliklerine sahip bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri daha faydalı olacaktır. DEMATEL yöntemi, karmaşık kriterler arasındaki nedensel ilişkileri analiz etmektedir. Nedensel ilişkileri belirlemede Bulanık DEMATEL yönteminin daha işlevsel olacağı varsayımı ile bu çalışmada Bulanık DEMATEL tercih edilmiştir. VIKOR yönteminde ise kriter ağırlıklarının kesin olarak bilindiği kabul edilmektedir. Karar verme sürecinde ortaya çıkabilecek belirsizlikler klasik VIKOR'da zorluklara neden olabilir, Belirsizliklerden doğabilecek bu gibi aksaklıkları gidermek için Bulanık VIKOR tercih edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, Bulanık DEMATEL ve Bulanık VIKOR yöntemlerinin entegre bir şekilde kullanımının personel seçim problemlerinde etkili sonuçlar verdiğini göstermektir. Problemin çözümünde personel seçim kriterlerinin ağırlığını bulmak için hem dilsel hem de sayısal değerlendirmeleri dikkate alan Bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmış ve adayların değerlendirilmesi ise Bulanık VIKOR yöntemi ile yapılmıştır.

2. Materyal ve metot

Çözümde çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanıldığı problemlerde, kullanılan kriter ağırlıklarının belirli/kesin olduğu kabul edilmektedir. Ancak kesin değerlerle çalışmak her zaman mümkün değildir. Zadeh [32] tarafından önerilen Bulanık Mantık teorisine dayanan Bulanık Kümeler, kesin değerlerin olmadığı, ancak dilsel olarak ifade edilen değerlerin olduğu çalışmalarda kullanılmaktadır. Bulanık Küme teorisi, sıklıkla çok kriterli karar verme teknikleriyle entegre olarak kullanılmaktadır.

2.1. Bulanık DEMATEL

1970'lerde geliştirilen DEMATEL, daha karmaşık ve sistemik problemleri çözmek için değişkenler arasındaki nedensel ilişkinin yapısal modelini oluşturan çok kriterli bir karar verme yöntemidir. DEMATEL, ilişkilerdeki ve karar vermedeki sorunları değerlendirmek için iyi bir tekniktir [33]. Yöntem, sistemdeki ilişkilerin önemini puanlayarak hiyerarşik bir yapı oluşturmaktadır. Bazı durumlarda ilişkileri puanlayan uzmanların görüşlerini ve sistemi etkileyen faktörleri sayısal ve net olarak belirlemek zordur. Bu zorluğu aşmak için Bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmaktadır [34].

Bulanık DEMATEL uygulama adımları aşağıda listelenmiştir [35, 36, 37, 38, 39, 40]:

Adım 1: İlk olarak doğrudan ilişki matrisi bulanık olarak oluşturulmalıdır. Bunun için karar vericilerin görüşleri bir araya getirilir [41]. Ayrıca faktörler arasındaki ilişkinin güçlenme derecesini ifade etmek için puan ölçeği (0-4 aralığında) geliştirilir (tablo 1).

Tablo 1. Bulanık Dilsel Değişkenler [42]

Dilsel Değişkenler	Etki Derecesi	Bulanık Karşılıklar
Çok Yüksek Etki	4	(0.75, 1.0, 1.0)
Yüksek Etki	3	(0.5, 0.75, 1.0)
Düşük Etki	2	(0.25, 0.5, 0.75)
Çok Düşük Etki	1	(0.0, 0.25, 0.5)
Etki Yok	0	(0.0, 0.0, 0.0)

Etki derecesini belirlemek için Üçgensel Bulanık sayılar kullanılır: $\tilde{Z} = (l; m; u)$.

Burada l : olası en küçük değeri, m : en olası değeri, u : olası en büyük değeri göstermektedir.

$C = \{C_i \mid i = 1, 2, \dots, n\}$ kriterleri arasındaki ilişkileri belirlemek için p uzmanlarının oluşturduğu karar vericiler, dilsel terimler ile kriterleri birbirleri ile ikili şekilde karşılaştırır. $\tilde{Z}^1, \tilde{Z}^2, \dots, \tilde{Z}^p$ Bulanık matrisi bulunur. Matrislerin her biri bir uzmana karşılık gelir.

Buna göre, elemanları j kriterini etkileyen i kriterinin seviyesini gösteren $\tilde{Z}_{ij}^k = (l_{ij}^k, m_{ij}^k, u_{ij}^k)$ üçgensel bulanık sayılardan oluşan k uzmanının doğrudan ilişki matrisi denklemde gösterildiği gibidir (1).

$$\tilde{Z}^k = \begin{bmatrix} 0 & \dots & \tilde{Z}_{1n}^k \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{Z}_{n1}^k & \dots & 0 \end{bmatrix}, k = 1, 2, \dots, p \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Adım 2: Bulanık \tilde{Z}^k matrisi normalleştirilir ve doğrudan bir bulanık matrise dönüştürülür (\tilde{X}^k).

Bulanık doğrudan ilişki matrisi $\tilde{X}^k = [\tilde{x}_{ij}^k]_{n \times n}$ olarak gösterilir ve denklemdeki gibi hesaplanır (Denklem (2)).

$$\tilde{X}^k = \frac{\tilde{Z}^k}{r^k}, \quad r^k = \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n u_{ij}^k \quad (2)$$

Denklem (2) kullanılarak, her bir kriterdeki üçgensel bulanık sayıların sonucunu gösteren "u" değerleri tüm sütun için toplanır, tek bir değer bulunur, bu işlem tüm sütunlar için yapılır. Bulunan değerlerin en büyüğüne "r" adı verilir. Tüm matrisin "r" değerine bölünmesiyle normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisi "X" elde edilir [43]. (Karar vericilerin tümü için normalize bulanık doğrudan ilişki matrisi hazırlanır).

