



Received: January 15, 2018
Accepted: March 13, 2018
Published Online: March 26, 2018

AJ ID: 2018.06.01.OR.06
DOI: 10.17093/alphanumeric.378904

Using an Integrated Grey AHP–MOORA Approach for Personnel Selection: An Application on Manager Selection in the Health Industry

Yakup Çelikbilek, Ph.D. * 

Assist. Prof., Department of Management Information Systems, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Istanbul Gelisim University, Istanbul, Turkey, ycelikbilek@gelisim.edu.tr

* İstanbul Gelişim Üniversitesi, İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Cihangir Mahallesi Şehit Piyade Onbaşı Murat Şengöz Sokak No:8 34310, Avcılar/İstanbul/Türkiye

ABSTRACT

Right personnel selection is always an important problem for companies. Especially today, with globalizing world, developing technologies and increasing specialization, human resources management personnel can become inadequate about the right personnel selection. Especially in the areas of business, where human life is concerned, right personnel selection decision become more important and critical. One of the other important problems encountered during personnel selection process is the presence of decisions with subjective judgements. It is taken attention that MOORA method has the success of making the right decision when the studies in the literature is observed. Because of this, in this study, An integrated grey AHP–MOORA approach is presented for personnel selection. The reason of selection of grey numbers is its success of representing subjective judgements and including the bias caused by personal judgements by minimizing it during the selection process. Firstly, through this perspective, after the introduction section, a literature review evaluating the studies on personnel selection is allocated. In Section 3, operation with grey numbers are explained. In Section 4, grey AHP method and In Section 5, grey MOORA method are explained in detail. In Section 6, proposed integrated grey AHP–MOORA approach is given with step by step explanation. In Section 7, an application on manager selection in health industry is carried out as a real life problem and its results are validated by comparing with different methods

Keywords:

Personnel Selection, Manager Selection, Group Decision Making, Grey Systems, AHP, MOORA

Personel Seçimi için Bütünleşik Gri AHP–MOORA Yaklaşımının Kullanılması: Sağlık Sektöründe Yönetici Seçimi Üzerine Bir Uygulama

ÖZ

Doğru personel seçimi, işletmeler için her zaman önemli bir problem olmuştur. Özellikle günümüzde; globalleşen dünya, gelişen teknolojiler ve artan uzmanlaşmalarla da birlikte insan kaynakları yönetimi personelleri doğru personelin seçimi konusunda yetersiz kalabilmektedir. Özellikle, insan hayatının da söz konusu olduğu iş kollarında doğru personel seçim kararları çok daha önemli ve kritik bir hale gelmektedir. Personel seçimi sırasında karşılaşılan en önemli sorunlardan bir diğeri de kişisel yargılar içeren kararların mevcudiyetidir. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde MOORA yönteminin doğru karar vermedeki başarısı dikkat çekmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada, personel seçimi için bütünleşik gri AHP–MOORA yaklaşımı önerisinde bulunulmuştur. Gri sayıların tercih edilmesinin nedeni, kişisel yargıları temsil yeteneğindeki başarısı ve seçimler sırasında kişisel yargılardan kaynaklı yanlılıkların minimize edilerek işlemlere dahil edilmesidir. Bu doğrultuda öncelikle, giriş bölümünden sonra, personel seçimi üzerine gerçekleştirilmiş olan çalışmaların değerlendirildiği literatür taramasına yer verilmiştir. Bölüm 3'te, gri sayılarla işlemler kısaca aktarılmıştır. Bölüm 4'te gri AHP yöntemi ve Bölüm 5'te gri MOORA yöntemi detaylı olarak anlatılmıştır. Bölüm 6'da, önerilen bütünleşik Gri AHP–MOORA yaklaşımının adım adım anlatımı verilmektedir. Bölüm 7'de gerçek hayat problemi olarak, sağlık sektöründe yönetici seçimi üzerine bir uygulama gerçekleştirilmiş ve sonuçları farklı yöntemlerle karşılaştırılarak doğrulanmıştır

Anahtar Kelimeler:

Personel Seçimi, Yönetici Seçimi, Grup Karar Verme, Gri Sistemler, AHP, MOORA

1. Giriş

İnsan Kaynakları Yönetiminin (İKY) en önemli konularından biri doğru personelin seçimidir. Özellikle günümüzde; globalleşen dünya, gelişen teknolojiler ve artan uzmanlaşmalarla da birlikte İKY personelleri doğru personelin seçimi konusunda yetersiz kalabilmektedir. Bu yetersiz kalma durumunun en önemli nedenlerinden biri artan işsizlik oranları ve alınan başvuruların yalnızca ülke içerisinde değil, farklı ülkelerden de geliyor olmasıdır. Bu durumlar nedeniyle, yanlış personel seçiminin yapılması ihtimalinin yanında, önemli pozisyonlarda gerçekleştirilen karar verme aşamalarında doğru personelin seçimi çok uzun süreler alabilmekte ve hatta bazı durumlarda bununla birlikte, hem İKY departmanı hem de işletmeler işlevsiz hale gelebilmektedir. Özellikle insan hayatının da söz konusu olduğu iş kollarında bu tip personel seçim kararları çok daha önemli hale gelmektedir.

İKY personelleri tarafından gerçekleştirilen personel seçim kararlarının diğer sorun olabilen tarafı da seçimleri kişisel yargılar içererek gerçekleştirilme ihtimalidir. Özellikle Türkiye gibi, kültür mozaiği olan ülkelerde bu yanlı olabilecek kararlar işletmeleri daha sıkıntılı hale getirebilmektedir. Günümüz dünyasında neredeyse ülkelerin tamamı özellikle azınlık gruplar için eşitlik sözleşmelerine sahip olsalar da insan faktörünün devreye girdiği durumlarda küçük ya da büyük derecede de olsa kişisel yargılar her zaman problem teşkil etmektedir.

Literatürde personel seçimi için çok çeşitli yöntem önerileri bulunmaktadır. Fakat, bu yöntemlerin büyük bir çoğunluğu az sayıda kriter ve alternatif içeren hipotetik problem ile uygulamalar gerçekleştirilmiş çalışmalardır (Safari v.d., 2014; Chaghooshi v.d., 2014; Alguliyev v.d., 2015; Sang v.d., 2015; Karabašević v.d., 2016). Sağlık sektöründe yönetici seçimi için gerçekleştirilmiş çalışmaya ise mevcut literatür taramalarında ise neredeyse rastlanmamıştır. Gerçekleştirilmiş olan tek çalışma Liu ve arkadaşlarının 2015 yılında (Liu v.d., 2015), baş hemşire seçimi için önerdikleri bulanık VIKOR yöntemidir. Bu çalışmada değerlendirilen baş hemşire adaylarının seçimleri de, yalnızca 4 kritere göre gerçekleştirilmiştir. Gri MOORA kullanılmış olan bir çalışmaya ise literatürde hiç rastlanmamıştır. Mevcut bilgiler dahilinde gri ÇKKV yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş olan bir personel seçimi uygulamasına da rastlanmamıştır. Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada bütünlük gri AHP–MOORA yaklaşımı kullanan bir ÇKKV önerisi kişisel değerlendirmeler de içeren bir gerçek hayat problemi olarak, sağlık sektöründe yönetici seçimi üzerine uygulanmıştır.

