

AKADEMİK PERSONEL ALIM KARARLARINDA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİNİN BİRLİKTE KULLANIMI VE BİR UYGULAMA

Kemal VATANSEVER, Yrd. Doç. Dr.
kvatansever@pau.edu.tr, Pamukkale Üniv. UBYO.

Mesut ÖNCEL, Yrd. Doç. Dr.
moncel@pau.edu.tr, Pamukkale Üniv. UBYO

Özet: Personel alım kararları gerek kamu ve gerekse de özel sektör işletmelerinde üzerinde önemle durulması gereken konuların başında gelmektedir. İşletmelerin başarıları, çalışan personelin verimliliği ile doğrudan ilgilidir. Bu doğrultuda işletme faaliyetlerine önemli katkı yapacak en doğru personelin seçimi, farklı kriterlerin göz önünde bulundurulmasını gerektiren bir karar sürecidir.

Çalışmada akademik personel alım kararlarında çok kriterli karar verme tekniklerinden Bulanık AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve Bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemlerinin birlikte kullanımı, en doğru kararın verilebilmesi için önerilmektedir. Bu yöntemler kullanılarak adaylar, daha objektif ve farklı kriterlerle değerlendirilerek en uygun adayın seçimi gerçekleştirilebilecektir. Bu amaçla, ilgili literatürden yararlanılarak belirlenen kriterlere göre adaylar; diksiyon, fiziksel görünüş, akademik yeterlilik, iş tecrübesi ve dışa dönüklük açılarından değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Bulanık AHP, adayların ilgili kriter ağırlıkları çerçevesinde değerlendirilmesi aşamasında ise Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak karar vericilere karar desteği sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Personel Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS

INTEGRATED USAGE OF MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING TECHNIQUES IN ACADEMIC STAFF RECRUITMENT AND AN IMPLEMENTATION

Abstract: Decision-making in personnel recruitment is among the most essential topics to be handled in both public and private sectors. The success of enterprises depends directly on the employees' efficiency. In this perspective, choosing the most accurate personnel for the benefit of an enterprise is a decision-making process that requires various criteria to be taken into account.

In this study, fuzzy AHP (Analytical Hierarchy Process) and fuzzy TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), which are among the multi-criteria decision-making techniques are suggested to be used for making the most accurate decision. By using these techniques, the most adequate applicant will be selected after being evaluated in accordance with more objective criteria. For this purpose, according to the criteria determined using the related literature, the candidates are evaluated in terms of diction, physical appearance, academic efficiency, work experience and extroversion. By using fuzzy AHP in determining the weights of criteria and fuzzy TOPSIS in evaluation of the candidates according to the related weights of criteria, the decision-makers are provided with a decision support.

Keywords: Personnel Selection, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS

1. Giriş

Küresel rekabetin hızla artması ve hızlı teknolojik ilerlemeler, uluslararası pazarda faaliyette bulunan işletmelerin kaliteli ve profesyonel personel ihtiyaçlarını ortaya çıkarmıştır. Bu durum ancak en uygun kişilerin işe yerleştirilmeleriyle mümkün olur. Personelin yetenekleri, bilgi becerileri ve diğer kabiliyetleri işletmelerin başarılarında önemli rol oynarlar (Güngör vd., 2009). Personel seçim problemi üzerinde dikkatlice düşünülmesi gereken önemli ve karmaşık bir konudur. Bu noktada cevaplanması gereken sorular:

- Personel adaylarının birbirinden farklı nitelik ve özelliklere sahip olduğu durumlarda kriterlerin önem ağırlıkları en uygun şekilde nasıl belirlenecek?
- Çok kriterli bir bakış açısıyla adayların değerlendirilmesinde dilsel (sözel) ve/veya sayısal ölçekler nasıl kullanılacak?
- Değerlendirme sonuçları nasıl bir araya getirilip bütünleştirilecek ve adayların sıralaması nasıl yapılacaktır? (Lin, 2010)

Bu sorulara verilecek cevaplar işin niteliği, personelden beklentiler, firma hedefleri gibi farklı kriterler açısından ele alınıp, firma amaç ve hedefleri doğrultusunda bütünleştirilmelidir. Personel seçimi, belirlenmiş iş tanımlarındaki nitelikleri barındıran bireylerin seçimi sürecidir (Dursun ve Karsak, 2010). Personel seçimi süreci iş analizi ile başlamaktadır. İş analizi aşamasının iki ayağı vardır. Öncelikle yapılacak iş ile ilgili karakteristikler belirlenir ve sonrasında o iş için personelde bulunması gerekli kriterler ortaya çıkarılır. Personel kriterlerinin belirlenmesi sürecinde psikolojik faktörler de gözden kaçırılmamalıdır. Sonrasında en uygun personel seçim metodu belirlenir ve istekli adaylar arasından seçim yapılır (Robertson, 2001)

Üniversitelerde akademik kadroda görev alacak personel seçimi de üniversitelerin başarıları noktasında oldukça önemli bir konudur. Üniversitelerin başarı sıralamalarına yönelik dünya ölçeğinde yapılan çalışmalarda daha üst sıralarda yer alınıp konumlanabilmenin yolu, bu amaca en yüksek katkıyı sağlayacak bireylerin işe alınmasını gerekli kılar. Bu doğrultuda çalışmamızın amacı, adayların seçimi sürecinde bulanık çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanılarak en optimal adayın belirlenmesidir. Çalışmamın bundan sonraki bölümlerinde personel seçimine ilişkin literatüre yer

verildikten sonra önerilen yöntemler kısaca açıklanmış ve örnek bir uygulama ile önerilerde bulunulmuştur.

