



PROMETHEE YÖNTEMİ İLE BİR TEKNİK MÜŞAVİR FİRMA SEÇİMİ

Latif Onur UĞUR^{1*}, Merve ÖLÇER¹

¹Düzce University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 81620, Düzce, Türkiye

Özet: Teknik müşavir, doğal veya inşa edilmiş çevre üzerinde teknolojiye dayalı bilgi ve düşünceye dayalı hizmet veren kişi veya kuruluştur. Uluslar arası inşaat projelerinde ilgili yapıım projesinin projelendirme ve ihale aşamalarından yapıım kontrolü, ödemeler ve kesin kabul aşamalarına kadar önemli görevler yürütür. Pek çok önemli yapıım projesinde işveren tarafından görev verilmesi gerekliliği bulunmaktadır. Bu çalışmada, bir işverenin teknik müşavir firma seçim seçimi PROMETHEE yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde, uzman görüşleri yardımı ile kriterler belirlenmiş ve alternatifler tespit edilmiştir. Alternatif adayların öncelikleri PROMETHEE yöntemi ile hesaplanarak öncelik sıraları belirlenmiştir. PROMETHEE yöntemiyle elde edilen sonuçlar PROMETHEE I ve PROMETHEE II yöntemleri ile irdelenmiştir. Ayrıca GAİA Düzlemi yardımı ile analiz edilmiştir. Bu yöntem ile gerekli kriterleri sağlayan alternatif adaylar arasından en uygun teknik müşavir firmanın belirlenmesi sağlanmış ve işletmelerde doğru teknik müşavir firmanın seçilememesinden kaynaklanan maliyetler ve seçim sürecindeki subjektif değerlendirmeler en aza indirilmeye çalışılmıştır. Yöntem tüm kriterler eşit önem derecesinde iken ve kriterlere farklı ağırlıklar verilmiş olarak iki farklı şekilde uygulanmıştır. Bu iki uygulamadan çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: PROMETHEE Yöntemi, Çok kriterli karar verme (ÇKKV), Teknik müşavir mühendis firma

Choosing a Technical Consultant Company with PROMETHEE Method

Abstract: The technical consultant is the person or organization that provides technology based knowledge based on technology on natural or built environment. It carries out important tasks in the international construction projects from the project preparation and tender stages of construction project to construction control, payments and final acceptance stages. Many important construction projects, they have to be assigned by the employer. In this study, the selection of technical consultant company of an employer was carried out by PROMETHEE method. In this method, criteria were determined with the help of expert opinions and alternatives were determined. The priorities of the alternative candidates were determined by the PROMETHEE method and their priorities were determined. PROMETHEE II and PROMETHEE II methods were used to evaluate the results. It was also analyzed with the help of GAİA Plane. With this method, the most appropriate technical advisory firm has been determined among the alternative candidates providing the necessary criteria and the costs arising from not selecting the right technical advisor firm in the enterprises and the subjective evaluations in the selection process have been tried to be minimized. The method has been applied in two different ways, while all criteria are of equal importance and different weights are given to the criteria. The results of these two applications were compared.

Keywords: PROMETHEE Method, Multi criteria decision making (MCDM), Technical consultant engineer

*Corresponding author: Düzce University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 81620, Düzce, Türkiye

E mail: latifugur@duzce.edu.tr (L. O. UĞUR)

Latif Onur UĞUR  <https://orcid.org/0000-0001-6428-9788>

Merve ÖLÇER  <https://orcid.org/0009-0001-9187-6766>

Gönderi: 16 Ağustos 2024

Kabul: 05 Nisan 2025

Yayınlanma: 15 Temmuz 2025

Received: August 16, 2024

Accepted: April 05, 2025

Published: July 15, 2025

Cite as: Uğur LO, Ölçer M. 2025. PROMETHEE yöntemi ile bir teknik müşavir firma seçimi. BSJ Eng Sci, 8(4): 918-926.

1.Giriş

Müşavir kelimesi sözlük karşılığı olarak; “danışılan, istişare edilen” anlamını taşımaktadır. Ayrıca “bir konuda görüşüne başvurulana” olarak da ifade edilebilir. Bu günkü dilde “danışman” olarak isimlendirilebilir. Müşavirlik kelimesi de; “danışma(k), istişare etmek” anlamını taşımaktadır (tmmb.org.tr, 2024). Müşavir Mühendis/Mimar tanımlaması özetle; “üniversiteden mezun olduktan sonra en az 12 yıl profesyonel olarak çalışmış ve bu sürenin en az 6 yılında müşavirlik hizmetleri veren bir firmada yetkili pozisyonda hizmet vermiş, TMMOB üyesi olan mühendisler ve mimarlar”dır şeklinde yapılabilir (imo.org.tr, 2024). Antik Yunanca

tekhne kelimesinden gelen ve Latince ars’a tekabül eden “teknik”, her türlü uzmanlık, beceri, eklemlenme anlamına gelir (csb.gov.tr, 2024). Teknik müşavir, doğal veya inşa edilmiş çevre üzerinde teknolojiye dayalı bilgive düşünceye dayalı hizmet veren kişi veya kuruluştur (tmmb.org.tr, 2024). TürkMMMB, ilgili Tüzük maddesinin (Madde 4/A - Müşavir Mühendis ve Mimarlığın Tanımı) yanı sıra, kendi ilkeleri paralelinde ve üyesi bulunduğu FIDIC’e üye gelişmiş ülkelerin de benimsediği “Teknik Müşavir, doğal veya inşa edilmiş çevre üzerinde teknolojiye dayalı bilgi ve düşünceye dayalı hizmet veren kişi veya kuruluştur.” tanımını kabul etmiştir (tmmb.org.tr, 2024). Bir başka tanıma göre “bir meslek



