



SAVSAD
Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi
The Journal of Defence and War Studies

Bulanık Ortamda Proje Yöneticisi Seçimi: Savunma Sanayi Firmasında Bir Uygulama

Project Manager Selection in a Fuzzy Environment: A Case in a Defense Industry

Burcu TEZCAN 

Kapadokya Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal
Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri
Bölümü, Nevşehir, Türkiye.

Cappadocia University, Faculty of Economics
and Administrative Sciences, Management
Informatics Systems, Nevşehir, Türkiye.

Tamer EREN 

Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık
Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
Kırıkkale, Türkiye.

Kırıkkale University, Faculty of Engineering and
Architecture, Industrial Engineering,
Kırıkkale, Türkiye.

Geliş Tarihi/Received 23.10.2022
Kabul Tarihi/Accepted 25.01.2024
Yayın Tarihi/Publication Date 28.06.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Burcu Tezcan
E-mail: burcu.tezcan@kapadokya.edu.tr

Atıf: Tezcan, B. & Eren, T. (2024).
Bulanık ortamda proje yöneticisi seçimi:
Savunma sanayi firmasında bir uygulama.
Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi,
34(1), 153-168.

Cite this article: Tezcan, B. & Eren, T.
(2024). Project manager selection in a
fuzzy environment: A case in a defense
industry. *Savunma ve Savaş Araştırmaları
Dergisi*, 34(1), 153-168.



Content of this journal is licensed under a Creative
Commons Attribution-NonCommercial-
NoDerivatives 4.0 International License.

Öz

Türkiye’de savunma sanayi projeleri artmaktadır. Savunma sanayi projeleri yüksek maliyetli ve katma değeri yüksek proje grubundandır. Savunma sanayi projelerinin başarılı olmasının en önemli sebeplerinde biri proje ekibinin iyi bir şekilde oluşturulmasıdır. İyi bir proje ekibinin oluşturulması için iyi bir proje yöneticisinin seçilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada savunma sanayisindeki bir firmada proje yöneticisi seçim problemi ele alınmıştır. Bu problemin çözümünde, gerçek hayatta uygulanan iş prosedürleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Proje yöneticisi seçiminde ön eleme için on iki kriter dikkate alınmıştır. Ön eleme yapmak için Ağırlıklı Puanlama (AP) yöntemi kullanılmıştır. Ön elemeyi geçen adaylar için farklı yedi adet kriter belirlenmiştir. Bu kriterler altında beş adayın değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Karar vericiye geniş değerlendirme ölçeği sunan Pisagor Bulanık (PB) kümeler kullanılmıştır. Savunma sanayi için belirlenen yedi kriterin ağırlıkları Pisagor Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi (PBAHP) ile hesaplanmıştır. Ön elemeyi geçen beş aday Pisagor Bulanık Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (PBTOPSIS) yöntemi ile sıralaması belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma proje yöneticisinin nasıl seçileceğine yol gösterecektir. Ayrıca çalışmada kullanılan yöntem kombinasyonu ve izlenen metodoloji literatürdeki diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Savunma sanayi, proje yöneticisi seçimi, ağırlıklı puanlama yöntemi, PBAHP, PBTOPSIS.

JEL Kodları: C44, C61, M12

ABSTRACT

Defense industry projects are increasing in Turkey. Defense industry projects are in the project group with high cost and high added value. One of the most important reasons for the success of defense industry projects is the good formation of the project team. Choosing a good project manager is necessary to create a good project team. This study discusses the project manager selection problem in a company in the defense industry. The solution to this problem was carried out by considering the business procedures applied in real life. Twelve criteria were taken into account for the pre-selection of the project manager. The weighted Scoring (AP) method was used for pre-selection. Seven different criteria were determined for the candidates who passed the pre-selection. It is aimed to evaluate five candidates under these criteria. Pythagorean Fuzzy (PB) clusters were used to offer a wide evaluation scale to the decision maker. The weights of the seven criteria determined for the defense industry were calculated with the Pythagorean Fuzzy Analytical Hierarchy Method (PBAHP). The Pythagorean Bulanık Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution (PBTOPSIS) method determined the five candidates who passed the pre-selection. This study will guide you on how to select the project manager. In addition, the method combination used in the research and the methodology followed differ from other studies in the literature.

Keywords: Defense industry, project manager selection, weighted scoring, PBAHP, PBTOPSIS.

JEL Codes: C44, C61, M12

Giriş

Savunma sanayisi, günümüzde hem ekonomide hem de uluslararası ilişkilerde kritik bir rol oynamaktadır (Baran, 2018). Bu nedenle devletlerin güvenliğini sağlamakla kalmayıp aynı zamanda ekonomik büyümelerine de katkı sağlamaktadır. Bu sektördeki gelişmeler, dünya çapındaki askerî harcamalarda %3,6’lık bir artışın yaşandığını göstermektedir (SIPRI, 2021). Savunma sanayisi üretim süreçlerini verimli bir şekilde yönetmeli, operasyonlarını etkili bir biçimde sürdürmeli ve bu alanlarda Ar-Ge çalışmalarına büyük önem vermelidir (Şehitoğlu & Chouseinoglou, 2022). Savunma ve Havacılık Sanayi İmalatçılar Derneği (SASAD) performans raporuna göre, son iki yılda Covid-19’un etkisiyle sektörde durgunluk yaşanmıştır. Ancak 2021 yılında pandeminin etkisinden çıkarak sektör tekrar yükselişe geçmiştir. Bu rapor, 81 işletmenin verileri temel alınarak hazırlanmıştır. 2020 ile

2020 ile 2021 yılları karşılaştırıldığında toplam ciroda %14,72'lik bir artış ve yurtdışı gelirden %42'lik bir artış gözlenmiştir. Ayrıca, ürün ve teknoloji geliştirmede %30'luk güçlü bir performans görülmüştür (SASAD Sektör Performans Raporu, 2021).

Öte yandan, pandemi döneminde emtia fiyatları düşmüş, ancak Rusya-Ukrayna savaşı sürecinde artmıştır (SASAD Sektör Performans Raporu, 2021). Girdi maliyetlerindeki artışın 2022 yılında sektörü olumsuz etkilemesi beklenmektedir. Bu nedenle, savunma sanayisi, küresel rekabeti sürdürmeyi hedeflemektedir. Savunma sanayisinde yapılan projeler güvenlik açısından kritik olduğu için projede çalıştırılan yöneticinin en uygun şekilde belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Çünkü savunma sanayi projelerinde diğer projelerden farklı olarak gizliliğin korunması kritiktir. Bu gizliliğin ihlali sonucunda, diğer projelerde olduğu gibi mali kayıpların yanında güvenlik problemlerine de yol açmaktadır. Sonuç olarak, savunma sanayi firmasında yapılan bir projede yönetici seçimi önemli bir problemdir. Bu problem ele alındığında, birden fazla kriterle birlikte, İnsan Kaynakları Yöneticisi ve deneyimleri açısından hem gerçekçi hem de bulanık çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin uygun olabileceği tespit edilmiştir.

Mevcut problemin karar verme aşamasında niceliksel ve niteliksel kriterler yer almaktadır. Bu yüzden, geleneksel ÇKKV yöntemlerine ilaveten, insan yargısı ile deneyiminin modellenmesine yardımcı olan bulanık küme teorisi ÇKKV yöntemleri ile kullanılarak en uygun çözümün bulunmasını sağlamıştır (Yager, 2013). Bu çalışmada, önerilen modelde Pisagor bulanık kümeler (PFS) kullanılmıştır. Bu kümeler ise üyelik toplamı $[(\mu) _P(x)]$ ve üye dışı $[(v) _P(x)]$ derece maksimum 1 olabilir $((\mu_P(x))^2 + (v_P(x))^2 \leq 1)$. Bu kısıtla karar vericilere kapsamlı bir ölçüm skalası sunarak, tutarsız bilgilerin belirlenmesine olanak sağlanmıştır. Dolayısıyla, PFS'ler sadece bulanık kümelerden elde edilebilecek belirsiz ve kesin olmayan bilgileri göstermenin yanında pratik bir durumda karmaşık belirsizliği de modelleyebilir (Yager, 2013). Bunların hepsi dikkate alındığında, bu çalışma benzer değerlendirmeler ve sıradan bulanık kümelerden ziyade PFS kullanılmıştır.

Bu çalışmada bu problemin öneminden hareketle, savunma sanayisine proje yönetici başvuruları öncelikle ön eleme yapıldıktan sonra bir sonraki aşamaya geçebilen adaylar arasından seçim yapılması amaçlanmıştır. Bu adayların uzman grup tarafından değerlendirme kriterleri ve dilsel ölçeği dikkate alınarak belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılması Pisagor Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (PBAHP) yöntemi kullanılmıştır. Proje yöneticisi adayların önceliklendirilmesinde Pisagor Bulanık TOPSIS (PBTOPSIS) yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde savunma sanayide personel seçimi hakkında detaylı bir açıklama yapılmış, literatürdeki çalışmalar incelenmiş, yöntem adımları anlatılmış, bulanık modelin uygulaması yapılmış ve sonuçların doğruluğu, modelin geçerliliği için karşılaştırmalar sunulmuştur. Sonuç olarak, genel çıkarımlar, modelin katkıları ve gelecekteki çalışmalar için tavsiyeler verilmiştir.