II. LİTERATÜR

Personel seçimine yönelik literatür incelendiğinde çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinden yararlanıldığı görülmektedir. Personel seçiminin işletmelerin başarıları ile ilişkisi ve istihdam edilecek personelden beklentilerin veya personel özelliklerinin farklılık göstermesi gibi nedenler bu problemin ÇKKV teknikleri ile çözümüne uygun olduğunu göstermektedir. İş yaşamında artan belirsizlik, personel seçim sürecine de etki edeceği için bulanık küme teorisinden de sıklıkla yararlanılmaktadır.

Literatürde gerek tekil ve gerekse bütünlük bir metodoloji ile bu alanda en sık kullanılan yöntemin AHP olduğu görülmektedir. Güngör ve arkadaşları (2009) personel seçimini etkileyen faktörleri genel iş faktörleri, tamamlayıcı iş faktörleri ve bireysel faktörler olarak belirledikleri çalışmalarında personel seçiminde bulanık AHP yaklaşımını kullanmışlardır. Gibney ve Shang (2007), AHP yöntemini üniversitelerde dekan seçimi problemi için uygulamışlardır. Çelik ve arkadaşları (2009) akademik personel seçiminde bulanık bütünlük çok aşamalı bir değerlendirme modeli önermiş ve bulanık AHP ile bulanık TOPSIS yaklaşımlarını bir arada kullanmışlardır. Kabak ve Kazançoğlu (2012) askeri okullarda görev yapacak öğretmen adaylarının değerlendirilmesi ve seçimi sürecinde; Dağdeviren (2007), bir işletmede terfi edecek personelin seçimine yönelik çalışmada bulanık AHP yöntemini önermişlerdir. Bali ve Gencer (2005) çalışmalarında, Kara Harp Okulu'na öğretim elemanı seçiminde AHP, bulanık AHP ve bulanık mantık yöntemlerini ayrı ayrı kullanmış ve çıkan sonuçları karşılaştırmışlardır. Çalışmada personel seçim sürecinde objektif kriterlerin yanında subjektif kriterlerin de kullanılmasıyla ÇKKV tekniklerinin daha iyi sonuçlar vereceği vurgulanmıştır.

Literatürde personel seçimine yönelik çalışmalarda AHP dışında da farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Dursun ve Karsak (2010) personel seçimine yönelik çalışmalarında iki katlı dilsel gösterim modeli, sıralı ağırlıklı ortalama ve TOPSIS yöntemlerini bir arada kullanmıştır. Personel seçim kriterleri olarak duygusal istikrar, iletişim becerisi, kişilik, tecrübe ve kendine güven kriterlerinin kullanıldığı çalışmalarda, Chen (2000) bulanık TOPSIS yöntemini kullanırken, Zhang ve Liu (2011) gri ilişkisel analiz yöntemine dayalı sezgisel bulanık küme teorisini kullanmışlardır. Klemenis ve Askounis (2010) bilişim teknolojileri personeli seçiminde bulanık TOPSIS yöntemine dayalı ÇKKV tekniklerinden yararlanmışlardır. Balezentis ve arkadaşları (2012) çalışmalarında personel seçimi için grup karar almada bulanık Multimoora yöntemini önermişlerdir. Lin (2010) analitik ağ süreci ve bulanık veri zarflama analizi yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. El-Santawy ve El-Dean (2012), uluslararası bir şirket için personel seçimi kararında VIKOR yöntemini kullanmışlardır. Yıldız ve Deveci (2013) teknoloji firmasına personel seçiminde bulanık VIKOR yönteminden yararlanmışlardır. Kabak ve arkadaşları (2012), personel seçiminde nicel ve nitel faktörlerin etkisini göz önünde bulundurarak, keskin nişancı seçiminde bulanık melez ÇKKV yaklaşımını öneri olarak sunmuşlar ve bulanık ANP, bulanık TOPSIS ve bulanık ELECTRE yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Aksakal ve Dağdeviren (2010), uluslararası bir firma için personel seçimine yönelik çalışmalarında Dematel ve analitik ağ süreci yaklaşımlarını bir arada kullanarak bütünlük bir bakış açısı sunmuşlardır. Köse ve arkadaşları (2013), eğitim hizmetleri sağlayan bir kurumda personel seçimi için gri ilişkisel analiz ve gri analitik ağ süreci yaklaşımlarını bir arada kullanmışlardır.

III. METODOLOJİ

Çalışmada üniversitelerde akademik personel alım kararlarında bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin bir arada kullanılması önerilmektedir. ÇKKV yaklaşımlarında bulanık mantığın kullanılma nedeni, karar sürecinin doğasında bulunan belirsizlikle mücadelede daha doğru kararlar alınması üzerindeki etkisidir. Çalışmada akademik personel alım kararlarına etki eden kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde bulanık AHP ve belirlenen kriter ağırlıkları doğrultusunda adayların değerlendirilmesi sürecinde ise bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

III.1. Bulanık Küme ve Sayılar

Bulanık küme kavramı ilk kez 1965'te Zadeh tarafından ortaya atılan bir kavramdır. Ona göre bulanık küme, sürekli üyelik derecesine sahip bir amaçlar sınıfıdır. Her bir amaca 0 ile 1 arasında bir üyelik derecesinin atandığı, üyelik fonksiyonlarıyla karakterize edilen bir kümedir. (Zadeh, 1965)

Çok değerli mantık olarak da bilinen bulanık mantık, belirsiz insan yargılarını ve dinamik sistem modellerini tanımlama ve belirgin değerlere dönüştürmede kullanılır. Ev araçları, robotik, otomasyon, imaj işleme, uzay, savunma uygulamaları gibi birbirinden farklı birçok alanda 1965'te Zadeh tarafından ortaya atıldığından beri kullanılmaktadır. İnsan yargıları ve davranışları çok karmaşık yapılar gösterdiği ve kesin sayısal değerlerle tahmin edilemediği için gerçek yaşamda hizmet ve üretim sistemlerinin tanımlanmasında kesin değerlerin (iki değerli mantığın) kullanımı makul ve uygun sonuçlar vermez. (Zeydan ve Çolpan, 2009) Bu doğrultuda iş yaşamının içerdiği belirsizlik ortamında daha optimal kararlar vermek adına dilsel değişkenlerle bulanık küme teorisini yaygın olarak kullanılmaktadır. Bulanık kümeler elemanların spesifik kümelere üyelik derecelerini betimlemek için önerilir. Eşleştirme fonksiyonu gibi karakteristik fonksiyonlar kullanmak yerine, evrensel küme X 'deki bir bulanık alt küme $\tilde{A}$, onun üyelik fonksiyonu

olan $\mu_{\tilde{A}}(x)$ şeklinde tanımlanabilir.

