



BÜTÜNLEŞİK ANP, MARCOS, WASPAS VE MAIRCA YÖNTEMLERİ KULLANILARAK PROJE LOJİSTİĞİ OPERASYONLARINDA ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK HİZMET SAĞLAYICI SEÇİMİ*

Nizamettin ÖZTÜRKÇÜ¹

Selami ÖZCAN²

Öz

Uluslararası pazarlarda rekabet edebilmek için sadece ürünlerin niteliği yeterli olmamakta aynı zamanda lojistik süreçlerin de etkin yönetilmesi zorunluluğu bulunmaktadır. Bu açıdan doğru bir lojistik hizmet sağlayıcı seçimi de son derece önemli olmaktadır. Bu çalışmanın amacı proje lojistiği hizmeti alan ve uluslararası ticaret yapan bir firmanın bu süreç boyunca lojistik faaliyetlerini yerine getirecek olan üçüncü parti lojistik (3PL) hizmet sağlayıcının belirlenmesi olacaktır. Çalışma kapsamında hizmet sağlayıcı seçimi için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden ANP, MARCOS, WASPAS ve MAIRCA teknikleri bütünleşik olarak kullanılmış ve elde edilen sonuçlar BORDA Sayım yöntemi ile birleştirilmiştir. Literatür taraması neticesinde elde edilen kriterlerin ağırlıkları ANP ile elde edilmiş MARCOS, WASPAS ve MAIRCA yöntemleri ile bütünleştirilerek alternatiflerin sıralamaları bulunmuştur. Her bir yöntem sonucunda elde edilen bulgular BORDA Sayım yöntemi ile birleştirilmiş ve bu işlem sonucunda en iyi alternatif firma A2 firması olarak bulunmuştur. Bu firmayı sırası ile A1 ve A3 firmaları takip etmiştir. Ana kriterler ise önem sırasına göre yeterlilik, maliyet, kalite, ilişki faktörleri ve firmanın genel özellikleri olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Proje Lojistiği, Üçüncü Parti Lojistik, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Borda Sayım Yöntemi.

Jel Kodları: F19, L25, L91, N70.

* Bu çalışma, 20.10.2021 tarihinde sunulan “Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile 3PL Firma Seçimi – Proje Lojistiği Kapsamında Bir Uygulama” başlıklı doktora tez’inden üretilmiştir.

¹Öğr. Gör. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Lojistik Programı, E-posta: nozturkc@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8369-3735.

²Prof. Dr., Yalova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, E-posta: sozcan@yalova.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0882-427X.

Atıf/Citation

Öztürkçü, N. & Özcan, S. (2024). Bütünleşik ANP, MARCOS, WASPAS ve MAIRCA yöntemleri kullanılarak proje lojistiği operasyonlarında üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı seçimi. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(27), 98-125.

THIRD PARTY LOGISTICS SERVICE PROVIDER SELECTION IN PROJECT LOGISTICS OPERATIONS USING INTEGRATED ANP, MARCOS, WASPAS AND MAIRCA METHODS

Abstract

In order to compete in international markets, not only the quality of the products is sufficient, but also the effective management of logistics processes is required. In this respect, choosing the right logistics service provider is extremely important. The purpose of this study will be to determine the third party logistics (3PL) service provider that will carry out the logistics activities of a company that receives project logistics service and does international trade during this process. Within the scope of the study, ANP, MARCOS, WASPAS and MAIRCA techniques, which are among the multi-criteria decision making (MCDM) methods, were used in an integrated manner for service provider selection and the results were combined with the BORDA counting method. The weights of the criteria obtained as a result of the literature review were integrated with the MARCOS, WASPAS and MAIRCA methods obtained with ANP, and the rankings of the alternatives were found. The findings obtained as a result of each method were combined with the BORDA counting method and as a result of this process, the best alternative company was found to be A2 company. This company was followed by A1 and A3 companies, respectively. The main criteria were obtained as competence, cost, quality, relationship factors and general characteristics of the company, in order of importance.

Keywords: Project Logistics, Third Party Logistics, Multi-Criteria Decision Making Methods, Borda Count Method.

Jel Codes: F19, L25, L91, N70.

