

Araştırma Makalesi

Bir Otobüs İşletmesi İçin Tedarikçi Seçimi

Emine Elif Nebati^{1*} , Hilal Yürük¹ , Zeynep Kenar¹ 

¹ Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Öz

Günümüz iş dünyasında rekabet her geçen gün artmaktadır. Bu yüzden doğru tedarikçi seçimi yapmak gerekmektedir. Kent içinde önemli bir yere sahip olan toplu taşıma sektöründe, doğru araçların seçimi büyük öneme sahiptir. Bu araştırmada, İstanbul'da bir kurumda otobüs alımları için tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Bu kapsamda, çok kriterli karar verme yöntemlerinden (ÇKVV) faydalanılmıştır. Birden fazla kriterin yer aldığı durumlarda, ÇKVV yöntemlerinden faydalanmak karar vericiye çok büyük kolaylıklar sunmaktadır. Çalışmanın ilk aşamasında ÇKVV yöntemlerinden, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları elde edilmiştir. İkinci aşamada ise, Promethee yöntemi kullanılarak da en uygun alternatif seçimi yapılmıştır. Bu yöntemlerin kullanılmasından sonra elde edilen sonuçlara göre kurum için en uygun otobüs tedarik markası belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarının toplu ulaşım sistemindeki, tedarikçi seçim sürecinde önemli unsurların analiz edilerek kurumların verimliliğinin artırılmasına katkı sağlayacağı umulmaktadır. Bu çalışmada gerçekleştirilen model ve modelde yer alan kriterler karar vericiler için yol gösterici olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: çok kriterli karar verme, tedarikçi seçimi, analitik hiyerarşi prosesi, Promethee

Selecting a Supplier for a Bus Operation

Abstract

Competition is increasing day by day in today's business world. Therefore, it is necessary to choose the right supplier. In the public transportation sector, which has an important place in the city choosing the right vehicles is great also important. We studied the problem of supplier selection and institution in İstanbul. In this context, multi-criteria decision-making methods have been used. In cases where there is more than one criterion, choosing multi-criteria decision-making techniques offers great convenience to the decision-makers. In the first stage, criterion weights were obtained using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. In the second stage, the most appropriate alternative was selected using the Promethee method. According to the results obtained using these methods, the most suitable bus supply brand for the institution has been determined. We hoped these results will contribute to increasing the efficiency of the institutions by analyzing the important elements in the public transportation system and the supplier selection process. The model and the criteria used realized in this study can be useful as a guide for decision-makers.

Keywords: multiple criteria decision making, supplier selection, analytical hierarchy process, Promethee

* İletişim / Contact: Emine Elif Nebati, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul Türkiye.
E-Posta / E-mail: emine.nebati@izu.edu.tr

Gönderildiği tarihi / Date submitted: 04.09.2020, Kabul edildiği tarih / Date accepted: 13.01.2021

Alıntı / Citation: Nebati, E. E., Yürük, H. ve Kenar, Z. (2021). Bir otobüs işletmesi için tedarikçi seçimi. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 1–14. doi:10.38002/tuad.790761



Bir Otobüs İşletmesi İçin Tedarikçi Seçimi

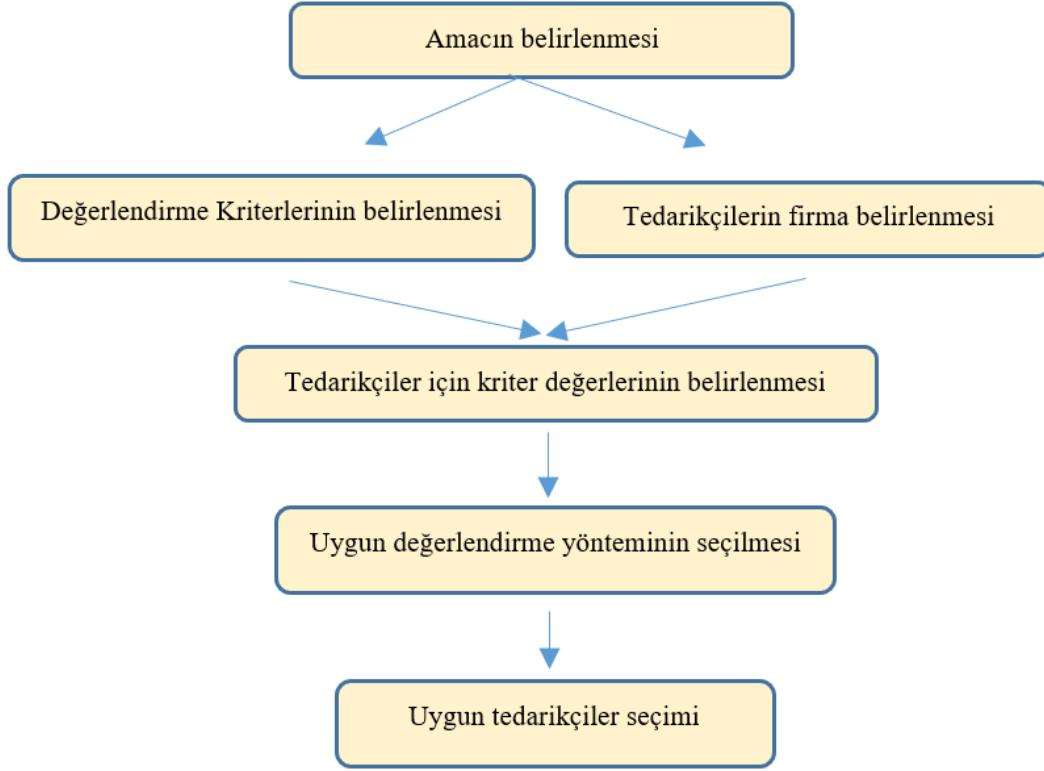
Günlük hayatta insanlar şehir içinde bir yerden bir yere gidebilmek için birçok ulaşım hizmetlerine ihtiyaç duymaktadır. Büyük kentlerde artan nüfus sebebiyle, ulaşım günden güne trafik sıkışıklığı, kalabalık ve özel araç kullanım fazlalığı gibi nedenlerle zorlaşmaktadır. İşte tüm bu nedenlerden dolayı insanlar özel araç kullanımından ziyade toplu taşımaya teşvik edilmelidir. Ayrıca insanların toplu taşımayla birlikte zaman ve yakıt tasarrufu sağlaması, kaza risklerinin önlenmesi, gürültü ve hava kirliliğinden kaçınması toplu taşıma araçlarının kullanılma önceliğini artırmıştır. Mega şehir olan İstanbul'da kent içi toplu taşıma hizmetlerinin en önemli bileşenlerinin başında otobüs sistemleri gelmektedir. Otobüs hizmetlerinin ekonomik olması ve sunduğu geniş ulaşım ağı ile birlikte, bireyler kent içinde sosyal, kültürel vb. hedeflere kısa zaman içinde ulaşmaktadırlar. Bireyler otobüs sistemlerini tercih ederken hız, hizmet kalitesi, konfor, güvenlik vb. çeşitli ihtiyaçları göz önüne alarak karar vermektedirler.