dalında fizik, kimya, matematik v.b. bilimlerden elde edilen verileri iş ve yapım alanında uygulamak için görüşüne başvurulmuş kişiye” teknik müşavir denir. Üniversitede alınan eğitimle, edinilen bilgi ve beceriler arasında bir bağlantı olabilir veya olmayabilir ancak Müşavir’in gerçekte bir uzman olduğunu, ama bununla birlikte, deneyimi eğitim içersin ya da içermesin bu deneyimlerden bilgi ve beceri geliştiren, etkin ve iyi bir öğrenici olmasının şart olduğu söylenebilir. Bu teorik açılımının yanında Kamu İhale Kanunu’nda geçen tanımında “bilgi ve deneyimini idarenin yararı için kullanan, danışmanlığını yaptığı işin yüklenicileri ile hiçbir organik bağ içinde bulunmayan, idareden danışmanlık hizmeti karşılığı dışında hiçbir kazanç sağlamayan ve danışmanlık hizmetlerini veren hizmet sunucuları” olarak tanımlanmıştır. İkinci tanımda organik bağ istenmemesinin ana nedeni yapılacak işin idaresinde yüklenici kişilere karşı oluşturulan iş akışının aksi bir görüşünü dile getirmekten çekinmeyecek bir müşavirlik hizmeti için gerekli görülmektedir (igeme.com.tr, 2024). Uluslararası Mühendis ve Müşavirler Federasyonu (FIDIC) teknik müşavirliğin etik tarafına dikkat çekerek “sosyal sorumluluk, yetkinlik, bütünleşme, tarafsızlık, adil davranış, usûlsüzlük karşıtlığı” olarak özetlemiştir.

1.1. Teknik Müşavirlerin Görevleri

- Planlama / Değerlendirme
- Zemin Etüdler
- Fizibilite (Olabilirlik) Etütleri
- Ön araştırma ve programlama hizmetleri
- Araştırma, geliştirme ve Planlama işleri
- Mimarlık – Mühendislik Tasarım İşleri
- Kredi raporu hazırlanması
- İhale Dokümanlarının Hazırlanması
- İhale Değerlendirme ve Sözleşme Akdine Yönelik Teknik Yardım Hizmetleri
- Metraj, keşif, teknik ve idari şartname hazırlanması,
- İhale yönetimi, danışmanlığı ve değerlendirme hizmetleri,
- Mesleki, teknik, mali ve inşaat kontrolörlüğü ve denetimi,
- Kurumsal yapılanma ve özelleştirme faaliyetlerine yönelik danışmanlık,
- Çevre etki değerlendirme hizmetleri,
- Gayrimenkul değerlendirme hizmetleri,
- İşletmeye alma ve işletme danışmanlığı,
- Teknoloji, malzeme ve teçhizat seçimi ve standartlarının belirlenmesi
- İnşaat Yönetimi
- Proje Yönetimi
- Mesleki, teknik, mali inşaat kontrolörlüğü ve denetimi
- İşletmeye Alma Danışmanlığı
- Personelin Teknik Eğitimi
- Kurumsal yapılanma ve özelleştirme faaliyetlerine yönelik danışmanlık
- Anlaşmazlıkların Giderilmesi olarak sıralanabilir. Hakemlik görevlerinin bir kısmını veya hepsini birlikte üstlenmek Teknik Müşavirliğin yukarıda hizmet alanları

haricinde yeni yönetmelikler sebebiyle eklenen yeni hizmet alanları da ortaya çıkmıştır. Bunlar;

- Yapı Tesistat Tasarımı ve İşletme Yönetimi
- Trafik ve Sinyalizasyon Mühendisliği ve Kapasite Ölçüm Hizmetleri
- Yangın güvenliği danışmanlığı
- Risk Analizi ve Yönetimi
- İş ve İşçi Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri
- Akustik ve Termik Yapı Fiziği Çalışmaları
- Geoteknik Mühendisliği Hizmetleri
- Tekno-ekonomik İşletme Yönetimi
- Coğrafi Bilgi Sistemleri
- Bilgi Yönetimi
- Kalite Kontrol ve Yönetimi Hizmetleri’dir (igeme.com.tr, 2024).

Tünel, uluslararası literatürde mutabakat sağlanmış bir tanımı olmamakla birlikte; genel anlamıyla yer altından kazı yapılmak suretiyle oluşturulan geçitlerdir. Ana kullanım amaçları motorlu taşıt ulaşımı, metro ve demiryolu ulaşımı ve su taşımaktır. Bir yandan öbür yana geçebilmek için yer altında açılan yol anlamına gelir (turkcebilgi.com, 2024). Tünel projesine seçilecek olan bir teknik müşavir firmadan tünellerin planlaması, tasarımı ve proje uygulama hizmetleri konusunda geniş bilgi birikimine ve tecrübeye sahip olması beklenmektedir. Aşağıda sıralanan özellikleri de taşıması yararlı olacaktır.