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \in X\},$$

Burada $x \in X$ elemanların evrensel kümeye ait olduklarını ifade eder;

$$\mu_{\tilde{A}}(x): X \rightarrow [0,1] \text{ (Tzeng ve Huang, 2011)}$$

Dilsel değişken, doğal yada yapay dilde kelimeler yada cümlelerle ifade edilen değişkenlerdir. Dilsel değişkenler çok yüksek, çok iyi, iyi, yüksek, normal, çok düşük, çok kötü gibi etkileyici değerler ile ifade edilir. (Cheng vd. 2005) Düşük, orta, yüksek gibi dilsel deyimler bir nevi yargıların doğal gösterimidirler. Bu karakteristikler karar vericilerin tercih yapılarını oluşturmalarında bulanık küme teorisinin uygulanabilirliğini ifade eder. Bulanık küme teorisi, insanoglunun subjektif yargıları aracılığıyla kavramlardaki belirsizliği ölçmeye yardımcı olur. Bunun ötesinde, grupla karar almada; değerlendirme, farklı değerlendiricilerin dilsel değişkenlere bakışı sonucunda gerçekleşir ve bu değerlendirme belirsiz, bulanık bir çevrede yürütülmelidir. (Saghafian ve Hejazi, 2005) Literatür incelendiğinde en sık kullanılan bulanık sayıların üçgensel ve yamuk bulanık sayılar olduğu görülmektedir. Çalışmada da kullanılan üçgensel bulanık sayılar özellikle hesaplama kolaylığı açısından en sık tercih edilenidir. Üçgensel bulanık sayılar (l, m, u) şeklinde ifade edilebilir. Üyelik fonksiyonu $\mu_M(x): R \rightarrow [0,1]$ ise;

$$\mu_M(x) = \begin{cases} \frac{x}{m-l} - \frac{l}{m-l}, & x \in [l, m], \\ \frac{x}{m-u} - \frac{u}{m-u}, & x \in [m, u], \\ 0, & \text{diğer,} \end{cases} \quad (1)$$

Burada $l \leq m \leq u$, l ve u sırasıyla küçük ve büyük değerleri ifade ederken m ise orta değeri temsil etmektedir. M_1 ve M_2 gibi iki üçgensel bulanık sayı; $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ şeklinde ifade edilebilir. Bu sayılara ilişkin operasyonel kurallar aşağıdaki gibidir:

1. $(l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2),$
2. $(l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2)$
3. $(\lambda, \lambda, \lambda) \otimes (l_1, m_1, u_1) = (\lambda l_1, \lambda m_1, \lambda u_1)$
4. $(l_1, m_1, u_1)^{-1} = (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1)$ (Chang, 1996)

Literatürde karar alma problemlerinin çözümünde sıklıkla ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerle karar alma çalışmalarında karşılaşılan en büyük sıkıntı da belirsizliğin karar kriterleri üzerindeki etkisidir. Bu olumsuzluk karşısında da bulanık küme teorisi kullanılmıştır. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde BAHF yaklaşımı anlatılacaktır.

III.2. Bulanık AHP

Çok kriterli karar verme yaklaşımlarından biri Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)' dir. Analitik hiyerarşi süreci genel bir ölçme teorisidir. AHP, çok kriterli karar verme, planlama ve kaynak dağıtımı ve anlaşmazlıkların çözülmesinde kullanılan en geniş uygulamadır (Saaty ve Vargas, 2000). AHP, ilk olarak 1968 yılında Myres ve Alpert tarafından ortaya atılmış ve 1977' de Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karmaşık karar problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir. AHP; karar vericiye hedef, ana kriter ve alternatifleri içeren hiyerarşik yapıyı oluşturmasını sağlayarak ve çok sayıda alternatifi çok sayıdaki nitel/nicel kriter açısından bir arada değerlendirerek, en uygun alternatifi belirlemesine yardımcı olmaktadır (Girginer, 2008).

AHP karar almada temel bir yaklaşımdır. Birkaç kriter açısından değerlendirilen farklı sayılardaki alternatiflerin en iyisini hem rasyonel ve hem de sezgisel olarak seçme amacıyla tasarlanır. Bu süreçte, karar verici basit ikili karşılaştırma yargıları ortaya koyar. Bu yargılar daha sonra alternatiflerin sıralanması için tüm önceliklerin geliştirilmesinde kullanılır. Karar probleminin hiyerarşik yapısında, en az üç düzeyden oluşan basit bir yapı kullanılır. Karar probleminin amacı en üst düzeydedir. İkinci düzeyde karar kriterleri yer alır ve üçüncü düzeyde ise