Kısacası, yaşamımızın her anında çok çeşitli kararlar vermek zorunda kalırız. Karar verme sürecinde birden fazla alternatif için, çeşitli kriterlere göre analiz yapılmaktadır. Aldığımız çoğu kararda bir alternatifi seçerek diğer alternatifleri eleriz (Kardam, 2007). Alternatifler arasında kıyaslama yaparken kararsız kaldığımız durumlar ortaya çıkabilmektedir. Hızla gelişen dünya standartlarında, hayatımızda aldığımız kararlarında hızlı ve etkin olması beklenmektedir. Özellikle kurum ve kuruluşlarda hızlı, etkin ve başarılı kararlar verilmesi beklentisi olduğu için, bu seçimleri yaparken ÇKKV metotları ile alternatiflerin değerlendirilerek sonuca ulaşılması beklenmektedir. ÇKKV, ölçülebilen ve ölçülemeyen birçok operasyonel ve stratejik unsuru aynı anda değerlendirme imkânı sunan, eş zamanda karar verme sürecine çok sayıda kişiyi de dâhil edebilen bir analitik yöntemdir (Dağdeviren, Eraslan, Kurt ve Dizdar, 2005). Kentsel toplu taşımayla ilgili karar vermede, ÇKKV metotları uygun bir alandır. Çünkü özel sektör ve kamu sektörü gibi kentsel yolcu taşımacılığının tasarımı ve işletilmesinde çok sayıda faktör yer almaktadır (Hamurcu ve Eren, 2020).

Hizmet sektöründe temel amaç insanların bir yerden bir yere ulaştırılmasını sağlamaktır, fakat bulunduğumuz zaman diliminde insanların değişen beklenti ve gereksinimleri doğrultusunda işletmelerin sundukları hizmet kalitesinde daha kapsamlı kriterler göz önüne alınarak uygun tedarikçi seçimi yapılmaktadır. Örneğin, eskiden tedarikçi seçimi yapılırken en önemli kriter uygun fiyat iken günümüzde bu kritere kalite, konfor, tasarım, performans vb. gibi birçok kriter eklenerek değişiklik göstermiştir. Kurum, aday firmaların özelliklerini göz önünde bulundurarak otobüs hizmetleri için en verimli ve en uygun tedarikçiyi seçmeyi hedeflemektedir. Çalışmada, problem tespitinden sonra tedarikçi seçimi hakkında kısa bir yazın taraması yapılmıştır. İncelenen çalışmalardan edinilen bilgiler sayesinde, farklı sektörlerde tedarikçi performansının ölçülmesinde ÇKKV sıklıkla tercih edildiği söylenebilir. İlgili çalışmalara Tablo 1'de yer verilmiştir.

Günümüz piyasasında ürün ve hizmet çeşitliliği hızlı oranda artış göstermektedir. Özellikle, piyasada bulunan ürün ve hizmetlerin çok fazla alternatiflerinin olması sebebiyle, firmaların stratejik anlamda doğru seçimler yapması gerekmektedir. Bu noktada, uygulanabilecek yöntemlerden biri de uygun tedarikçi seçiminin yapılmasıdır. Tedarikçiler işletmenin performansına olumlu ve olumsuz etkilediği için, tedarik zinciri yönetimi ile doğru tedarikçilerin seçimi bağlantılı konulardır. Tedarikçi seçim problemi, işletmenin üretim ve hizmet faaliyetleri için gerekli olan hammadde, yarı mamul, ürün veya hizmetlerin hangi tedarikçiden sağlanacağı ile ilgili karar problemi olarak tanımlanabilir (Şahin ve Supçiller, 2015). Firmaların içinde buldukları rekabet ortamında, en iyi nitelikte ürün veya hizmet getirisi için, etkin bir tedarikçi tercihi yapmaları başarı sağlamalarında büyük öneme sahiptir. Tedarikçi seçimi ile bir işletmenin isteklerini sürekli olarak uygun fiyattan, istenen miktarlarda ve kaliteli olarak temin edebilecekleri tedarikçilerin belirlenmesi amaçlanmaktadır (Güner,

2005). İşletmelerin dikkatli bir analiz yaparak tedarikçilerin güçlü ve zayıf yönlerini iyi bir şekilde değerlendirmesi gerekir. Genellikle uygun tedarikçi seçimi yapılırken, dikkate alınması gereken çok fazla nitel ve nicel faktör vardır (Soner ve Öğüt, 2006). Bu faktörler değerlendirilirken ürün veya hizmet kalitesi, fiyatı, zamanında teslim edilmesi, servis ve hizmet kolaylığı vb. çok çeşitli kriterler dikkate alınır. İşletmeler temel amaçları doğrultusunda her zaman faaliyetlerini en verimli olacak şekilde yürüterek yüksek oranda kar etmek istemektedir. Eğer uygun tedarikçiler ile çalışma yürütülürse, firmaların uzun vadeli iş birlikleri sayesinde düşük maliyetli ve kaliteli ürün veya hizmetler sunulabilir.



Şekil 1. Uygun tedarikçi seçim süreci (Gökalp ve Soylu, 2011)

Firmalar için en uygun tedarikçi seçimi yapılırken ise, kritik kararların değerlendirilmesi sürecinde güvenilir yöntemlere ihtiyaç duyulur. Fazla sayıda faktörün ve alternatifin karar sürecine dâhil edilmesi ile karar vericilerin seçimi zorlaşmaktadır. Bu noktada, çoklu karar verme yöntemlerinin tercih edilerek, sürecin hızlı bir çözüme ulaştırılması sağlanabilmektedir. Böylece, geliştirilen bilimsel yöntemlerin süreçlerde kullanılması sonucunda karar vericiler pek çok alternatifin arasından en iyi olanı seçerek beklentileri karşılarlar (Coşkun, Polat ve Kara, 2015).

Bu çalışma ile, toplu taşımada önemli yeri olan otobüs işletmeciliği için çeşitli değişkenlerden faydalanılarak tedarikçi firma performansları ve tedarikçi firma belirleme faktörlerinin görece öncelikleri 2 farklı ÇKVV tekniği ile uygulanarak analiz edilmiştir. Ayrıca, çalışmada uygulamalı paket program kullanılarak da literatüre katkı sağlanması hedeflenmektedir. Çalışma, İstanbul'da toplu ulaşımda önemli yere sahip bir kurum için otobüs alımında etki eden faktörleri belirlemek ve mevcut durumu analiz etmek amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmada, birden fazla alternatif seçeneği için çeşitli alanlardaki performansı ölçümleyebilen kriterlerin önem sıralamaları değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Literatür tablosu