- Fizibilite Etüdları
- Jeodezik Etüdları
- Hidrolik ve Hidro-Jeolojik Etüdları
- Zemin Etüdları (Jeolojik ve Geoteknik)
- Çevresel Etki Değerlendirme
- Ulaşım / Trafik Planlama ve Tasarımı
- Güzergah Optimizasyonu ve Tasarımı
- Jeoloji Mühendisliği
- Geoteknik ve Kaya Mekaniği Mühendisliği
- Yapısal ve Deprem Tasarımı (Kazı-İksa ve İç Kaplama)
- Oturma Analizi ve Tünel Üstündeki Binalara Gelebilecek Zarar Değerlendirmesi
- Güçlendirme / Rehabilitasyon
- Elektrik Sistemler Tasarımı (Enerji Temini; Aydınlatma; Kontrol Sistemi; Haberleşme-Telefon, Telsiz, Hoparlör; Sinyalizasyon ve Trafik İşaretleme)
- Mekanik Sistemler Tasarımı (Havalandırma; Su Temini; Yangın Söndürme) (emay.com/fu_tuneller, 2024).

PROMETHEE sıralama yönteminin birden fazla kriterin göz önünde bulundurulduğu karar verme süreçlerinde çeşitli alanlarda uygulandığı yapılan araştırma ve makalelerde görülmektedir. Keyser ve Peeters, birden fazla kriterin ele alınması gerektiği karar süreçlerinde PROMETHEE yönteminin kullanılmasındaki öneme ilgi çekmiş, PROMETHEE yönteminin avantaj ve dezavantajları belirtmişlerdir (De Keyser ve Peeters 1996). Yılmaz ve Dağdeviren, seçilen ekipmanların etkin bir üretim sistemi kurmada son derece önemli olduğunu belirterek PROMETHEE yöntemi ile ekipman seçimi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında, 11 adet alternatif

kaynak makinesini 6 farklı kriter açısından değerlendirmişlerdir. Bu kriterler; sektörel kullanılabilirlik, fiyat, ağırlık, çalışma uyumu, ekipmanın işlemeye uyumlu olduğu tel çapı ve kapladığı hacimdir (Yılmaz, ve Dağreviren, 2010). Soba, PROMETHEE yöntemini, aynı sınıftan olan altı panelvan otomobilden birinin seçiminde kullanmıştır. Fiyat, yakıt, maksimum hız, güvenlik, beygir gücü ve performans olmak üzere altı farklı kriter üzerinden yapılan çalışmada sonuçların tutarlı ve uygun olduğu belirtilmiştir (Soba 2012). Tuzkaya, vdadaşları, PROMETHEE yöntemi ile en doğru malzeme taşıma sistemi seçimi yapmış, İstanbul'daki bir fabrikanın ambar bölümü üzerine bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. Uygulama sonuçlarının yetkililerce yeni yatırım kararlarında dikkate alındığı belirtilmiştir (Tuzkaya vd., 2011). Amponsah, vdadaşları, telekomünikasyon operatörlerinin performansları üzerine gerçekleştirdikleri araştırmada, dört farklı kriteri ele alarak beş farklı alternatifini PROMETHEE sıralama yöntemi ile sıralamış, uygun ve etkin sonuçlara ulaşıldığını belirtmişlerdir (Amponsah vd. 2012). Şimşek, uzmanlık tezini yayınladığı IPA projelerinde, teknik müşavirlik hizmetlerinin ekonomi politiği araştırmasında, teknik müşavir firma nedir, görevleri nelerdir, inşaat sektöründe yeri nedir gibi konulara yer vermiştir (Şimşek 2013). Bu modeldeki parametreler bina tipi, inşaatın yapıldığı yer, (kat döşeme alanları, çatı alanı ve dış duvarların alanıdır).

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada bir tünel inşaatı için teknik müşavir firma seçilecektir. Teknik müşavir firmaların sıralanması için çok kriterli karar verme yöntemlerinden birinin kullanılması uygun görülmüştür. Bu yöntemler, sonlu sayıda alternatifleri değerlendirmede birbiriyle çelişen çok sayıda kriterden oluşurlar. Çok kriterli karar vermede sıklıkla kullanılan TOPSIS, ELECTRE, AHP gibi yöntemler, gerek tek tek gerekse bir arada uygulanarak, seçim işleminde daha doğru karar verilmesini sağlarlar. Bu çalışmada beş tane teknik müşavir firma arasından bir tanesi çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile belirlenecektir.

2.1. PROMETHEE Sıralama Yöntemi

PROMOTHEE yöntemi, PROMOTHEE 1 (kısmi sıralama) ve PROMOTHEE 2 (tam sıralama) olmak üzere 2 ana aşamadan oluşan ve ilk olarak J. P. Brans tarafından 1982 yılında geliştirilen ve ilk defa Kanada'daki Laval Üniversitesi'ndeki bir konferansta sunulan çok ölçütlü bir karar verme yöntemidir. Buradaki PROMETHEE yöntemi ile ilgili açıklamalar da Brans'ın (1982) eserinden derlenmiştir (Şenkayası, ve Hekimoğlu 2013) Yöntem, karar noktalarının sırasını, PROMETHEE 1 ve PROMETHEE 2 ana aşamalarıyla belirler. PROMETHEE yöntemi karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalarına dayanır. PROMOTHEE yöntemini diğer çok değişkenli karar verme yöntemlerinden ayıran temel fark, değerlendirme

faktörlerinin birbiri ile ilişkilerini gösteren önem ağırlıklarını ve her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini de dikkate almasıdır. Değerlendirme faktörlerinin iç ilişkisi, veri kümesinin dağılımıyla ortaya konur ve yöntemde bu amaçla 6 farklı dağılım öngörülmüştür. PROMETHEE yönteminin başlangıçtan sonuç aşamasına kadar 5 adımı vardır. Bu adımlar ve içerdikleri formüller (eşitlik 1) aşağıda sırasıyla verilmiştir (Özdağoğlu 2013)