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{X}_{n1} & \tilde{X}_{n2} & \dots & \tilde{X}_{nn} \end{bmatrix}$$

Normalize bulanık doğrudan ilişki matrisleri ($\tilde{X}^1, \tilde{X}^2, \dots, \tilde{X}^p$) 'nin ortalama matrisi **denklem (3)** 'te gösterildiği gibi elde edilir.

$$\tilde{X} = \frac{\tilde{X}^1 + \tilde{X}^2 + \dots + \tilde{X}^p}{p}, \quad \tilde{x}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p \tilde{x}_{ij}^k}{p} \quad (3)$$

Adım 3: Toplam bulanık doğrudan ilişki matrisinin hazırlanması. \tilde{T} ile ifade edilen toplam bulanık doğrudan ilişki matrisi **denklem (4)** ile hesaplanır. (I birim matrisidir).

$$\tilde{T} = \lim_{x \rightarrow \infty} (\tilde{X}^1 + \tilde{X}^2 + \dots + \tilde{X}^k), \quad \tilde{X}(I - \tilde{X})^{-1} \quad (4)$$

Burada $\tilde{t}_{ij} = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij})$ \tilde{T} matrisi **denklem (5)** 'deki formülasyon ile elde edilir.

$$Matris[l'_{ij}] = X_l(I - X_l)^{-1},$$

$$Matris[m'_{ij}] = X_m(I - X_m)^{-1},$$

$$Matris[u'_{ij}] = X_u(I - X_u)^{-1} \quad (5)$$

Denklem (5) 'den elde edilen sonuçların birleştirilmesiyle \tilde{T} ile gösterilen matris elde edilir.

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{T}_{11} & \tilde{T}_{12} & \dots & \tilde{T}_{1n} \\ \tilde{T}_{21} & \tilde{T}_{22} & \dots & \tilde{T}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{T}_{n1} & \tilde{T}_{n2} & \dots & \tilde{T}_{nn} \end{bmatrix}$$

Adım 4: $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerleri hesaplanarak neden-sonuç ilişkileri belirlenir. \tilde{D}_i , \tilde{T} matrisindeki satır elemanlarının toplamıdır. \tilde{R}_i , \tilde{T} matrisindeki sütun elemanlarının toplamıdır.

İlişkilerin kurulması için öncelikle **denklem (6)** 'da gösterilen durulaştırma işlemi gerçekleştirilir.

$$\begin{aligned} \tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def} &= \frac{1}{4} (x_{ij;l} + x_{ij;m} + x_{ij;u}), \\ \tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def} &= \frac{1}{4} (x_{ij;l} - x_{ij;m} + x_{ij;u}) \end{aligned} \quad (6)$$

$\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ değeri, tüm uzmanların tercihlerini birleştirerek tüm faktörlerin toplam önemini gösterir. $\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değeri, kriterlerin gönderen veya alıcı olmak üzere ikiye ayrılmasına imkân vermektedir. Pozitif sonuç; söz konusu kriterin gönderen grupta olduğunu ve diğer kriterler üzerinde daha fazla bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Sonucun negatif çıkması durumu ise, söz konusu kriterin alıcı grup içinde olacağını ve diğer kriterlere etkisinin daha düşük olduğunu göstermektedir. Böylece yatay eksen $\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ değerleri ve dikey eksen $\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değerleriyle sebep-sonuç diyagramı elde edilebilir [40, 42].

Adım 5: Kriter ağırlıklarının hesaplanması (**Denklem (7)**)

$$w_i = \{(\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def})^2 + (\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def})^2\}^{1/2}, \quad W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (7)$$

2.2. Bulanık VIKOR

Bulanık VIKOR yöntemi, karşılaştırılmaz ve çelişen kriterlere sahip ayrık bir bulanık çok kriterli problemi çözmek için geliştirilen bir bulanık çok kriterli karar verme yöntemidir [43]. Nispeten yeni bir yöntem olmasına rağmen karar verme sorununun olduğu birçok alanda uygulanabileceği görülebilmektedir. Bulanık VIKOR yöntemini çözmek için aşağıdaki aşamalar uygulanabilir [44, 46, 47, 48, 49, 50]:

Aşama 1: N adet karar vericiden oluşan uzman grubunun belirlenmesi.

Aşama 2: k sayıda değerlendirme kriterinin ve M sayıdaki alternatifinin belirlenmesi.

Aşama 3: Dilsel değişkenlere göre kriterlerin ve alternatiflerin önem derecelerinin belirlenmesi (**Tablo 2**'de gösterilmektedir).

Tablo 2: Dilsel Değişkenler

Dilsel Değişkenler	Bulanık Karşılıklar
Çok Zayıf	(0, 0, 2.5)
Zayıf	(0, 2.5, 5)
Orta	(2.5, 5, 7.5)
İyi	(5, 7.5, 10)
Çok İyi	(7.5, 10, 10)

Aşama 4: Kriter ve alternatiflerin uzman görüşlerinden elde edilen değerleri toplanarak, kriterlerin ve alternatiflerin toplam bulanık ağırlıkları bulunur (**denklem 8**).

$$\tilde{W}_j = \frac{1}{n} [\sum_{e=1}^n \tilde{W}_j^e] \quad j=1, 2, \dots, k,$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{n} [\sum_{e=1}^n \tilde{x}_{ij}^e] \quad i=1, 2, \dots, m \quad (8)$$

(\tilde{W}_j : j kriterinin önem ağırlığı ve \tilde{x}_{ij} i . alternatifin j kriterine göre derecesi)

Aşama 5: Bulanık karar matrisinin oluşturulması.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} A_1 & \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ A_2 & \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_m & \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2, \dots, n$$

$$\tilde{W} = (\tilde{w}_1; \tilde{w}_2; \dots; \tilde{w}_k)$$

Aşama 6: Tüm faktörler için “Bulanık En İyi” ve “Bulanık En Kötü” değerlerin hesaplanması (**denklem (9)**).

$$\tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij}, \quad \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{x}_{ij} \quad (9)$$

Aşama 7: \tilde{S}_i (denklem (10)) ve \tilde{R}_i (denklem (11)) değerlerinin bulunması.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^k \tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-) \quad (10)$$

$$\tilde{R}_i = \max(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-) \quad (11)$$

Burada \tilde{S}_i bulanık en iyi değerden A_i çekilme değerinin ölçüsünü; \tilde{R}_i ise bulanık en kötü değerden A_i çekilme değerinin ölçüsünü göstermektedir.