Yazar	Yıl	Amaç-Uygulama
Fatih Ecer ve Orhan Küçük	2010	Çalışmada, en iyi tedarikçi analitik hiyerarşi yöntemiyle belirlenmiştir.
Metin Dağdeviren ve Ergün Eraslan	2008	Çalışmada, alternatif tedarikçiler için kısmi öncelikler ve tam öncelikler analiz edilerek, Promethee yöntemi ile alternatif tedarikçilerin öncelik sıraları belirlenmiştir.
Ümran Şengül, Miraç Eren ve Seyedhadi Eslaman Shiraz	2012	Çalışmada Bulanık AHP tekniklerinden, Chang'ın Merit Analiz Yöntemi uygulanarak, belediyeler için toplu taşımada araç seçimi ele alınmıştır.
Hüseyin Şenkayas ve Haluk Hekimoğlu	2013	İşletme performansını yükseltmek için tedarikçilerden başlayan bir sürecin nasıl yönetilmesi gerektiğini ele almıştır ve alternatif tedarikçi seçiminde Promethee yöntemini tercih etmiştir.
Kasım Baynal ve Emrah Yüzüğüllü	2013	En uygun tedarikçi/tedarikçilerin seçiminde Analitik Ağ Süreci (AAS) kullanılarak, tedarikçi performansları değerlendirilmiştir.
Gökhan Özçelik ve H. Ediz Atmaca	2014	Çalışmada, bir tedarikçi seçimi probleminde, işletmelere karar verme sürecinde yardımcı olabilecek MOORA yöntemi kullanılmıştır.
Nuri Ömürbek, Meltem Karaatlı, Hande Eren ve Bekir Şanlı	2014	Çalışmada, AHP ve Promethee yöntemi kullanılarak en iyi hafif ticari araç belirlenmiştir.
Tamer Bildik ve Mevhibe Ay Türkmen	2015	Çalışmada, şehirlerarası otobüs firmalarının tercih sıralaması Bulanık Vikor yöntemiyle belirlenmiştir.
Cem Kırlandıoğlu	2017	Çalışmada, raylı sistem güzergâh tasarımında kullanılan geleneksel yöntemlere alternatif olarak Coğrafi Bilgi Teknolojileri tabanlı yeni bir tasarım modeli geliştirilmiş ve ÇKKV yöntemleri tercih edilmiştir.
Ebül Muhsin, Doğan Miraç Eren ve Kayhan Çelik	2017	Çalışmada, lojistik firmalarının yeni yük araçları satın alımında, Türkiye'de en yüksek Pazar payına sahip 8 firmanın öncü modelleri için en iyi araç COPRAS-G yöntemi ile seçilmiştir.
Mustafa Hamurcu ve Tamer Eren	2018	Çalışmada, kentsel ulaşımın iyileştirilmesi için yüksek kapasiteye sahip elektrikli otobüslerin seçimi ANP yöntemi ile belirlenmiştir.
Hacı Mehmet Alakaş, Mustafa Yaşar Bucak ve Şafak Kızıltaş	2019	Çalışmada, en iyi sağlık hizmetinin verilmesi için dört ambulans tedarikçisi için değerlendirme yapılmıştır. AHP, TOPSIS VE VIKOR yöntemleri tercih edilmiştir.

2. Yöntem

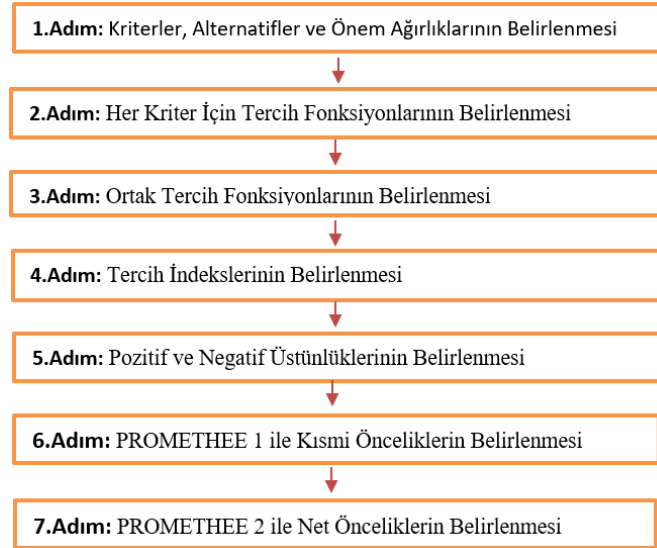
Çalışmamızda, ÇKKV metotlarının tercih edilmesinin nedeni, tedarikçi seçimini etkileyen birçok faktör bulunmasıdır. Çeşitli tedarikçilerin seçiminde, birçok faktörü göz önünde bulundurduğumuz için uygulanabilecek en etkin yöntem ÇKKV yöntemleridir.

2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

AHP yöntemi, karar verme süreçlerindeki hiyerarşilerin belirlenip, kararı belirleyen faktörlere göre karar noktalarının yüzdeliklerini veren bir tahminleme metodu olarak açıklanabilmektedir (Kutlu, Abalı ve Eren, 2015). Objektif ve sübjektif faktörlerin karar sürecine dâhil edilmesine fırsat oluşturmaktadır. Sonuçta, önem dereceleri farklılıkları, karar noktaları üzerinde yüzdelik değerlere dönüşmektedir. Analitik hiyerarşi süreci tedarikçi seçimine, uygulanırken problem öncelikle hiyerarşik olarak ayrıştırılır. Model, hiyerarşi yapısı, ikili karşılaştırma matrisi oranları ve ağırlıkları hesaplamak için metot olmak üzere üç adımdan oluşmaktadır (Saaty, 1990).

2.2. Promethee Yöntemi

Promethee yönteminin en önemli kısmı en uygun alternatifin doğru olarak seçilmesidir. PROMETHEE 1982'de Jean-Pierre Brans tarafından bulunmuştur. Promethee Yöntemi, ÇKKV yöntemlerinden en basit ve en etkili olanı olarak bilinmektedir. Literatürdeki mevcut önceliklendirme yöntemlerinin uygulanmasında oluşan zorluklardan yola çıkarak geliştirilmiştir (Dağdeviren ve Eraslan, 2008). Promethee yöntemi, Promethee 1 (kısmi sıralama) ve Promethee 2 (tam sıralama) olmak üzere 2 ana aşamadan oluşmaktadır. Promethee 1'de, sonlu sayıda alternatifler üzerinde kısmi sıralama ile kriterler karşılaştırılır. Promethee 2'de ise, net akım ile tam sıralamada, karşılaştırılan kriterlerin öncelikleri elde edilmektedir. Promethee yönteminin, diğer ÇKKV yöntemlerinden farkı, değerlendirme kriterlerinin arasındaki ilişkiyi açıklayan önem ağırlıkları ile birlikte, her değerlendirme kriterinin iç ilişkisini de göz önünde bulundurmasıdır. Değerlendirme kriterlerinin iç ilişkisi, veri kümesi dağılımıyla oluşturulur, bu amaçla 6 farklı dağılım belirlenmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi, Promethee yönteminin toplam da 7 adımı vardır. Kriterler arası sıralama ve seçim yapılırken aşağıdaki uygulama süreçleri izlenir.