1. GİRİŞ

Lojistik hizmetler, üretilen ürün ile nihai tüketicinin çok farklı coğrafyalarda yer almasıyla ve bu ürünlerin varış noktasına ulaştırılması sürecinde farklı siyasi, politik, ekonomik yapı ve kurallara sahip coğrafyalardan geçerken yaşanan zorluklarla birlikte önemini çok daha fazla artırmıştır. Belirli dönemlerde kesintiye uğramış olsa da (Şahin & Bakırtaş, 2000, s. 63) hızla gerçekleşen küreselleşme ile birlikte artan rekabet, firmaları yalnızca nicelik değil aynı zamanda nitelik olarak da rekabette avantajlı olmaya zorlamaktadır. Bu rekabette başarılı olmak açısından lojistik hizmetlerde sağlanacak verimlilik, firmaları maliyetlerini minimize etmeye yardımcı olurken daha yüksek bir hizmet sunma noktasında da destekleyici bir süreç olacaktır. Lojistiğin rekabeti bu derecede etkilemesi ile birlikte firmalar lojistik faaliyetleri kendi bünyelerinde gerçekleştirmek yerine esnek bir yapı kazanabilmek ve müşteri memnuniyetini sağlayabilmek adına lojistik faaliyetlerinin bir kısmını veya tamamını dış kaynak kullanmak suretiyle gerçekleştirmektedirler. Bir diğer ismi ile üçüncü parti lojistik (3PL) olarak adlandırılan lojistik hizmet sağlayıcılardan alınacak dış kaynak hizmeti ile firmalar söz konusu hizmet sağlayıcının teknoloji, teknik ve uzman kapasitesinden faydalanarak hizmet kalitesini arttıracak ve böylelikle müşteri memnuniyetini de sağlamış olacaktır.

Müşteri memnuniyeti sağlamak ve işletmenin rekabet açısından daha avantajlı bir konuma gelebilmesi adına hayati bir önem taşıyan lojistik hizmet sağlayıcı seçiminin de sezgisel değil analitik karar verme yöntemleri ile belirlenmesi bu seçim işleminin daha doğru yapılabilmesi adına önem arz etmektedir. Taşınacak ürünler de gıda lojistiğinden, ilaç lojistiğine kadar uzanan geniş bir yelpazede yer almaktadır ve her bir ürün için ayrı bir uzmanlık ve iş motivasyonu gerekmektedir. Bu bakımdan seçilecek lojistik hizmet sağlayıcının da belirli kriterleri taşıyan bir firma olması için ayrı kriterlerin tanımlanması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada, proje lojistiği kapsamında özellikli ürün olarak tanımlayabileceğimiz ürünlerin lojistik süreçlerini gerçekleştirecek lojistik hizmet sağlayıcının analitik yöntemlerle belirlenmesi amaçlanmaktadır. Söz konusu analitik yöntemler literatürde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri olarak bilinmektedir. ÇKKV, bir karar verme sürecine destek vermek amacıyla çok sayıda nicel ve nitel kriterlerin belirlenmesini ve farklı ağırlıklardaki kriterlere göre, farklı özellikler barındıran seçenekler arasından belirli seçenekleri seçerek, sıralamak ya da sınıflandırmayı hedefleyen yöntemler topluluğunu ifade etmektedir (Zopounidis, 1999, s. 405). Çok sayıda ÇKKV yöntemi olmakla birlikte ağırlıklandırma işlemi için Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş ve bir ağın kümeler içinde ve arasında geri bildirimi ve karmaşık ilişkileri birleştirebilen (Santonja vd., 2012, s. 87) bir yöntem olan Analytic Network Process (ANP) yani bir diğer ismi ile Analitik Ağ Süreci (AAS) kullanılmıştır.

Bu çalışmanın giriş kısmında, lojistik hizmetlerin dış kaynak kullanımı ile lojistik hizmet sağlayıcıya devredilmesinin önemi vurgulanmakta, seçilecek olan hizmet sağlayıcının nasıl seçileceği konusunda bilgi verilmektedir. Kavramsal çerçeve kısmında çalışmada kullanılacak yöntemlerle ilgili teorik bilgiler verilmektedir. Literatür kısmında, çalışmada kullanılacak yöntemlerin kullanıldığı ampirik çalışmalardan oluşturulmuş bir literatür özeti sunulmaktadır. Yöntem başlığı altında, çalışmanın yöntemi, veri toplama araçları, verilerin analizi anlatılmakta ve kriterlerin belirlenmesi aşamasında yararlanılan kaynaklar açıklanmaktadır. Uygulama kısmında görüşülen uzman ve akademisyenlerden alınan cevaplara göre kriterler belirlenmiş ve ÇKKV yöntemleri bütünleşik bir şekilde uygulanarak alternatifler arasından seçim işlemi gerçekleştirilmiştir. Kriterlerin ağırlıklandırılması ANP yöntemi ile alternatiflerin sıralaması işlemleri ise MARCOS, WASPAS ve MAIRCA yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama kısmının son aşamasında ise her bir yöntemden elde edilen sonuçlar Borda Sayım Yöntemi ile birleştirilerek tek bir seçime ulaşılmıştır. Çalışmanın sonuç bölümünde ise elde edilen alternatif

sıralamaları değerlendirilmiş ve proje lojistiği açısından en fazla hangi kriterlere dikkat edilmesi gerektiği konusu irdelenmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde Analitik Ağ Süreci (ANP), Uzlaşık Çözümüne Göre Alternatifleri Değerlendirme ve Sıralama (MARCOS), WASPAS, MAIRCA ve BORDA Sayım Yöntemi kavramları açıklanmıştır.