Aşama 8: Denklem (12) \tilde{S}^* , \tilde{S}^- , \tilde{R}^* , \tilde{R}^- ve \tilde{Q}_i değerlerinin hesaplanmasını göstermektedir.

$$\tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i$$

$$\tilde{S}^- = \max_i \tilde{S}_i$$

$$\tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i$$

$$\tilde{R}^- = \max_i \tilde{R}_i$$

$$\tilde{Q}_i = v (\tilde{S}_i - \tilde{S}^*) / (\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1-v) (\tilde{R}_i - \tilde{R}^*) / (\tilde{R}^- - \tilde{R}^*) \quad (12)$$

Burada \tilde{S}^* maksimum grup faydasını, \tilde{R}^* ise rakiplerin minimum pişmanlıklarını ifade etmektedir.

Denklem (12) ile elde edilen \tilde{Q}_i indeksinde \tilde{S}^* ve \tilde{R}^* birlikte değerlendirilmektedir.

v : Grup faydasını en fazla gerçekleştiren stratejinin önemini, $1-v$: Denklem (12) 'deki pişmanlığın değerini göstermektedir. (v 'nin değeri 0-1 arasında değişebilir, genellikle $v = 0,5$ tercih edilir).

Aşama 9: Üçgensel bulanık \tilde{Q}_i sayısının durulaştırılması ve alternatiflerin durulaştırma sonrası elde edilen \tilde{Q}_i değerlerine göre sıralanması (denklem (13)).

$$P(\tilde{A}) = A = (a_1 + 4a_2 + a_3) / 6 \quad (13)$$

Aşama 10: Uzlaşma çözümünün önerilmesi. Minimum Q değerine sahip olan bir alternatif, aşağıdaki iki koşulu karşılıyorsa "uzlaşmacı çözüm" olarak kabul edilir.

Koşul-1 (Kabul edilebilir avantaj)

$$DQ = 1 / (m-1) \quad (14)$$

$$Q(A^2) - Q(A^1) \geq DQ \quad (15)$$

(Burada A^1 : en küçük (en iyi) Q_i değerine sahip alternatifi gösterirken, A^2 : en iyi ikinci alternatifi göstermektedir)

Koşul-2 (Karar vermede kabul edilebilir istikrar)

Hem S hem de R değerleri hesaba katılarak oluşturulan sıralamada alternatif A^1 en iyi alternatif olmalıdır.

Koşul-1 karşılanmazsa ve $Q(A^M) - Q(A^1) < 1/(m-1)$ ise, o zaman A^M ve A^1 aynı uzlaşmacı çözümdür.

Koşul-2 karşılanmazsa karar vermede bir tutarsızlık var demektir ve bu durumda A^1 ve A^2 'nin uzlaşmacı çözümleri aynıdır.

3. Uygulama

Bu çalışmada çeşitli robotik ve konvansiyonel olarak tasarlanmış makine ve ekipmanların üretimini gerçekleştiren bir firma için İnsan Kaynakları Müdürü seçim problemi ele alınmıştır. Eski İnsan Kaynakları Müdürünün emekli olması ile boşta kalan pozisyon, işletmenin işe alım süreçlerini olumsuz etkilediği için en kısa sürede en uygun adayın seçilmesi istenmektedir.

Bunun için öncelikle söz konusu personelin işe alımı esnasında dikkate alınması gereken kriterler belirlenmiştir. Kriterler belirlenirken fabrika müdürü, satış müdürü ve üretim müdüründen oluşan uzman bir ekip ile çalışılmış ve aynı zamanda da literatürden destek alınmıştır. Demirci ve Kılıç [51], DEMATEL-ANP-ELECTRE yöntemlerini entegre ederek personel seçimi için karar verdikleri bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında değerlendirme kriteri olarak eğitim, deneyim, kişilik ve kişisel beceriler, teknik beceri ve gereksinimler, yabancı dil, mesleki esneklik ve sınav sonuçlarını (firma tarafından yapılan sınavdan alınan puanlar) kullanmışlardır. Aksakal vd. [1] genel müdür olarak atanacak adayın seçim sürecini değerlendirmek için DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerini içeren bir model önermişlerdir. Her bir kriterin ağırlığı DEMATEL yöntemi ile bulunurken, adaylar TOPSIS yöntemi ile sıralanmıştır. Değerlendirme için altı kriter kullanılmışlardır (K₁: iletişim; K₂: karar verme; K₃: takım çalışması; K₄: liderlik; K₅: kişilerarası beceriler; K₆: teknik ve fonksiyonel nitelikler).

Bu çalışma için aynı zamanda yönetim kurulunda da görev yapan fabrika müdürü, üretim müdürü ve satış müdüründen oluşan uzman bir ekip ile birlikte çalışılmıştır. Literatürden elde edilen bilgilerin de yardımı ile personel seçimini en çok etkilediği düşünülen altı kriter belirlenmiştir (K_i):

- Deneyim (K₁): Seçilecek personelin tüm çalışmalarını, projelerini ve yaşam boyu edindiği bilgilerini kapsar.
- Yaş (K₂): Yapılacak iş gereği adayın iş arkadaşlarına ve faaliyetlere olan hâkimiyet derecesini kapsar.
- Eğitim Durumu (K₃): İlgili konuda adayların bilgi ve becerileri geliştirmek için ayırdıkları süre ve sahip oldukları sertifika-diploma-belgeleri kapsar.
- Cinsiyet (K₄): Kadın ve erkek arasındaki doğal-biyolojik farklılıkların bahsi geçen konuma etkilerini ifade eder.
- İletişim Becerileri (K₅): Adayın mesai arkadaşları, diğer çalışanlar, müşteriler ve farklı kuruluşlar ile ilişki kurma, plan yapma, fikir sunma, problem çözme gibi yeteneklerini kapsar.
- Kişilik Özellikleri (K₆): Yapılacak olan iş ile adayın kişiliğinin uyumunu kapsar.

İnsan Kaynakları Müdürü pozisyonu için en uygun adayın belirlenmesi probleminin çözümü için; adayların değerlendirilmesinde kullanılacak kriter ağırlıklarının belirlenmesinde bulanık DEMATEL yöntemi ve adayların değerlendirilmesinde ise bulanık VIKOR yöntemi kullanılacaktır.