2.1.1. Adım 1

k (1, 2, ..., k) ölçüt sayısını göstermek koşuluyla, $w=(w_1, w_2, \dots, w_k)$ ağırlıkları ile k ölçüt $c=(f_1, f_2, \dots, f_k)$ tarafından değerlendirilen alternatiflere $A=(a, b, c, \dots, m)$ ilişkin veri matrisi (eşitlik 1), Tablo 1.'de verilen şekilde oluşturulur.

$$p[f(a), f(b)] = p[f(a) - f(b)] \quad (1)$$

Tablo 1. Veri matrisi

	Ölçüt 1 (f1)	Ölçüt 2 (f2)	Ölçüt k (fk)
Alternatif a	f(a)	f(a)	f(a)
Alternatif b	f(b)	f(b)	f(b)
Alternatif m	f(m)	f(m)	f(m)
Ağırlıklar	W1	W2	Wk

2.1.2. Adım 2

Alternatifler, kriter bazında ikili karşılaştırırken Brans (1982) tarafından tanımlanmış 6 tercih fonksiyonundan bir tanesini kullanmaktadır. Ölçütler için tercih fonksiyonları tanımlanır. PROMETHEE yönteminde kullanılan 6 farklı tercih fonksiyonu Tablo 2.'de gösterilmiştir.

Buradaki parametreler;

q= Farksızlık Değeri

p= Kesin Tercih Eşiği

s= p ve q arasındaki ara değer ya da standart sapma olarak tanımlanır.

q değeri, değerlendirme faktörlerinin karar noktalarına göre en büyük fark değeri iken, p değeri

ise en küçük farktır.

Burada d değeri, bir değerlendirme faktörü açısından iki karar noktası değerleri arasındaki farktır (Genç ve Mahmut 2013).

Tablo 2. Tercih fonksiyonları

Tip	Parametre	Fonksiyon	Grafik, P(x)
Birinci Tip (Olağan)	-	$P(x) = \begin{cases} 0, & \forall x \leq 0 \\ 1, & \forall x > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-tipi)	l	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$	
Üçüncü Tip (V-tipi)	m	$P(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q,p	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q+p \\ 1, & x > q+p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Lineer)	s,r	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s \leq x \leq s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$	

2.1.3. Adım 3

Tercih indeksleri her iki alternatifin (a,b) karşılıklı olarak üstünlüklerini belirlemek açısından eşitlik 2 ve 3'de gösterilmiştir.

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(a, b) \quad (2)$$

$$\pi(b, a) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(b, a) \quad (3)$$

2.1.4. Adım 4

Her alternatif için elde edilen tercih indeksleri vasıtasıyla, alternatiflerin pozitif ve negatif akımları elde edilir. Alternatiflerin tercih indeksleri matrisinde kendi satır ve sütunlarında bulunan tercih indeks değerlerinin toplamının $(n-1)$ değerine bölünmesiyle hesaplanan pozitif ve negatif akımlar eşitlik 4 ve 5'te belirtilmiştir. (Mareschal ve Brans 1988)

$$\begin{aligned} \text{Pozitif akım:} & \\ \Phi^+ (a) &= \sum \pi (a,b) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{Negatif akım:} & \\ \Phi^- (a) &= \sum \pi (b,a) \end{aligned} \quad (5)$$

2.1.5. Adım 5

Pozitif ve negatif akım değerleri ile PROMETHEE I sonuçlarını elde eden karar verici, bu sonuçlarla alternatiflerin en iyiden en kötü seçeneğe göre sıralamasını elde edemeyebilir. Böyle durumlarda eşitlik 6'dan faydalanılarak PROMETHEE II net akım değerleri hesaplanır.

$$\Phi(a) = \Phi^+ (a) - \Phi^- (a) \quad (6)$$

Hesaplanan net öncelik değeri $\Phi (a)$, pozitif ve negatif akımların bir dengesini oluşturur. Net akım ne kadar büyükse alternatifin performansı o kadar yüksektir. Hesaplanan net akımlar sonunda artık alternatifler arasında tam bir sıralama yapmak mümkün olabilmektedir (Mareschal ve Brans 1988)

Karar noktalarına ilişkin negatif ve pozitif üstünlük değerlerinin ikili karşılaştırmalarının yapıldığı bu aşamada karşılaşılabilecek üç mümkün durum, bir karar noktasının diğerine üstünlüğü, karar noktalarının farksızlığı ve karar noktalarının birbirleriyle karşılaştırılamaması durumlarıdır. (Yıldırım 2014)

Karşılaştırmalarda karşılaşılabilecek durumlar aşağıda verilmiştir.

$$\Phi^+ (a) > \Phi^+ (b) \text{ ve } \Phi^- (a) < \Phi^- (b)$$

$$\Phi^+ (a) > \Phi^+ (b) \text{ ve } \Phi^- (a) = \Phi^- (b)$$

1.durum: a, b'den üstündür.

$$\Phi^+ (a) = \Phi^+ (b) \text{ ve } \Phi^- (a) < \Phi^- (b)$$

$$\Phi^+ (a) = \Phi^+ (b) \text{ ve } \Phi^- (a) = \Phi^- (b)$$

2.durum: a, b'den farksızdır

$$\Phi^+ (a) > \Phi^+ (b) \text{ ve } \Phi^- (a) > \Phi^- (b)$$

$$\Phi^+ (a) < \Phi^+ (b) \text{ ve } \Phi^- (a) < \Phi^- (b)$$

3.durum: a ile b karşılaştırılmaz.

Bu formüle göre a ve b gibi iki karar noktası için $\Phi (a) > \Phi (b)$ ise a karar noktası b karar noktasından üstündür.