2.1. Analitik Ağ Süreci

Analitik Ağ Süreci (ANP) Thomas L. Saaty tarafından çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için önerilmiş bir yöntemdir. Esasen bu yöntem Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yönteminin geliştirilmesi ile elde edilmiştir. AHP'nin katı hiyerarşik sürecinin aksine ANP kriterleri ve alternatifleri kümeler halinde gruplayarak karar verme problemini çözme kolaylığı getirmiştir. Bu kümedeki öğeler arasında veya kümeler içindeki karmaşık ilişkiler birleştirilir ve gerektiği noktada geri bildirimler ile çözüme gidilmektedir (Santonja vd., 2012, s. 87). Bu ilişkide her bir küme içindeki elemanların birbirleri üzerindeki etkisi içsel bağımlılık, bir küme içinde yer alan elemanların başka bir kümedeki elemanlar üzerindeki etkisi ise dışsal bağımlılık olarak ifade edilmektedir (Saaty, 2009, s. 12). ANP yönteminin bir diğer önemli özelliği de hem nicel hem de nitel bilgilerin değerlendirilmesine yardımcı olmasıdır. ANP aynı zamanda düşünme, bilgi ve alanında uzman olan bireylerin tecrübelerini de içeren çok yönlü bir karar verme yöntemi olarak da ifade edilmektedir (Ravi vd., 2005, s. 340).

ANP yönteminin uygulama süreci ve adımları aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Acar & Çapkın, 2017, s. 124; Niemiera ve Saaty, 2004, s. 574; Önder, 2015, s. 26; Özbek, 2019, s. 117):

Adım 1 Karar Probleminin Tanımlanması: ANP'nin ilk aşamasında öncelikle karar problemi tanımlanmaktadır ve daha sonra bu probleme uygun bir şekilde amaç, kriterler, alt kriterler, karar vericiler ve bu karar vericilerin amaçları bu aşamada gerçekleştirilmektedir. Ayrıca karar probleminin tanımlanmasına paralel olarak problemin ANP yöntemi ile çözülüp çözülmeyeceğine de karar verilecektir.

Adım 2 Karar Ağının Oluşturulması: Küme ve küme içinde yer alan alt kriterler ve seçenekler belirlendikten sonra ikinci aşamada kontrol hiyerarşisi oluşturulmaktadır. Oluşturulacak karar ağı kümelerden meydana gelecektir ve bu kümelerin de içsel mi yoksa dışsal bağımlılığa mı sahip olduğu da ayrıca belirlenmelidir.

Adım 3 Kriterler Arası İkili Karşılaştırmaların Yapılması: Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenebilmesi için AHP’dekine benzer şekilde kriterlerin ikili karşılaştırmalarının yapılması gerekmektedir. Yine AHP’de olduğu gibi ikili karşılaştırmaların yapılabilmesi için Saaty tarafından geliştirilen 1-9 ölçeği kullanılacaktır. Kriter karşılaştırmaları ikinci adımda belirtildiği gibi öncelikle küme içinde daha sonra ise kümeler arasında gerçekleştirilecektir.

Adım 4 Süpermatrisin Oluşturulması: ANP’de karar ağını oluşturan her türlü etkileşim süpermatris olarak ifade edilen matris içinde belirtilmektedir. Karar ağ yapısı içinde yer alan tüm kümeler, yatayda ve dikeyde sıralanacak ve kriterler arasındaki karşılaştırmalar sonucunda bulunan her bir matris de büyük matriste birleştirilerek süpermatris elde edilecektir.

Adım 5 Ağırlıklandırılmış Süpermatrisin Oluşturulması: AHP’de hiyerarşik bir yapı olduğundan ağırlıklandırılmış ve Ağırlıklandırılmamış matrisler birbirine eşit olmaktadır. Ancak ANP yönteminde böyle bir durum söz konusu olmadığından ağırlıklandırılmamış süpermatris W’nin her bir bloğunun, W_{ij} küme ağırlıkları matrisinin (Q) bağdaşan q_{ij} elemanı ile çarparak elde edilmektedir. Bu durum da aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir:

$$W_{ij} * q_{ij} \quad i=1,...,B; \quad j=1,...,B \quad (1)$$

Adım 6 Limit Süpermatrisin Elde Edilmesi: Ağırlıklandırılmış süpermatriste değerler bir düğümün diğer düğüm üzerindeki doğrudan etkilerini göstermektedir. Bundan dolayı aynı satıra denk gelen sütun değerlerinin eşitleninceye kadar süpermatrisin büyük dereceden kuvvetinin alınması zorunludur.