3.1. Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi

İşletme uzmanları (üç uzman (fabrika müdürü, satış müdürü ve üretim müdürü)) ve literatür desteği ile belirlenen değerlendirme kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 1'de gösterilen dilsel değişkenlere göre karar vericilerin kriter değerlendirmesi için belirledikleri bulanık değerler tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Karar vericilerin kriterler için bulanık değerlendirmeleri

	K ₁			K ₂			K ₃			K ₄			K ₅			K ₆			
	KV-1	KV-2	KV-3	KV-1	KV-2	KV-3	KV-1	KV-2	KV-3	KV-1	KV-2	KV-3	KV-1	KV-2	KV-3	KV-1	KV-2	KV-3	
K ₁	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,25,0,5,0,75)	(0,5,0,75,1,0)	(0,0,0,25,0,5)	(0,0,0,25,0,5)	(0,5,0,75,1,0)	(0,25,0,5,0,75)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,25,0,5,0,75)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,0,0,25,0,5)	(0,5,0,75,1,0)
K ₂	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,25,0,5)	(0,5,0,75,1,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,25,0,5,0,75)	(0,5,0,75,1,0)	(0,25,0,5,0,75)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,75,1,0,1,0)	(0,75,1,0,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,75,1,0,1,0)	(0,75,1,0,1,0)
K ₃	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,25,0,5)	(0,25,0,5,0,75)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,25,0,5)	(0,0,0,0,0,25)	(0,25,0,5,0,75)	(0,0,0,0,0,25)	(0,25,0,5,0,75)	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,25,0,5)	(0,0,0,25,0,5)
K ₄	(0,25,0,5,0,75)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,25,0,5)	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,25,0,5)	(0,5,0,75,1,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,75,1,0,1,0)	(0,75,1,0,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,75,1,0,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)
K ₅	(0,5,0,75,1,0)	(0,75,1,0,1,0)	(0,25,0,5,0,75)	(0,25,0,5,0,75)	(0,25,0,5,0,75)	(0,5,0,75,1,0)	(0,25,0,5,0,75)	(0,0,0,25,0,5)	(0,25,0,5,0,75)	(0,5,0,75,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,75,1,0,1,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,25,0,5,0,75)	(0,25,0,5,0,75)	(0,75,1,0,1,0)	(0,75,1,0,1,0)
K ₆	(0,5,0,75,1,0)	(0,25,0,5,0,75)	(0,25,0,5,0,75)	(0,0,0,0,0,25)	(0,25,0,5,0,75)	(0,0,0,0,0,25)	(0,5,0,75,1,0)	(0,75,1,0,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,0,0,0,0,25)	(0,0,0,25,0,5)	(0,0,0,0,0,25)	(0,75,1,0,1,0)	(0,5,0,75,1,0)	(0,75,1,0,1,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)	(0,0,0,0,0,0)

(K₁: Deneyim; K₂: Yaş; K₃: Eğitim Durumu; K₄: Cinsiyet; K₅: İletişim Becerileri; K₆: Kişilik Özellikleri; KV-1: Karar Verici 1; KV-2: Karar Verici 2; KV-3: Karar Verici 3)

Üç karar vericinin bulanık değerlendirmelerinin ortalamasının oluşturduğu ortalama bulanık doğrudan ilişki matrisi **tablo 4**'te gösterilmektedir.

Tablo 4: Ortalama Bulanık Doğrudan İlişki Matrisi

KRİTER	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
K ₁	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.4, 0.6, 0.9)	(0.1, 0.4, 0.6)	(0.4, 0.6, 0.9)	(0.4, 0.6, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.8)
K ₂	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.3, 0.5, 0.8)	(0.5, 0.8, 1.0)	(0.5, 0.8, 1.0)	(0.6, 0.9, 1.0)
K ₃	(0.0, 0.0, 0.2)	(0.0, 0.2, 0.5)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 0.0, 0.3)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.0, 0.1, 0.4)
K ₄	(0.4, 0.6, 0.9)	(0.0, 0.0, 0.3)	(0.1, 0.4, 0.6)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.6, 0.9, 1.0)	(0.5, 0.7, 0.9)
K ₅	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.8)	(0.1, 0.4, 0.6)	(0.5, 0.8, 1.0)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.5, 0.75, 1.0)
K ₆	(0.3, 0.5, 0.8)	(0.0, 0.2, 0.5)	(0.5, 0.75, 1.0)	(0.0, 0.0, 0.3)	(0.6, 0.9, 1.0)	(0.0, 0.0, 0.0)

Bulanık doğrudan ilişki matrisini **denklem (2)** 'ye göre normalize ederek bulanık normalleştirilmiş ilişki matrisi elde edilir. *u* değeri (normalleştirilmiş matris değerleri (*l, m, u*)) her sütun için toplanır. Altı sütunun en büyük toplamı “*r*” dir ve **tablo 5**'te gösterilen bulanık normalize ilişki matrisini elde etmek için tüm matris “*r*” ile bölünür.

Tablo 5: Bulanık Normalize İlişki Matrisi

KRİTER	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
K ₁	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.09, 0.15, 0.20)	(0.03, 0.09, 0.15)	(0.09, 0.15, 0.20)	(0.09, 0.15, 0.20)	(0.07, 0.13, 0.18)
K ₂	(0.03, 0.07, 0.13)	(0.00, 0.00, 0.00)	(0.07, 0.13, 0.18)	(0.13, 0.18, 0.22)	(0.13, 0.18, 0.22)	(0.15, 0.20, 0.22)
K ₃	(0.00, 0.00, 0.05)	(0.01, 0.05, 0.11)	(0.00, 0.00, 0.00)	(0.00, 0.01, 0.07)	(0.03, 0.07, 0.13)	(0.00, 0.03, 0.09)
K ₄	(0.09, 0.15, 0.20)	(0.00, 0.01, 0.07)	(0.03, 0.09, 0.15)	(0.00, 0.00, 0.00)	(0.15, 0.20, 0.22)	(0.11, 0.17, 0.20)
K ₅	(0.11, 0.17, 0.20)	(0.07, 0.13, 0.18)	(0.03, 0.09, 0.15)	(0.13, 0.18, 0.22)	(0.00, 0.00, 0.00)	(0.11, 0.17, 0.20)
K ₆	(0.07, 0.13, 0.18)	(0.01, 0.05, 0.11)	(0.13, 0.18, 0.22)	(0.00, 0.01, 0.07)	(0.15, 0.20, 0.22)	(0.00, 0.00, 0.00)

Tablo 5'te gösterilen bulanık normalleştirilmiş ilişki matrisi, **denklem (4)** 'te verilen formülle bulanık toplam ilişki matrisine (*T*) dönüştürülür. (Bulanık normalleştirilmiş ilişki matrisi, birim matristen çıkarılır ve tekrar kendisiyle çarpılır). Bulanık toplam ilişki matrisi **tablo 6**'da gösterilmektedir.