Savunma Sanayi Firmasında Personel Seçimi

Savunma sanayisi, ulusal güvenlik ve savunma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yüksek teknoloji ve karmaşık projelerin hayata geçirildiği stratejik bir sektördür. Bu alanda personel seçimi, sektörün başarısı ve ulusal güvenliğin sürdürülmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Savunma sanayisindeki personel seçimi sadece teknik yeterliliklere dayalı değil, aynı zamanda gizlilik, güvenlik ve uluslararası düzenlemelere uygunluk gibi faktörleri de içermelidir (Kurtay vd., 2021).

Savunma projeleri genellikle gizli ve hassas bilgilere erişim gerektirir, bu nedenle güvenlik açısından dikkatli bir seçim süreci gerekir. Adaylar, gizliliğe saygı ve güvenlik protokollerine uyma konularında titizlikle değerlendirilmelidir. Aynı zamanda, projeler uluslararası düzenlemelere uygun olmalıdır, bu da personelin uluslararası normlara ve standartlara uygun olma kabiliyetini gerektirir (Kurtay vd., 2021).

Savunma sanayisinin hızla değişen doğasından dolayı personelin sürekli eğitim ve yeniliklere ayak uydurması gerekmektedir. Bu nedenle, adayların öğrenmeye istekli olması ve yeni teknolojilere hızla uyum sağlayabilme kapasitesi göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, takım çalışmasına uyum sağlama yeteneği ve kriz yönetimine hazırlıklı olma, savunma sanayisi personelinin sahip olması gereken diğer önemli nitelikler arasındadır (Vural vd., 2020).

Sonuç olarak, savunma sanayisi personel seçimi, yüksek teknolojiye dayalı, hassas ve güvenlik gereksinimleri yüksek projelerin başarıyla tamamlanması için hayati bir öneme sahiptir. Doğru personel seçimi, savunma sanayisinin ulusal güvenliği sürdürme yeteneğini artırırken, aynı zamanda rekabetçiliğini de güçlendirir. Bu nedenle, savunma sanayisi kuruluşları personel seçimine büyük bir dikkat göstermeli ve ulusal güvenlik çıkarlarını korumak için en iyi yeteneklere sahip profesyonelleri istihdam ettirmelidir.

Literatür Araştırması

Literatürde karar problemleriyle ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bununla birlikte bu çalışmanın konusu olan personel seçimi ile ilgili de çalışmalar vardır. Personel seçim problemlerinde dikkat edilmesi gereken iki temel unsurdan oluşmaktadır. Bunlar kriterler ve kullanılacak yöntemlerdir. İlk olarak literatürdeki çalışmalarda kullanılan kriterler incelendiğinde bilgi ve deneyim (Kumar vd., 2013), kişisel özellikler ve beceriler (Rouyendegh & Erkan, 2013), eğitim (Varajão & Cruz-Cunha, 2013), yabancı dil (Demirci & Kılıç, 2019), fiziksel sağlık ve demografik özellikler (Vatansever & Oncel, 2014) gibi kriterlerin ele alındığı tespit edilmiştir. Çözüm yöntemleri açısından literatür ele alındığında bulanık mantık (Alguliyev vd., 2015; Kilic vd., 2020; Ebrahimi vd., 2022), ÇKKV (Liu vd., 2015; Tezcan vd., 2019) ve doğrusal olmayan programlama (Petridis vd., 2021) yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Personel seçim problemi için literatürde kullanılan yöntemler incelendiğinde çoğunlukla ÇKKV yöntemleri tercih edilmiştir. AHP (Nong vd., 2021), AAS (Tezcan vd., 2019), TOPSIS (Kusumawardani ve Agintiara, 2015), PROMETHEE (Chen & Hung, 2020), FAHP (Elidolu vd., 2020), FVIKOR (Öztürk & Kaya, 2020) yöntemleri kullanılmıştır. ÇKKV yöntemleri ayrı kullanılmasının yanı sıra kombinasyonlarının kullanıldığı çalışmalarda vardır. Literatürde personel seçim pozisyonuna

göre birçok çalışma bulunmaktadır. Akademik personel (Vatasever & Oncel, 2014), proje yöneticisi (Chaghooshi vd., 2016), mühendis (Jasemi & Ahmadi, 2018; Sang vd., 2015) bilgi teknolojileri personeli (Raj Mishra vd., 2020) gibi farklı pozisyonlara personel seçim probleminde çözüm önerisi sunulmuştur. Bu pozisyonlar arasında en çok ele alınan problem mühendis seçimi olup (Öztürk & Kaya, 2020) bu çalışma bulanık ortamda değerlendirilmiştir. Bulanık ortamda analiz edilen farklı çalışmalarda vardır. İlk olarak (Rouyendegh & Erkan, 2013) eğitim alanındaki gelişmeler dikkate alınarak akademik personel seçim problemi ele alınmıştır. Ardından (Alguliyev vd., 2015) hem kriterlerin hem de ağırlıkların bulanık kümeler olabileceği bulanık bir ortamda personel seçim problemi çözülmüştür. (Chaghooshi vd., 2016) öncelikle proje yönetimi yetkinlik değerlendirmesi üst düzey yöneticilerin görüşleri alınarak yapılmış ve sonrasında proje yöneticisi seçim problemi ele alınmıştır. Kriterlerin önceliklendirilmesi FDEMATEL yöntemi yapılmıştır. Aday proje yöneticilerinin sıralaması FVIKOR yöntemi ile hesaplanmıştır. Literatürde son 10 yılda yayınlanan ve personel seçimi problemini ele alan güncel çalışmalar Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1

Proje Yöneticisi Seçiminde Literatür Özeti

No.	Yazarlar	Kriterler	Yöntem	Pozisyon
1	(Kumar vd., 2013)	1*, 2*, 6*, 11*	SAW, WP, AHP ve TOPSIS	Akademik personel
2	(Rouyendegh & Erkan, 2013)	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 9*, 11*	Fuzzy ELECTRE	Akademik personel
3	(Varajão & Cruz-Cunha, 2013)	1*, 2*, 3*, 4*, 11*	AHP ve ICB (IPMA Yetkinlik)	Proje yöneticisi
4	(Vatasever & Oncel, 2014)	1*, 5*, 11*	FAHP, FTOPSIS	Akademik personel
5	(Alguliyev vd., 2015)	1*, 2*, 8*	FVIKOR	Bilgi teknolojileri personeli
6	(Kusumawardani & Agintiara, 2015)	1*, 3*	FAHP, TOPSIS	İnsan kaynakları yöneticisi
7	(Sang vd., 2015)	1*, 2*	FTOPSIS	Sistem analizi mühendisi
8	(Liu vd., 2015)	1* 2*, 9*	VIKOR	Hemşire
9	(Chaghooshi vd., 2016)	2*, 5*, 11*	FDEMATEL, FVIKOR	Proje yöneticisi
10	(Jasemi & Ahmadi, 2018)	1*, 2*, 7*, 9*	FELECTRE, TOPSIS	Endüstri mühendisi
11	(Demirci & Kılıç, 2019)	1*, 2*, 3*, 4*, 7*, 10*, 11*	DEMATEL, ANP, ELECTRE	Mühendis
12	(Petridis vd., 2021)	1*, 2*, 9*, 11*	AHP, TOPSIS, Doğrusal olmayan model	İç denetçi
13	(Kilic vd., 2020)	1*, 2*, 3*, 4*, 11*	IF-DEMATEL, IF-ELECTRE	İmalat sektörüne personel alımı
14	(Ebrahimi vd., 2022)	2*, 3*, 4*, 6*, 11*	Fuzzy set, TOPSIS	Bankaya uluslararası memur seçimi
15	(Nong vd., 2021)	1*, 2*, 4*, 5*	AHP, TOPSIS	Satış müdür yardımcısı
16	(Öztürk & Kaya, 2020)	1*, 2*, 7*	FVIKOR	Mühendis
17	(Elidolu vd., 2020)	1*, 2*, 4*	FAHP	Gemi personeli
18	(Tezcan vd., 2019)	1*, 2*, 11*	AHP, AAS, TOPSIS	Mühendis
19	(Chen & Hung, 2020)	1*, 2*, 3*, 4*, 7*, 9*	TOPSIS, PROMETHEE	Yurtdışı pazarlama müdürü
20	(Raj Mishra vd., 2020)	1*, 2*, 4*, 7*, 11*	IF-ARAS	Bilgi teknolojileri personeli

*1 Bilgi ve deneyim, 2 Kişisel özellikler ve beceriler, 3 Eğitim, 4 Yabancı dil, 5 Fiziksel sağlık ve demografik özellikler, 6 Maaş talebi, 7 Mesleki esneklik ve yetenek, 8 Referanslar, 9 Sözlü değerlendirme, 10 Sınav sonuçları ve okul itibarı, 11 Teknik beceriler ve gereksinimler

Yapılan literatür araştırması sonucunda bu çalışmanın literatüre katkısı maddeler halinde verilmiştir.

- Bu çalışma ile birlikte literatürde ilk defa savunma sanayisinde proje yöneticisi seçimi problemi ele alınmıştır.
- Literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak teknik yeterlilik ve refleks hızı kriterleri kullanılmıştır.
- Bu çalışmada personel seçimi probleminde izlenen metodoloji kombinasyonu ilk defa kullanılmıştır. Diğer çalışmalardan farklı olarak tüm adaylar bir ön elemeden geçirilmiş ardından ÇKKV yöntemleri uygulanmıştır.
- Önerilen modelde ilk kez AP, PBAHP ve PBTOPSIS yöntem kombinasyonu kullanılmıştır.