Personel seçimi için bütünlük gri AHP–MOORA yaklaşımının önerildiği bu çalışmanın planı şu şekildedir. Bölüm 2’de, Bölüm 3 ve Bölüm 4’e temel oluşturması amacıyla, gri sayılarla işlemler kısaca aktarılmıştır. Gri Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi bölüm 3’te detaylı olarak anlatılmıştır. Bölüm 4’te, gri MOORA yönteminin anlatımına yer verilmiştir. Önerilen bütünlük Gri AHP–MOORA yaklaşımının adım adım anlatımı ise bölüm 5’de verilmektedir. Bölüm 6’da gerçek hayat problemi olarak, sağlık sektöründe yönetici seçimi üzerine bir uygulama gerçekleştirilmiş ve sonuçları farklı yöntemlerle karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Son bölümde, tartışma ve sonuç için ayrılarak çalışma tamamlanmıştır.

2. Gri Sayılarda İşlemler

Gri sayılar, net değerlerin tespit edilemediği veya kişisel yargılar içeren sistemlerde klasik sayıların yerine sözel ifade karşılıklarıyla birlikte aralıklı sayılar olarak ifade edilebilen sayılardır. Gri sayılar özellikle, gri sistemlerin temsillerini daha başarılı bir şekilde gerçekleştirdiğinden dolayı, bu tip sistemlerde gerçekleştirilen problem çözümlerinde sıklıkla tercih edilmektedir.

Belirli bir aralıkta kesin değeri bilinmeyen sayılar, gri sayılar olarak adlandırılır (Liu v.d., 2016). Literatürde, gri sayılar \otimes sembolüyle temsil edilirler. $\underline{\otimes}a$ alt sınır ve $\overline{\otimes}a$ üst sınırı temsil etmek üzere, $\otimes a$ gri sayısı aşağıda yer alan Denklem 1'deki şekilde tanımlanır.

$$\otimes a = [\underline{\otimes}a, \overline{\otimes}a] = [a' \in \otimes a \mid \underline{\otimes}a \leq a' \leq \overline{\otimes}a] \quad (1)$$

$c \in \mathbb{R}$, $\otimes a = [\underline{a}, \overline{a}]$ ve $\otimes b = [\underline{b}, \overline{b}]$ olmak üzere; gri sayılarda gerçekleştirilen temel işlemler aşağıdaki şekildedir.

$$\otimes a + \otimes b = [\underline{a} + \underline{b}, \overline{a} + \overline{b}] \quad (2)$$

$$\otimes a - \otimes b = [\underline{a} - \overline{b}, \overline{a} - \underline{b}] \quad (3)$$

$$\otimes a \cdot \otimes b = [\min(\underline{a}\underline{b}, \overline{a}\underline{b}, \underline{a}\overline{b}, \overline{a}\overline{b}), \max(\underline{a}\underline{b}, \overline{a}\underline{b}, \underline{a}\overline{b}, \overline{a}\overline{b})] \quad (4)$$

$$\otimes a \cdot \otimes b^{-1} = \left[\min\left(\frac{\underline{a}}{\underline{b}}, \frac{\overline{a}}{\underline{b}}, \frac{\underline{a}}{\overline{b}}, \frac{\overline{a}}{\overline{b}}\right), \max\left(\frac{\underline{a}}{\underline{b}}, \frac{\overline{a}}{\underline{b}}, \frac{\underline{a}}{\overline{b}}, \frac{\overline{a}}{\overline{b}}\right) \right] \quad (5)$$

$$c \cdot \otimes a = [c \cdot \underline{a}, c \cdot \overline{a}] \quad (6)$$

$$\otimes a^c = [\underline{a}^c, \overline{a}^c] \quad (7)$$

3. Gri Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ilk olarak 1980 yılında Saaty (Saaty, 1980) tarafından tanıtılmıştır. İlk tanıtıldığı günden bu yana artan bir kullanıma sahip olan AHP yöntemi, diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinin de çoğu kez hem temelini oluşturmakta hem de entegre olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda hem kişisel yargıları en aza indirmek için hem de gri ve bulanık sistemlerin önem kazanmasıyla birlikte gri ve bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri de geliştirilmeye başlanmıştır. Fakat geliştirilmiş olan yöntemler arasında, en sık başvurulan ÇKKV yöntemlerinden biri olan AHP yönteminin gri uzantısı henüz tam anlamıyla geliştirilmemiştir. Wang ve Liu (2007), şehrin trafik hattının değerlendirilmesi için bir gri AHP önerisinde bulunmuşlardır. Fakat makalede önerilen gri AHP yönteminde, değerlendirme anketlerinin elde edilmesinin hemen ardından anketler beyazlaştırılarak hesaplamalara klasik AHP yöntemiyle devam edilmiştir. Aynı yıl, Jin ve arkadaşları (Jin v.d., 2007) da Wang ve Lin ile aynı gri AHP yöntemini kullanarak işletme bilgi yönetimi sisteminin performansının değerlendirmesini gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmalara benzer bir diğer gri AHP yöntemi, Tan ve Ren (2010) tarafından kurumsal acil müdahale kapasitesinin değerlendirilmesine uygulanmıştır. Burada gerçekleştirilmiş uygulamada da yöntemin tamamı gri sayılar ile gerçekleştirilmemiştir. Mohammad ve arkadaşlarının (Mohammad v.d., 2011), gri sistem teorisi ve AHP yöntemi kullanarak tedarikçi seçim modeli planlaması gerçekleştirmiş oldukları çalışmada ise gri AHP yönteminin açıklamasında teorik boşluklar bulunmaktadır. Çalışmadaki en önemli eksiklik, gri AHP yönteminin ikili karşılaştırmalarının tutarlılık analizlerinin klasik AHP'de yer alan tutarlılık analizi ile gerçekleştirilmesidir. Bu adımdan sonra ise hesaplamalara tekrar gri sayılarla devam edildiği belirtilmektedir. Gri sayıların yalnızca

ikili karşılaştırmalar sırasında kullanıldığı ve klasik AHP ile hesaplamalara devam edilmiş olan bir diğer çalışma da Shi ve Deng (2012) tarafından bilişim sistemlerinin güvenliğinin değerlendirilmesi üzerine uygulanmıştır.

Bu çalışmada, klasik sayılar ve karşılaştırmalar yerine kullanılmış olan gri sayılar, dilsel değişken karşılıkları ve gri sayı aralıkları aşağıda yer alan Tablo 1’de verilmektedir. Daha sonrasında da adım adım kullanılacak olan Gri AHP yöntemi aktarılacaktır.

Önem Değeri	Dilsel Ölçek	Gri Sayılar
1	Eşit Önemli	[1,2]
3	Önemli	[2,4]
5	Çok Önemli	[4,6]
7	Çok Güçlü Önemli	[6,8]
9	Mutlak Önemli	[8,9]

Tablo 1. Gri AHP için kullanılan dilsel değişkenler ve gri sayı karşılıkları.

Önerilen G–AHP yaklaşımının çözüm adımları aşağıdaki şekildedir.

Adım 1: Problemin Tanımlanması: İlk olarak probleme konu olan alternatifler, kriterler ve problemin amacı tanımlanır.

Adım 2: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Amacın, kriterlerin ve alternatiflerin tanımlanmasından sonra, amaca ve kriterlere bağlı olarak problemin hiyerarşik yapısı oluşturulur.