Tablo 6: Bulanık Toplam İlişki Matrisi

KRİTER	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
K ₁	(0, 0, 0)	(0.09, 0.15, 0.20)	(0.03, 0.09, 0.15)	(0.09, 0.15, 0.20)	(0.09, 0.15, 0.20)	(0.07, 0.13, 0.18)
K ₂	(0.03, 0.07, 0.13)	(0, 0, 0)	(0.07, 0.13, 0.18)	(0.13, 0.18, 0.22)	(0.13, 0.18, 0.22)	(0.15, 0.20, 0.22)
K ₃	(0.00, 0.00, 0.05)	(0.01, 0.05, 0.11)	(0, 0, 0)	(0.00, 0.01, 0.07)	(0.03, 0.07, 0.13)	(0.00, 0.03, 0.09)
K ₄	(0.09, 0.15, 0.20)	(0.00, 0.01, 0.07)	(0.03, 0.09, 0.15)	(0, 0, 0)	(0.15, 0.20, 0.22)	(0.11, 0.17, 0.20)
K ₅	(0.11, 0.17, 0.20)	(0.07, 0.13, 0.18)	(0.03, 0.09, 0.15)	(0.13, 0.18, 0.22)	(0, 0, 0)	(0.11, 0.17, 0.20)
K ₆	(0.07, 0.13, 0.18)	(0.01, 0.05, 0.11)	(0.13, 0.18, 0.22)	(0.00, 0.01, 0.07)	(0.15, 0.20, 0.22)	(0, 0, 0)

Bulanık toplam ilişki matrisine satır ve sütun değerleri eklenerek oluşturulan \tilde{D}_i ve \tilde{R}_i değerleri **denklem (6)** kullanılarak bulanıklaştırılır. Önem derecesi ($\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$), nedensel derece ($\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$), $\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ ve $\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ hesaplanır. En sonunda; kriterlerin ağırlıkları **denklem (7)** 'de verilen formüle göre belirlenir. Hesaplanan değerler **tablo 7**'de gösterilmektedir.

Tablo 7: $\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def}$, $\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değerleri ve kriter ağırlıkları

KRİTER	$\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$	$\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def}$	$\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def}$	w_i	W_i
K ₁	(1.12, 2.95, 9.47)	(0.1, 0.31, 0.85)	4.1225	0.3925	4.141	0.172
K ₂	(1.07, 2.78, 9.11)	(0.49, 0.8, 1.41)	3.935	0.875	4.031	0.168
K ₃	(0.52, 1.83, 7.41)	(-0.38, -0.97, -2.01)	2.898	-1.083	3.093	0.129
K ₄	(0.98, 2.77, 8.99)	(-0.12, 0.25, 0.35)	3.878	0.183	3.882	0.161
K ₅	(1.37, 3.64, 10.57)	(0.05, -0.06, -0.11)	4.805	-0.045	4.805	0.199
K ₆	(1.22, 2.95, 9.25)	(-0.14, -0.33, -0.49)	4.096	-0.3225	4.105	0.171

Tablo 7'de verilen sonuçlar incelendiğinde, “İletişim Becerileri” kriterinin en yüksek etki ve öneme sahip olduğu görülmektedir. En az önemli kriter ise “Eğitim Durumu” kriteridir.

3.2. Uygun Adayın Seçilmesi

Bulanık DEMATEL yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra uygulamanın ikinci aşaması olan Bulanık VIKOR yöntemi ile alternatiflerin değerlendirilme aşamasına başlanmıştır.

Bulanık VIKOR yöntemi için; işletmedeki uzman ekip ile birlikte ilk olarak İnsan Kaynakları Müdürü pozisyonu için başvuran yedi adayı **tablo 2**'de verilen dilsel değişkenlere göre değerlendirilmiştir. **Tablo 8**'de sunulan karar matrisi, uzmanların değerlendirmelerinin bulanık eşdeğerlerinin ortalaması alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 8: Adaylar için Bulanık Karar Matrisi

KRİTER	Alternatifler						
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇
K ₁	(5.0, 7.5, 109)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0, 2.5, 5.0)	(2.5, 5.0, 7.5)	(0.0, 2.5, 5.0)	(0.0, 2.5, 5.0)	(7.5, 10, 10)
K ₂	(4.17, 6.67, 8.33)	(5.0, 7.5, 10)	(2.5, 5.0, 7.5)	(5.0, 7.5, 10)	(1.67, 4.17, 6.67)	(5.83, 8.33, 9.33)	(5.8, 8.33, 10)
K ₃	(7.5, 10, 10)	(2.5, 5.0, 7.5)	(7.5, 10, 10)	(2.5, 7.5, 10)	(7.5, 10, 10)	(7.5, 10, 10)	(7.5, 10, 10)
K ₄	(2.5, 5.0, 7.5)	(2.5, 5.0, 7.5)	(2.5, 5.0, 7.5)	(2.5, 5.0, 7.5)	(2.5, 5.0, 7.5)	(2.5, 5.0, 7.5)	(2.5, 5.0, 7.5)
K ₅	(0.0, 2.5, 5.0)	(7.5, 10, 10)	(0.0, 2.5, 5.0)	(7.5, 10, 10)	(0.0, 2.5, 5.0)	(5.0, 7.5, 10)	(7.5, 10, 10)
K ₆	(7.5, 10, 10)	(7.5, 10, 10)	(7.5, 10, 10)	(2.5, 5.0, 7.5)	(0.0, 2.5, 5.0)	(0.0, 2.5, 5.0)	(5.0, 7.5, 10)

Kriterlerin ve alternatiflerin toplam bulanık ağırlıklarını bulmak için, tablo 8'de gösterilen Bulanık değerler denklem (8) ile değiştirilir. Her bir kriter için denklem (8) ile elde edilen toplam bulanık ağırlıklar tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9: Kriterler için Toplam Bulanık Ağırlıklar