değerlendirilecek karar alternatifleri yerleştirilir (Saaty ve Vargas, 2000). AHP' de karar vericinin amacı doğrultusunda faktörlerin ve faktörlere ait olan alt faktörlerin belirlenmesi ilk adımdır. AHP' de öncelikle amaç belirlenir ve bu amaç doğrultusunda amacı etkileyen faktörler saptanmaya çalışılır. Amaç, faktör ve alt faktörler belirlendikten sonra, faktör ve alt faktörlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulur. Bu matrislerin oluşturulmasında Saaty tarafından önerilen 1-9 önem skalası kullanılır. Yapılan çalışma sonunda verilecek karar birçok kişiyi etkileyecek yapıda ise ikili karşılaştırma karar matrisleri farklı kişilerin yargılarının birleştirilmesi ile oluşturulur. İkili karşılaştırma karar matrislerinden elde edilen bilgilere göre AHP' de yargılar bir matrise dönüştürülür. İkili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulduktan sonra izleyen aşama öncelik veya ağırlık vektörlerinin hesaplanmasıdır. AHP metodolojisine göre karşılaştırma matrisinin özdeğer ve özvektörleri öncelik sırasını belirlemeye yardımcı olur. En büyük özdeğere karşılık gelen özvektör öncelikleri belirlemektedir. Öncelik vektörlerinin hesaplanmasında kullanılan yaygın bir yöntem şöyledir: Normalleştirilmiş matris, her bir sütun değerinin ayrı ayrı ilgili sütun toplamına bölünmesi ile elde edilir ve normalleştirilmiş matristen hareketle; her bir sıra değerlerinin ortalaması alınır, elde edilen bu değerler her bir kriter için bulunan önem ağırlıklarıdır. Bu ağırlıklar ile öncelik vektörü oluşturulur. Karar vericinin faktörler arasında karşılaştırma yaparken tutarlı davranıp davranmadığını ölçmek için, oluşturulan her bir karşılaştırma matrisi için tutarlılık oranının hesaplanması gerekir. Hesaplamalar sonucunda bulunan değer 0.10'un altında çıkmışsa oluşturulan karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu sonucuna varılır (Dağdeviren vd., 2004).

Saaty tarafından ortaya atılan AHP, çok nitelikli, çok taraflı ve çoklu dönemli yapısal problemlerin hiyerarşik olarak çözümünü kolaylaştıran bir yöntemdir. Her ne kadar amacı uzman bilgilerini değerlendirmek olsa da, klasik AHP yöntemi, insan düşünme şeklindeki belirsizliğe cevap verememektedir. Bundan dolayı bu tip problemlerin çözümü için bulanık AHP önerilmektedir (Büyüközkan ve Çiftçi, 2012). Saaty tarafından önerilen yaklaşımda karar vericiler ikili karşılaştırma yaparken 1-9 önem skalasındaki kesin değerleri kullanmak zorundadırlar. Ancak gerçek hayattaki olaylar karşısında kesin değerlerle karar vermek her zaman mümkün değildir. Bulanık AHP yaklaşımı kesin değerlerle çalışmak yerine belirli aralıklardaki değerlerle yargıda bulunmaya olanak sağladığı için karar vericiler açısından da oldukça etkili bir yöntemdir.

Karar vericiler kriter ve alternatifleri değerlendirdiklerinde kesin sayıların yanında doğal dilsel vurguları da kullanırlar. Bu sebeple, bulanık AHP yöntemi etkileyici bir şekilde insan düşüncelerine ve algılarına benzemektedir. Bu nedenle de birçok farklı araştırmacı tarafından sistematik olarak kullanılmıştır (Heo vd., 2007).

Çalışmada kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan bulanık AHP yaklaşımının işleyişi şu şekildedir:

1. Aşama: Karar vericilerin görüşleri doğrultusunda ikili karşılaştırma matrisleri hazırlanır.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ 1/\tilde{a}_{12} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/\tilde{a}_{1n} & 1/\tilde{a}_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{a}_{ij} = \begin{cases} 1, 3, 5, 7, 9 & i \text{ kriteri } j \text{ kriterine göre göreci olarak daha önemlidir} \\ 1, & i = j \\ 1^{-1}, 3^{-1}, 5^{-1}, 7^{-1}, 9^{-1} & i \text{ kriteri } j \text{ kriterine göre} \\ & \text{göreci olarak daha az önemlidir} \end{cases}$$

Karar vericiler kriterleri değerlendirirken tablo 2' deki ölçekten yararlanırlar.

Tablo 1: Değerlendirmede Kullanılan Dilsel Değişkenlerin Üçgen Bulanık Sayı Türünden Karşılıkları

Dilsel Değişken	Üçgensel Bulanık Ölçek	Üçgensel Bulanık Karşılık Ölçeği
Eşit	(1,1,1)	(1/1, 1/1, 1/1)
Orta	(2,3,4)	(1/4, 1/3, 1/2)
Güçlü	(4,5,6)	(1/6, 1/5, 1/4)
Çok Güçlü	(6,7,8)	(1/8, 1/7, 1/6)
Kesinlikle Tercih Edilir	(8,9,9)	(1/9, 1/9, 1/8)

2. Aşama: Sentetik ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasında Buckley (1985)'nin önerdiği geometrik ortalama tekniği kullanılarak bulanık geometrik ortalamalar ve her bir kriterin bulanık ağırlıkları bulunur:

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{ij} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n}$$

(3)

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes [\tilde{r}_1 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_i \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n]^{-1} \quad (4)$$

3. Aşama: Son aşamada bir önceki aşamada elde edilen bulanık kriter ağırlıkları durulaştırılarak en iyi bulanık olmayan performans değeri (BNP-Best Nonfuzzy Performance Values) hesaplanır. Durulaştırma işleminde ise hesaplanma kolaylığı açısından alan merkezi yöntemi (COA-Center of Area) kullanılmıştır.

$$BNP_{wi} = [(U_{wi} - L_{wi}) \oplus (M_{wi} - L_{wi})] / 3 \oplus L_{wi} \quad (5)$$

Denklemden L_{wi}, M_{wi}, U_{wi} değerleri üçgensel bir bulanık sayı için sırasıyla küçük, ortanca ve büyük değerleri temsil etmektedir (Hsieh vd., 2004; Sun, 2010).