Materyal ve Metod

1965 yılında Zadeh tarafından bulanık kümeler ortaya atılmıştır (Zadeh, 1999). İnsan düşüncesinin karmaşıklığı ve belirsizliğini bulanık kümeler ile açıklanabilir. (Atanassoy, 1988), çoğu alanda Zadeh'in bulanık kümelerini (Zadeh, 1999), genişletebilmek için 1986'da üyelik derecesi ve üyelik olmama derecesi belirleyip sezgisel bulanık kümeler (IFS) teorisini ileri sürülmüştür. Üyelik derecesi ve üyelik olmama derecesinin toplamı 1.0 olmak zorunda değildir. Bu yüzden toplamın sonucu 1.0 ile arasındaki mesafe, karar vericinin kararsızlık derecesidir (Atanassoy, 1988). IFS, gerçek dünya uygulamalarını yapabilmek için görüntü tanıma, karar verme ve tıbbi analiz gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Rani vd., 2019; Tezcan vd., 2021). Fakat karar alma aşamasında üye olmama ve üyelik derecelerinin toplamı 1.0'dan fazla olma ihtimali vardır. Bu durumda yöntemin yetersiz kaldığı görülmektedir. IFS sorunlarını önleyebilmek için (Yager & Abbasoy, 2013), IFS'lerin genişletilmiş hali olan Pisagor bulanık kümeler (PFS) ortaya çıkmıştır. Diğer bulanık kümeler, üyelik ve üye olmama derecelerinin toplamını en fazla 1.0 sonucu elde edilirken, PFS'ler ise kareler toplamının üyelik ve üye olmama dereceleri maksimum 1.0'a eşittir. Bu durumda, bu teori ile diğer bulanık kümelerin eksikliklerini ortadan kaldırır.

Pisagor Bulanık Kümeler

Pisagor Bulanık Küme ile ilgili tanımlar Ekte açıklanmıştır.

Pisagor Bulanık AHP

PBAHP'nin aşamaları, bir önceki bölümde yer alan "Pisagor Bulanık kümeler ve notasyonları" ile ilgili tanımlar Ek'te açıklanmıştır.

Pisagor Bulanık TOPSIS

(Hwang & Yoon, 1981) tarafından geliştirilen ideal çözümün (TOPSIS) benzerliğine göre önceliklendirilmesi, kullanışlı ve yaygın birçok kriterli karar verme yöntemidir (Akram vd., 2019). Alternatifleri belirlenen kriterlere göre kıyaslanırken, öznel belirsizliği ifade edebilecek bulanık sayılara dikkat çektir. Bu yüzden Pisagor bulanık sayılar bu yöntem ile uygulanabilir.

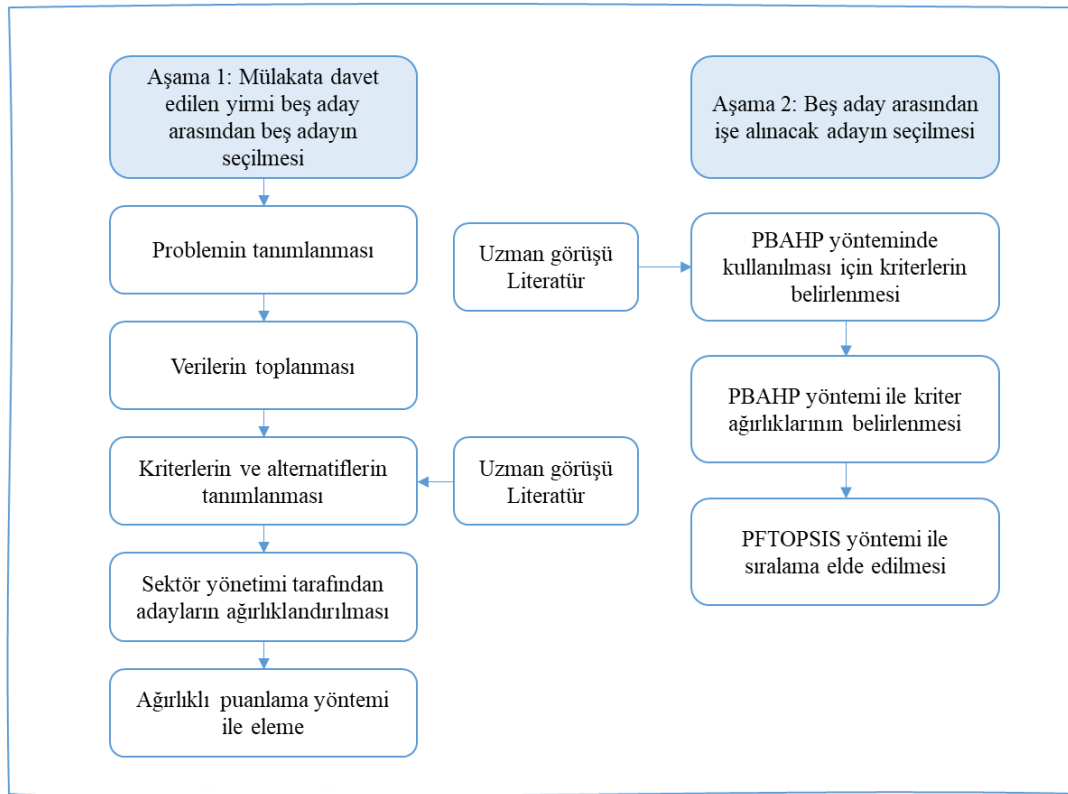
Pisagor Bulanık TOPSIS (PBTOPSIS), ideal çözüm sonucuna yakın ve negatif ideal çözüm sonucuna uzak mesafeyi seçebilmek için Pisagor bulanık kümelerini kullanan çok kriterli karar verme yöntemidir. PBTOPSIS tekniğinin aşamaları ekte sunulmuştur (Zhang & Xu, 2014; Tezcan & Eren, 2022).

Uygulama

Bu çalışmada, bir savunma sanayi firmasında proje yöneticisi ihtiyacını gidermek için ilana çıkmıştır. İlane başvuru yapan personellerin seçimine karar verilmelidir. Mevcut problemin karar verme aşamasında sadece niceliksel kriterler değil aynı zamanda niteliksel kriterleri de içermektedir. Bu nedenle geleneksel ÇKKV yöntemlerine ilaveten, insan yargısı ile deneyiminin modellenmesine yardımcı olan bulanık küme teorisi ÇKKV yöntemleri ile kullanılarak en uygun çözümün bulunmasını sağlamıştır. Bu bağlamda bu proje yöneticisi seçimi probleminde, önerilen modelde Pisagor bulanık kümeler kullanılmıştır. Bu kümeler ise üyelik toplamı ($\mu_p(x)$) ve üye dışı ($v_p(x)$) derece maksimum 1 olabilir ($(\mu_p(x))^2 + v_p(x)^2 \leq 1$) (Yager, 2013). Bu kısıtla ile karar vericilere kapsamlı bir ölçüm skalası sunarak, tutarsız ve muğlak bilgilerin belirlenmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla, Pisagor bulanık kümeler sadece bulanık kümelerden elde edilebilecek belirsiz ve kesin olmayan bilgileri göstermenin yanında pratik bir durumda karmaşık belirsizliği de modelleyebilir (Yager, 2013). Bunların hepsi dikkate alındığında, bu proje yöneticisi seçimi probleminde benzer değerlendirmelerin ve sıradan bulanık kümelerin kısıtlamalarına uymasını sağlamaktan ziyade Pisagor bulanık kümelerin kullanılması önerilmektedir. Bu nedenle problemin çözümünde PBAHP ve PBTOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca bu yöntemlerin seçilme sebebi, savunma sanayi sektöründe bu yöntemlerle ilgili çalışma yapılmamış ve literatüre ilk kez Pisagor bulanık sayılarla ilgili seçim problemi yapılmıştır. Proje yöneticisi seçim probleminin uygulama aşamaları Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1

Uygulama Adımları



Proje Yöneticisi için Başvuru Yapan 25 Aday Arasında Ön Eleme Yapılarak 5 Adayın Seçilmesi

Bu bölümde savunma sanayisi tarafından açılan ilana yapılan başvuruların değerlendirilmesi ele alınmıştır. Öncelikle adaylar ön elemeyi geçtikten sonra asıl değerlendirme ile işe alınmaktadır. Dolayısıyla başvuru yapan yirmi beş aday arasında ön eleme yapılarak beş adayın seçilmesi aşaması yer almaktadır.

Ön Eleme için Verilerin Toplanması

Proje yöneticisi seçiminde gerekli olan veriler bir ekip tarafından sağlanmıştır. Bu nedenle ihtiyaç duyulan veriler açıklanmıştır.