Şekil 2. Promethee yöntemi süreç algoritması

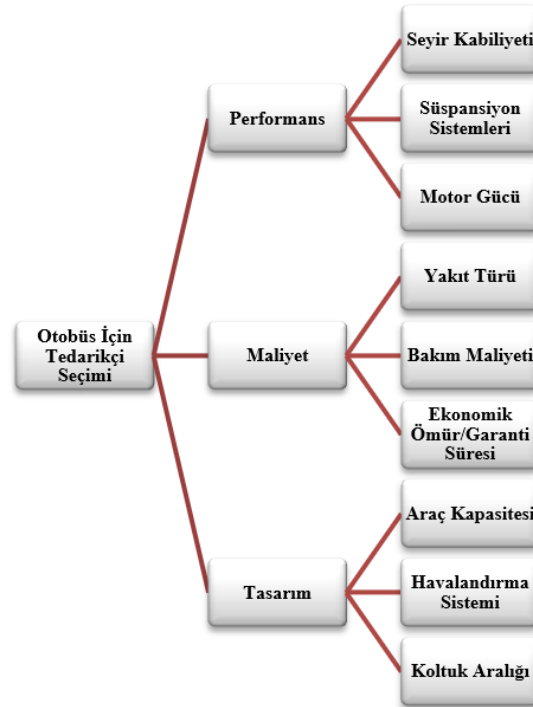
3. Uygulama ve Sonuçlar

Kriterler, öncelikli olarak kurumun otobüs alımları için hazırlanan teknik şartnameleri göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Bu kaynakla birlikte, literatürdeki çeşitli tedarikçi seçim problemini ele alan yazın çalışmaları da incelenmiştir. Kriterler belirlendikten sonra, otobüsler için tedarikçi seçiminin ilk aşamasında, hiyerarşik yapı oluşturulmuş ve araştırma yapılan kurumda, yolcu hizmet alanları, araç-bakım-onarım ve ulaşım dairesi müdürlerine belirlenen

kriterlerin ikili kıyaslama yapılan anket formları sunulmuş bu anketlerden elde edilen sonuçların, geometrik ortalaması alınarak programa tek bir girilmiştir. İkinci aşamada, belirlenen kriterlerin önem ağırlıkları saptanarak otobüs alımlarında hangi kriterin ne derece önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İkinci aşamada Promethee yöntemi için Visual PROMETHEE programı kullanılarak, alternatif olarak belirlenen 3 farklı otobüs markası için, önce PROMETHEE I ile kısmi sıralaması bulunmuş, daha sonra Promethee II ile net sıralamaya ulaşılmış ve en uygun alternatif tespit edilmiştir.

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci ile Tedarikçi Seçiminde Kriter Önceliklerinin Belirlenmesi

Kriter önceliklerinin belirlenmesinin ilk aşamasında, yukarıda belirtilen kaynaklardan faydalanarak Üç ana ve dokuz alt kriter olmak üzere toplamda 12 kriter oluşturulmuştur (Şekil 3). Belirlenen kriterlere ait açıklamalar aşağıda detaylı paylaşılmıştır.

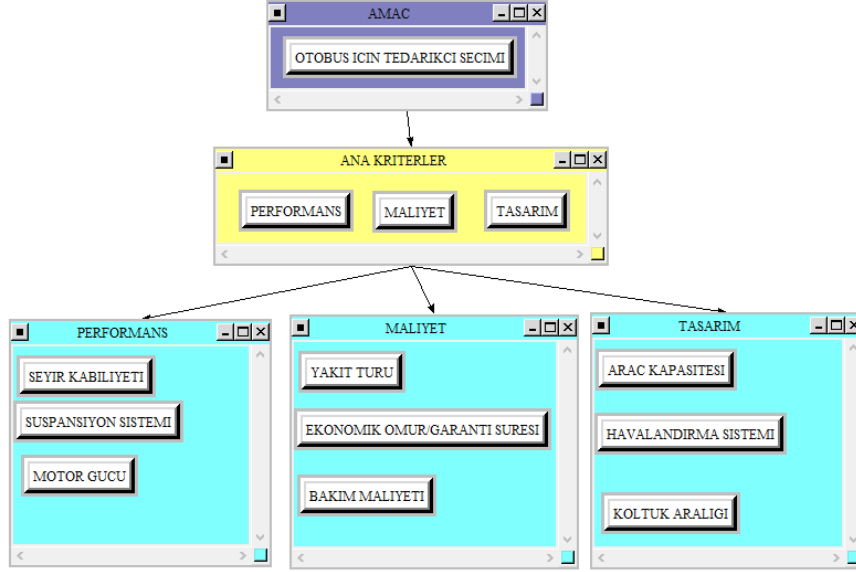


Şekil 3. Otobüs alımı için tedarikçi seçimi hiyerarşik yapısı

Performans; otobüslerin tedarikçi seçiminde kullanılan en önemli kriterlerden biri performanstır. Araçların performansını etkileyen birçok durum vardır. Motor gücü, seyir kabiliyeti, süspansiyon sistemi, aracın boş ağırlığı, fren sistemi, şanzıman, aracın alacağı en fazla yükü maksimum gidebileceği hız bu kavramlardan sadece bazılarıdır. Tüm bunlar yolculuk sırasında aracın gidebilme durumunu etkiler. Seyir kabiliyeti; otobüsler seyir halindeyken birçok durumdan etkilenebilirler. Seyir kabiliyeti dediğimiz durum bir aracın taşıdığı yükü beraber gidebileceği mesafe ve hızı belirler. İstanbul gibi kalabalık bir şehirde bir aracın hem hızlı gidebilmesi hem de alabileceği maksimum yolcuyu alması zamandan ve maliyetten tasarruf etmek açısından önemli bir yere sahiptir. Süspansiyon sistemi; süspansiyon sistemleri yol boyunca aracın sarsılmasını önlemeye çalışır. Örneğin, tümseklerden geçerken sarsıntının azalmasına yardımcı olur. Süspansiyon sistemi hava yastıklı ve amortisör takviyeli olmalıdır. Süspansiyon sistemi otobüslerde yol bozukluklarının hissedilmemesi, aracın yol tutuş seviyesini arttırması, virajlarda dönüş kabiliyetini kolaylaştırması açısından önemli rol oynar. Motor gücü; bir arabanın gücü ile ağırlığı ne kadar uyum sağlıyorsa, o kadar yüksek bir performansa sahiptir. Motor ya da motorlarda; en yüksek güç ve tork kullanımı anında bile aşırı