III.3. Bulanık TOPSIS

TOPSIS çok kriterli karar verme problemleri için kullanılan ve ilk kez Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen en çok bilinen klasik çok kriterli karar verme yöntemidir. TOPSIS yöntemi seçilen alternatifin pozitif ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif ideal çözüme en uzak mesafe düşüncesi üzerine oturmaktadır (Chen, 2000). TOPSIS yöntemi sadece seçilen alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklıklarını ortaya koymaz, bunun yanında ideal ve ideal olmayan çözümleri de ortaya koymaktadır (Wang vd., 2009)

Çok kriterli grup karar alma problemlerinde TOPSIS çok farklı alanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. TOPSIS'in bu kadar yaygın kullanım sebeplerinden ilki, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yada basit ağırlıklı toplam yöntemlerinden farklı olarak pozitif ideal çözüme en yakınlığı ve negatif ideal çözüme en uzaklığı en uygun sonuç olarak ortaya koyan mantıksal düşünceye dayanmasıdır. İkincisi, sezgisel, anlaşılması ve uygulanması kolay bir yöntemdir. Üçüncüsü, TOPSIS diğer çok kriterli karar alma yöntemleriyle karşılaştırıldığında bir takım pozitif özelliklere sahiptir. Bunlar:

Yöntemin performansı alternatiflerin sayısından kısmen etkilenir ve sıralama farklılıklarında alternatif ve kriterlerin sayısındaki artış karşısında güçlendirilmiştir.

Optimal olmayan bir alternatif girildiğinde alternatiflerin sıralamaları değişir. TOPSIS sıralama değişimi konularında en iyi yöntemdir. Bu tutarlılık özelliği uygulamada takdir edilir (Bottani ve Rizzi, 2006).

Yöntemin olumlu yönlerinin yanı sıra daha öncede belirtilen özellikle değişen çevresel koşullar ve belirsizlik karşısında karar kriterlerinde meydana gelen değişimlerin yol açtığı olumsuz durumları önlemede Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmaktadır.

TOPSIS yöntemi yerine bulanık TOPSIS kullanımıyla bir takım zayıflıklar ortadan kalkar. Bunlar:

- Her kritere başlangıç ağırlığı atama ihtiyacı
- Bulanık sayılar 1 ve 0 olduğunda direkt olarak bunların sırasıyla pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm olduğu varsayılır. Ağırlıklar ve derecelenmiş değerler aşırı ölçüde küçük olduğunda kriterler arasındaki mesafe ve bulanık pozitif ve negatif ideal çözümler yükselir.

c) Sonuçlar bazen temel düşüncelere uymayabilir ki bu durumda en iyi çözüm pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak seçenektir (Wang vd., 2009).

Diğer klasik çok kriterli karar verme yöntemleriyle kıyaslandığında, sistemin etkinliği bulanık TOPSIS yönteminde AHP' den %23, bulanık optimum yönteminden %17, TOPSIS' den %11 ve gri ilişki analizinden %10 daha fazladır (Wang vd., 2007).

Bulanık küme yaklaşımıyla çok kişili çok kriterli karar alma yöntemlerinden bulanık TOPSIS şu aşamaları içerir;

Adım1: Karar alıcılardan oluşan bir grup oluşturulup değerlendirme kriterlerinin tespiti.

Adım2: Kriterlerin önem ağırlıklarına göre uygun dilsel değişkenleri ve kriter bakımından alternatiflerin alacağı dilsel puanları seçme.

Adım3: C_j kriterinin toplulaştırılmış W_j bulanık ağırlığını elde etmek için kriter ağırlıkları toplulaştırılır, karar vericilerin düşünceleri doğrultusunda C_j kriteri altında A_i alternatifi için x_{ij} toplulaştırılmış bulanık puanları elde edilir.

Bu şu şekilde hesaplanır;

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{1}{k} [\tilde{x}_{ij}^1 \oplus \tilde{x}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{x}_{ij}^k] \quad (6)$$

$$\tilde{W}_j = \frac{1}{k} [\tilde{w}_{ij}^1 \oplus \tilde{w}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{w}_{ij}^k] \quad (7)$$

Adım4: Bulanık karar matrisi ve normalize karar matrisi oluşturulur. Bulanık karar matrisindeki dilsel değişkenler üçgensel bulanık sayılar şeklinde $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ $\tilde{w}_{ij} = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ tanımlanır. Fayda (Benefit-B) ve maliyet (Cost-C) kriterleri açısından bulanık karar matrisinin normalizasyonu şu şekilde gerçekleştirilir:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), j \in B \quad (8)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), j \in C \quad (9)$$

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \text{ if } j \in B \quad (10)$$

$$a_j^- = \min_i a_{ij} \text{ if } j \in C \quad (11)$$

Adım 5: Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi;

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j \quad (12)$$

şeklinde oluşturulur.

Adım 6: Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm kümeleri oluşturulur.

$$\tilde{v}_j^* = (1,1,1) \quad (13)$$

$$\tilde{v}_j^- = (0,0,0) \quad (14)$$

Adım 7: Her bir alternatifin bulanık pozitif ideal çözüm kümesine(FPIS) ve bulanık negatif ideal çözüm kümesine(FNIS) uzaklıkları hesaplanır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1,2,\dots,m, \quad (15)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1,2,\dots,m \quad (16)$$

Burada $d(.,.)$ iki bulanık sayı arasındaki mesafenin ölçüsüdür ve bunun hesaplanmasında vertex metodu kullanılır.