Eğer $\Phi (a) = \Phi (b)$ ise a karar noktası b karar noktasından farksızdır.

2.2. GAIA Düzlemi

Alternatiflerin k boyutlu (kriter sayısı kadar boyutlu) bir uzayda gösterilmesini müteakip, Temel Birleşenler Analizi (Principal Component Analysis, PCA) kullanılarak kriterlerin ve alternatiflerin daha

anlaşılabilir bir gösterim ile karar vericiye sunulabilmesi için belirtilen k boyutlu uzaydan 2 boyutlu bir düzlem üzerine izdüşümleri hesaplanmak suretiyle bir düzlem oluşturulur (Epür). Alternatifler ve kriterlerin gösterildiği bu düzleme GAIA düzlemi denilmektedir.

Alternatiflerin ve kriterlerin GAIA düzlemindeki geometrik sunumu problemi analiz ederken önemli bir zenginlik sağlayacaktır. Bu teknik karar verme sürecinde özellikle her bir kriterin önemini değerlendirmek için kullanılır. Ayrıca bu teknikle kriterler üzerindeki tercih oranlarının kavranması, homojen alternatif kümelerinin belirlenmesi, belirli kriterler altındaki alternatifler arasından iyi olan alternatiflerin seçilmesi, alternatifler arasındaki karşılaştırılamazlık durumunun belirlenmesi gibi amaçlar gerçekleştirilebilir (Mareschal ve Brans 1988).

3. Bulgular ve Tartışma

PROMETHEE yönteminin uygulaması bir işveren için yapılmıştır. Bu teknik müşavir firma iş pozisyonu için başvurular arasından en uygun teknik müşavir firma seçilmesi amaçlanmıştır. Uygulamada Visual PROMETHEE programı kullanılmıştır.

3.1. Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi Ve Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu uygulama için iş tanımları incelenmiş, uzman görüşleri alınarak bir teknik müşavir firmasının sahip olması gereken nitelikler değerlendirilmiştir. Tüm bu veriler kullanılarak ve uzman görüşleri alınarak, bu pozisyonun kriterleri belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterler aşağıda sıralanmıştır.

Kriterler:

- Daha önce yaptıkları iş sayısı
- Kaç yıllık firma olduğu
- Çalıştırdıkları teknik eleman sayısı
- Bir yılda döndürdükleri para
- Adliye yansıması olayların varlığı
- Tünel projesinde teknik müşavirlik yapmış olması

Aday kuruluşların (A, B, C, D ve E) her kritere göre değerlendirilmesi yine uzmanlar yardımı ile yapılmış ve Tablo 3.'te verilen karar m

3.2. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi Ve Alternatiflerin Sıralaması

Uygulamanın bu aşamasında ilk olarak belirlenen tüm kriterlerin eşit önem derecelerine sahip olduğu kabulü ile hareket edilmiş ve ağırlık değeri olarak her kritere 1 değeri atanmıştır. Daha sonra tüm kriterlere uzman görüşleri doğrultusunda ağırlıklar verilerek iki durum karşılaştırılacaktır. İkinci durumda kriterlere verilen ağırlıklar Tablo 4. 'te gösterilmiştir (Ağırlıkların toplamı 1'dir).

3.3. Visual PROMETHEE Programı ile Çözüm

3.3.1. Kriter ağırlıklarının eşit olduğu durum

Kriterlere eşit ağırlıkların atanmasının ardından,

yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen tüm veriler; alternatif adaylar, kriterler, belirlenen tercih fonksiyonları ve tercih fonksiyon parametreleri düzenlenmiştir. Kriter nitelikleri, ağırlıkları, tecih fonksiyonları ve fonksiyon parametreleri ara yüze girilmiştir. Alternatifler değerlendirilerek pozitif, negatif ve net üstünlük değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan üstünlük değerleri aşağıda Tablo 5. te

gösterilmektedir.

Ardından PROMETHEE I yöntemi ile kısmi öncelikler, PROMETHEE II yöntemi ile de tam öncelikler belirlenmiştir (Şekil 1.a ve b).

PROMETHEE I ve II yöntemi ile bulunan kısmi ve tam öncelik sıralamalarına göre en iyi alternatif B çıkmıştır. Adaylar (P II için) en iyiden en kötüye doğru B, E, A, C, D olarak sıralanmaktadır.