Adım 3: İkili Karşılaştırmaların Gerçekleştirilmesi: Problemin bir karar matrisi yok ise; uzmanlar ve karar vericiler tarafından Tablo 1’de gösterilmiş olan ölçek dikkate alınarak hem kriterler hem de alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilir. Karar verici k tarafından gerçekleştirilmiş olan bir ikili karşılaştırma matrisinin gösterimi Denklem (8)’de verilmektedir.

$$A_g^k = \begin{bmatrix} \otimes a_{11}^k & \otimes a_{12}^k & \cdots & \otimes a_{1j}^k & \cdots & \otimes a_{1n}^k \\ \otimes a_{21}^k & \otimes a_{22}^k & \cdots & \otimes a_{2j}^k & \cdots & \otimes a_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes a_{i1}^k & \otimes a_{i2}^k & \cdots & \otimes a_{ij}^k & \cdots & \otimes a_{in}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes a_{n1}^k & \otimes a_{n2}^k & \cdots & \otimes a_{nj}^k & \cdots & \otimes a_{nn}^k \end{bmatrix} \quad (8)$$

Burada; $\otimes a_{ij}^k = [a_{ij}^k, \bar{a}_{ij}^k]$ ve K adet karar verici kümesinde $k \in \{1,2,3, \dots, K\}$ şeklindedir. Klasik AHP yönteminde olduğu gibi burada da, tüm ikili karşılaştırmalarda matrisin yalnızca asal köşegeninin üzerinde yer alan kısımlar için gerçekleştirilmektedir. Alt kısımlar, aşağıda yer alan Denklem (9) yardımıyla hesaplanmaktadır. Asal köşegen üzerinde kalan değerler ise Denklem (10)’te gösterildiği gibi 1’e eşit olarak alınır.

$$\otimes a_{ij}^k = \left[\frac{1}{\bar{a}_{ij}^k}, \frac{1}{a_{ij}^k} \right] \quad (9)$$

$$\otimes a_{ii}^k = [1,1] \quad (10)$$

Adım 4: İkili Karşılaştırma Matrislerinin Birleştirilmesi: Karar vericiler tarafından gerçekleştirilmiş olan ikili karşılaştırma matrisleri Denklem (11)’te gösterildiği şekilde klasik AHP’ye benzer şekilde geometrik ortalama formülü kullanılarak, fakat gri sayılar üzerinden hesaplanır.

$$\otimes a_{ij} = \sqrt[k]{\prod_{i=1}^k \otimes a_{ij}^k} \quad (11)$$

Denklem (11)'te yer alan hesaplamaların gerçekleştirilmesinden sonra elde edilen birleştirilmiş nihai gri ikili karşılaştırma matrisleri de $A_g = [\otimes a_{ij}]_{n \times n}$ ile gösterilir.

Adım 5: Sütun Normalizasyonları: Denklem (12)–(14)'de gösterilen, gri sayılar için normalizasyon işlemi, Wu ve Lee (Wu ve Lee, 2007) tarafından bulanık sayılar için önerilmiş olan dönüşüm formülünün gri sayılara uyarlanması yoluyla gerçekleştirilir.

$$\otimes \underline{a}_{ij} = \left(\otimes a_{ij} - \min_j \otimes a_{ij} \right) / \Delta_{\min}^{\max} \quad (12)$$

$$\otimes \overline{a}_{ij} = \left(\otimes \overline{a}_{ij} - \min_j \otimes a_{ij} \right) / \Delta_{\min}^{\max} \quad (13)$$

$$\Delta_{\min}^{\max} = \max \otimes \overline{a}_{ij} - \min \otimes a_{ij} \quad (14)$$

Adım 6: Gri ağırlıkların Elde Edilmesi: $c = \{1, 2, 3, \dots, C\}$ kriterler kümesinde yer alan her bir kritere ait gri ağırlığın elde edilmesi için Denklem (15)'de gösterildiği şekilde satırların ortalamaları hesaplanır.

$$\frac{\sum_{j=1}^c \otimes a_{ij}}{c} \quad (15)$$

Adım 7: Öncelik Ağırlıklarının Hesaplanması: Kriter ağırlıklarının hesaplanmasından sonra alternatifler için nihai öncelik ağırlıklarının hesaplanması için Denklem (16)'dan faydalanılır.

$$\sum_{j=1}^c w_j \otimes a_{ij} \quad (16)$$

Adım 8: Sonuçların Beyazlaştırılması: Sonuçların beyazlaştırılması işlemi, gri sayılarla aralıklı olarak elde edilmiş sonuçların, yorumlanması, incelenmesi ve değerlendirilmesini de kolaylaştırmak amacıyla klasik sayılara dönüştürülmesi işlemi kapsamaktadır. Bu işlem için öncelikle Denklem (12)–(14)'de gösterildiği şekilde sonuçların normalizasyonlarının yapılması gerekir. Normalizasyon işleminden sonra aşağıda verilen Denklem (17)–(18) yardımıyla da beyazlaştırma işlemleri gerçekleştirilir. Burada yer alan eşitliklerde, $A = [1, 2, 3, \dots, a_i, \dots]$ vektörü alternatiflerin nihai ağırlıklarını temsil etmektedir.

$$Y_i = \frac{\otimes a_i (1 - \otimes a_i) + \otimes \overline{a}_i \times \otimes \overline{a}_i}{1 - \otimes a_i + \otimes \overline{a}_i} \quad (17)$$

$$a_i = \min \otimes a_i + Y_i \Delta_{\min}^{\max} \quad (18)$$

4. Gri MOORA

MOORA (Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis) yöntemi ilk olarak 2006 yılında Brauers ve Zavadskas (Brauers ve Zavadskas, 2006) tarafından tanıtılmıştır. Günümüze en yakın zamanda geliştirilmiş olan bir yöntem olmasına karşın uygulamalarda sıklıkla kendisine yer bulan MOORA yönteminin bulanık ve gri sistem uygulamaları henüz literatürde neredeyse hiç gerçekleştirilmemiş denecek sayıdadır. Gerçekleştirilmiş olan önerilerin de doğrulamaları, gerçekleştirilmemiş ya da dikkate alınmamıştır (Kumar Sahu v.d., 2014; Dwivedi ve Verma, 2017).

Burada açıklanacak olan Gri–MOORA önerisinde, özellikle sosyal bilimler gibi kişisel yargılar içeren kararların bulunduğu gri ve bulanık sistemlerde yer alan problemlerin

çözümüne odaklanılmıştır. Önerilen Gri–MOORA yaklaşımının çözüm adımları aşağıdaki şekildedir.

Adım 1: Problemin Tanımlanması: İlk olarak probleme konu olan alternatifler, kriterler ve problemin amacı tanımlanır.