Adım 7 En İyi Alternatifin Seçilmesi: Elde edilen limit süpermatrisin normalize edilmesi sonucunda en iyi değeri alan firma en iyi alternatif olarak belirlenecektir.

2.2. MARCOS Yöntemi

MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking According to COmpromise Solution- Uzlaşık Çözüme Göre Alternatifleri Değerlendirme ve Sıralama) yöntemi Stevic vd., (2019, s. 9) tarafından geliştirilmiştir. Bu ÇKKV yöntemi, alternatifler ve referans değerler arasındaki ilişkiyi belirleyerek alternatiflerin performanslarını bulmayı hedef edinen bir yöntemdir (Badi & Pamucar, 2020, s. 41). Tespit edilen ilişkilere göre alternatiflerin fayda fonksiyonları bulunur ve ideal anti-ideal çözümlere göre uzlaşık sıralama bulunur. Tespit edilecek en iyi alternatif sonucu ideale en yakın anti-ideal referans konumuna göre de en uzak olan alternatif olacaktır. (Puska vd., 2021, s. 5). Fakat ideal ve anti-ideal çözüm bulunurken kriterlerin fayda veya maliyet temelli olup olmadığına da dikkat etmek gerekmektedir. İdeal çözümü fayda kriterleri

açısından değerlendirdiğimizde en büyük değeri alan alternatifi seçmemiz gerekirken maliyet kriterleri açısından ise en küçük değeri alan alternatifi seçmemiz gerekecektir. Anti-ideal çözüm için ise bu durum tam tersine işlemektedir (Ecer, 2020, s. 338). MARCOS yöntemi esnek bir yapıya sahip olduğundan çoklu amaçları en uygun hale getirmek için güçlü ve sağlam bir karar verme aracı rolü üstlenmektedir.

MARCOS yönteminin işlem adımları ise aşağıdaki gibi ifade edilmiştir (Badi & Pamucar, 2020, s. 41; Ecer, 2020; s. 340; Puska vd., 2020, s. 92; Puska vd., 2021; s. 5; Stevic vd., 2019, s. 9):

Adım 1 Başlangıç Karar Matrisinin Elde Edilmesi

Bu adımdaki başlangıç karar matrisi tüm çok kriterli karar verme yöntemlerinin ilk adımını oluşturmaktadır. M alternatif ve n kriterden oluşan başlangıç karar matrisi aşağıda eşitlik (2) ile gösterilmiştir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Adım 2 Genişletilmiş Karar Matrisinin Elde Edilmesi

Eşitlik (2)'de elde edilen matrise ideal (AI) ve anti-ideal (AAI) sonuçlarının eklenmesi ile elde edilen matris genişletilmiş matris olarak belirtilmektedir. Genişletilmiş karar matrisi Eşitlik (7) AI ve AAI değerlerinin elde edilmesi ise Eşitlik (3)-(6) yardımı ile belirtilmiştir.

$$AAI = \min x_{ij}, \text{ fayda temelli kriter ise } (j \in B) \quad (3)$$

$$AI = \max x_{ij}, \text{ fayda temelli kriter ise } (j \in B) \quad (4)$$

$$AAI = \max x_{ij}, \text{ maliyet temelli kriter ise } (j \in C) \quad (5)$$

$$AAI = \min x_{ij}, \text{ maliyet temelli kriter ise } (j \in C) \quad (6)$$

$$X_{ij} = A_1 \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \\ x_{aa1} & x_{aa2} & \dots & x_{aan} \\ x_{a1} & x_{a2} & \dots & x_{an} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 3 Genişletilmiş Karar Matrisinin Standartlaştırılması

Eşitlik (2) yardımı ile elde edilen başlangıç karar matrisine fayda temelli kriter için eşitlik (8) maliyet temelli kriter için ise eşitlik (9) kullanılmak suretiyle genişletilmiş karar matrisi oluşturulur.

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mn} \\ n_{aa1} & n_{aa2} & \dots & n_{aan} \\ n_{a1} & n_{a2} & \dots & n_{an} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}}, j \in C \text{ ise} \quad (9)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}}, j \in B \text{ ise} \quad (10)$$

Adım 4 Ağırlıklandırılmış Matrisin Elde Edilmesi

Eşitlik (2)'de elde edilen standartlaştırılmış matrisin bütün elemanlarının daha önce elde edilen kriter ağırlıkları ile çarpılması neticesinde elde edilmektedir. Ağırlıklı matris eşitlik (11)'deki gibi elde edilecektir

$$v_{ij} = n_{ij} * w_j$$

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \\ v_{aa1} & v_{aa2} & \dots & v_{aan} \\ v_{a1} & v_{a2} & \dots & v_{an} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Adım 5 Alternatiflerin Fayda Derecelerinin Hesaplanması