KRİTER	Toplam Bulanık Ağırlıklar (w _j)		
	l	m	u
K ₁	0.20	0.54	1.41
K ₂	0.26	0.60	1.75
K ₃	0.02	0.14	0.9
K ₄	0.14	0.5	1.55
K ₅	0.24	0.6	1.74
K ₆	0.18	0.44	1.46

Toplam Bulanık ağırlıkları elde edildikten sonra, tüm kriterlerin bulanık en iyi ve bulanık en kötü değerleri denklem (9) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonuçları tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10: Bulanık en iyi (\tilde{f}_j^*) ve Bulanık En Kötü (\tilde{f}_j^-) Değerler

KRİTER	\tilde{f}_j^*			\tilde{f}_j^-		
	l	m	u	l	m	u
K ₁	7.5	10	10	0.0	0.0	2.5
K ₂	5.8	8.33	10	1.67	4.17	6.67
K ₃	7.5	10	10	2.5	5.0	7.5
K ₄	2.5	5.0	7.5	2.5	5.0	7.5
K ₅	7.5	10	10	0.0	2.5	5.0
K ₆	7.5	10	10	0.0	2.5	5.0

Alternatiflerin en iyiye ve en kötüye uzaklık değerlerini gösteren \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i değerleri denklem (10) ve denklem (11) 'e göre hesaplanmıştır ve tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11: \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i Değerleri

Adaylar - Alternatifler	\tilde{S}_i			\tilde{R}_i		
	l	m	u	l	m	u
A ₁	0.52	0.98	2.18	0.24	0.6	1.74
A ₂	0.51	0.78	3.89	0.24	0.54	1.55
A ₃	0.65	1.49	3.99	0.24	0.6	1.74
A ₄	0.32	0.76	2.1	0.13	0.27	0.9
A ₅	0.88	2.05	5.89	0.26	0.6	1.75
A ₆	0.46	1.15	2.75	0.2	0.44	1.46
A ₇	0.06	0.15	0.00	0.06	0.15	0.00

Denklem (12) ile hesaplanan \tilde{S}^* , \tilde{S}^- , \tilde{R}^* ve \tilde{R}^- değerleri tablo 12'de gösterilmektedir.

Tablo 12: \tilde{S}^* , \tilde{S}^- , \tilde{R}^* ve \tilde{R}^- Değerleri

	l	m	u
\tilde{S}^*	0.06	0.15	0.00
\tilde{S}^-	0.88	2.05	5.89
\tilde{R}^*	0.06	0.15	0.00
\tilde{R}^-	0.26	0.6	1.75

Denklem (12) 'de gösterilen \tilde{Q}_i değerini hesaplamak için \tilde{S}^* , \tilde{S}^- , \tilde{R}^* ve \tilde{R}^- değerleri kullanılır. (Denklem (12))'deki v değeri, fikir birliğini yansıtmak için 0,7 olarak alınmıştır.

Denklem (13) 'deki formül, elde edilen bulanık sayıların durulaştırılması işlemi için kullanılmıştır. Durulaştırma işleminden elde edilen indeks sonuçları ve adayların sonuçlara göre sıralaması tablo 13'te gösterilmektedir.

Tablo 13: Q_i , S_i ve R_i indeks değerleri ve adayların sıralaması

	\tilde{Q}_i			Q_i		S_i		R_i	
	l	m	u	İn.	Sr.	İn.	Sr.	İn.	Sr.
A ₁	0.66	0.61	0.56	0.61	5	1.10	3	0.73	5
A ₂	0.65	0.50	0.72	0.56	4	1.25	4	0.66	4
A ₃	0.77	0.80	0.77	0.79	6	1.77	6	0.73	6
A ₄	0.33	0.30	0.40	0.32	2	0.91	2	0.35	2
A ₅	1.00	1.00	1.00	1.00	7	2.50	7	0.74	7
A ₆	0.55	0.56	0.58	0.56	3	1.30	5	0.57	3
A ₇	0.00	0.00	0.00	0.00	1	1.11	1	0.11	1

(İn.: indeks; Sr.: sıralama)

Q_i indeksine göre A₇ adayı en iyi alternatiftir. A₇ adayının “uzlaşmacı çözüm” olarak seçilebilmesi için iki koşulu yerine getirmesi gerekmektedir. A₇ adayı, koşul-1 ve koşul-2'yi sağlayarak bir uzlaşma çözümü haline gelmektedir.

4. Sonuç

Gelişen teknoloji ile birlikte teknolojik araçların üretim ve hizmet sektöründe kullanımının artması bile kalifiye işgücüne olan ihtiyacı azaltmamıştır. Kalifiye ve doğru iş gücü ile çalışabilmek, işletmenin faaliyetlerini yerine getirebilmesinde, kalite ve verimliliğin devamlılığının sağlanmasında oldukça önemli bir paya sahiptir. Karar verme problemlerinin doğası gereği çözülmesi aşamasında eksik ve kesinliği olmayan bilgi ile çalışma durumları sıklıkla yaşanmaktadır. Bu durumun oluşturabileceği sıkıntıları gidermek için Bulanık Küme Teorisinden yararlanılarak çok kriterli karar verme teknikleri bulanık olarak kullanılmaktadır. Personel seçim problemleri de değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinde veya yapılacak değerlendirmelerin subjektif/tutarsız olmasından kaynaklanabilecek belirsizlikler ve eksiklikler taşıyabileceğinden çözümünde bulanık küme teorisi kullanımının faydalı olacağı problemlerdir. Bu nedenle bu çalışmada Bulanık DEMATEL ve Bulanık VIKOR yöntemleri kullanılmıştır.