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (17)$$

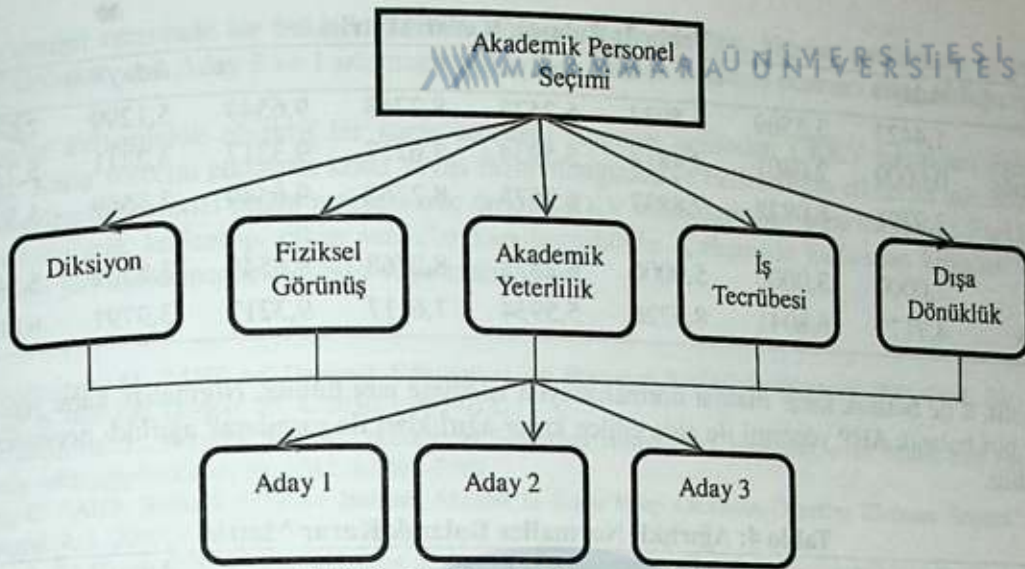
Adım 8: Her bir alternatifin yakınlık katsayısı hesaplanır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* \oplus d_i^-}, i = 1,2,\dots,m \quad (18)$$

Adım 9: Yakınlık katsayısına göre belirlenen tüm alternatiflerin sıralama puanları belirlenir (Chen, 2000).

IV. ARAŞTIRMA BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmada X Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü'ne alınması planlanan Araştırma Görevlisi kararının verilmesinde bulanık ÇKKV tekniklerinden yararlanılmıştır. Öğretim Üyesi Dışındaki Öğretim Elemanları Kadrolarına Naklen veya Açıkta Yapılacak Atamalarda Uygulanacak Merkezi Sınav ile Giriş Sınavlarına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkındaki Yönetmeliğin 10. Maddesi gereği adaylar öncelikle ALES puanının %60'ı ve dil puanının %40'ı alınarak sıralamaya tabi tutulur. Kadro sayısının 4 katına kadar aday giriş sınavına alınır. Bu hüküm gereğince gerekli şartları taşıyan 3 aday sınava çağırılmıştır. Yapılacak olan çalışma doğrultusunda jüri üyeleri ile yürütülen görüşmelerde ilgili literatürü de dikkate alarak, akademik personel seçim kriterleri olarak; diksiyon, fiziksel görünüş, akademik yeterlilik, iş tecrübesi ve dışa dönüklük belirlenmiştir. Kriterlerin değerlendirilmesinde bulanık AHP, adayların değerlendirilmesinde ise bulanık TOPSIS yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın amacı akademik personel alımlarında uygulanan yazılı sınavlara alternatif bir model önerisi sunmaktır. Problemin hiyerarşik yapısı aşağıda olduğu gibidir.



Şekil 1: Problemin Hiyerarşik Yapısı

Karar vericilerin seçim kriterlerinin göreceli önemlerine ilişkin verdikleri cevaplar sonucunda geometrik ortalama yöntemine göre oluşturulan bulanık karar matrisi aşağıdaki gibidir:

Tablo 2: Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	Diksiyon	Fiziksel Görünüş	Akademik Yeterlilik	İş Tecrübesi	Dışa Dönüklük
Diksiyon	1,0000	1,0000	1,0000	5,7690	6,8041
Fiziksel Görünüş	0,1323	0,1470	0,1733	1,0000	1,0000
Akademik Yeterlilik	5,2415	6,2573	7,2685	8,2768	8,6535
İş Tecrübesi	5,2415	6,2573	7,2685	5,7690	6,8041
Dışa Dönüklük	0,6300	0,7539	0,8736	1,5874	2,0801

Eşitlik 3 ve 4 yardımıyla önce her bir kriter grubu için bulanık ağırlıklar, sonrasında da her bir kriterin ağırlığı hesaplanır. Kriter ağırlıkları şu şekildedir:

$$\tilde{w}_1 = (0.0787, 0.1013, 0.1319)$$

$$\tilde{w}_2 = (0.0287, 0.0357, 0.0473)$$

$$\tilde{w}_3 = (0.4139, 0.5564, 0.7182)$$

$$\tilde{w}_4 = (0.1344, 0.1761, 0.2332)$$

$$\tilde{w}_5 = (0.0965, 0.1305, 0.1740)$$

Son olarak da eşitlik 5 kullanılarak bulanık kriter ağırlıkları alan merkezi yöntemiyle durulaştırılarak en iyi bulanık olmayan performans değerleri elde edilir.

$$\begin{aligned}
 BNP_{w1} &= [(U_{w1} - L_{w1}) \oplus (M_{w1} - L_{w1})] / 3 \oplus L_{w1} \\
 &= [(0.1319 - 0.0787) \oplus (0.1013 - 0.0787)] / 3 \oplus 0.0787 \\
 &= 0.1040
 \end{aligned}$$

Diğer kriterlerin performans değerleri şöyledir:

$$BNP_{w2} = 0.0372$$

$$BNP_{w3} = 0.5628$$

$$BNP_{w4} = 0.1812$$

$$BNP_{w5} = 0.1337$$

Kriterlere ilişkin ağırlıklar bulanık AHP yaklaşımıyla elde edildikten sonra adayların değerlendirilmesinde bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Jüri üyelerinin görüşleri doğrultusunda oluşturulan bulanık karar matrisi aşağıdaki gibidir:

Tablo 3: Bulanık Karar Matrisi

	Aday 1	Aday 2	Aday 3
Diksiyon	1,4422	3,5569	5,5934
Fiziksel Görünüş	0,0000	2,0801	4,4814
Akademik Yeterlilik	3,9791	6,0822	7,8837
İş Tecrübesi	1,0000	3,0000	5,0000
Dışa Dönüklük	4,7177	6,8041	8,5726

Sonrasında eşitlik 8 ile bulanık karar matrisi normalizasyon işlemine tabi tutulur. Normalize karar matrisinde yer alan değerlerin her biri bulanık AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi elde edilir.