Ön Eleme için Alternatiflerin ve Kriterlerin Belirlenmesi

Bu aşamada, başvuru yapan yirmi beş aday vardır. Problemin çözümünde adaylar, Aday 1, Aday 2,..., Aday 25 (A1, A2,..., A25) olarak ifade edilmiştir. Kriterlerin belirlenmesi aşamasında ise ilk olarak detaylı bir literatür araştırması yapılmıştır. Ardından literatürde kullanılan kriterler İnsan Kaynakları Yöneticisi ile değerlendirilerek nihai sonuca varılmıştır. Kriterler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

Değerlendirme Kriterleri

Öğrenme hızı (K1)	Esnek çalışma (K5)	Karar verme (K9)
Bilgi paylaşımı (K2)	Dikkat seviyesi (K6)	Refleks hızı (K10)
Teknik yeterlilik (K3)	Takım çalışması (K7)	Çalışma saatlerine uymak (K11)
Problem çözme yeteneği (K4)	Kurumu sahiplenmek (K8)	Sorumluluk (K12)

Ön Eleme için İnsan Kaynakları Yönetimi Tarafından Adayların Ağırlıklandırılması

Adaylar ile sözlü görüşmeler yapıldı. Bu işlemten sonra savunma sanayi yönetimi adayları değerlendir ve adayların puanları belirlendi. Çalışmada, 25 aday 12 kriter üzerinden değerlendirildi. Öğrenme hızı, bilgi paylaşımı, teknik yeterlilik, problem çözme yeteneği, esnek çalışma, dikkat seviyesi, takım çalışması, kurumu sahiplenmek, karar verme, refleks hızı, çalışma saatlerine uymak ve sorumluluk kriterlerine ağırlık verildi. Bu kriterler dikkate alınarak adaylar arasından 5 adaya indirmek hedeflenmiştir. Sonuç olarak, 25 adayın yeteneklerine göre 1 ile 10 arasında puanlama yapıldı. Bu puanlama Tablo 5'te sunulmuştur.

Ağırlıklı Puanlama Yöntemi ile Ön Eleme

Bu aşamada, 25 adayı niteleyebilmek için puanlama yöntemi kullanılmıştır. Puanlama yönteminde her bir kriterin önem seviyesine göre ağırlık puanları belirlenmiştir. Bu ağırlık puanı, 5 puan az önem derecesine sahip iken 25 puanın önem seviyesi daha yüksektir. Her bir aday İnsan Kaynakları Yöneticisi tarafından belirlenen kriterler altında 1-10 puan arasında değerlendirilmesi istenmiştir. Bu değerlendirme Tablo 5'te verilmiştir. Bu puanlama dikkate alınarak ağırlıklı puanlama yönteminin sonuçları Tablo 6'da verilen sonuçlar elde edilmiştir. Tablo 6 incelendiğinde, Aday 1'in puanlaması ilk olarak kriterlere verilen puanlar toplandığında 195'tir. Daha sonra her bir kriter 195'e bölünür ve yüzde değeri bulunur. Öğrenme hızı (K1) kriteri için bu değer 0,08'dir. Daha sonra verilen puanlamada en iyi değer belirlenir. Bu değer 10'dur. Böylece kriter 10 ile çarpılır ve bu kriterdeki değer 60'tır. Son olarak, 0,08 ile 60 değeri çarpılır ve K1'in önem değeri 6 puan olarak Tablo 6'da verilmiştir. Bütün bu işlemler her aday için uygulanır. Savunma sanayi yönetiminde asgari oran 70 belirlenmiştir. Bu nedenle 70 üzerinde olan adaylar ön elemeyi geçmiştir. Bu çözümden sonra toplam puanlar listelenir ve en iyi beş aday belirlenir. Çözüm sonucuna göre en yüksek beş aday seçilmiştir. Bunlar A6, A8, A9, A12 ve A18'dir.

Tablo 5

Adayların 12 Kriterine Göre Değerlendirme Puanları

K.	A.	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25
K1	15	8	4	8	8	6	3	6	9	10	7	5	7	4	6	10	7	8	6	5	4	6	7	8	9	10
K2	5	9	8	6	10	4	8	9	4	9	9	8	8	3	7	6	8	3	4	9	10	4	4	3	6	7
K3	20	2	2	9	4	8	8	3	5	9	8	9	6	6	9	9	6	4	10	7	6	8	7	9	5	2
K4	20	7	10	8	6	9	8	6	10	7	10	7	9	6	6	7	5	9	7	8	9	5	4	7	8	8
K5	10	9	5	8	5	8	9	9	5	9	7	6	10	9	8	10	6	7	5	10	6	4	9	4	5	7
K6	15	7	7	7	7	2	6	4	9	4	5	6	9	9	5	8	5	10	9	4	7	5	6	3	6	6
K7	25	5	3	7	6	6	10	6	8	8	7	8	7	3	8	3	4	8	7	6	6	4	5	4	6	7
K8	25	8	5	6	5	6	7	8	9	6	9	5	8	9	7	7	8	6	8	8	3	7	6	5	8	8
K9	25	6	8	2	9	8	8	4	7	8	8	7	9	8	6	7	6	4	7	8	6	7	8	8	6	8
K10	10	8	6	4	8	9	6	8	6	4	8	6	7	5	5	2	5	10	3	7	7	5	3	3	3	9
K11	15	5	4	5	4	10	8	10	9	5	2	8	10	9	2	3	4	7	8	9	5	6	6	2	9	5
K12	10	6	7	2	9	3	5	7	8	7	1	9	9	7	6	8	5	3	9	3	3	5	10	4	7	3

*K. Kriterler, A. Ağırlıklar

Tablo 6

Ağırlıklı Yöntem ile Elde Edilen Sonuçlar

K.	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25
K1	6	3	6	6	5	2	5	7	8	5	4	5	3	5	8	5	6	5	4	3	5	5	6	7	8
K2	2	2	2	3	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	3	1	1	1	2	2
K3	2	2	9	4	8	8	3	5	9	8	9	6	6	9	9	6	4	10	7	6	8	7	9	5	2
K4	7	10	8	6	9	8	6	10	7	10	7	9	6	6	7	5	9	7	8	9	5	4	7	8	8
K5	5	3	4	3	4	5	5	3	5	4	3	5	5	4	5	3	4	3	5	3	2	5	2	3	4
K6	5	5	5	5	2	5	3	7	3	4	5	7	7	4	6	4	8	7	3	5	4	5	2	5	5
K7	6	3	8	7	7	12	7	9	9	8	9	8	3	9	3	5	9	8	7	7	5	6	5	7	8
K8	9	6	7	6	7	8	9	10	7	10	6	9	10	8	8	9	7	9	9	3	8	7	6	9	9
K9	8	10	3	12	10	10	5	9	10	10	9	12	10	8	9	8	5	9	10	8	9	10	10	8	10
K10	4	3	2	4	5	3	4	3	2	4	3	4	3	3	1	3	5	2	4	4	3	2	2	2	5
K11	4	3	4	3	8	6	8	7	4	2	6	8	7	2	2	3	5	6	7	4	5	5	2	7	4
K12	3	4	1	5	2	3	4	4	4	1	5	5	4	3	4	3	2	5	2	2	3	5	2	4	2
S.	61	55	59	63	67	72	61	76	70	68	68	80	65	62	65	55	65	71	68	57	56	61	53	65	66

*K. Kriterler, S. Sonuç

Beş Aday Arasından İstihdam Edecek Adayın Seçilmesi

Bu bölümde, beş aday arasında seçim yapmak için aşağıdaki uygulamalara yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan kriterler literatür araştırmasından ve İnsan Kaynakları Yöneticisi tarafından belirlenmiştir. Kriterlerin açıklaması Tablo 7'dedir.

Tablo 7

Kriterlerin Açıklaması (Tezcan vd., 2019; Danişan vd., 2022).

Kriterler	Açıklaması
Girişimcilik (G)	Özgüvenli olmakla birlikte risk alabilmek, ileri görüşe sahip olmak, problemler karşısında çözüm odaklı olunmalıdır.
Yabancı Dil (YD)	Bu kriter, ileri seviyede yabancı dil bilmesini ifade etmektedir.
Performans Değerlendirme (PD)	Çalışanın her departman arasındaki iletişim seviyesi, sektör içindeki kişisel ilişkileri ve çalışma ortamındaki verimliliği ifade etmektedir.
Fiziksel Dayanıklılık (FD)	Fiziksel olarak çalışma koşullarına, saatlerine ve fazla mesaiye kalma gibi yoğunluğa uyum sağlayabilme ifade etmektedir. Gerekliğinde her koşula uyum sağlaması beklenmektedir.
Projeyi Yönetebilme (PY)	Projeyi yönetme sorumluluğunu alıp, gereken yerlerde doğru müdahaleyi yapabilmeyi ifade etmektedir.
Yeniliğe Açık (YA)	Çalışanın kendi alanında yeni eğitimlere katılma ve kendini geliştirme istediğini ifade eden kriterdir.
Mesleki Deneyim (MD)	İşe başvuran adayların çalıştığı yıl, proje yöneticisi pozisyonundaki deneyimleri göz önüne alınır. Adayların uzmanlıklarını yansıtan kriterdir.
Öğrenme hızı (K1)	Olayları hızlı analiz edip, öğrenmesini ifade etmektedir.
Bilgi paylaşımı (K2)	Çalışanın çalışma arkadaşları ile bilgi paylaşımına açıklığını ifade eden ölçüttür. Bu nedenle deneyimlerini aktarmaya uygun olmasıdır.
Teknik yeterlilik (K3)	Çalışanın iş ile ilgili teknik seviyesini ifade eden ölçüttür.
Problem çözme yeteneği (K4)	Çözüm odaklı yaklaşıma sahip olmayı ifade etmektedir.
Esnek çalışma (K5)	Bu kriter kişinin fazla mesai yapma yapmaması ile ilgilidir.
Dikkat seviyesi (K6)	Proje yönetiminde dikkat seviyesi yüksek olup projeyi en kısa zamanda bitirmesi ölçütüdür.
Takım çalışması (K7)	Çalışanın ekip çalışmasına uygunluğunu ifade eden kriterdir.
Kurumu sahiplenmek (K8)	Bu kriter, çalışanın işletmede çalışmaya istekli olup olmadığını değerlendirir.
Karar verme (K9)	Kriz anında doğru karar vermeyi ifade etmektedir.
Refleks hızı (K10)	Olası bir olayda çalışanın refleksini ifade etmektedir.
Çalışma saatlerine uymak (K11)	Çalışanın mesai saatlerine uygunluğu ifade eden ölçüttür.
Sorumluluk (K12)	Çalışanların sorumluluk duygusunu değerlendiren kriterdir.