Adım 2: Karar Matrisinin Oluşturulması: Problemin tanımlanmasından sonraki adımda karar matrisinin oluşturulması gelmektedir. Bu adımda mevcut bir karar matrisi var ise bu karar matrisi ile problemin çözümüne devam edilir. Eğer mevcut bir karar matrisi yok ise Bölüm 4’te önerilmiş olan Gri–AHP yaklaşımı kullanılarak ikili karşılaştırmalar yoluyla bir karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi KM ile gösterilmek üzere , aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$KM = \begin{bmatrix} \otimes x_{11} & \otimes x_{12} & \cdots & \otimes x_{1j} & \cdots & \otimes x_{1n} \\ \otimes x_{21} & \otimes x_{22} & \cdots & \otimes x_{2j} & \cdots & \otimes x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes x_{i1} & \otimes x_{i2} & \cdots & \otimes x_{ij} & \cdots & \otimes x_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes x_{m1} & \otimes x_{m2} & \cdots & \otimes x_{mj} & \cdots & \otimes x_{mn} \end{bmatrix} \quad (19)$$

Adım 3: Normalizasyon: Bu adımda, klasik MOORA yönteminde olduğu şekilde karar matrisinde yer alan her bir kriter için sütun normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Gri sayılar içeren sistemlerde kullanılacak normalizasyon işlemi de aşağıda yer alan Denklem (20)’te gösterildiği şekilde hesaplanacaktır.

$$\otimes x_{ij} = \frac{\otimes x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \otimes x_{ij}^2}} \quad (20)$$

Adım 4: Alternatiflerin Nihai Ağırlıkların Hesaplanması: Normalizasyon işleminden sonra, Denklem (21) kullanılarak alternatiflere ait nihai önem ağırlıkları hesaplanır. Denklemde; P, pozitif özelliklere sahip kriterler kümesi, N, negatif özelliklere sahip kriterler kümesi ve $\otimes y_i$ değeri, i. alternatifin gri önem ağırlığını temsil etmektedir.

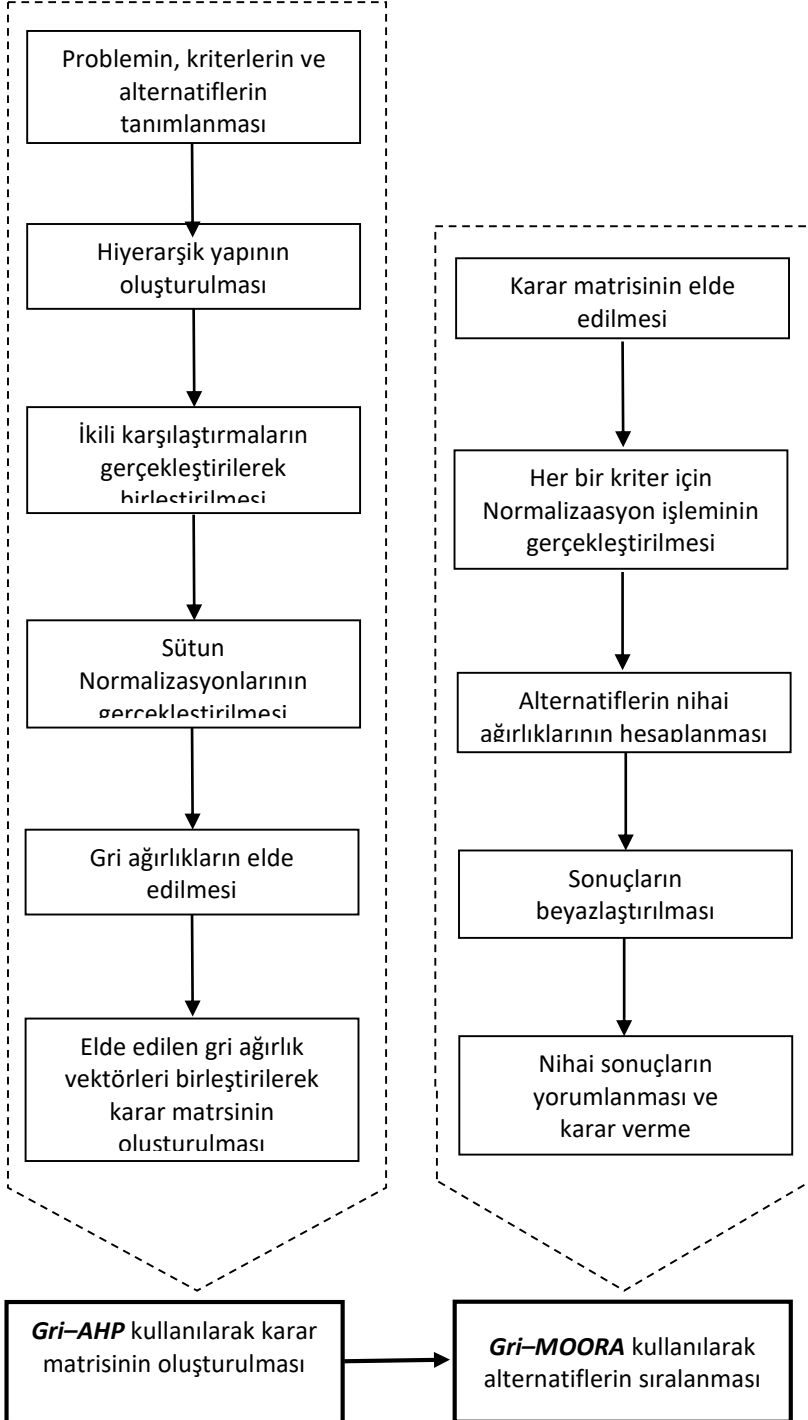
$$\otimes y_i = \sum_{j \in P} w_j \cdot \otimes x_{ij} - \sum_{j \in N} w_j \cdot \otimes x_{ij} \quad (21)$$

Adım 5: Sonuçların Beyazlaştırılması: Sonuçların beyazlaştırılması işlemi, gri–AHP bölümünde de açıklandığı gibi, gri sayılarla aralıklı olarak elde edilmiş sonuçların, yorumlanması, incelenmesi ve değerlendirilmesini de kolaylaştırmak amacıyla klasik sayılara dönüştürülmesi işlemini kapsamaktadır. Burada gerçekleştirilecek olan beyazlaştırma işlemleri için de Bölüm 4’te Denklem (12)–(14) ve Denklem (17)–(18)’de aktarılmış olan beyazlaştırma hesaplamaları kullanılacaktır.

5. Önerilen Bütünleşik Gri AHP–MOORA Yaklaşımı

Alternatiflerin her bir kriter için sonuçları kişisel yargılar içermesi dolayısıyla, önerilmekte olan yaklaşımda öncelikle gri AHP kullanılarak, karar matrisinde yer alan

her bir kritere göre alternatiflerin ikili karşılaştırmaları yoluyla karar matrisinin oluşturulması gerçekleştirilecektir. Karar matrisinin oluşturulmasından sonra ise, gri-MOORA yöntemi kullanılarak alternatiflerin sıralanması işlemi gerçekleştirilecektir. Aşağıda yer alan Şekil 1’de, önerilen bütünleşik gri AHP–MOORA yaklaşımının çözüm adımları verilmektedir.



Şekil 1: Önerilen bütünleşik gri AHP–MOORA yaklaşımının çözüm adımları.

6. Yönetici Seçimi Uygulaması

Çalışmanın bu bölümünde, önerilmiş olan yöntemin sağlık sektörü uygulamasına yer verilecektir. Gerçekleştirilmiş olan uygulama, özellikle robotik cerrahi konusunda uzmanlaşmış ve teknoloji entegrasyonu yüksek olan bir hastaneye yönetici seçimi üzerine gerçekleştirilmiştir. Hastanede yöneticisi seçiminde, karar verici konumunda olan 5 üst düzey yönetici ve İKY çalışanının katılımıyla gerçekleştirilmiş olan uygulamaya ait tüm sonuçlar aşağıda bulunan alt başlıklarda aşamalarıyla birlikte detaylı olarak verilmektedir.