Tablo 4: Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi

	Aday 1	Aday 2	Aday 3
Diksiyon	0,0241	0,0529	0,0860
Fiziksel Görünüş	0,0000	0,0109	0,0247
Akademik Yeterlilik	0,3491	0,4973	0,6605
İş Tecrübesi	0,0285	0,0776	0,1360
Dışa Dönüklük	0,0965	0,1305	0,1740

Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisinin oluşturulmasından sonra bulanık pozitif ideal çözüm (fuzzy positive ideal solution-FPIS) ve bulanık negatif ideal çözüm (fuzzy negative ideal solution-FNIS) değerleri eşitlik 17'deki vertex yöntemiyle hesaplanır. Bu işlemin ardından alternatiflerin bulanık pozitif ve negatif ideal çözüm kümelerine uzaklıkları yani d_i^+ ve d_i^- değerleri elde edilir ve eşitlik 18 ile her alternatif için göreceli uzaklık değerleri hesaplanarak bulanık TOPSIS yöntemiyle adayların performans sıralamaları elde edilmiş olur.

Tablo 5: Adayların Yakınlık Katsayıları ve Sıralama Tablosu

	Aday 1	Aday 2	Aday 3
D_i^+	3,2289	2,8338	2,8947
D_i^-	2,0200	2,4358	2,2736
$D_i^+ + D_i^-$	5,2489	5,2696	5,1683
CCİ	0,3848	0,4622	0,4399

Adayların yakınlık katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında Aday 2'nin 0.4622, Aday 3'ün 0.4399 ve Aday 1'in 0.3848 ekinde olduğu görülmektedir. Jüri en yüksek katsayıya sahip olan Aday 2'yi istihdam etmelidir.

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Küreselleşme süreci ile birlikte iş yapılarında meydana gelen değişim ve artan rekabet işletmeleri kaynak kullanımı konusunda daha dikkatli davranmaya yöneltmiştir. Bu süreçte işletmelerin başarısı paylaşılan hedefler doğrultusunda personelin uyumlu ve koordineli bir şekilde mücadele etmesine bağlıdır. İşletme başarısına etki eden önemli faktörlerden biri doğal olarak firmada çalışan personelin firma faaliyetlerine katkısıdır. Bu nedenle işletmeler ihtiyaçlarını en üst düzeyde karşılayacak personellerle çalışmak isteyeceklerdir. Üniversiteler de yapılan sıralamalarda daha üst sıralarda yer almak, stratejik hedeflerini gerçekleştirmek, ülkelerin genel eğitim stratejileri doğrultusunda daha kalifiye ve yetenekli öğrenciler yetiştirmek gibi amaçlarını ancak nitelikli personeller ile gerçekleştirebileceklerdir. Üniversitelerde akademik personel alım kararları birçok farklı kriter üzerinde dikkatlice düşünüldüğü, analiz edilmesi gereken önemli bir karardır.

Çalışmada X Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü'ne Araştırma Görevlisi alım kararlarında ÇKKV tekniklerinin kullanımı önerilmektedir. Akademik personel alım kararını veren jüri üyeleriyle yapılan görüşmeler sonucu, akademik personel seçimini etkileyen karar kriterleri olarak diksiyon, fiziksel görünüş, akademik yeterlilik, iş tecrübesi ve dışa dönüklük belirlenmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Yöntem sonucunda en yüksek önem ağırlığına sahip kriter 0.5628'lik bir ağırlığa sahip olan akademik yeterlilik olarak ortaya çıkmıştır. Başvurular

arasından aday seçimi sürecinde ise bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Yapılan sıralamada en yüksek sıralama puanını Aday 2 almışken onu Aday 3 ve 1 izlemiştir. Aday 2 en yüksek sıralama puanına sahip olduğu için işe alınması tavsiye edilmiştir. Subjektif kriterler kullanılarak objektif bir karar seçeneği sunması açısından ÇKKV teknikleri literatürde sıklıkla kullanılmaktadır. Karar sürecini etkileyen kriter sayısı fazla olduğunda ve belirsizliğin etkilerini minimize etmede etkili yöntemlerdir. Akademik personel seçim probleminde farklı ÇKKV tekniklerinden yararlanılabilir. Farklı yöntemler tek tek veya bütünleştirilerek kullanılıp, çıkan sonuçlar karşılaştırılabilir. Çalışmada kullanılan kriterler farklı akademik birimler veya farklı jüri üyelerince artırılabilir veya azaltılabilir.