PBAHP Algoritması ile Kriter Ağırlığının Belirlenmesi

Tavsiye edilen modelde, Aday 6 (A6), Aday 8 (A8), Aday 9 (A9), Aday 12 ve Aday 18 (A18) olarak yer almaktadır. Bu alternatifler farklı 7 kriter altında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çünkü ön elemeyi geçen adayların farklı özelliklerine de bakılmak istenmiştir. Böylece işe en uygun alınması hedeflenmiştir. Projesi yöneticisi seçimine etki eden kriterlerin değerlendirilmesinde İnsan Kaynakları Uzmanı tarafından her bir kriterin önem derecelerine göre ikili karşılaştırma matrisini oluşturmuşlardır. Bu değerlendirme Tablo 2'de verilen dil terimleri ile yapılmıştır. Bununla birlikte, Tablo 2'de sunulan dil terimlerine denk gelen aralık değerleri Pisagor bulanık sayıları ile ifade edilmiştir. Bu değerlendirmenin puanlama aşamasında ikili karşılaştırma matrisine dönüştürülmüştür. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi Tablo 8'de sunulmuştur. İnsan Kaynakları Uzmanından elde edilen görüşler ve fark matrisi (D), PBAHP yönteminin aşamalarındaki aralık çarpım matrisi (S), belirleyici değer matrisi (T) ve normalleştirilmemiş ağırlık matrisi (t) sırası ile hesaplanmıştır. Sonuç olarak, Şekil 2'te PBAHP ile kriter ağırlıkları verilmiştir.

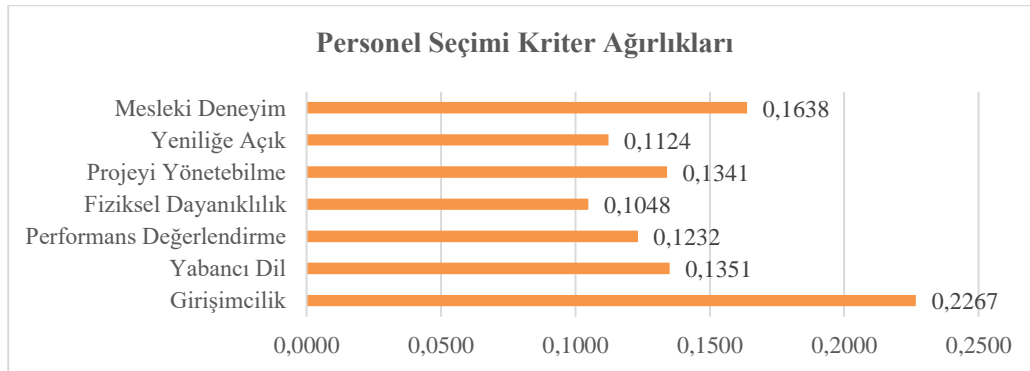
Tablo 8

Değerlendirme Kriterleri İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriter No	Pisagor bulanık sayılar: {[üyelik derecesi],[üye olmama derecesi]} {[μ_L, μ_U],[v_L, v_L]}						
	G	YD	PD	FD	PY	YA	MD
G	{[0.197, 0.197]}	{[0.430, 0.560], [0.440, 0.570]}	{[0.540, 0.650], [0.350, 0.460]}	{[0.630, 0.740], [0.260, 0.330]}	{[0.610, 0.750], [0.250, 0.390]}	{[0.333, 0.510], [0.490, 0.600]}	{[0.440, 0.540], [0.420, 0.540]}
YD	{[0.440, 0.570], [0.430, 0.560]}	{[0.197, 0.197], [0.197, 0.197]}	{[0.490, 0.590], [0.410, 0.510]}	{[0.440, 0.560], [0.440, 0.560]}	{[0.450, 0.550], [0.450, 0.550]}	{[0.590, 0.610], [0.390, 0.510]}	{[0.410, 0.510], [0.490, 0.590]}
PD	{[0.330, 0.420], [0.540, 0.650]}	{[0.371, 0.510], [0.490, 0.590]}	{[0.197, 0.197], [0.197, 0.197]}	{[0.520, 0.620], [0.380, 0.460]}	{[0.370, 0.490], [0.510, 0.630]}	{[0.390, 0.460], [0.470, 0.590]}	{[0.510, 0.630], [0.370, 0.490]}
FD	{[0.310, 0.380], [0.580, 0.690]}	{[0.440, 0.560], [0.440, 0.560]}	{[0.400, 0.490], [0.490, 0.420]}	{[0.197, 0.197], [0.197, 0.197]}	{[0.400, 0.510], [0.490, 0.600]}	{[0.400, 0.470], [0.450, 0.540]}	{[0.380, 0.470], [0.490, 0.600]}
PY	{[0.420, 0.520], [0.440, 0.560]}	{[0.450, 0.550], [0.450, 0.550]}	{[0.500, 0.605], [0.480, 0.460]}	{[0.540, 0.560], [0.440, 0.550]}	{[0.197, 0.197], [0.197, 0.197]}	{[0.490, 0.500], [0.400, 0.490]}	{[0.440, 0.550], [0.450, 0.560]}
YA	{[0.490, 0.600], [0.400, 0.510]}	{[0.330, 0.555], [0.525, 0.640]}	{[0.410, 0.560], [0.470, 0.590]}	{[0.380, 0.470], [0.400, 0.490]}	{[0.400, 0.490], [0.490, 0.600]}	{[0.197, 0.197], [0.197, 0.197]}	{[0.350, 0.440], [0.520, 0.630]}
MD	{[0.510, 0.630], [0.370, 0.490]}	{[0.490, 0.595], [0.405, 0.510]}	{[0.460, 0.580], [0.420, 0.540]}	{[0.490, 0.600], [0.400, 0.510]}	{[0.450, 0.560], [0.440, 0.550]}	{[0.520, 0.630], [0.370, 0.480]}	{[0.197, 0.197], [0.197, 0.197]}

Şekil 2

Beş Adayın Seçimi İçin Kriter Ağırlıkları



PBTOPSIS Algoritması ile Proje Yöneticisi Adayları Önceliklendirilmesi

İnsan Kaynakları Uzmanı tarafından alternatifler tüm kriterler altında değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılabilmesi için Tablo 3'te sunulan dilsel terimler kullanılmıştır. Bununla birlikte, Tablo 3'te sunulan dil terimlerine denk gelen aralık değerleri Pisagor bulanık sayılara çevrilmiştir. Bu değerlendirme puanlamasındaki öznel farklılıklar karar matrisine dönüştürülmüştür. Yöntem aşamaları dikkate alındığında PBAHP tekniğinden bulunan kriter ağırlıkları PBTOPSIS tekniğinde kullanılmıştır. Kurulan matris Tablo 9'da verilmiştir. Daha sonra PBTOPSIS aşamaları takip edilmiştir. Sonuçta, Savunma Sanayide proje yöneticisi olarak çalışacak adayın yakınlık indeksleri Tablo 10'da ve adayların sıralaması Şekil 3'te verilmiştir. Tablo 10 ve Şekil 3 incelendiğinde savunma sanayide proje yöneticisi olarak çalışacak en uygun Aday 6'dır.

Tablo 9

PBTOPSIS için İnsan Kaynakları Müdürü Tarafından Oluşturulan Karar Matrisi

Karar Matrisi	Pisagor bulanık sayılar: [üyelik derecesi, üye olmama derecesi] [u,v]						
	G	YD	PD	FD	PY	YA	MD
A6	{[0.60, 0.70]}	{[0.52, 0.62]}	{[0.52, 0.62]}	{[0.57, 0.67]}	{[0.58, 0.68]}	{[0.58, 0.78]}	{[0.62, 0.72]}
A8	{[0.80, 0.90]}	{[0.44, 0.54]}	{[0.38, 0.48]}	{[0.30, 0.40]}	{[0.23, 0.33]}	{[0.62, 0.72]}	{[0.39, 0.49]}
A9	{[0.32, 0.42]}	{[0.64, 0.74]}	{[0.58, 0.68]}	{[0.48, 0.58]}	{[0.62, 0.72]}	{[0.80, 0.90]}	{[0.52, 0.62]}
A12	{[0.50, 0.40]}	{[0.62, 0.72]}	{[0.62, 0.72]}	{[0.68, 0.78]}	{[0.48, 0.58]}	{[0.43, 0.39]}	{[0.68, 0.78]}
A18	{[0.55, 0.70]}	{[0.54, 0.64]}	{[0.46, 0.56]}	{[0.45, 0.55]}	{[0.46, 0.56]}	{[0.66, 0.76]}	{[0.36, 0.46]}