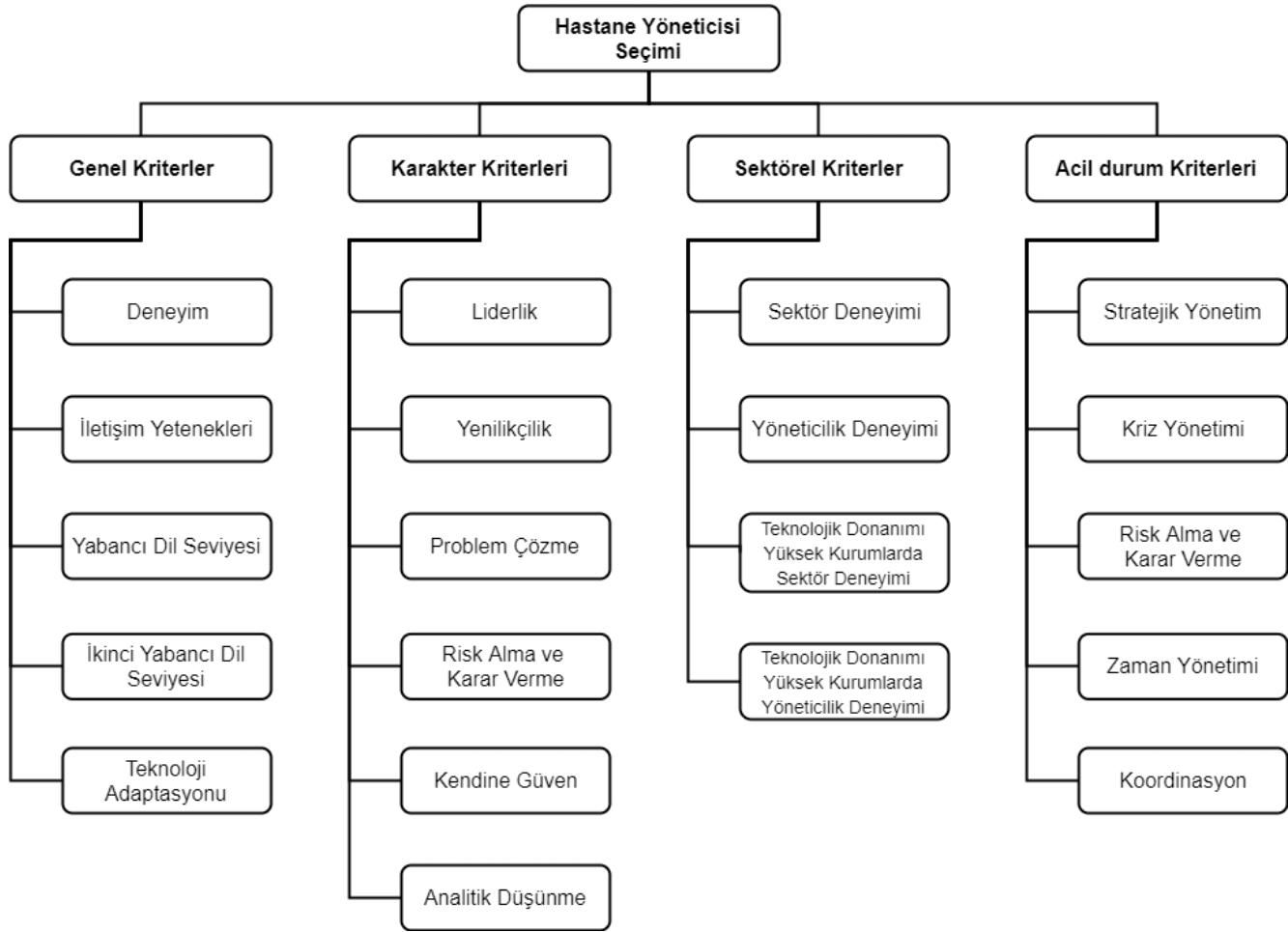
6.1. Kriter ağırlıklarının Elde Edilmesi

Değerlendirmede kullanılacak olan seçim kriterler hastanenin İKY departmanı ve hastanede görev yapan konunun uzmanları tarafından tespit edilmiştir. Tablo 2’de ayrıntıları verilmiş olan seçim kriterleri, dört ana kriter altında toplanmış olan 20 alt kriterden oluşmaktadır. Tablo 2’de verilmiş olan seçim kriterlerine ait hiyerarşik gösterim de devamında yer alan Şekil 2’de verilmektedir.

Simge	Kriter Adı	Simge	Alt-Kriter Adı
K1	Genel Kriterler	K11	Deneyim
		K12	İletişim Yetenekleri
		K13	Yabancı Dil Seviyesi
		K14	İkinci Yabancı Dil Seviyesi
		K15	Teknoloji Adaptasyonu
K2	Karakter Kriterleri	K21	Liderlik
		K22	Yenilikçilik
		K23	Problem Çözme
		K24	Risk Alma ve Karar Verme
		K25	Kendine Güven
		K26	Analitik Düşünme
K3	Sektörel Kriterler	K31	Sektör Deneyimi
		K32	Yöneticilik Deneyimi
		K33	Teknolojik Donanımı Yüksek Kurumlarda Sektör Deneyimi
		K34	Teknolojik Donanımı Yüksek Kurumlarda Yöneticilik Deneyimi
K4	Acil Durum Kriterleri	K41	Stratejik Yönetim
		K42	Kriz Yönetimi
		K43	Risk Alma ve Karar Verme
		K44	Zaman Yönetimi
		K45	Koordinasyon

Tablo 2. Hastane Yöneticisi Seçim Probleminin Kriterleri.

Burada yer alan kriterlerde, genel kriterler, yönetici adaylarının deneyim, iletişim yeteneği, yabancı dil seviyesi ve teknoloji adaptasyonu gibi kişisel ve genel özelliklerinin değerlendirilmesini içeren kriterlerdir. Karakter kriterleri ise; liderlik, yenilikçilik, problem çözme, risk alma ve karar verme, kendine güven, analitik düşünme gibi yönetici adaylarının karakter özelliklerinin değerlendirilmesini içeren kriterlerdir. Sektörel kriterler, yönetici adaylarının sektörde ve yöneticilik olarak çalışma seviyelerinin değerlendirilmesi için oluşturulmuş kriterlerdir. Acil durum kriterleri de; hastanelerde her an doğabilecek ve özellikle bu kurumların insan hayatıyla da ilgili olması dolayısıyla yönetici adaylarının, stratejik yönetim, kriz yönetimi, risk alma ve karar verme, zaman yönetimi, koordinasyon gibi acil durumlar karşısındaki yeteneklerinin ve kapasitelerinin değerlendirilmesini içeren kriterlerden oluşmaktadır.



Şekil 2. Hastane Yöneticisi Seçim Probleminin Hiyerarşik Yapısı.