ısınmadan dolayı sorun yaşanmayacak şekilde, soğutma işlemi soğutma sıvısı veya hava ile yapılmalıdır. Motor veya motorlarda; motor sıcaklığını kontrol eden ısı sensörleri bulunmalıdır. Maliyet; otobüslerin maliyetleri kriterler arasında çok önemli yere sahiptir. Yakıt türü, bakım süresi, aracın ekonomik ömrü maliyeti etkileyen unsurlardan bazılarıdır. Batarya sistemi veya yakıt türü; yakıt türleri arasında maliyet açısından bazı farklılıklar vardır. Benzinli araçlar performans açısından diğer seçeneklerden öndeyken, yakıt ekonomisi açısından geride kalır. Satın alınacak otobüsler uzun süre kullanılacağı için dizel araç tercih etmek daha mantıklı bir seçenektir. Bakım maliyeti; toplu taşımada kullanılan araçların bakım ve onarımı, mazot, yağ, su ve antifriz ikmalinin, otobüs genel temizlik hizmetlerinin gerçekleştirilmesi, bu araçların her türlü lastik ve yedek parça ihtiyaçlarının tedarik edilmesi, onarım ve bakımı birimi tarafından yürütülmektedir. Ekonomik ömür veya garanti süresi; araçların daha uzun süre verimli çalışması için bakımlarının düzenli yapılması ekonomik kullanım sürelerinin artmasını sağlamaktadır. Kurumdaki araçların garanti süresi için, 10 yıllık, anlaşma yapılmaktadır. Tasarım; tedarikçi seçerken dikkat edilecek kriterlerden biri de aracın tasarımıdır. Otobüslerin içerisindeki alanı uygun şekilde tasarlamak yolcuların memnuniyetini artırır ve daha kaliteli bir yolculuk sunar. Araçların iç tasarımı yapılırken yolcuların beklentileri büyük önem arz etmektedir. Otobüslerin içi tasarlanırken temel amaç, toplam yolcu sayısını en fazla alacak şekilde ve aynı anda da yolcuların memnun olmasını sağlayacak şekilde olmalıdır. Araç kapasitesi; araç kapasitesi araç tedarikçi firma seçimi yapılırken, en önemli kriterlerden biridir. Koltuk kapasitesinden önce yolcu kapasitesi araçlardan maksimum fayda kazanmak için daha büyük önem arz etmektedir. İstanbul gibi kalabalık bir şehirde işletmenin öncelikli amaçlarından biri de alabildiği en fazla yolcuyla daha verimli bir hizmet sağlamaktır. Havalandırma sistemi; araçlardaki havalandırma sisteminin görevi, aracın iç havasının değişiminin sağlanması ve havanın ısıtılma veya soğutulma işlevlerinin gerçekleştirilmesidir. Araç içerisine giren zararlı gazların uzun süre solunması araç içerisinde bulunan sürücü ve yolcuların sağlığına zarar verir. Bu zararlı gazların temizlemesi gerekmektedir. Klima sistemi ise ortam sıcaklığını şartlara uygun ayarlayarak hava sirkülasyonunu sağlar. Sürücü ve yolcularda herhangi bir rahatsızlık yaşanmaması için, araç içindeki sıcaklık ile dış ortamın sıcaklığı arasında 20°C'yi aşmayacak kadar fark olmalıdır. Koltuk aralığı; otobüslerin iç tasarımları yolcuların ihtiyaç ve beklentilerine uygun olacak şekilde tasarlanmaktadır. Özellikle fazla yolcuya hizmet sağlayan otobüslerde, koltuk tasarımları daha verimli ve etkin hizmet için, ergonomik yapıda, otomatik, kademeli yükseklik ayarlı, yatayda ve dikeyde ayarlanabilir oturma bölgesi olacak şekilde tercih edilmelidir. Bu durum koltuk arası mesafelerin, iç alanlarda kullanılacak olan faydalı alan miktarının artmasına katkı sağlayacaktır.

Kriter önceliklerinin belirlenmesinin ikinci aşamasında ise, kriterler ile Superdecision paket programı üzerinde hiyerarşik bir model oluşturulmuştur (Şekil 4). Hiyerarşik yapıya uygun olarak amaç, ana kriterler ve alt kriterler oluşturulmuştur. İlk seviyede, amaç olarak otobüs için uygun tedarikçi seçimi, ikinci seviyede ana kriterler olarak performans, maliyet ve tasarım kriterlerinin tanımlanması, üçüncü seviyede ise 9 alt kriterin tanımlanması yer almıştır. Sonrasında, program üzerinden ikili karşılaştırmaların yapıldığı anket formuna erişim sağlanmıştır (Şekil 5). Anket formunda, ana kriterler ve alt kriterler kendi aralarında ikili kıyaslanmak üzere, Saaty 1-9 skalasındaki önem derecelerine göre uygun olarak hazırlanmış ve yukarıda belirtilen kurumun üç departman müdürüne sunulmuştur. Elde edilen verilerin geometrik ortalamaları alınmış ve Şekil 4'de görüldüğü üzere, programa tek bir giriş yapılmıştır. Tüm kriterler için değerler programa girildikten sonra, tutarsızlık oranları kontrol edilmiştir. Tutarsızlık oranının 0,1 değerine eşit veya küçük olması gerekmektedir. Çalışmada, tutarsızlık değerleri 0,1'den az elde edildiği için tekrar değerlendirilmesine gerek bulunmamıştır. Sonuç olarak, kriterlerin önem sıralaması elde edilmiştir.



Şekil 4. Superdecision oluşturulan model ekran görüntüsü

Comparisons wrt "OTOBUS ICIN TEDARIKCI SECIMI" node in "ANA KRITERLER" cluster
MALİYET is moderately more important than TASARIM

1. MALİYET	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	PERFORMANS
2. MALİYET	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	TASARIM
3. PERFORMANS	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	TASARIM

Şekil 5. Ana kriterlerin ikili kıyaslama anketi ekran görüntüsü

Tablo 2’de ana kriterlere ait önem ağırlıkları incelendiğinde, en yüksek önceliğe sahip olan kriter performans olarak gözlenmiştir. Performans ana kriterinde en yüksek önceliğe sahip alt kriter ise süspansiyon sistemi olarak gözlenmiştir. Maliyet ana kriterinde en yüksek önceliğe sahip alt kriter yakıt türü olarak gözlenmiştir. Tasarım ana kriterinde en yüksek önceliğe sahip alt kriter araç kapasitesi olarak gözlenmiştir. Özetle, tüm ana ve alt kriterleri incelediğimizde, elde edilen ağırlıklar ile, tedarikçi seçimindeki öncelik faktörleri analiz edilmiştir.