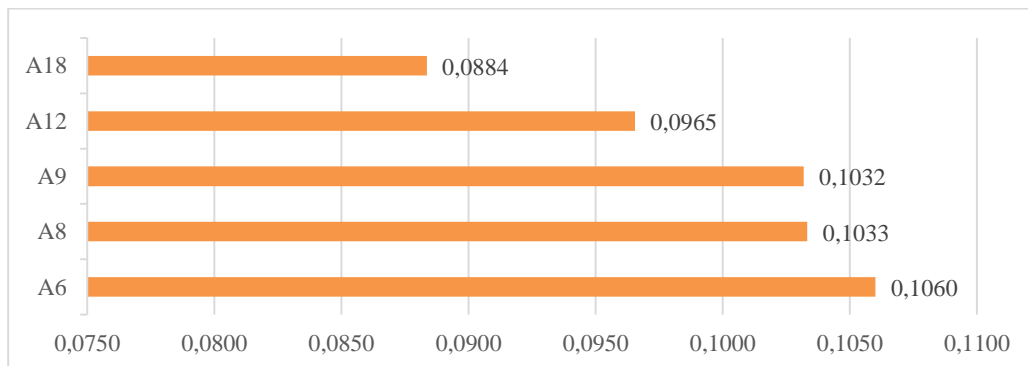
Tablo 10

PBTOPSIS Yakınlık $\xi(X_i)$ Değerleri

Alternatifler	$D(X_i, X^+)$	$D(X_i, X^-)$	$\xi(X_i)$	Sıralama
A6	11,29	1,34	0,1060	1
A8	11,34	1,31	0,1033	2
A9	11,33	1,30	0,1032	3
A12	11,42	1,22	0,0965	4
A18	11,52	1,12	0,0884	5

Şekil 1

Proje Yöneticisi için Adayların PBAHP-PBTOPSIS Yöntemi ile Sıralanması



Sonuç ve Değerlendirme

Bir savunma sanayi firmasında mevcut projenin başarılı bir şekilde tamamlanması ve proje süreçlerinin optimal bir şekilde yönetilmesi için personel alımı yapılması gerekmektedir. İnsan kaynakları departmanı tarafından yürütülmesi gereken bu süreç projenin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda bu çalışmada bir personel seçimi metodolojisi önerilmiştir. Önerilen metodolojide ilk olarak başvuru yapan 25 aday arasında ön eleme AP yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntem insan kaynakları yöneticisi tarafından her adaya 1 ila 10 arasında puan verilerek değerlendirilmiştir. Ön eleme sonucunda en iyi beş aday ikinci aşamaya geçmeye hak kazanmıştır. İkinci aşamada, bu beş aday farklı yedi kriter altında değerlendirilmiştir. Bu kriterler, adayların farklı özelliklerini yansıtmak amacıyla belirlenmiştir. Bu yedi kriterin ağırlığı PBAHP yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Beş aday, bu kriter ağırlıkları kullanılarak PBTOPSIS yöntemi ile önceliklendirilmiştir. Bu önceliklendirme sonucunda, Aday 6'nın proje yöneticisi pozisyonu için en uygun aday olduğu görülmüştür. Aday 6, girişimcilik ve mesleki deneyim gibi kriterleri başarılı bir şekilde yansıtmaktadır. Bu sonuç, problemin çözümünün tutarlılığını göstermektedir.

Literatürde personel seçimi ile ilgili yapılan birçok çalışma vardır. Fakat savunma sanayi firmasında bu problemi ele alan bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte problemi çözmek için önerilen yöntem kombinasyonu literatürde ilk defa yapılmıştır. Son olarak eklenen iki kriter ile probleme yeni bir bakış açısı getirilmiştir.

Gelecekteki çalışmalar, özellikle karar verme çalışmaları, uzman görüşleri ve sektördeki yöneticiler tarafından desteklenmelidir. Bu bağlamda, kararsızlık durumlarını ele almak için bulanık kümeler kullanılabilir. Bu yaklaşım, personel seçiminde ekonomik ve sosyoekonomik değerlendirmelerin yapılmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, simülasyonlar ve matematiksel modeller geliştirilerek daha detaylı analizler gerçekleştirilebilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir-B.T., T.E.; Tasarım-B.T., T.E.; Denetleme-B.T., T.E.; Kaynaklar-B.T., T.E.; Malzemeler-B.T., T.E.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi-B.T., T.E.; Analiz ve/veya Yorum-B.T., T.E.; Literatür Taraması-B.T., T.E.; Yazıyı Yazan-B.T., T.E.; Eleştirel İnceleme-B.T., T.E.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept-B.T., T.E.; Design-B.T., T.E.; Supervision-B.T., T.E.; Resources-B.T., T.E.; Materials-B.T., T.E.; Data Collection and/or Processing -B.T., T.E.; Analysis and/or Interpretation -B.T., T.E.; Literature Search-B.T., T.E.; Writing Manuscript-B.T., T.E.; Critical Review-B.T., T.E.

Declaration of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynakça

- Akram, M., Dudek, W. A., & Ilyas, F. (2019). Group decision-making based on pythagorean fuzzy TOPSIS method. *International Journal of Intelligent Systems*, 34(7), 1455-1475.
- Alguliyev, R. M., Aliguliyev, R. M., & Mahmudova, R. S. (2015). Multicriteria personnel selection by the modified fuzzy VIKOR method. *The Scientific World Journal*.
- Atanassov, K. (1988). Review and new results on intuitionistic fuzzy sets. *Preprint Im-MFAIS-1-88*, 5(1).
- Baran, T. (2018). Investigation of defence industry in Turkey and evaluation of the effects of defense industry spending on the economy. *International Journal of Economics and Administrative Sciences*, 2(4), 58-81.
- Carretta, T. R., & King, R. E. (2015). Personnel selection influences on remotely piloted aircraft human-system integration. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 86(8), 736-741.
- Chaghooshi, A., & Arab, A., & Dehshiri, S. (2016). A fuzzy hybrid approach for project manager selection. *Decision Science Letters*, 5(3), 447-460.
- Chen, C. T., & Hung, W. Z. (2020). A two-phase model for personnel selection based on multi-type fuzzy information. *Mathematics*, 8(10), 1703.
- Costa, I. P. D. A., Terra, A. V., Moreira, M. Â. L., Pereira, M. T., Fávero, L. P. L., Santos, M. D., & Gomes, C. F. S. (2022). A systematic approach to the management of military human resources through the ELECTRE-MOR multicriteria method. *Algorithms*, 15(11), 422.
- Dağdeviren, M., Yavuz, S., Kılıç, N. (2009). Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment, *Expert Systems with Applications*, 36(4), 8143-8151.
- Danişan, T., Özcan, E., & Eren, T. (2022). Personnel selection with multi-criteria decision making methods in the ready-to-wear sector. *Tehnički vjesnik*, 29(4), 1339-1347.

- Danışman, O. (2021). *Ekip atama probleminin çok kriterli karar verme yöntemleri ile incelenmesi* (Tez No. 315966) [Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Demirci, A. E., & Kılıç, H. S. (2019). Personnel selection based on integrated multi-criteria decision making techniques. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 31(2), 163-178.
- Ebrahimi, E., Fathi, M. R., & Sobhani, S. M. (2022). A modification of technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) through fuzzy similarity method (A numerical example of the personnel selection). *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*.
- Elidolu, G., Uyanık, T., & Arslanoğlu, Y. (2020, 21-23 Kasım). Seafarer personnel selection with fuzzy AHP. (M. Özcanlı & A. Çalık, Ed.) *5th International Mediterranean Science and Engineering Congress* (pp. 632-636). https://drive.google.com/file/d/1Sij_1W-NDpWv3D_t6BvR4Aq_hxCupJuz/view
- Ersöz, F., & Kabak, M. (2010). Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97-125.
- Gatewood, R. D., & Feild, H. S. (1987). A personnel selection program for small business. *Journal of Small Business Management*, 25(4), 16.
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. *In multiple attribute decision making* (pp. 58-191). Springer.
- İlbarhar, E., Karaşan, A., Cebi, S., & Kahraman, C. (2018). A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system. *Safety science*, 103, 124-136.
- Jasemi, M., & Ahmadi, E. (2018). A new fuzzy ELECTRE based multiple criteria method for personnel selection. *Scientia Iranica*, 25(2), 943-953.
- Kilic, H. S., Demirci, A. E., & Delen, D. (2020). An integrated decision analysis methodology based on IF-DEMATEL & IF-ELECTRE for personnel selection. *Decision Support Systems*, 137, 113360.
- Kumar, D. S., Radhika, S., & Suman, K. N. S. (2013). MADM methods for finding the right personnel in academic institutions. *International Journal of u-and e-Service, Science and Technology*, 6(5), 133-144.
- Kurtay, K. G., Gökmen, Y., Altundaş, A., & Dağistanlı, H. A. (2021). Savunma sanayii projelerinin çok kriterli karar verme yöntemleriyle önceliklendirilmesi ve karşılaştırılması: Karma bir model önerisi. *SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi*, 31(1), 1-24.
- Kusumawardani, R. P., & Agintiara, M. (2015). Application of fuzzy AHP-TOPSIS method for decision making in human resource manager selection process. *Procedia Computer Science*, 72, 638-646.
- 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.
- Mcdaniel, M. A., Kepes, S., & Banks, G. C. (2011). The uniform guidelines are a detriment to the field of personnel selection. *Industrial and Organizational Psychology*, 4(4), 494-514.
- Nacar, E. N., & Erdebilli, B. (2021). Tesis yeri seçimine yeni bir bakış: Katmanlı çok kriterli karar verme yöntemi, *Verimlilik Dergisi*, 4, 103-117.
- Nong, N. M. T., & Ha, D. S. (2021). Application of MCDM methods to qualified personnel selection in distribution science: Case of logistics companies. *Journal of Distribution Science*, 19(8), 25-35.
- Öztürk, F., & Kaya, G. K. (2020). Personnel selection with fuzzy VIKOR: An application in automotive supply industry. *Gazi University Science Journal: Part C Design and Technology*, 8(1), 94-108.
- Palczewski, K., & Sałabun, W. (2019). The fuzzy TOPSIS applications in the last decade. *Procedia Computer Science*, 159, 2294-2303.
- Petridis, K., Drogalas, G., & Zografidou, E. (2021). Internal auditor selection using a TOPSIS/non-linear programming model. *Annals of Operations Research*, 296(1), 513-539.
- Raj Mishra, A., Sisodia, G., Raj Pardasani, K., & Sharma, K. (2020). Multi-Criteria IT personnel selection on intuitionistic fuzzy information measures and ARAS methodology. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 17(4), 55-68.
- Rani, P., Mishra, A. R., Pardasani, K. R., Mardani, A., Liao, H., & Streimikiene, D. (2019). A novel VIKOR approach based on entropy and divergence measures of Pythagorean fuzzy sets to evaluate renewable energy technologies in India. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117936.
- Rouyendegh, B. D., & Erkan, T. E. (2013). An application of the fuzzy electre method for academic staff selection. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 23(2), 107-115.
- 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.