Tablo 3. Karar matrisi

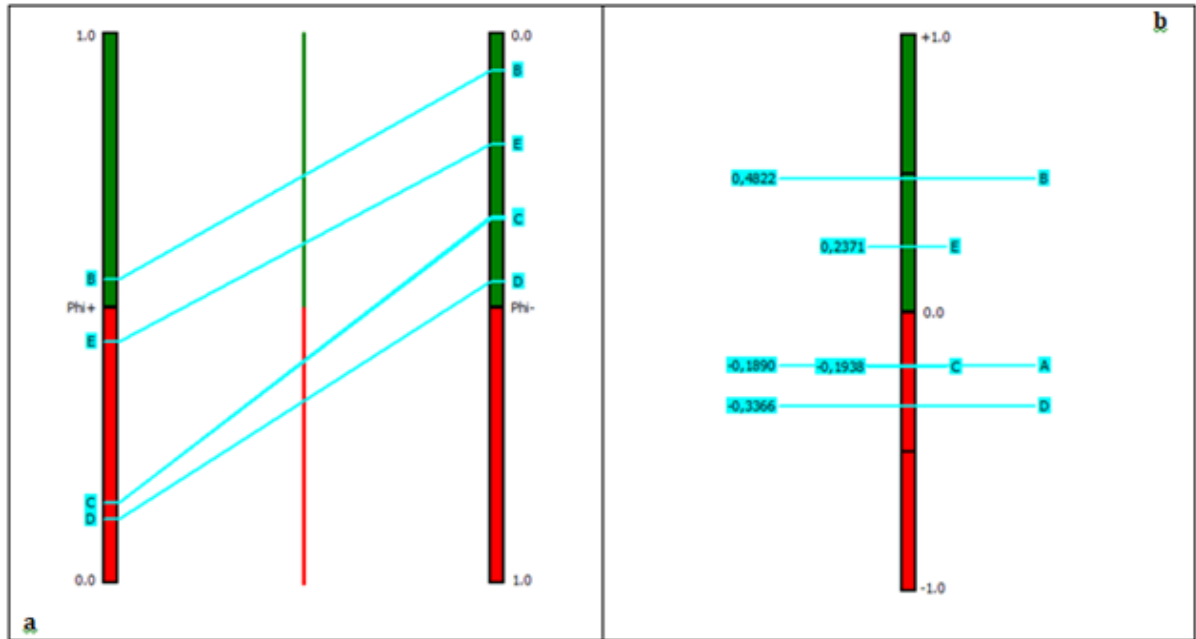
Kriterler	Adaylar				
	A	B	C	D	E
Daha önce yaptıkları iş sayısı	7	12	8	6	14
Kaç yıllık firma	12	18	11	8	22
Çalıştırdıkları teknik eleman sayısı	8	14	11	7	10
Bir yılda döndürdükleri para (milyon)	1,2	1,9	1,2	0,8	1,1
Adliye yansıması olayların varlığı	0	0	1	0	1
Tünel projesinde teknik müşavirlik yapmış olması	0	1	0	1	2

Tablo 4. Kriter ağırlıkları

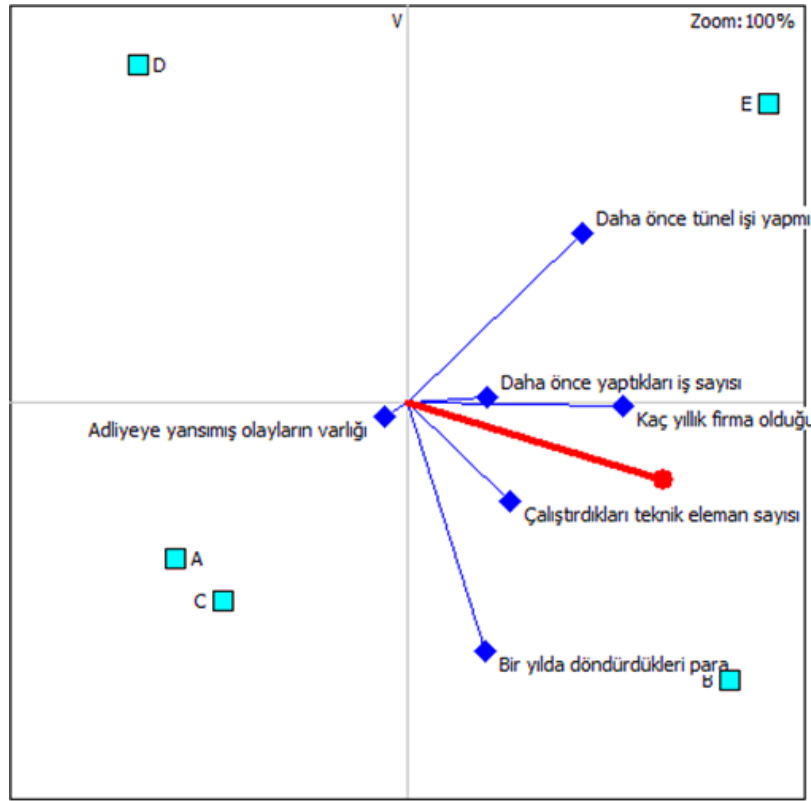
	Daha önce yaptıkları iş sayısı	Kaç yıllık firma	Çalıştırdıkları teknik eleman sayısı	Bir yılda döndürdükleri para (milyon)	Adliye yansıması olayların varlığı	Tünel projesinde teknik müşavirlik yapmış olması
Kriter ağırlıkları	0,13	0,08	0,2	0,17	0,12	0,3

Tablo 5. Eşit ağırlıklar için kriterlerin üstünlük değerleri

Alternatifler	q	q+	q-	Sıralama
B	0,4822	0,5514	0,0692	1
E	0,2371	0,4389	0,2018	2
A	-0,189	0,1457	0,3347	3
C	-0,1938	0,1459	0,3397	4
D	-0,3366	0,1167	0,4532	5



Şekil 1. Eşit ağırlıklı çözüm için PROMETHEE I (a) ve PROMETHEE II (b) sonuçları.



Şekil 2. Eşit ağırlıklı çözüm için GAIA düzlemi analizi.

GAIA düzlemine bakıldığında ayrıştırıcı özelliği en fazla olan kriter bir yılda döndürdükleri paradır. Alternatiflerin kriterlere göre durumu da bu grafikte gösterilmiştir. Örneğin E alternatifi daha önce tünel işi yapmış olma kriterine göre tercih edilmektedir. Tercih vektörü de B alternatifini göstermektedir. Bu sonuçlar PROMETHEE I ve PROMETHEE II ile de örtüşmektedir.