Bölüm 3 altında detaylı olarak açıklanmış olan gri AHP yöntemi kullanılarak elde edilmiş olan ana kriter ağırlıklarına ait normalize gri ağırlıklar ve bu değerlerin beyazlaştırılmasıyla elde edilmiş olan net değer ağırlıkları aşağıda yer alan Tablo 3’de verilmektedir. Sonuçlar göstermektedir ki; yönetici seçimindeki en önemli kriterler acil durum kriterleri ve sektörel kriterlerdir. Bu iki kriterin toplam ağırlığı % 76’nın üzerindedir. Genel kriterler ise % 7,7 ile en düşük öneme sahip kriterlerdir.

Simge	Kriter Adı	Gri Ağırlıklar	Beyazlaştırılmış Ağırlıklar
K1	Genel Kriterler	(0,000;0,197)	0,077
K2	Karakter Kriterleri	(0,081;0,422)	0,157
K3	Sektörel Kriterler	(0,245;0,835)	0,346
K4	Acil Durum Kriterleri	(0,279, 1,000)	0,420

Tablo 3. Ana Kriterlerin Normalize Gri ve Beyazlaştırılmış Ağırlıkları.

Gri AHP ile yapılmış olan hesaplamalar sonucunda alt kriterler için elde edilmiş olan normalize gri önem ağırlıkları ve beyazlaştırılmış değerleri, aşağıda yer alan Tablo 4’te verilmektedir. Elde edilmiş olan önem ağırlıkları incelendiğinde, genel kriterlerde en önemli seçim kriterlerinin, 0,353 ile deneyim kriterinin en üst sırada olduğu görülmektedir. Bu kategoride, en az öneme sahip olan alt kriterin ise; 0,005 önem ağırlığıyla ikinci yabancı dil seviyesi olduğu görülmektedir. Karakter kriterlerinde ise; en yüksek ve en düşük öneme sahip alt kriterler sırasıyla; 0,277 ile liderlik ve 0,058 ile yenilikçilik kriterleridir. Sektörel kriterlerin birbirine de bağlı olması dolayısıyla, en yüksek öneme sahip kriter 0,484 ile teknolojik donanımı yüksek kurumlarda yöneticilik

deneyimi iken; en düşük öneme sahip kriter 0,059 ile sektör deneyimidir. Son ana kriter olan, acil durum kriterlerinde ise en önemli seçim kriteri 0,358 ile risk alma ve karar verme kriteri iken; en düşük öneme sahip kriter 0,100 ile koordinasyon kriteridir.

	Simge	Gri Ağırlık	B. Ağırlık		Simge	Gri Ağırlık	B. Ağırlık
K1 Genel Kriterler	K11	(0,494;1,000)	0,353	K3 Sektörel Kriterler	K31	(0,000;0,100)	0,059
	K12	(0,416;0,987)	0,330		K32	(0,122;0,440)	0,181
	K13	(0,110;0,275)	0,068		K33	(0,184;0,662)	0,276
	K14	(0,000;0,008)	0,005		K34	(0,389;1,000)	0,484
	K15	(0,377;0,731)	0,244				
K2 Karakter Kriterleri	K21	(0,305;1,000)	0,277	K4 Acil Durum Kriterleri	K41	(0,153;0,768)	0,258
	K22	(0,000;0,211)	0,058		K42	(0,096;0,539)	0,180
	K23	(0,241;0,874)	0,233		K43	(0,255;1,000)	0,358
	K24	(0,224;0,763)	0,205		K44	(0,002;0,322)	0,103
	K25	(0,102;0,436)	0,114		K45	(0,000;0,307)	0,100
	K26	(0,101;0,428)	0,113				

Tablo 4. Alt Kriterlerin Normalize Gri ve Beyazlaştırılmış Ağırlıkları.

6.2. Karar Matrisinin Oluşturulması

Çalışmanın bu bölümünde, karar matrisinin oluşturulması yönünde hesaplamalar gerçekleştirilecektir. Bu amaçla ilk olarak, gri AHP yöntemi kullanılarak, öncelik vektörü bulunmayan kriterlere ait öncelik vektörlerinin elde edilmesi gerçekleştirilecektir. Öncelik vektörü bulunan kriterlerde ise, öncelik vektörleri olduğu gibi karar matrisine dahil edilecektir. Son olarak, alt kriterler vasıtasıyla hesaplanan ana kriterlere ait öncelik vektörlerinin elde edilmesinden sonra, hastane yöneticisi adaylarının değerlendirilmesi bir sonraki bölümde gri MOORA yöntemi kullanılarak gerçekleştirilecektir.

Tablo 5’te, adayların genel kriterlere göre değerlendirmelerini içeren karar matrisi yer almaktadır. Tabloda yer alan değerlerden, K11 kriteri için yıl bazında, K13 ve K14 kriterleri için 100 üzerinden puan bazında değerler kullanılmıştır. K12 ve K15 kriterleri için ise; karar vericiler tarafından gerçekleştirilmiş olan ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilmiş olan gri AHP hesaplamalarının sonuçları verilmiştir. Tablonun en üst satırında her bir kriterin önem ağırlığı yer almaktadır. Buradan elde edilecek olan sonuçlar, Bölüm 6.3’te gerçekleştirilecek hesaplamalar için kullanılacak olan karar matrisinin ilk sütun vektörünü oluşturacaktır.

Ağırlık	0,353	0,330	0,068	0,005	0,244	
Adaylar	K11	K12	K13	K14	K15	Öncelik Ağırlığı
A1	[5;7]	[0,282;0,920]	[90;100]	[70;90]	[0,071;0,733]	[0,070;0,609]
A2	[8;9]	[0,000;0,244]	[50;70]	[30;50]	[0,146;0,977]	[0,000;0,410]
A3	[10;12]	[0,248;0,764]	[70;90]	[50;70]	[0,000;0,513]	[0,124;0,571]
A4	[27;30]	[0,367;1,000]	[50;70]	[0;0]	[0,071;0,640]	[0,484;1,000]
A5	[20, 23]	[0,040;0,280]	[70;90]	[0;0]	[0,170;1,000]	[0,304;0,756]

Tablo 5. Adayların Genel Kriterlere göre Değerlendirilmesi.

Adayların karakter kriterlerine göre değerlendirmelerini içeren karar matrisi Tablo 6'da yer almaktadır. Tabloda yer alan tüm değerler, karar vericiler tarafından gerçekleştirilmiş olan ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilmiş olan gri AHP hesaplamalarının sonuçlarına göre verilmiştir. Tablonun en üst satırında da yine her bir kriterin önem ağırlığı yer almaktadır. Buradan elde edilecek olan sonuçlar da, Bölüm 6.3'te gerçekleştirilecek hesaplamalar için kullanılacak olan karar matrisinin ikinci sütun vektörünü oluşturacaktır.

Ağırlık	0,277	0,058	0,233	0,205	0,114	0,113	
Adaylar	K21	K22	K23	K24	K25	K26	Öncelik Ağırlığı
A1	[0,000;0,073]	[0,332;1,000]	[0,000;0,212]	[0,134;0,953]	[0,000;0,549]	[0,252;1,000]	[0,000;0,519]
A2	[0,138;0,489]	[0,216;0,682]	[0,097;0,556]	[0,139;1,000]	[0,043;0,702]	[0,077;0,528]	[0,049;0,704]
A3	[0,325;0,958]	[0,046;0,212]	[0,024;0,357]	[0,000;0,577]	[0,104;0,933]	[0,000;0,313]	[0,043;0,669]
A4	[0,319;1,000]	[0,033;0,154]	[0,271;1,000]	[0,064;0,819]	[0,149;1,000]	[0,164;0,792]	[0,156;1,000]
A5	[0,215;0,697]	[0,000;0,065]	[0,234;0,929]	[0,055;0,734]	[0,060;0,734]	[0,183;0,800]	[0,095;0,813]

Tablo 6. Adayların Karakter Kriterlerine göre Değerlendirilmesi.