Tablo 2. AHP yöntemine göre otobüs için tedarikçi seçim kriterlerinin ağırlıkları

Otobüs İçin Tedarikçi Seçiminde Ana Kriterler ve Alt Kriterler İsimleri	Kriter Önem Ağırlıkları
Performans	0,263918
Maliyet	0,166258
Tasarım	0,069824
Seyir Kabiliyeti	0,082029
Süspansiyon Sistemi	0,130213
Motor Gücü	0,051675
Yakıt Türü	0,089715
Bakım Maliyeti	0,027171
Ekonomik Ömür/Garanti Süresi	0,049372
Araç Kapasitesi	0,036856
Isıtma/Soğutma/Havalandırma Sistemi	0,023218
Koltuk Aralığı	0,009751

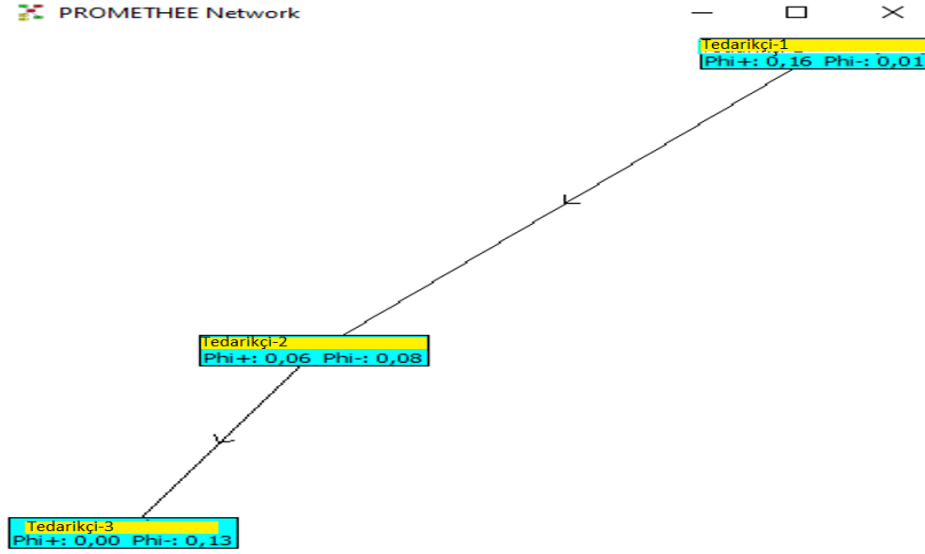
3.2 Promethee Yönteminin Uygulanması

Promethee yöntemi, belirlenen tedarikçi firma alternatiflerini çeşitli tercih fonksiyonları ile değerlendirerek sıralama imkânı verir. Bu yöntem alternatiflerin kriter bazında üstünlük durumlarını, her bir değerlendirme ölçütü için farklı fonksiyon tiplerini kullanarak analiz etmektedir. Promethee yönteminin uygulanması için Visual Promethee programı tercih edilmiştir. Visual Promethee programı erişimi kolay, rahat uygulanabilir, etkin sonuçlar veren çoklu bir analiz sunan, karar destek programıdır. Bu çalışmada tedarikçi seçimi yapmak amacıyla, kurum ile yapılan görüşmeler ve alınan veriler doğrultusunda alternatifler için en çok tercih edilen üç otobüs markası belirlenmiştir. Promethee yönteminin uygulamasının ilk aşamasında; alternatif otobüs markaları için tüm alt kriterlerin AHP yöntemi ile elde edilen normleştirilmiş önem ağırlıkları programa girilmiştir. Sonrasında, alternatifler için anketler hazırlanmıştır. Bu anketlerde, her bir alternatif için, tüm alt kriterlerin (1-5 puan skalasına) göre değerlendirilmesi kurumdaki aynı üç yetkiliden istenmiştir. Anketlerden elde edilen değerlerin geometrik ortalaması alındıktan sonra, her bir kriter için uygun tercih fonksiyonları belirlenmiş ve Şekil 6'deki veri giriş ekranı elde edilmiştir. Çalışmada yakıt türü ve bakım maliyeti kriteri, belli bir ortalamanın üstünde değerler olması ile birlikte bu değerlerin altında kalan değerler de analize dahil edilmek istendiği için bu kriterlerde V-tipi (3.tip) tercih fonksiyonu uygulanmıştır. Motor gücü ve ekonomik ömür/garanti süresi kriterlerin de herhangi bir tercih belirtilmediği için olağan (1.tip) tercih fonksiyonu uygulanmıştır. Koltuk aralığı 5cm-7cm arasında olması gibi araç kapasitesi ve koltuk aralığı kriterleri belirli bir değer aralığında verildiği için seviyeli (4.tip) tercih fonksiyonu uygulanmıştır. Seyir kabiliyeti, süspansiyon sistemi ve ısıtma-soğutma/havalandırma sistemi kriterlerinde ise, değerlerin belirli bir ortalamanın üzerinde olması gerektiği için lineer (5.tip) tercih fonksiyonu uygulanmıştır.

Scenario1	seyir kabiliyeti	süspansiyon ...	motor gücü	yakıt türü	bakım maliyeti	ekonomik öm...	araç kapasitesi	ısıtma/soğut...	koltuk aralığı
Unit	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point	5-point
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences									
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Weight	0,10	0,16	0,06	0,18	0,05	0,10	0,17	0,11	0,05
Preference Fn.	Linear	Linear	Usual	V-shape	V-shape	Usual	Level	Level	Level
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	1,000	1,00	n/a	n/a	n/a	n/a	1,00	1,00	1,00
- P: Preference	2,000	2,00	n/a	2,00	2,00	n/a	2,00	2,00	2,00
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics									
Minimum	2,000	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Maximum	3,000	2,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00
Average	2,667	2,00	3,00	3,00	2,33	2,33	2,67	2,00	2,00
Standard Dev.	0,471	0,00	0,82	0,00	0,47	0,47	0,47	0,00	0,00
Evaluations									
<input checked="" type="checkbox"/> Tedarikçi-1	average	bad	good	average	bad	average	bad	bad	bad
<input checked="" type="checkbox"/> Tedarikçi-2	bad	bad	average	average	average	bad	average	bad	bad
<input checked="" type="checkbox"/> Tedarikçi-3	average	bad	bad	average	bad	bad	average	bad	bad

Şekil 6. Visual Promethee programı veri giriş ekranı görüntüsü

Visual Promethee programına girilen tüm veriler Promethee I ve Promethee II' ye göre analiz edilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Öncelikle, Promethee I ile alternatif otobüs markalarının belirlenen kriterler bazında karşılaştırılması ile öncelikler belirlenerek, alternatiflere ait kısmi sıralama ile Şekil 7'de performans indeks sonuçlarına ulaşılmıştır. Daha sonra da Promethee II ile alternatif markaların belirlenen kriterler bazında karşılaştırılması sonucunda net öncelikler belirlenmiştir.