Bu çalışmada, İnsan Kaynakları Müdürü seçim problemini çözmek için Bulanık DEMATEL ve Bulanık VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. Problem yedi alternatif

adayın altı kriter açısından değerlendirilmesi ile çözülmüştür. Uygulama yapılan firmanın personel seçiminde kendi açısından yapacağı değerlendirme literatür desteği de alınarak genişletilmiş ve daha objektif hale getirilmeye çalışılmıştır. Değerlendirme kriterleri belirlenirken firma yöneticilerinin (fabrika müdürü, satış müdürü ve üretim müdürü) değerlendirme kriterleri literatür yardımı ile zenginleştirilmiştir. Değerlendirme için altı kriter kullanılmıştır (Deneyim (K₁), Yaş (K₂), Eğitim Durumu (K₃), Cinsiyet (K₄), İletişim Becerileri (K₅), Kişilik Özellikleri (K₆)). Belirlenen kriterlerin ağırlıkları Bulanık DEMATEL ile hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar ile “İletişim Becerileri” kriteri en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak belirlenmiştir. Ağırlıkları hesaplanan kriterlere göre en iyi alternatif adayın seçilmesi için de Bulanık VIKOR yöntemi kullanılmıştır. A₇ adayının en iyi alternatif olarak seçildiği değerlendirilmiştir, A₇ adayı aynı zamanda Bulanık VIKOR koşullarını sağladığı için uzlaşmacı bir çözüm de olmuştur. A₅ adayı ise en düşük puanı alan en kötü alternatif seçilerek sonuncu olmuştur. Adayların sıralaması: A₇>A₄>A₆>A₂>A₁>A₃>A₅ şeklindedir.

İnsan kaynakları Müdürü seçiminin yapıldığı bu çalışmanın devamı olarak, personel performans değerlendirmeleri de çok kriterli karar verme yöntemlerinin bulanık olarak kullanıldığı bir çalışma ile yapılabilir.

Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- [1] E. Aksakal, M. Dağdeviren, E. Eraslan, İ. Yüksel, Personnel selection based on talent management, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 73, 68-72, 2013.
- [2] M.D. Kenger ve A. Organ, Banka personel seçiminin çok kriterli karar verme yöntemlerinden entropi temelli Aras yöntemi ile değerlendirilmesi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 4; Sayı: 4, 152-170, 2017.
- [3] H. Uygurtürk ve T. Korkmaz, Finansal performansın TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemi ile belirlenmesi: Ana metal sanayi işletmeleri üzerine bir uygulama, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Ekim, 7 (2), 95-115, 2012.
- [4] M. Soba, Promethee yöntemi kullanarak en uygun panelvan otomobil seçimi ve bir uygulama, Journal of Yasar University, 28(7), 4708-4721, 2012.
- [5] P.J.G. Pineda, J.J.H. Liou, C.C. Hsu, Y.C. Chuang, An integrated MCKV model for improving airline operational and financial performance, Journal of Air Transport Management, 68, 103-107, 2018.
- [6] M. Nassereddine and H. Eskandari, An integrated MCKV approach to evaluate public transportation systems in Tehran, Transportation Research Part A, 106, 427-439, 2017.
- [7] M. Kabak, M. Erbaş, C. Çetinkaya, E. Özceylan, A GIS-based MCKV approach for the evaluation of bike-share stations, Journal of Cleaner Production, 201, 49-60, 2018.
- [8] M.T. Lu, C.C. Hsu, J.J.H. Liou, H.W. Lo, A hybrid MCKV and sustainability-balanced scorecard model to establish sustainable performance evaluation for international airports, Journal of Air Transport Management, 71, 9-19, 2018.
- [9] M.F. Bongo, K.M.S. Alimpangog, J.F. Loar, J.A. Montefalcon, L.A. Ocampo, An application of DEMATEL-ANP and PROMETHEE II approach for air traffic controllers' workload stress problem: A case of Mactan Civil Aviation Authority of the Philippines, Journal of Air Transport Management, 68, 198-21, 2018.
- [10] Ö.F. Ünal, Analitik hiyerarşi prosesi ve personel seçim alanından uygulamaları, Akdeniz University International Journal of Alanya Faculty of Business, Vol. 3, No.2, 18-38, 2011.
- [11] N. Bedir, T. Eren, AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile personel seçim problemi: perakende sektöründe bir uygulama, Social Sciences Research Journal, Vol.4, Issue 4, 46-58, 2015.
- [12] T. Ustasüleyman, Bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: AHP-TOPSIS yöntemi, Bankacılar, Sayı 69, 33-43, 2009.
- [13] A. Doğan ve E. Önder, İnsan kaynakları temin ve seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanılması ve bir uygulama, Journal of Yasar University, 9 (34), 5796-5819, 2014.
- [14] S. Tepe ve A. Görener, Analitik hiyerarşi süreci ve MOORA yöntemlerinin personel seçiminde uygulanması, Istanbul Commerce University Journal of Science, Yıl: 13, Sayı: 25, Bahar, 1-14, 2014.
- [15] Ş. Gür, M. Hamurcu, T. Eren, Ankara'da Monoray projelerinin analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemleri ile seçimi, Pamukkale Üniversitesi Müh. Bilim Derg., 23 (4), 437-443, 2017.
- [16] A. Aktepe ve S. Ersöz, AHP-VIKOR ve MOORA yöntemlerinin depo yeri seçim probleminde uygulanması, Endüstri Mühendisliği Dergisi, cilt 25, sayı 1-2, 2-15, 2012.
- [17] S. Arslankaya, Catering company selection with Fuzzy AHP; ELECTRE and VIKOR method for a company producing trailer, European Journal of Science and Technology, No.18, 413-423, 2020.
- [18] T. Över Özçelik ve S.A. Eryılmaz, Traktör İmalatında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (Özel Sayı), 498-512, 2019.
- [19] M. Çolak ve A.İ. Boyacı, A Fuzzy Logic Green Performance Evaluation Model For Automotive Industry, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, sayı 13, 39-44, 2018.
- [20] X. Sang, W. Liu, J. Qin, An analytical solution to Fuzzy TOPSIS and its application in personnel selection for knowledge-intensive enterprise, Applied Soft Computing, 3, 190-204, 2015.
- [21] H.T. Lin, Personnel selection using analytic process and Fuzzy data envelopment analysis approaches, Computers&Industrial Engineering, 59, 937-944, 2010.