- Sasad sektör performans raporu. (2021). Sasad Yayınları. <https://sasad.org.tr/sasad-sektor-performans-raporu-2021>
- Stockholm International Peace Research Institute. (2021). *Global military expenditure sees largest annual increase in a decade—says SIPRI—reaching \$1917 billion in 2019*. SIPRI.
- Şehitoğlu, A., & Chouseinoglou, O. (2022). Divide-and-conquer: A systematic approach for subcontractor selection in defense industry projects. *International Journal of Industrial Engineering*, 29(1). <https://doi.org/10.23055/ijietap.2022.29.1.7001>
- Tezcan, B., Özcan, N. A., Özcan, E., & Eren, T. (2020). Deprem sonrası mobil hizmet tesisi seçim problemi için çok kriterli bir karar modeli önerisi. *International Journal Of Engineering Research and Development*, 12(2), 753-763.
- Tezcan, B., & Eren, T. (2022). Orman yangınına sebep olan kriterlerin bulanık ortamda değerlendirilmesi, *Politeknik Dergisi*, 27(2), 545-558.
- Tezcan, B., Eren, T., Özcan, E., & Gür, Ş. (2019). Bir tekstil işletmesinde çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile personellerin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 1-20.
- Tezcan, B., Alakaş, H. M., Özcan, E., & Eren, T. (2021). Afet sonrası geçici depo yeri seçimi ve çok araçlı araç rotalama uygulaması: Kırıkkale ilinde bir uygulama. *Politeknik Dergisi*, 26(1), 13-27.
- Varajão, J., & Cruz-Cunha, M. M. (2013). Using AHP and the IPMA competence baseline in the project managers selection process. *International Journal of Production Research*, 51(11), 3342-3354.
- Vatansever, K., & Oncel, M. (2014). Implementation of integrated multi-criteria decision making techniques for academic staff recruitment. *Journal of Management Marketing and Logistics*, 1(2), 111-126.
- Vural, D., Erkan, K. Ö. S. E., & Bayam, B. (2020). AHP ve VIKOR yöntemleri ile personel seçimi. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(21), 70-89.
- Wiernik, B. M., Raghavan, M., Caretta, T. R., & Coovert, M. D. (2022). Developing and validating a serious game-based assessment for cyber occupations in the US Air Force. *International Journal of Selection and Assessment*, 30(1), 27-47.
- Yager, R. R., & Abbasov, A. M. (2013). Pythagorean membership grades, complex numbers, and decision making. *International Journal of Intelligent Systems*, 28(5), 436-452.
- Yager, R. R. (2013). Pythagorean membership grades in multicriteria decision making. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22(4), 958-965.
- Zadeh, L. A. (1999). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, 100, 9-34.
- Zhang, X., & Xu, Z. (2014). Extension of TOPSIS to multiple criteria decision making with Pythagorean fuzzy sets. *International Journal of Intelligent Systems*, 29(12), 1061-1078.

Ek

Pisagor Bulanık Kümeler

Tanım 1: X sonlu bir kümedir. Bir Pisagor bulanık kümesi P (1) eşitliği ile gösterilir (Yager & Abbasov, 2013), (Zhang & Xu, 2014).

$$P = \{(x, P(\mu_p(x), v_p(x))) \mid x \in X\} \quad (1)$$

$\mu_p: X \rightarrow [1,0]$ üyelik derecesidir. $v_p: X \rightarrow [0,1]$ üye olmama derecesidir. $x \in X$ için eşitlik (2)'de P kümesinin gösterir.

$$0 \leq (\mu_p(x))^2 + (v_p(x))^2 \leq 1 \quad (2)$$

Eşitlik 3'te x ile P arasındaki belirsizlik derecesi hesaplanır.

$$\pi_p(x) = \sqrt{1 - \mu_p^2(x) - v_p^2(x)} \quad (3)$$

Sadelik için, (Zhang & Xu, 2014) $P(\mu_p(x), v_p(x))$ ile Pisagor bulanık sayılar $p=(\mu_p, v_p)$ ile gösterilir.

Tanım 2: $\beta = P(\mu_\beta, v_\beta)$, $\beta_1 = P(\mu_{\beta_1}, v_{\beta_1})$ ve $\beta_2 = P(\mu_{\beta_2}, v_{\beta_2})$ Üç adet Pisagor bulanık kümelere eşitlik 4'ten 7'ye bazı işlemler uygulanır (Zhang & Xu, 2014).

$$\beta_1 \oplus \beta_2 = P(\sqrt{\mu_{\beta_1}^2 + \mu_{\beta_2}^2 - \mu_{\beta_1}^2 \cdot \mu_{\beta_2}^2}, v_{\beta_1} \cdot v_{\beta_2}) \quad (4)$$

$$\beta_1 \oplus \beta_2 = P(\mu_{\beta_1} \cdot \mu_{\beta_2}, \sqrt{v_{\beta_1}^2 + v_{\beta_2}^2 - v_{\beta_1}^2 \cdot v_{\beta_2}^2}) \quad (5)$$

$$\lambda \beta = P(1 - (1 - \mu_\beta^\lambda), (v_\beta^\lambda)^\lambda) \lambda > 0 \quad (6)$$

$$\beta^\lambda = P((\mu_\beta)^\lambda, 1 - (1 - v_\beta^\lambda)^\lambda) \lambda > 0 \quad (7)$$

Eşitlik (8) ve (9) Pisagor bulanık kümeler karşılaştırmak için tanımlanmıştır (Zhang & Xu, 2014).

Tanım 3: $\beta = P(\mu_\beta, v_\beta)$ bir Pisagor bulanık kümesidir. Eşitlik (8)'de β skor fonksiyonunu temsil eder (Zhang & Xu, 2014).

$$s(\beta) = (\mu_\beta)^2 - (v_\beta)^2 \quad (8)$$

$\beta_1 = (\mu_{\beta_1}, v_{\beta_1})$ ve $\beta_2 = (\mu_{\beta_2}, v_{\beta_2})$ iki adet Pisagor bulanık kümeleridir. Eğer $s(\beta_1) > s(\beta_2)$, sonra $\beta_1 > \beta_2$; eğer $s(\beta_1) = s(\beta_2)$, sonra $\beta_1 = \beta_2$.

Tanım 4: Eşitlik (9)'da Pisagor bulanık kümeleri $\beta_1 = P(\mu_{\beta_1}, v_{\beta_1})$ ve $\beta_2 = P(\mu_{\beta_2}, v_{\beta_2})$ ise, aralarındaki bulanık Pisagor mesafesi (PFD) β_1 ve β_2 hesaplanır (Zhang & Xu, 2014).

$$d_{PFD}(\beta_1, \beta_2) = \frac{1}{2} (|(\mu_{\beta_1})^2 - (\mu_{\beta_2})^2| + |(v_{\beta_1})^2 - (v_{\beta_2})^2| + |(\pi_{\beta_1})^2 - (\pi_{\beta_2})^2|) \quad (9)$$

Pisagor Bulanık AHP

Aşama 1: Güvenirliği ihlal edilmiş ikili karşılaştırma matrisi $A = (a_{ik})_{m \times m}$ dilbilimsel değerlendirme ölçeği Tablo 2'de sunulmuştur (Zhang & Xu, 2014; Tezcan vd., 2020).