3.3.2. Kriterlere Ağırlık Verildiği Durum

Tablo 4’de belirtilen kriter ağırlıkları kullanılarak veriler ara yüze girilmiştir. Alternatifler değerlendirilerek pozitif, negatif ve net üstünlük değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan üstünlük değerleri aşağıda Tablo 6. da gösterilmektedir. Ağırlıksız ve ağırlıklı durumlar için yapılan sıralamalar Tablo 7.’de verilmiştir. Kriterlere ağırlık verildiğinde PROMETHEE I ve II yöntemleri ile bulunan kısmi ve tam öncelik sıralamasına göre en iyi

alternatif B çıkmıştır. Adaylar P II’ye göre en iyiden en kötüye doğru B, E, C, D, A olarak sıralanmaktadır.

GAIA düzlemine bakıldığında ayrıştırıcı özelliği en fazla olan kriter yine bir yılda döndürdükleri paradır. Tercih vektörü B alternatifini göstermektedir. Bu durumda sonuçlar PROMETHEE I ve PROMETHEE II ile örtüşmektedir.

4.Sonuç

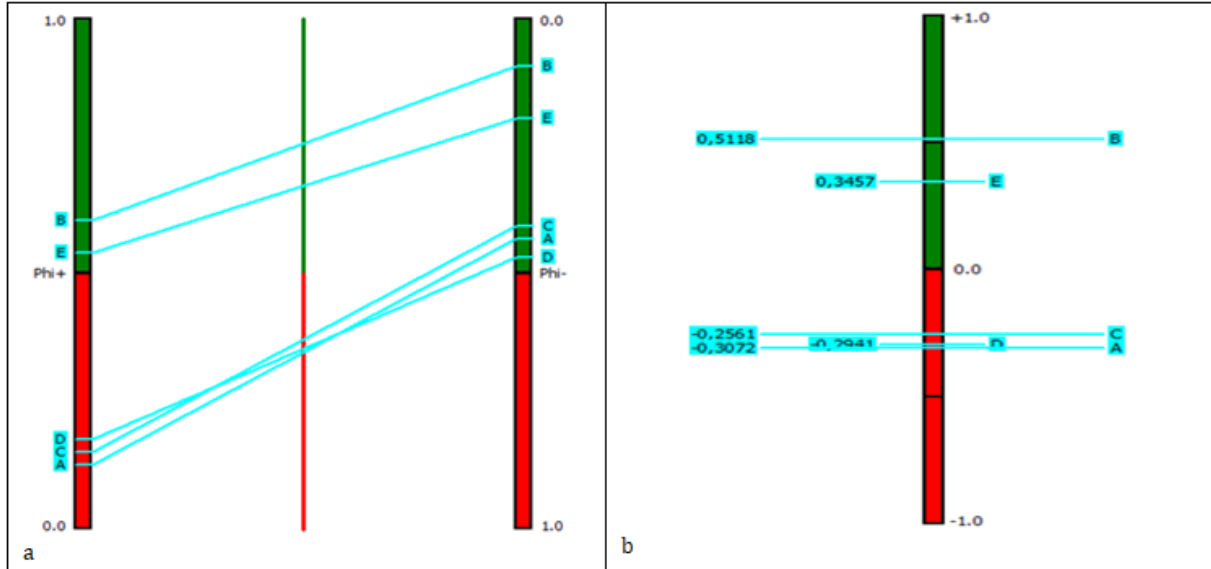
İki durumda da B ve E alternatiflerinin tercih sırası değişmemiştir. B alternatifi birinci, E alternatifi ikinci olmuştur. A, C ve D alternatiflerinin sırası iki durumda tercih sıraları farklıdır. Çalışma, yapım projelerinde işverenlerin teknik müşavir firma seçiminde PROMETHEE yönteminin başarı ile kullanılabileceğini göstermiştir. Bu problem verilerine göre: kriterlerin ağırlıklarının eşit ve farklı olduğu durumlarda sıralamadaki ilk iki seçenek değişmemiştir.

Tablo 6. Farklı kriter ağırlıkları için kriterlerin üstünlük değerleri

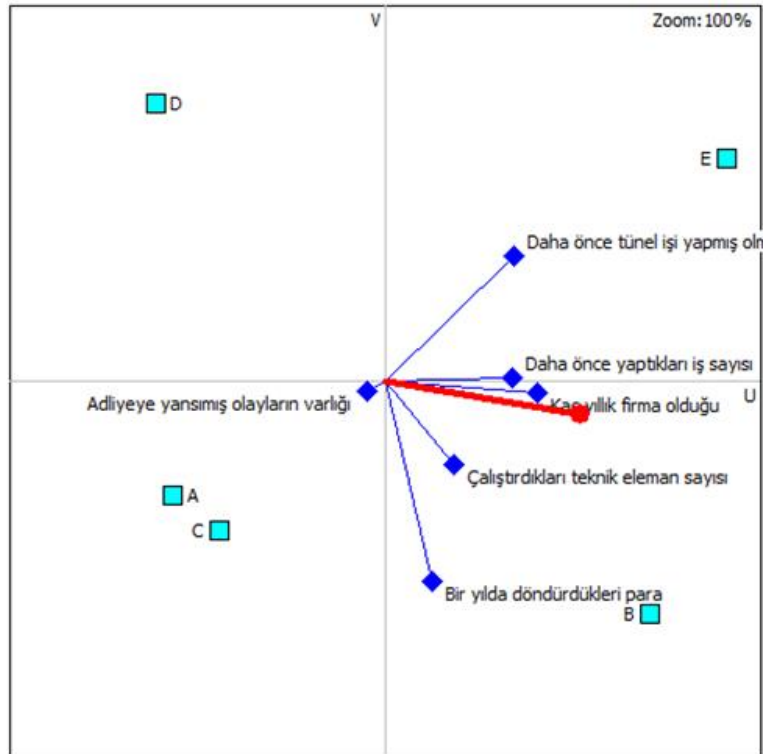
Alternatifler	q	q+	q-	Sıralama
B	0,5118	0,604	0,0922	1
E	0,3457	0,5413	0,1956	2
C	-0,2561	0,1501	0,4062	3
D	-0,2941	0,174	0,4681	4
A	-0,3072	0,1246	0,4318	5