Alternatiflerin ideal ve anti-ideal çözüm noktasına göre uzaklıkları eşitlik (12) ve eşitlik (13) kullanılmak suretiyle elde edilmektedir. Buna ilaveten, eşitlikte bulunan S_i değeri de, ağırlıklandırılmış matriste yer alan elemanların toplamını ifade etmektedir.

$$K_1^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (12)$$

$$K_1^- = \frac{S_i}{S_{aai}} \quad (13)$$

Adım 6 Alternatiflerin Fayda Fonksiyonlarının Bulunması

Fayda fonksiyonu da eşitlik (14) yardımı ile elde edilmektedir;

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1-f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1-f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (14)$$

Eşitlikte bulunan $f(K_i^+)$ ve $f(K_i^-)$ değerleri sırası ile ideal ve anti-ideal çözüme göre fayda fonksiyonlarını ifade etmektedir ve Eşitlik (15) ve Eşitlik (16) İle gösterilirler.

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-} \quad (15)$$

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \quad (16)$$

Adım 7 Sıralamaların Elde Edilmesi

Eşitlik (14)'ten elde edilen sonuçlara göre alternatiflerin sıralamaları bulunmaktadır. En yüksek değeri elde eden alternatif en iyi sonucu elde etmektedir.

2.3. WASPAS Yöntemi

ÇKKV yöntemlerinden WASPAS yine iki farklı ÇKKV yöntemi olan ağırlıklı toplam modeli (WSM) ve ağırlıklı çarpım modelinin (WPM) birleştirilmesi ile oluşturulmuştur (Chakraborty vd., 2015, s. 6). Bu yöntemle birlikte her özelliğin göreceli önemi basit bir şekilde tespit edilir ve daha sonra alternatifler değerlendirilerek sıralama yapılır (Alinezhad & Khalili, 2019, s. 93). Zavadskas vd., (2012, s. 3), WASPAS yöntemi ile gerçekleştirdikleri çalışma ile elde edilen sıralama geçerliliğinin WPM yönteminin 1.3 WSM yönteminin ise 1.6 katından daha yüksek olarak elde edildiğini göstermişlerdir. Bu açıdan bakıldığında bu yöntem ile WSM ve WPM

birleştirilerek en yüksek oranda doğruluğa ulaşmanın amaçlandığı görülmektedir (Ecer, 2020, s. 254).

Bu yöntemde m alternatifleri, n kriterleri ve w kriter ağırlıklarını ifade etmek üzere takip edilecek adımlar da aşağıdaki gibi olacaktır.

Adım 1 Başlangıç Karar Matrisinin Elde Edilmesi

Tüm ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi öncelikle bir başlangıç karar matrisinin oluşturulması gerekmektedir. İlgili matris Eşitlik (17) ile gösterilmiştir;

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n \quad (17)$$

Burada x_{ij} : i'nci alternatifin j'nci kriteri altındaki performans değerini göstermektedir.

Adım 2 Karar Matrisinin Standartlaştırılması

Kriterlerin fayda veya maliyet yönlü olmasına göre normalizasyon işlemleri yerine getirilir. Söz konusu kriter fayda yönlü ise Eşitlik (18) kullanılmaktadır;

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (18)$$

Tam tersine söz konusu kriter maliyet yönlü ise aşağıdaki eşitlik (19) kullanılmaktadır;

$$x_{ij}^* = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (19)$$

Adım 3 Alternatiflerin Görelî Performansının WSM ile Elde Edilmesi

Alternatiflerin WSM'e göre görelî performansı eşitlik (20) yardımı ile elde edilmektedir;

$$Q_i^1 = \sum_{j=1}^n x_{ij}^* w_j \quad (20)$$

Adım 4 Alternatiflerin Görelî Performansının WPM ile Elde Edilmesi

Alternatiflerin WPM'e göre görelî performansı eşitlik (21) yardımı ile elde edilmektedir;

$$Q_i^2 = \prod_{j=1}^n (x_{ij}^*)^{w_j} \quad (21)$$

Adım 5 Alternatiflerin Nihai Görelî Performansının Elde Edilmesi

Nihai aşamada WSM ve WPM ile elde edilen sonuçlar eşit ağırlık ile çarpılarak görelî performans elde edilerek alternatiflerin sıralamada elde edilmektedir. Görelî Performans değere ise Eşitlik (22) ile ulaşılmaktadır

$$Q_i = (0,5) * Q_i^1 + (0,5) * Q_i^2 \quad (22)$$

2.4. MAIRCA Yöntemi

MAIRCA (MultiAtributive Ideal-Real Comparative Analysis) yöntemi ideal ve ampirik ağırlıklar arasındaki boşluğu belirlemek amacı ile Gigovic tarafından geliştirilen bir yöntem olarak ÇKKV yöntemleri içindeki yerini almıştır. Alternatif olarak belirlenen kriterlerin boşluk değerlerinin toplamı, bu alternatiflerin toplam boşluğunu gösterir. Elde edilen sonuçlara göre en düşük boşluk değerine sahip alternatif en iyi sonuca sahip alternatif tanımlar (Gigovic vd., 2016, s. 11).