Şekil 7. Promethee I analizi ile hesaplanan sıralama sonuçları

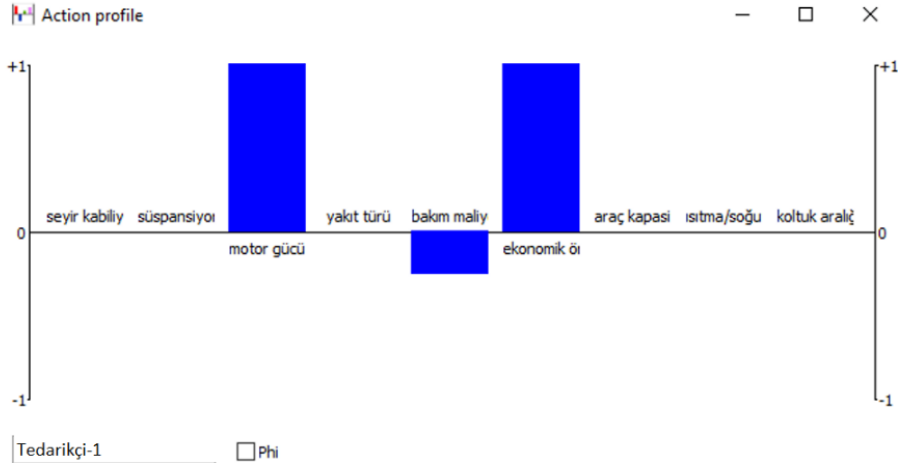
Kriterlerin önem ağırlıklarına göre en iyiden en kötüye doğru bir sıralama yapıldığında Promethee I analizine göre, performans indeksinin en yüksek olduğu otobüs Tedarikçi-1 en uygun araç olarak belirlenmiştir. Daha sonra tedarikçi-2 ve sonuncu olarak da tedarikçi-3 otobüs firması belirlenmiştir. Phi+ ve Phi- performans indeksi değerleri “0-1” aralığı arasında değişmektedir. Örneğin, Phi+ değerlerine göre, tedarikçi-1 modelinin 0,16, tedarikçi-2 modelinin 0,06 değerinde olması tedarikçi-1 ‘in diğer otobüslere göre daha iyi bir seçim olduğunu ya da performansının daha iyi olduğu sonucunu gösterir. Bir diğer örnek olarak Phi- değerlerine göre, tedarikçi-3 modelinin 0,13, tedarikçi-2 modelinin 0,08 değerinde olması tedarikçi-3’ün diğer otobüs markalarına göre daha kötü bir seçim olduğu ya da performansının daha zayıf olduğunu gösterir. Promethee I ile kısmi sıralama yapıldıktan sonra, alternatiflerin en net halindeki sıralaması için Promethee II uygulanmıştır (Tablo 3).

Elde edilen bulgulara göre, kurum için en iyi otobüs seçiminin yine tedarikçi-1 olduğu ortaya çıkmıştır. Daha sonra bu sıralamayı, tedarikçi-2 ve sonuncu olarak da tedarikçi-3 modeli takip etmiştir.

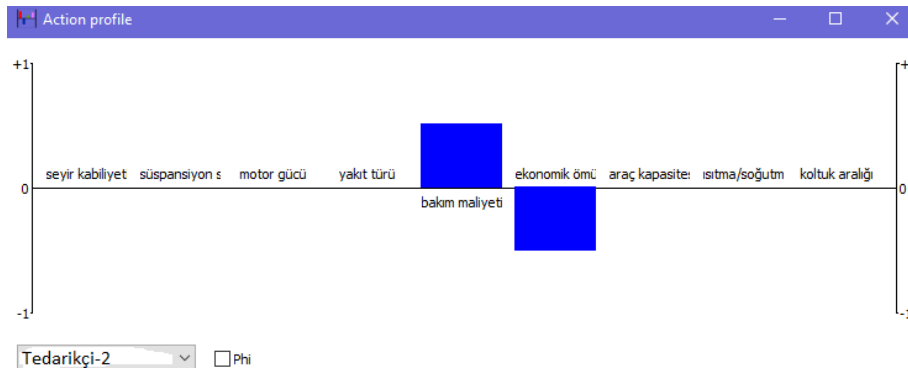
Tablo 3. Promethee II analizi ile hesaplanan sıralama sonuçları

Alternatiflerin İsimleri	Phi	Phi+	Phi-
Tedarikçi-1	,1506	0,1643	0,0136
Tedarikçi-2	-0,0223	0,0599	0,0821
Tedarikçi-3	-0,1284	0,0000	0,1284

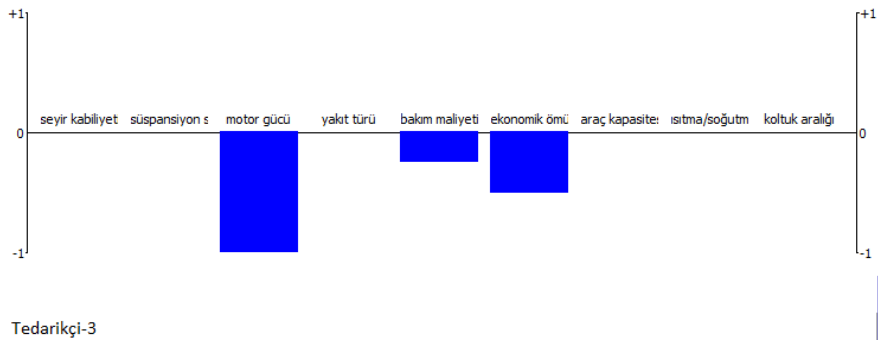
Şekil 8’deki tedarikçi-1 markası için örnekte, tüm alternatifleri alt kriterler bazında değerlendirdiğimizde, tedarikçi-1 modelini en çok etkileyen kriterler; motor gücü ve ekonomik ömür/garanti süresi iken, en az etkileyen kriter ise bakım maliyeti olmuştur. Şekil 9’daki Tedarikçi-2 markası için değerlendirdiğimizde, en çok etkileyen kriter bakım maliyeti olurken, en az etkileyen kriter ekonomik ömür/garanti süresidir. Şekil 10’daki Tedarikçi-3 modeli için ise en az etkileyen kriterin motor gücü olduğu gözlenmiştir.



Şekil 8. Tedarikçi-1 etkileyen kriterler



Şekil 9. Tedarikçi-2 etkileyen kriterler



Şekil 10. Tedarikçi-3 etkileyen kriterler

4. Tartışma

Günümüzde çok kriterli karar verme tekniklerinin çeşitli çözümleri ve yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinde sıkça tercih edilen kolay uygulanabilir olan AHP ve Promethee yöntemlerinden faydalanılarak, İstanbul'da ki bir otobüs işletmesi için en uygun tedarikçi firma seçimi yapılmıştır. Araştırmanın en önemli amacı, iki farklı ÇKVV tekniği paket programlar ile kullanılarak, uygulamalı araştırma olarak literatüre katkı sağlamasını hedeflemektedir. Çalışmada, çoklu karar verme tekniklerinin tercih edilmesinin sebebi, birçok alternatif için, çeşitli ölçütlerin göz önünde bulundurulması, işletme için en uygun alternatifin seçilmesidir.