Adayların sektörel kriterlere göre değerlendirmelerini içeren karar matrisi Tablo 7'de yer almaktadır. Tabloda yer alan tüm değerler, adayların deneyimlerine bağlı olarak verilmektedir. Tablonun en üst satırında her bir kriterin önem ağırlığı yer almaktadır. Buradan elde edilecek olan sonuçlar ise, Bölüm 6.3'te gerçekleştirilecek hesaplamalar için kullanılacak olan karar matrisinin üçüncü sütun vektörünü oluşturacaktır.

Ağırlık	0,059	0,181	0,276	0,484	
Adaylar	K31	K32	K33	K34	Öncelik Ağırlığı
A1	[5;7]	[1;2]	[0;0]	[0;0]	[0,000;0,039]
A2	[8;9]	[3;4]	[1;2]	[0;0]	[0,102;0,165]
A3	[10;12]	[0;0]	[6;7]	[0;0]	[0,155;0,190]
A4	[24;26]	[5;7]	[10;12]	[3;4]	[0,728;0,939]
A5	[20, 23]	[2;3]	[9;10]	[5;7]	[0,760;1,000]

Tablo 7. Adayların Sektörel Kriterlere göre Değerlendirilmesi.

Adayların acil durum kriterlerine göre değerlendirmelerini içeren karar matrisi Tablo 8'de yer almaktadır. Tabloda yer alan tüm değerler, karar vericiler tarafından gerçekleştirilmiş olan ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilmiş olan gri AHP hesaplamalarının sonuçlarına göre verilmiştir. Tablonun en üst satırında da yine her bir kriterin önem ağırlığı yer almaktadır. Buradan elde edilecek olan sonuçlar da, Bölüm 6.3'te gerçekleştirilecek hesaplamalar için kullanılacak olan karar matrisinin dördüncü sütun vektörünü oluşturacaktır.

Ağırlık	0,258	0,180	0,358	0,103	0,100	
Adaylar	K41	K42	K43	K44	K45	Öncelik Ağırlığı
A1	[0,000;0,219]	[0,000;0,317]	[0,000;0,211]	[0,000;0,142]	[0,002;0,318]	[0,000;0,258]
A2	[0,048;0,400]	[0,271;1,000]	[0,188;0,801]	[0,031;0,260]	[0,000;0,363]	[0,144;0,694]
A3	[0,156;0,688]	[0,267;0,971]	[0,164;0,751]	[0,101;0,447]	[0,100;0,618]	[0,183;0,799]
A4	[0,161;0,731]	[0,189;0,837]	[0,188;0,771]	[0,312;1,000]	[0,269;1,000]	[0,221;0,897]
A5	[0,262;1,000]	[0,224;0,992]	[0,304;1,000]	[0,038;0,280]	[0,227;0,885]	[0,267;1,000]

Tablo 8. Adayların Acil Durum Kriterlerine göre Değerlendirilmesi.

Buraya kadar olan kısımda, nihai değerlendirmeler için kullanılmak üzere, tüm ana kriterlere ait önem ağırlıkları elde edilmiştir. Her bir ana kriter için bir gri ağırlık vektörü olmak üzere toplam dört adet gri ağırlık vektörü elde edilmiştir. Bu dört adet ana kriter için elde edilmiş olan gri ağırlık vektörleri birleştirilerek gri karar matrisi oluşturulacak ve Bölüm 6.3'te bu gri karar matrisi ve gri MOORA yöntemi kullanılarak hastane yöneticisi seçimi gerçekleştirilecektir.

6.3. Hastane yöneticisi Adaylarının Değerlendirilmesi

Bu bölümde, Bölüm 6.2'den elde edilmiş olan sonuçlar yardımıyla, gri MOORA yöntemi kullanılarak hastane yöneticisi seçimi uygulaması gerçekleştirilecektir. Bölüm 6.2'de elde edilen tüm önem ağırlıkları vektörleri aşağıda yer alan Tablo 9'da birlikte gösterilmektedir. Tablonun en üst satırında, ana kriterlerin önem ağırlıkları yer almaktadır. Hastane yöneticisi seçimi için yapılacak olan gri MOORA hesaplamaları bu tabloya göre gerçekleştirilecektir.

Ağırlık	0,077	0,157	0,346	0,420
	Genel Kriterler	Karakter Kriterleri	Sektörel Kriterler	Acil Durum Kriterleri
A1	[0,070;0,609]	[0,000;0,519]	[0,000;0,039]	[0,000;0,258]
A2	[0,000;0,410]	[0,049;0,704]	[0,102;0,165]	[0,144;0,694]
A3	[0,124;0,571]	[0,043;0,669]	[0,155;0,190]	[0,183;0,799]
A4	[0,484;1,000]	[0,156;1,000]	[0,728;0,939]	[0,221;0,897]
A5	[0,304;0,756]	[0,095;0,813]	[0,760;1,000]	[0,267;1,000]

Tablo 9. Hastane Yöneticisi Seçimi Gri Karar Matrisi.

Tablo 10'da, önerilmiş olan bütünleşik gri AHP–MOORA yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş olan hastane yöneticisi seçimi değerlendirme sonuçları ve sıralamalar verilmiştir. Elde edilen sonuçların karşılaştırılması ve doğrulanması amacıyla da Tablo 9'da yer alan karar matrisine gri AHP ve gri VIKOR (Çelikbilek ve Tüysüz, 2016) yöntemleri de uygulanarak yine, elde edilen sonuçlar Tablo 10'da detaylı olarak verilmiştir.

	Gri MOORA			Gri AHP			Gri VIKOR		
	Gri Sonuçlar	Beyaz Sonuçlar	Sıralama	Gri Sonuçlar	Beyaz Sonuçlar	Sıralama	Gri Sonuçlar	Beyaz Sonuçlar	Sıralama
A1	[0,00;0,36]	0,095	5	[0,00;0,26]	0,053	5	[0,42;1,00]	0,790	5
A2	[0,03;0,64]	0,271	4	[0,10;0,51]	0,252	4	[0,35;0,88]	0,655	4
A3	[0,04;0,69]	0,313	3	[0,15;0,58]	0,321	3	[0,33;0,84]	0,614	3
A4	[0,13;1,00]	0,592	1	[0,42;0,98]	0,776	2	[0,00;0,69]	0,280	2
A5	[0,13;0,97]	0,573	2	[0,43;1,00]	0,794	1	[0,00;0,66]	0,263	1

Tablo 10. Hastane Yöneticisi Seçimi Uygulamasının Sonuçları ve Sıralamalar.