MAIRCA yönteminin adımları da aşağıdaki gibi sıralanmıştır; (Bakır vd., 2020, s. 155; Gigovic vd., 2016, s. 12; Muravev vd., 2020, s. 7; Pamucar vd., 2018, s. 1646):

Adım 1 Başlangıç Karar Matrisi

Alternatif değerler X_{ij} 'in alternatifin j. kritere göre aldığı değeri temsil ettiği, farklı kriterlere göre alternatif değerler bulunduran matris aşağıdaki gibi Eşitlik (23) ile gösterilmiştir

$$= \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (23)$$

Adım 2 Alternatiflerin Önceliklerinin Belirlenmesi

Teorik anlamda alternatifler seçilirken karar vericinin tercih işlemleri için tarafsız olduğu ve herhangi bir öngöründe bulunmadığı varsayılmaktadır. Bundan dolayıdır ki, karar verici alternatifler açısından bütün tercihlerin eşit şansa sahip olduğunu kabul etmektedir. Eşitlik (24)'te m toplam alternatif sayısı olmak üzere i. alternatifin önceliği P_{Ai} ile ifade edilmektedir;

$$P_{Ai} = \frac{1}{m}; \quad \sum_{i=1}^m P_{Ai} = 1 \quad i=1,2,\dots,m \quad (24)$$

Her alternatifin tercih olasılığı eşitse;

$$P_{A1} = P_{A2} = \dots = P_{Am}$$

Adım 3 Teorik Derecelendirme Matrisinin Oluşturulması

3. adımda nxm formatında yer alan matris, kriterler için belirlenen ağırlık katsayıları ve alternatiflerin tercihlerinin çarpılması ile elde edilen P_{Ai} 'e dayanan teorik değerlendirme matrisinin elde edilmesini açıklamaktadır. Elde edilen matris ise Eşitlik (25) ile gösterilmiştir;

$$T_p = \begin{bmatrix} P_{A1} \cdot w_1 & P_{A1} \cdot w_2 & \dots & P_{A1} \cdot w_n \\ P_{A2} \cdot w_1 & P_{A2} \cdot w_2 & \dots & P_{A2} \cdot w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{Am} \cdot w_1 & P_{Am} \cdot w_2 & \dots & P_{Am} \cdot w_n \end{bmatrix} \quad (25)$$

Adım 4 Gerçek Derecelendirme Matrisinin Oluşturulması

Dördüncü adımda teorik derecelendirme matrisi T_p ile başlangıç karar matrisi X'ten yararlanarak gerçek derecelendirme matrisi elde edilir. Bunun için maksimizasyon ve minimizasyon yönlü kriterler için farklı değerlendirme formüllerinden yararlanılır ve bunlar da sırasıyla aşağıda eşitlik (26) ve (27) ile gösterilmiştir.

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_{ij}^-}{x_{ij}^+ - x_{ij}^-} \right) \quad (26)$$

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_{ij}^+}{x_{ij}^- - x_{ij}^+} \right) \quad (27)$$

Eşitliklerde yer alan x_{ij}^+ kriterin alternatiften aldığı en büyük değeri, x_{ij}^- ise kriterin alternatiften aldığı en küçük değeri ifade etmektedir. Eşitliklerden elde edilen sonuçlar ile elde edilen gerçek derecelendirme matrisi de aşağıda eşitlik (28) yardımı ile gösterilecektir;

$$T_r = \begin{bmatrix} t_{r11} & t_{r12} & \dots & t_{r1n} \\ t_{r21} & t_{r22} & \dots & t_{r2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{rm1} & t_{rm2} & \dots & t_{rmn} \end{bmatrix} \quad (28)$$

Adım 5 Toplam Boşluk Matrisinin Hesaplanması

Bu adımda teorik derecelendirme matrisi T_p ile gerçek derecelendirme matrisinin (T_r) farkı alınarak boşluk matrisi bulunmaktadır. Matris ise eşitlik (29) yardımı ile elde edilmektedir.

$$G = T_p - T_r = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \dots & g_{mn} \end{bmatrix} \quad (29)$$

Adım 6 Alternatiflere İlişkin Kriter Fonksiyon Değerlerinin Hesaplanması ve Sıralamaların Elde Edilmesi

Eşitlik (29)'da her alternatif için teker teker bulunan fark değerlerinin toplamının alınması ile birlikte kriter fonksiyon değerleri elde edilir. Bu fonksiyonlar da eşitlik (30) ile gösterilmektedir;

$$Q_i = \sum_{j=1}^n g_{ij} \quad (30)$$

Alternatiflerin sıralaması da küçük değerden büyük değere doğru yapılmaktadır.