- [22] M. Dursun ve E.E. Karsak, A Fuzzy MCKV approach for personnel selection, *Expert Systems with Application*, 37, 4324-4330, 2010.
- [23] R.P. Kusumawardani ve M. Agintiara, Application of fuzzy AHP-TOPSIS method for decision making in human resource manager selection process, *Procedia Computer Science*, 72, 638-646, 2015.
- [24] A. Balez'entis, T. Balez'entis, W.K.M. Brauers, Personnel selection based on computing with words and Fuzzy MULTIMOORA, *Expert Systems with Applications*, 39, 7961-7967, 2012.
- [25] M. Kabak, S. Burmaoğlu, Y. Kazançoğlu, A Fuzzy hybrid MCKV approach for professional selection, *Expert Systems with Applications*, 39, 3516-3525, 2012.
- [26] Z. Güngör, G. Serhadlıoğlu, S.E. Kesen, A Fuzzy approach to personnel selection problem, *Applied Soft Computing*, 9, 641-646, 2009.
- [27] S.F. Zhang and S.Y. Liu, A GRA-based intuitionistic Fuzzy multi-criteria group decision making method for personnel selection, *Expert Systems with Applications*, 38, 11401-11405, 2011.
- [28] A. Kelemenis and D. Askounis, A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection, *Expert System with Applications*, 37, 4999-5008, 2010.
- [29] A. Yıldız ve M. Deveci, Fuzzy VIKOR yöntemine dayalı personel seçim süreci, *Ege Akademik Bakış*, Cilt: 13, Sayı: 4, 427-436, Ekim 2013.
- [30] F. Öztürk and G.K. Kaya, Personnel selection with Fuzzy VIKOR: An application in automotive supply industry, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Part: C: Tasarım ve Teknoloji*, 8(1): 94-108, 2020.
- [31] J. Jassbi, F. Mohamadnejad, H. Nasrollahzadeh, A Fuzzy DEMATEL framework for modeling cause effect relationship of strategy map, *Expert Systems with Applications*, 38, 5967-5973, 2011.
- [32] L.A. Zadeh, *Fuzzy Sets, Information and Control*, 8, 338-353, 1965.
- [33] P.S. Parmar and T.N. Desai, Evaluating sustainable lean six sigma enablers using Fuzzy DEMATEL: A case of an Indian manufacturing organization, *Journal of Cleaner Production*, 265, 2020.
- [34] O. Ahmadi, S.B. Mortazavi, H.A. Mahabadi, M. Hosseinpouri, Development of a dynamic quantitative risk assessment methodology using Fuzzy DEMATEL-BN and leading indicators, *Process Safety and Environmental Protection*, 142, 15-44, 2020.
- [35] K.P. Lin, M.L. Tseng, P.F. Pai, Sustainable supply chain management using approximate Fuzzy DEMATEL method, *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 134-142, 2018.
- [36] F. Acuña-Carvajal, L. Pinto-Tarazona, H. Lopez-Ospina, R. Barros-Castro, L. Quezada, K. Palacio, An integrated method to plan; structure and validate a business strategy using Fuzzy DEMATEL and the balanced scorecard, *Expert Systems with Applications*, 122, 351-368, 2019.
- [37] S. Mahmoudi, A. Jalali, M. Ahmadi, P. Abasi, N. Salari, Identifying critical success factors in Heart Failure Self-Care using Fuzzy DEMATEL method, *Applied Soft Computing Journal*, 84, 2019.
- [38] H. Li, W. Wang, L. Fan, Q. Li, X. Chen, A novel hybrid MCKV model for machine tool selection using Fuzzy DEMATEL, entropy weighting and later defuzification VIKOR, *Applied Soft Computing Journal*, 91, 2020.
- [39] F. Zhou, X. Wang, M.K. Lim, Y. He, L. Li, Sustainable recycling partner selection using Fuzzy DEMATEL-AEW-FVIKOR: A case study in small-and-medium enterprises (SMEs), *Journal of Cleaner Production*, 196, 489-504, 2018.
- [40] A. Organ, Fuzzy DEMATEL yöntemiyle makine seçimini etkileyen kriterlerin değerlendirilmesi, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 22, Sayı 1, 157-172, 2013.
- [41] I. Mohammadfam, M.M. Aliabadi, A.R. Soltanian, M. Tabibzadeh, Investigating interactions among vital variables affecting situation awareness based on Fuzzy DEMATEL method, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 74, 2019.
- [42] I. Vardopoulos, Critical sustainable development factors in the adaptive reuse of urban industrial buildings. A Fuzzy DEMATEL approach, *Sustainable Cities and Society*, 50, 2019.
- [43] Ö. Albayrak, B. ErKayman, Fuzzy DEMATEL ve EDAS yöntemleri kullanılarak sporcular için akıllı bileklik seçimi, *Ergonomi*, 1(1), 92-102, 2018.
- [44] A.C. GökKısa ve S. Perçin, Bütünleşik Fuzzy DEMATEL-Fuzzy VIKOR yaklaşımının makine seçimi problemine uygulanması, *Journal of Yasar University*, 12/48, 249-256, 2017.
- [45] S. Opricovic, Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning, *Expert Systems with Application*, 38, 12983-12990, 2011.
- [46] K. Koppiahraj, S. Bathrinath, S. Saravanasankar, A Fuzzy approach for selection of ergonomic assessment method, *Materials Today: Proceedings*, Article in Press, 2020.
- [47] S. Parvez, Application of Fuzzy VIKOR and cluster analysis for performance evaluation of original equipment manufacturers, *Materials Today: Proceedings*, Article in Press, 2020.
- [48] R.K.A. Bhalaji, S. Bathrinath, S.Saravanasankar, A Fuzzy VIKOR method to analyze the risks in lean manufacturing implementation, *Materials Today, Proceedings*, Article in Press, 2020.
- [49] H.C. Liu, J.X. You, X.Y. You, M.M. Shan, A novel approach for failure mode and effects analysis using combination weighting and Fuzzy VIKOR method, *Applied Soft Computing*, 28, 579-588, 2015.
- [50] S. Yavuz ve M. Deveci, Fuzzy TOPSIS ve Fuzzy VIKOR yöntemleriyle alışveriş merkezi kuruluş yeri seçimi ve bir uygulama, *Ege Akademik Bakış*, Cilt: 14, Sayı: 3, 463-479, 2014.
- [51] E. Demirci and H.S. Kılıç, Personnel selection based on integrated multi-criteria decision making techniques, *Int. J. Adv. Eng., Pure Sci.*, 2, 163-178, 2019.