Tablo 7. Eşit ve farklı ağırlıklardaki sıralamaların karşılaştırılması

Kriter Ağırlıkları Eşit			Kriter Ağırlıkları Farklı		
Alternatifler	qnet	Sıralama	Alternatifler	qnet	Sıralama
A	-0,189	3	A	0,4318	5
B	0,4822	1	B	0,0922	1
C	0,1938	4	C	0,4062	3
D	0,3366	5	D	0,4681	4
E	0,2371	2	E	0,1956	2



Şekil 3. Farklı kriter ağırlıkları için PROMETHEE I (a) ve PROMETHEE II (b) sonuçları.



Şekil 4. Farklı kriter ağırlıkları gaia düzlemi analizi.

Katkı Oranı Beyanı

Yazarların katkı yüzdeleri aşağıda verilmiştir. Yazarlar makaleyi incelemiş ve onaylamıştır.

	L.O.U	M.Ö.
K	50	50
T	50	50
Y	50	50
VTI	50	50
VAY	50	50
KT	50	50
YZ	50	50
KI	50	50
GR	50	50
PY	50	50
FA	50	50

K= kavram, T= tasarım, Y= yönetim, VTI= veri toplama ve/veya işleme, VAY= veri analizi ve/veya yorumlama, KT= kaynak tarama, YZ= Yazım, KI= kritik inceleme, GR= gönderim ve revizyon, PY= proje yönetimi, FA= fon alımı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Etik Onay Beyanı

Bu çalışmada hayvanlar ve insanlar üzerinde herhangi bir çalışma yapılmadığı için etik kurul onayı alınmamıştır.

Kaynaklar

- Amponsah SK, Yıldız A, Karşı B. 2012. Logistic preference function for preference ranking organization method for enrichment evaluation (PROMETHEE) decision analysis. *Afr J Math Comput Sci Res*, 5(6): pp: 112-119.
- Brans JP. 1982. L'ingénierie de la décision; Élaboration d'instruments d'aide à la décision. Méthode PROMETHEE. *Colloque d'Aide à la Décision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir*, 1982, Québec, Québec, Kanada, pp: 183-213.
- De Keyser W, Peeters P. 1996. A note on the use of PROMETHEE multicriteria methods. *Eur J Oper Res*, 89: pp:

457-461.

Emay. 2024. Tüneller. http://www.emay.com/fu_tuneller.aspx (accessed date: August 10, 2024).

Genç T, Mahmut M. 2013. TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile elde edilen üstünlük sıralamalarının bir uygulama üzerinden karşılaştırılması. *AKÜ İİBF Derg*, 15(2): pp: 539-567.

İGEME. 2024. Teknik müşavirlik nedir? <https://www.igeme.com.tr/teknik-musavirlik-nedir/> (accessed date: August 10, 2024).

İMO. 2024. Teknik müşavir tanımı. <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/280.pdf> (accessed date: August 10, 2024).

Mareschal B, Brans J. 1988. Geometrical representations for MCDA. *Eur J Oper Res*, 34: pp: 69-77.

Özdağoğlu A. 2013. Üretim işletmelerinde lazer kesme makinelerinin PROMETHEE yöntemi ile karşılaştırılması. *Ulus Yön İkt İşl Derg*, 9(19): pp: 1-15.

Soba M. 2012. PROMETHEE yöntemi kullanarak en uygun panelvan otomobil seçimi ve bir uygulama. *J Yaşar Univ*, 28(7): pp: 4708-4721.

Şenkayaş H, Hekimoğlu H. 2013. Çok kriterli tedarikçi seçimi problemine PROMETHEE yöntemi uygulaması. *Verimlilik Derg*, 1: pp: 66-67.

Şimşek A. 2013. IPA projelerinde teknik müşavirlik hizmetlerinin ekonomi politiği. https://www.csb.gov.tr/db/strateji/editordosya/Mehmet_Al_i_Simsek-Uzmanlik_Tezi.pdf (accessed date: August 10, 2024).

TMMMB. 2024. Teknik müşavir nedir? http://tmmmb.org.tr/images/tmmmb/gem/GEM_Seminer_T_eknik_musavir_nedir.pdf (accessed date: August 10, 2024).

Tuzkaya G, Aydın B, Kahraman C, Güzeller CO. 2011. Malzeme taşıma sistemi alternatiflerinin değerlendirilmesinde Bulanık-PROMETHEE yaklaşımı. *Doğuş Univ Derg*, 12(1): pp: 144-155.

Türkçe Bilgi. 2024. Teknik müşavirlik nedir? <https://www.turkcebilgi.com/t%C3%BCnel#bilgi> (accessed date: August 10, 2024).

Yıldırım B. 2014. Çok kriterli karar verme yöntemleri. *Dora Yayıncılık*, Bursa, Türkiye, pp: 60.

Yılmaz B, Dağdeviren M. 2010. Ekipman seçimi problemine PROMETHEE ve Bulanık PROMETHEE yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi. *Gazi Univ Müh Mim Fak Derg*, 25(4): pp: 811-826.