2.5. Borda Sayım Yöntemi

Fransız bilim adamı Jean-Charles de Borda (1733-1799) 1770'te Fransız Académie Royale des Sciences'a sunulan fakat ancak 1784'te yayınlanma şansı bulan makalesi ile birlikte bilinirliği ortaya çıkan “Borsa Sayımı” aslında “işaretleme yöntemi” olarak da bilinmektedir (Reilly, 2002, s. 357). Borda Sayım Yöntemi modern seçim yöntemlerinin gelişiminde çok önemli bir rol üstlenmiştir. Bu yöntem alternatifleri karar vericilerin bireysel tercih toplamına göre sıralamayı amaç edinmiştir (Çakır & Perçin, 2013, s. 452).

Bu yöntemde karar vericilerin en az tercih ettiği alternatife “0” puan, bir sonrakine “1” puan ve en fazla tercih edilen alternatife ise “n-1” (n alternatif sayısını ifade etmek üzere) puan verilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre alternatifler sıralanmaktadır. Yöntem için geçerli olan formül ise aşağıdaki gibi gösterilmiştir (Akyüz & Aka, 2017, s. 36);

$$b_i = \sum_{k=1}^n (N - r_{ik})$$

r_{ik} = k. kriter altındaki i. alternatifin sırası

N: Toplam alternatif sayısı

3. LİTERATÜR TARAMASI

Meade ve Sarkis (2002), tersine lojistik süreçlerde 3PL hizmet sağlayıcı seçimi için ilk kez bir çalışma yapmışlar ve bunu da ANP yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir. Kurulan model somut, soyut, nicel, nitel stratejik ve operasyonel faktörleri göz önünde bulundurmaktadır. Alternatif olarak belirlenen A, B ve C firmalarından C firması aldığı 0,384 puan ile en yüksek değere sahip firma olarak seçilmiştir. Jharkharia ve Shankar (2007), iki aşamalı bir model kurarak lojistik hizmet sağlayıcıyı seçecekleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Alternatif firmaların seçildiği ilk aşamadan sonra ANP'ye dayalı nihai seçim kararı verilmiştir. Alternatiflerin seçimi

için uzmanlar tarafından uygunluk, hizmet maliyeti, kalite ve firma imajı ana kriterler olarak belirlenmiştir. ANP ile yapılan ikili karşılaştırmalar neticesinde operasyonel performans 0.483 ile en yüksek değere sahip kriter olmuştur. Alternatiflerin sıralaması sonucunda ise B alternatifi en yüksek değere sahip firma olarak bulunmuştur. Cheng ve Lee (2010), Tayvan’da TFT-LCD sektöründen faaliyet gösteren bir firmanın tersine lojistik süreçlerini yerine getirecek bir hizmet sağlayıcı seçimi için çalışma gerçekleştirmişlerdir. Firma seçimi için kurulan ANP modelinde depo yönetimi, ulaştırma yönetimi, bilgi teknoloji yönetimi ve değer katan hizmetler başlığı altında dört ana boyut belirlemişlerdir. Gerçekleştirilen deneysel çalışma neticesinde değer oluşturan hizmetler boyutunun tersine lojistik için çok yüksek bir öneme sahip olmadığı tespit edilmiştir. Sun vd., (2010), 3PL seçim endeks sistemini değerlendirmek üzere ANP yöntemini kullanmışlardır. 3PL seçim endeksi faydalar, fırsatlar, maliyetler ve riskler olarak dört ana kriter altında toplam 12 kritere göre karşılaştırılmıştır. Alternatiflerin değerlendirilme sürecinde ise BOCR modeli kullanılarak sonuçlar birleştirilmiştir. Sentürk vd., (2016), literatürde ilk kez yer alan bir model önermişler ve bu modelde Aralık Tip-2 Bulanık ANP yöntemi ile 3PL seçim işlemi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada BOCR modeli kullanılmıştır. Toplam 17 alt kriterin değerlendirilmesi neticesinde firma açısından en etkili kriterler hasar risk yönetimi ve müşteri bilgilerinin güvenliği olmuştur. Tavana vd., (2016), Batı Virginia’da bir kompozit firma üretici ile gerçekleştirdikleri çalışmada seçim faktörleri arasındaki etkileşimlerin girift yapısını sistematik olarak modellemek ANP yönteminin kullanıldığı analitik bir yöntem önermişlerdir. Yapılandırılan modelde üçüncü parti hizmet sağlayıcıların değerlendirilmesi açısından kriterler öncelikle Likert ölçeği anketleri ile belirlemiştir. Daha sonra ortalama alternatif yöntem uygulanmak suretiyle bir seçim işlemi gerçekleştirilmiştir. Raut vd., (2018), Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Analitik Ağ Süreci (ANP)’ye dayalı iki aşamalı bir model kullanarak çevresel sürdürülebilir açıdan en uygun hizmet sağlayıcı seçimi gerçekleştirmişlerdir. Seçim işlemi için belirlenen kriterler arasından en önemli kriterler araç tipi ile araç kalitesi olarak elde edilmiştir. Alternatiflerin karşılaştırılması neticesinde ise LP1 olarak numaralandırılan 3PL firması en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Zarbakhshnia vd. (2022), sürdürülebilir üçüncü taraf hizmet sağlayıcı seçimi için bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada kriterlerin ağırlıklandırılması için hibrit bulanık DEMATEL-ANP alternatiflerin sıralaması için ise bulanık COPRAS yöntemini uygulamışlardır. 5 hizmet sağlayıcı ve sıralanmış ve A1 numaralı hizmet sağlayıcı en iyi alternatif olarak bulunmuştur. Nasri vd. (2023), sürdürülebilir tedarikçi seçimi için petrol üreten bir firmada bulanık DEMATEL, ANP ve VZA çok kriterli karar verme yöntemleri ve Anderson-Peterson derecelendirme modelini birleştirerek bir model sunmuşlardır. 15 şirket üzerinde yapılan çalışma neticesinde 7 numaralı şirket en iyi tedarikçi olarak belirlenmiştir.