Tablo 2

PBAHP Dilbilimsel Değerlendirme Ölçeği (Zhang & Xu, 2014)

Dilsel Terim	Pisagor Bulanık Sayılar			
	μ_L	μ_U	ν_L	ν_U
Kesinlikle Düşük Önem	0	0	0.9	1
Çok Düşük Önem	0	0	0.8	0.9
Düşük Önem	0.2	0.35	0.65	0.8
Ortalama Önem Altında	0.35	0.45	0.55	0.65
Ortalama Önem	0.45	0.55	0.45	0.55
Ortalama Önem Üstünde	0.55	0.65	0.35	0.45
Yüksek Önem	0.65	0.8	0.2	0.35
Çok Yüksek Önem	0.8	0.9	0.1	0.2
Kesinlikle Yüksek Önem	0.9	1	0	0
Tam Eşit	0.1965	0.1965	0.1965	0.1965

Aşama 2: Kriterlerin değerini bulanık sayıya indirgeyebilmek için iç çarpımsal matris oluşturulmalıdır. Öncelikle iç çarpımsal matrisi hesaplayabilmek için fark matrisi (D) kurulmalıdır. Fark matrisini $D = (d_{ik})_{m \times m}$ eşitlik (10) ve (11) kullanılarak üyelik ve üyelik dışı fonksiyonlarının üst ve alt değerleri hesaplanır.

$$d_{ikL} = \mu_{ikL}^2 - \nu_{ikU}^2 \quad (10)$$

$$d_{ikU} = \mu_{ikU}^2 - \nu_{ikL}^2 \quad (11)$$

Aşama 3: Eşitlik (12) ve (13) kullanılarak $S = (s_{ik})_{m \times m}$ aralık çarpım matrisi hesaplanır.

$$s_{ikL} = \sqrt{1000^{d_{ikL}}} \quad (12)$$

$$s_{ikU} = \sqrt{1000^{d_{ikU}}} \quad (13)$$

Aşama 4: Eşitlik (14) belirlilik değerinin matrisi oluşturulur.

$$\tau_{jk} = 1 - (\mu_{ikU}^2 - \mu_{ikL}^2) - (\nu_{ikU}^2 - \nu_{ikL}^2) \quad (14)$$

Aşama 5: Eşitlik (15) normalizasyondan önce ağırlık matrisi $T = (t_{ik})_{m \times m}$ elde edilir ve belirlilik dereceleri $S = (s_{ik})_{m \times m}$ ile çarpılır.

$$t_{ik} = \left(\frac{s_{ikL} + s_{ikU}}{2} \right) \tau_{ik} \quad (15)$$

Aşama 6: Eşitlik (16) normalleştirilmiş öncelik ağırlığı ω_i hesaplanır.

$$\omega_i = \frac{\sum_{k=1}^m t_{ik}}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m t_{ik}} \quad (16)$$

Pisagor Bulanık TOPSIS

Aşama 1: Pisagor bulanık dil ölçeği Tablo 2'de sunulmuştur. Eşitlik (17) Karar matrisi $R = (C_j(x_i))_{m \times m}$ oluşturulur. $C_j (j = 1, 2, \dots, n)$ ve $x_i (i = 1, 2, \dots, m)$ kriterleri ve alternatifleri ifade eder.

$$R = (C_j(x_i))_{m \times m} = \begin{pmatrix} P(u_{11}, v_{11}) & P(u_{12}, v_{12}) & \dots & P(u_{1n}, v_{1n}) \\ P(u_{21}, v_{21}) & P(u_{22}, v_{22}) & \dots & P(u_{2n}, v_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P(u_{m1}, v_{m1}) & P(u_{m2}, v_{m2}) & \dots & P(u_{mn}, v_{mn}) \end{pmatrix} \quad (17)$$

Tablo 3

PBTOPSIS Dilsel Değerlendirme Ölçeği

Dilsel Terim	Pisagor bulanık sayılar	
	\underline{y}	\overline{y}
Aşırı düşük	0.1	0.99
Çok az	0.1	0.97
Biraz	0.25	0.92
Orta küçük	0.4	0.87
Orta	0.5	0.8
Orta yüksek	0.6	0.71
Yüksek	0.7	0.6
Çok yüksek	0.8	0.44
Son derece yüksek	0.1	0

Aşama 2: Eşitlik (18) ve (19) Pisagor pozitif ideal çözüm (PF-PIS) ve negatif ideal çözümler (PF-NIS) hesaplanır.

$$x^+ = \{c_j, \max_i \langle s, (C_j(x_i)) \rangle \mid j = 1, 2, \dots, n\}$$

$$= \{c_1, \langle c_1, p(u_1^+, v_1^+) \rangle, \langle c_2, p(u_2^+, v_2^+) \rangle, \dots, \langle c_n, p(u_n^+, v_n^+) \rangle\} \quad (18)$$

$$x^- = \{c_j, \min_i \langle s, (C_j(x_i)) \rangle \mid j = 1, 2, \dots, n\}$$

$$= \{c_1, \langle c_1, p(u_1^-, v_1^-) \rangle, \langle c_2, p(u_2^-, v_2^-) \rangle, \dots, \langle c_n, p(u_n^-, v_n^-) \rangle\} \quad (19)$$

Aşama 3: Eşitlik (20) ve (21) kullanılarak PF-PIS ve PF-NIS arasındaki uzaklık hesaplanır.

$$D(x_i, x^+) = \sum_{j=1}^n \omega_j d(C_j(x_i), C_j(x^+))$$

$$= \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \omega_j (|\mu_{ij}^2 - (\mu_j^+)^2| + |v_{ij}^2 - (v_j^+)^2| + |\pi_{ij}^2 - (\pi_j^+)^2|) \quad (20)$$

$$D(x_i, x^-) = \sum_{j=1}^n \omega_j d(C_j(x_i), C_j(x^-))$$

$$= \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \omega_j (|\mu_{ij}^2 - (\mu_j^-)^2| + |v_{ij}^2 - (v_j^-)^2| + |\pi_{ij}^2 - (\pi_j^-)^2|) \quad (21)$$

Eşitlikler (20) ve (21) için $i=1, 2, \dots, n$. Bunlara göre daha küçük $D(x_i, x^+)$ alternatif o kadar iyi x_i ve daha küçük $D(x_i, x^-)$ alternatif o kadar iyi x_i ve izin ver $D_{min}(x_i, x^+) = \min_{1 < i < m} D(x_i, x^+)$ ve $D_{ax}(x_i, x^-) = \max_{1 < i < m} D(x_i, x^-)$.

Aşama 4: Eşitlik (22) her alternatifin gözden geçirilmiş yakınlığı hesaplanır.

$$\xi(x_i) = \frac{D(x_i, x^-)}{D_{max}(x_i, x^-)} - \frac{D(x_i, x^+)}{D_{min}(x_i, x^+)} \quad (22)$$

Aşama 5: Alternatiflerin en iyi sıralaması hesaplanır. En iyi çözüm, revize edilmiş katsayı değeri en yüksek olan çözümdür.

Extended Summary

Introduction

The Defense and Aerospace Industry Manufacturers Association (SASAD) reveals essential findings in its performance report. Although the events and situations faced with the effect of COVID-19 in the last two years have been complex, it has been an instructive process. Considering the data from 2021, the sector started to rise again after the pause in 2020, from the moment it began to emerge from the effects of the pandemic. According to the report's data given by 81 enterprises, it is calculated in US dollars. For this reason, there was an increase of 14.72% in total turnover and a 42% increase in foreign income in 2021 compared to the previous year. However, it showed a strong product and technology development performance, with an increase of over 30%.

The effects of the pandemic and the conflict between Russia and Ukraine cause an increase in prices, especially in commodities. It is foreseen that the rise in input costs will negatively affect the sector in 2022. However, to maintain the growth of the defense industry in 2021- 2022, it was decided to take the position of project manager to control the price increase and ensure competition in the global arena. In this context, this study, in which the sector is extensively researched, focuses on the project manager selection problem. When this problem is considered comprehensively, it is suitable for both realistic and fuzzy multi-criteria decision-making (MCDM) techniques in terms of the opinions and experiences of experts, together with multiple criteria.

Method

It was put forward by Zadeh in 1965. Fuzzy sets are essential for MCDM problems as the complexity and uncertainty of human thought increase. To extend Zadeh's fuzzy sets in most fields, Atanassov determined the membership and non-membership degrees in 1986 and proposed the theory of intuitive fuzzy sets (IFS). The sum of the membership rating and non-membership rating does not have to be 1.0. So, the distance between the result of the sum and 1.0 is the degree of indecision of the decision-maker. IFS is widely used in fields such as image recognition, decision-making, and medical analysis to enable real-world applications. However, there is a possibility of not being a member during the decision-making phase, and the sum of the membership degrees is more than 1.0. In this case, the method is insufficient. To avoid IFS problems, he announced Pythagorean fuzzy sets (PFS), an extended version of IFS. In other fuzzy sets, the sum of membership and non-membership degrees is obtained as a maximum of 1.0, while in PFSs, the membership and non-membership degrees of the sum of squares are equal to a maximum of 1.0. In this case, this theory eliminates the shortcomings of other fuzzy sets. In this study, the pre-selection of the candidates who applied for the project manager selection was calculated by weighted scoring. Then, the candidates who passed the pre-selection were ranked using the Pythagorean Fuzzy Analytical Hierarchy Method and the Pythagorean Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution method.

Conclusion

A project manager is needed for the project to be completed at the desired time and for the staff to work in a coordinated manner. However, personnel who can manage the crisis environment well are required. For this reason, selecting the appropriate personnel among the candidates who apply to the job posting with the most selection problems is critical. A selection must be made among 25 candidates who apply to the advertisement opened by the defense industry. AP, PFAHP, and PFTOPSIS techniques were used to solve the problem. In the first stage, 25 candidates who applied to the job posting were eliminated with the AP technique. This process was applied according to the scoring determined by the human resources manager. As a result of the elimination, five candidates were qualified to pass the second stage. In the second stage, seven criteria were determined for the problem. The PFAHP technique calculated the weight of these seven criteria. Five candidates were prioritized using the PFTOPSIS technique with these criteria weights. When this prioritization is examined, it is seen that Candidate 6 is suitable for the project manager position. It reflects criteria such as entrepreneurship and professional experience that Candidate 6 is competent. This indicates the consistency of the result found in the problem's solution. However, if more than one person is required to be recruited to the defense industry, they are Candidate 6, Candidate 8, and Candidate 9, respectively.