İlk adımda, AHP tekniği ile bir model kurularak, öncelikle otobüs seçim kararını etkileyen üç ana kriter (performans, maliyet, tasarım) ve dokuz alt kriter (seyir kabiliyeti, süspansiyon sistemi, motor gücü, yakıt türü, bakım maliyeti, ekonomik ömür/garanti süresi, araç kapasitesi, ısıtma-soğutma- havalandırma sistemi, koltuk aralığı mesafesi) belirlenmiştir. Kriterler arasındaki ilişkiler belirlenerek hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra, anketler aracılığıyla ikili kıyaslamalar yapılmıştır. Bu kıyaslamaların, alanında uzman yetkililer tarafından yapılan anket sonuçlarının geometrik ortalamaları SuperDecision programına girilerek, kriterlerin önem derecelerine ulaşılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; en fazla öneme sahip ana kriter %26,39 ile performans, en az öneme sahip ana kriter ise %6 ile tasarım olmuştur; en az önemli alt kriter %0,97 ile koltuk aralığı iken en önemli alt kriter %13 ile süspansiyon sistemi olarak tespit edilmiştir. Uygulamanın ikinci adımında, işletmenin satın alımda en çok tercih ettiği üç tedarikçi firma belirlenmiştir. Promethee yöntemi ile, bu tedarikçi firmalar için, tüm alt kriterlerin değerlendirilmesi yapılmış, aynı uzmanlara anketler sunulmuş ve işletmenin otobüs alımı için en uygun tedarik markası belirlenmiştir. AHP ile belirlenen kriter ağırlıklarına göre her alternatif model için elde edilen değerler Visual Promethee programına girilerek, önce Promethee 1 ile kısmi önceliklendirme yapılmıştır. Daha sonra Promethee 2 ile net önceliklendirme yapılarak sonuca ulaşılmıştır. Yapılan görüşmeler ve elde edilen bulgular neticesinde sonuçlar değerlendirildiğinde, en iyi otobüs seçiminin tedarikçi-1 otobüs markası olduğu görülmektedir.

Çalışmada, elde edilen bilgiler ile, kurumun mevcut ve geleceğe yönelik durum analizleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, çalışma kuruma olumlu katkı sağlamak ile birlikte, kurumun beklentilerinin de analiz edilerek uygulamalarını tekrar değerlendirmelerine fayda sunmuştur. Araştırmada, göreceli üstünlüğe sahip olduğu belirlenen tedarikçi markaların performanslarını sürdürülebilir kılmak için daha fazla çaba gösterdiği gözlenmiştir. Göreceli önceliği düşük olan tedarikçi markalar ise, tedarikçi seçme kriterleri açısından performanslarının iyileştirilebilmesine katkı sağlayabilir. Özellikle ulaşım ağının sağlanmasında doğru markalarla iş birliği sağlandığında, işletme verimliliğinin de artış göstermesi kaçınılmazdır. Bu iyileştirmelerden elde edilecek kazanımlar ile, yapılan yatırım maliyetlerinin de uzun vadede olumlu yönde etkileneceği öngörülmektedir. Gelecekteki çalışmalar için öneriler ise, farklı ÇKVV teknikleri ve alanlarda daha fazla sayıda kriter ve alternatif seçenekleri oluşturularak kurumların performans ve durum analizleri değerlendirilip, yeni modeller geliştirilebilir. Güncel ve etkin bir farkındalıkla hazırlanan çalışmanın özellikle ulaşım sektöründe yer alan araştırmacılara, kurumlara ve yazına fayda sağlanacağı umulmaktadır.

Etik Kurul Onay Beyanı

İlgili çalışmada insan veya hayvan katılımcılardan veri toplanmadığı için etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynakça

- Alakaş, H., Bucak, M. ve Kızıldaş, Ş. (2019). Ahp-Topsis ve Ahp-Vikor yöntemleri ile ambulans tedarik firması seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(1), 93–101.
- Ay Türkmen, M. ve Bildik, T. (2015). Şehirlerarası yolcu taşımacılığında Bulanık Vikor uygulaması. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 1–15.
- Baynal, K. ve Yüzügüllü, E. (2013). Supplier selection with analytical network process at supplier chain management and an application. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 42(1), 77–92.
- Chena, M. ve Wang, S.C. (2010). The critical factors of success for information market: Using Ahp approach. *Expert Systems With Applications*, 37(1), 694–704.
- Coşkun, S, Polat, O. ve Kara, B. (2015). A decision model for supplier selection based on business system management and safety criteria and application of the model. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(4), 134–144.
- Dağdeviren, M. ve Eraslan, E. (2008). Promethee sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 69–75.
- Dağdeviren, M., Eraslan, E., Kurt, M. ve Dizdar, E. N. (2005). Tedarikçi seçimi problemine analitik ağ süreci ile alternatif bir yaklaşım. *Teknoloji*, 8(2), 115–122.
- Doğan, E., Eren, M. ve Çelik, K. (2017). Lojistik sektöründe ağır ticari araç seçimi problemine yönelik Copras-G yöntemi ile karar verme. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 153–178.
- Ecer, F. ve Küçük, O. (2010). Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi yöntemi ve bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 355–369.
- Gökalp, B. ve Soylu, B. (2011). Tedarikçinin süreçlerini iyileştirme amaçlı tedarikçi seçim problemi, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 4–15.
- Güner, H. (2005). Bulanık Ahp ve bir işletme için tedarikçi seçimi problemine uygulanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Hamurcu, M. ve Eren, T. (2018). Yüksek kapasiteli elektrikli otobüslerin seçiminde hibrit çok kriterli karar verme uygulaması. *Transist 11. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı*, İstanbul, 1–10.
- Hamurcu, M. ve Eren, T. (2020). Electric bus selection with multicriteria decision analysis for green transportation. *Sustainability*, 12, 2777. doi:10.3390/su12072777
- Kardam, A. (2007). Doğru karar alma: Harvard business review dergisinden seçmeler: İstanbul. *Metal Sanayicileri Sendikası*, yayın no: 530, 206.
- Kırlangıçoğlu, C. (2017). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile kent içi raylı sistem koridor planlaması. *Coğrafya Dergisi*, 33, 53–71.
- Kutlu, B., Abalı, Y. ve Eren, T. (2015). Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile seçmeli ders seçimi. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 5–25.
- Özçelik, G. ve Atmaca, H. E. (2014). Satın alma süreci için moora metodu ile tedarikçi seçimi problemi. *III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, Trabzon.

- Özyörük, B. ve Özcan, E. C. (2005). Otomotiv sektöründe tedarikçi seçimine etki eden faktörler ve tedarikçi seçimi. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi*, 625-629.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M., Eren, H. ve Şanlı. B. (2014). Ahp temelli promethee sıralama yöntemi ile hafif ticari araç seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(4), 47-64.
- Saaty, T. L. (1990). An exposition of the ahp in reply to the paper remarks on the analytic hierarchy process. *Management Science*, 36(3), 259-268.
- Saaty, Thomas, L. ve Luis G. Vargas (2000). Models, methods, concepts, applications of the analytic hierarchy process. *Kluwer Academic Publisher, Boston/Dordrecht/London*.
- Soner, S. ve Önüt, S. (2006). Çok kriterli tedarikçi seçimi: bir Electre-Ahp uygulaması. *Sigma-Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 110-120.
- Şengül, Ü., Eren, M. ve Şırnaz. S.E. (2012). Bulanık Ahp ile belediyelerin toplu taşıma araç seçimi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40, 143-165.
- Şenkayas, H. ve Hekimoğlu, H. (2013). Çok kriterli tedarikçi seçimi problemine Promethee yöntemi uygulaması. *Verimlilik Dergisi*, 2, 63-80.
- Xia, W. ve Wu, Z. (2007). Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments. *Omega*, 35, 494. doi:10.1016/j.omega.2005.09.002