KAYNAKÇA

- Aksakal, E., Dağdeviren, M. "ANP ve Dematel Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım", Gazi Üniversitesi Müh.Mim.Fak.Dergisi, 25, 4, 2010, s.905-913.
- Balezentis, R., Balezentis, T., Bravers, W.K.M. "Personnel Selection Based on Computing with Words and Fuzzy Multimoora", Expert Systems with Applications, 39, 2012, s.7961-7967.
- Bali, Ö., Gencer, C. "AHP, Bulanık AHP ve Bulanık Mantık'la Kara Harp Okuluna Öğretim Elemanı Seçimi", KHO Savunma Bilimleri Dergisi, 4, 1, 2005, s.24-43.
- Bottani, E., Rizzi, A. "A Fuzzy TOPSIS Methodology to Support Outsourcing of Logistics Services", Supply Chain Management: An International Journal, 11/4, 2006, s.300.
- Büyükoğuzkan, G. Çiftçi, G. "A Combined Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Based Strategic Analysis of Electronic Service Quality in Healthcare Industry", Expert Systems with Applications, 39, 2012, s.2344.
- Chang, D.Y. "Application of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP", European Journal of Operational Research, 95, 1996, s.650.
- Chen, C.T. "Extensions of the TOPSIS for Group Decision Making Under Fuzzy Environment", Fuzzy Sets and Systems, 114, 2000, s.1-9.
- Cheng, J. Z., Chen, P., T., Yu, H.C.D. "Establishing a Man Access Strategy for Future Broadband Service: A Fuzzy MCDM Analysis of SONET/SDH and Gigabit Ethernet", Technovation, 25, 2005, s.562.
- Çelik, M., Kandakoğlu, A., Er, I.D. "Structuring Fuzzy Integrated Multi-Stages Evaluation Model on Academic Personnel Recruitment in MET Institutions", Expert Systems with Applications, 36, 2009, s.6918-6927.
- Dağdeviren, M., "Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Personel Seçimi ve Bir Uygulama", Gazi Üniversitesi Müh.Mim.Fak.Dergisi, 22, 4, 2007, s.791-799.
- Dağdeviren, M., Akay, D., Kurt, M. "İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması", Gazi Üniversitesi MMF Dergisi, 19, 2, 2004, s.132-133.
- Dursun, M., Karsak, E.E., "A Fuzzy MCDM Approach for Personnel Selection", Expert Systems with Applications, 37, 2010, s.4324.
- El-Santawy, M.F., El-Dean, R.A.Z. "On Using Vikor for Ranking Personnel Problem", Life Science Journal, 9, 4, 2012, s.1534-1536.
- Gibney, R., Shang, J., "Decision Making in Academia: A Case of the Dean Selection Process", Mathematical and Computer Modelling, 46, 2007, s.1030-1040.
- Girginer, N. "Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesine Çok Kriterli Yaklaşım: Özel ve Devlet Bankası Karşılaştırması", Muhasebe ve Finansman Dergisi, 37, 2008, s.135.
- Güngör, Z., Serhadlioglu, G., Kesen, S.E., "A Fuzzy AHP Approach to Personnel Selection Problem", Applied Soft Computing, 9, 2009, s.641-646.
- Heo, E., Kim, J., Boo, K.J. "Analysis of the Assessment Factors for Renewable Energy Dissemination Program Evaluation Using Fuzzy AHP", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14, 2007, s.2215.
- Hsieh, T. Y.; Lu, S. T. ve Tzeng, G. H. "Fuzzy MCDM Approach for Planning and Design Tenders Selection in Public Office Buildings", International Journal of Project Management, 22, 2004, s.576-579.
- Kabak, M., Burmaoğlu, S., Kazançoğlu, Y. "A Fuzzy Hybrid MCDM Approach for Professional Selection", Expert Systems with Applications, 39, 2012, s.3516-3525.
- Kabak, M., Kazançoğlu, Y., "Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Öğretmen Seçimi ve Bir Uygulama", Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi, 14, 1, 2012, s.95-111.
- Klemenis, A., Askounis, D., "A New TOPSIS-Based Multi Criteria Approach to Personnel Selection", Expert Systems with Applications, 37, 2010, s.4999-5008.
- Köse, E., Aplak, H.S., Kabak, M., "Personel Seçimi için Gri Sistem Teori Tabanlı Bütünleşik Bir Yaklaşım", Ege Akademik Bakış, 13, 4, 2013, s.461-471.
- Lin, H.T., "Personnel Selection Using Analytic Network Process and Fuzzy Data Envelopment Analysis Approaches", Computers and Industrial Engineering, 59, 2010, s.937-944.
- Öğretim Üyesi Dışındaki Öğretim Elemanları Kadrolarına Naklen veya Açıkta Yapılacak Atamalarda Uygulanacak Merkezi Sınav ile Giriş Sınavlarına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkındaki Yönetmelik, Madde 10
- Robertson, I.T., Smith, M., "Personnel Selection", Journal of Occupational and Organizational Psychological Society, 74, 2001, s.444-450.
- Saaty, T.L. and Vargas, L.G. Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000, s.1-2.
- Saghafian, S., Hejazi, R. "Multi Criteria Group Decision Making Using A Modified Fuzzy TOPSIS Procedure", CIMCA-IAWTIC'05, IEEE, 2005, s.2.
- Sun, C. C. "A Performance Evaluation Model by Integrating Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods", Expert Systems with

- Applications, 37, 2010, s.7747.
- Tzeng, G.H., Huang, J.J. Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications, CRC Pres Taylor and Francis Group, A Chapman and Hall Book, Boca Raton, 2011, s.7.
- Wang, B.H., Huang, J.G., Qin, X.S., Yan, Z.H., Bai, J. Research on FTOPSIS Model of Threat Synthetic Evaluation in Multi Target Tracing System. Proceedings of 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2-4 December, Singapore, 2007, s.35.
- Wang, J.W., Cheng, C.H., Cheng, H.K. "Fuzzy Hierarchical TOPSIS for Supplier Selection". Applied Soft Computing, 9, 2009, s.377-380.
- Yıldız, A., Deveci, M., "Bulanık VIKOR Yöntemine Dayalı Personel Seçim Süreci", Ege Akademik Bakış, 13, 4, 2013, s.427-436.
- Zadeh, L.A. "Fuzzy Sets", Information and Control, 8, 1965, s.338.
- Zeydan, M., Çolpan, C. "A New Decision Support System for Performance Measurement Using Combined Fuzzy TOPSIS/DEA Approach", International Journal of Production Research, 47, 2009, s.4329.
- Zhang, S.F., Liu, S.Y., "A Gra-BAsed Intuitionistic Fuzzy Multi-Criteria Group Decision Making Method for Personnel Selection", Expert Systems with Applications, 38, 2011, s.11401-11405.



MARMARA
ÜNİVERSİTESİ