Gri MOORA yöntemiyle elde edilmiş olan sonuçlar göstermektedir ki; 0,592 puanla en başarılı hastane yöneticisi adayı A4 adaydır. Yönteme göre, ikinci sırada yer alan hastane yöneticisi adayı ise; 0,573 puanla A5 adaydır. En az başarılı olan hastane yöneticisi adayı da; 0,095 puanla A1 adayı olarak görülmektedir. Elde edilmiş olan sonuçlar göstermektedir ki; birinci ve ikinci aday arasındaki sıralama farklılığı dışında tüm sıralamalar aynıdır. Aynı zamanda adayların değerlendirmeler sonucunda elde ettikleri skorlar da yöntemler arasında orantılı olduğu görülmektedir. Birinci ve ikinci aday arasındaki sıralama farklılığının, adaylarının birbirine çok yakın olan nihai puanlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu tip karar verme problemlerinde, gri ve bulanık ÇKKV yöntemlerinin tercih edilmesinin en büyük nedenlerinden biri de

sonuçlara yansıyan bu küçük farklılıklardır. Bu şekilde gerçekleşen farklılıklar da ya da küçük sonuç farklarında adayların gri değerlendirme sonuçları detaylı olarak incelenerek fedakarlık yapılabilecek olan kriterlere göre son karar verilebilir. Bir diğer taraftan, sonuçların zaten gri olması dolayısıyla risk alınarak, ikinci sırada yer alan adayın belirli konularda yüksek başarı göstererek gri aralığın üst sınırına yakın performans sergilemesi beklenebilir.

7. Tartışma ve Sonuç

Doğru personel seçimi, işletmeler için her zaman önemli bir problem olmuştur. Özellikle günümüzde; globalleşen dünya, gelişen teknolojiler ve artan uzmanlaşmalarla da birlikte İKY personelleri doğru personelin seçimi konusunda yetersiz kalabilmektedir. Özellikle, insan hayatının da söz konusu olduğu iş kollarında doğru personel seçim kararları çok daha önemli ve kritik bir hale gelmektedir. Bu nedenle, hastane yöneticisi seçiminin bütünleşik gri AHP-MOORA yaklaşımıyla gerçekleştirildiği bu çalışmada, 5 adet aday, 4 ana kriter altında toplanmış olan 20 alt kriterlere göre değerlendirilmiştir. Bu yaklaşımın önerilmesindeki en temel neden, kişisel kararların bulunduğu bir sistemde, grup karar vermenin matematiksel olarak sisteme dahil edilmesi yoluyla yanlışlıkların en aza indirilmesi ve sonuçların objektife en yakın olacak şekilde elde edilmesini sağlamaktır. Önerilmiş olan yaklaşımla elde edilen sonuçlar ve diğer ÇKKV yöntemleri ile gerçekleştirilmiş olan karşılaştırma sonuçları da göstermektedir ki; yaklaşımın, seçim sırasında adayların değerlendirilmesi üzerindeki etkisi başarılıdır. Ayrıca, burada tespit edilmiş olan kriterlerde problemlere göre değişiklikler gerçekleştirilerek baş hemşire seçimi, doktor seçimi, uzman seçimi, idareci seçimi gibi sağlık işletmelerinde gerekli olan diğer personel değerlendirmeleri de kolaylıkla yapılabilecektir.

Gelecek çalışmalar için, elde edilen sonuçlar da göstermektedir ki; önerilmiş olan bütünleşik gri AHP-MOORA yaklaşımı, yalnızca sağlık sektöründe yönetici seçimine değil, kişisel yargılar içeren diğer grup karar verme problemlerine de uygulanabilecek bir yöntemdir. Önerilmiş olan bütünleşik yöntem, bu çalışmada olduğu gibi, diğer ÇKKV yöntemleri ile entegre edilerek geliştirilebilir. Bunların yanında, özellikle grup karar vermede yer alan karar vericilerin sistem içerisindeki uzmanlıkları, pozisyonları, karar verme üzerindeki ağırlıklarının farklı olması durumunda gerçekleştirilmiş olan ikili karşılaştırmaların hesaplamaları sırasında, karar vericilerin bu önem ağırlıkları da hesaplamalara çarpımsal olarak dahil edilerek yansıtılabilecektir.

Kaynakça

- Alguliyev, R. M., Aliguliyev, R. M., Mahmudova, R. S. (2015). Multicriteria personnel selection by the modified fuzzy VIKOR method. *The Scientific World Journal*, 2015.
- Brauers, W. K., Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*, 35, 445-469.
- Chaghooshi, A. J., Janatifar, H., Dehghan, M. (2014). An application of AHP and similarity-based approach to personnel selection. *International Journal of Business Management and Economics*, 1(1), 24-32.
- Çelikkilek, Y., & Tüysüz, F. (2016). An integrated grey based multi-criteria decision making approach for the evaluation of renewable energy sources. *Energy*, 115, 1246-1258.
- Dwivedi, S., Verma, N. (2017). Sustainability Measurement Of System's Organization Under Grey-Knowledge Based Ewz Model Using Grey-Moora Approach. *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)*, 1(8), 31-37.

- Jin, F., Liu, P., Zhang, X. (2007, July). The evaluation study of knowledge management performance based on Grey-AHP method. In *Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distributed Computing, 2007. SNPD 2007. Eighth ACIS International Conference on (Vol. 3, pp. 444-449)*. IEEE.
- Karabašević, D., Stanujkić, D., Urošević, S., Maksimović, M. (2016). An approach to personnel selection based on Swara and Waspa methods. *BizInfo (Blace) Journal of Economics, Management and Informatics*, 7(1), 1-11.
- Kumar Sahu, A., Datta, S., Sankar Mahapatra, S. (2014). Supply chain performance benchmarking using grey-MOORA approach: An empirical research. *Grey Systems: Theory and Application*, 4(1), 24-55.
- Liu, H. C., Qin, J. T., Mao, L. X., Zhang, Z. Y. (2015). Personnel Selection Using Interval 2-Tuple Linguistic VIKOR Method. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 25(3), 370-384.
- Liu, S., Liu, S., Rui, H., Rui, H., Fang, Z., Fang, Z., ... , Forrest, J. (2016). Explanation of terms of grey numbers and its operations. *Grey Systems: Theory and Application*, 6(3), 436-441.
- Mohammad, Y. N., Vahid, B., Majid, A. (2011). Planning a model for supplier selection with AHP and Grey systems theory. *Business and Management Review*, 1(7), 09-19.
- Saaty, T. L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resources Allocation*. New York: McGraw-Hill, ISBN-13: 978-0070543713, 1-287.
- Safari, H., Cruz-Machado, V., Zadeh Sarraf, A., Maleki, M. (2014). Multidimensional personnel selection through combination of TOPSIS and Hungary assignment algorithm.
- Sang, X., Liu, X., Qin, J. (2015). An analytical solution to fuzzy TOPSIS and its application in personnel selection for knowledge-intensive enterprise. *Applied Soft Computing*, 30, 190-204.
- Shi, H., Deng, Y. (2012). A Grey Model for Evaluation of Information Systems Security. *JCP*, 7(1), 284-291.
- Tan, X., Ren, Y. (2010, August). Comprehensive Evaluation of Enterprise Emergency Response Capability Based on Grey-AHP Method. In *Management and Service Science (MASS), 2010 International Conference on (pp. 1-4)*. IEEE.
- Wang, W., Liu, P. (2007). The evaluation of urban public traffic line network based on the grey-AHP method. In *International Conference on Transportation Engineering 2007 (pp. 1991-1996)*.
- Wu, W. W., Lee, Y. T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert systems with applications*, 32(2), 499-507.