Pamucar vd., (2018), 3PL hizmet sağlayıcılarını değerlendirmek için üç ÇKKV yönteminden oluşan bütünleşik bir model uygulamışlardır. Bu yöntemler; alternatiflerin kriter fonksiyonlarının sınır yakınlık alanına uzaklıklarını dikkate alarak hesaplama yapan MABAC, en iyi-en kötü yöntemi BWM ve bütünleşik ağırlıklı toplam ve çarpım yöntemi WASPAS olarak belirlenmiştir. Sremac vd., (2018), tehlikeli madde taşıyıcısı seçmek amacı ile SWARA (adım adım ağırlık değerlendirme oran analizi) ile kriter ağırlıklarını, WASPAS yöntemi ile ise alternatifleri belirledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Feng vd. (2022), Çin’de geri dönüştürülebilir atıkların taşınması sürecindeki üçüncü taraf hizmet sağlayıcı için uygun taşıma aracı park merkezlerinin konumunu belirleyecek bir ÇKKV yöntemi geliştirmişlerdir. Çalışmada DEMATEL-EW-WASPAS yöntemleri uygulanmıştır.

Muravev vd., (2020), CR Express (Çin Demiryolu Ekspresi) için en uygun lojistik merkez konumunu bulmak amacıyla yaptıkları çalışmada DEMATEL-MAIRCA bütünleşik ÇKKV yöntemini uygulamışlardır. Çin ile AB ülkeleri arasında her geçen gün artan konteyner taşımacılığı düşünüldüğünde lojistik merkez seçim işleminin dinamik bir şekilde yapılması gerektiğini öngörülmüştür. Görçün vd. (2023), lojistik sektörü için en uygun blok zinciri teknolojisini belirlemek üzere son derece karmaşık belirsizliklerin de üstesinden gelebilen yeni, sağlam, pratik ve güçlü bir karar verme aracı sunmuşlardır. Karar modeli bulanık Dombi-FUCOM-MAIRCA bütünleşik modeli olarak gerçekleşmiştir. Çalışmanın ana bulguları A2 alternatifinin (Microsoft) lojistik sektörü için en uygun alternatif olduğunu ve sırasıyla A2 (IBM) ve A3’ün (Linux) en iyi seçeneği takip ettiğini göstermiştir.

Stevic vd., (2019), sağlık sektörü için yaptıkları çalışmada sürdürülebilir bir tedarikçi seçimi için 21 kriter ve 8 alternatif belirlemiş ve seçilen alternatiflerin belirlenmesi için ise MARCOS yöntemini uygulamışlardır. Kriterlerin ağırlık değerlerini belirlemek için 21 farklı senaryo oluşturularak 1-9 ölçüm skalası 1-5 olarak değiştirilmiştir. Farklı altı ÇKKV yöntemi ile karşılaştırma yapılarak doğrulama işlemi dinamik şartlar altında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tüm sonuçlara göre A2 alternatifi en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Prajapati vd. (2023), tersine lojistik stratejisi seçim kriterlerini değerlendirmeyi ve uygulanması için bulanık AHP (F-AHP) ve bulanık MARCOS (F-MARCOS) tabanlı yeni bir hibrit model geliştirmişlerdir. Sonuçlar, tersine lojistiği tedarik zincirine uygulaması gereken bir imalat sanayi için hükümet politikaları ve düzenlemelerinin, tersine lojistik risklerinin ve azaltılmış emisyonun birincil öneme sahip olduğunu göstermiştir.

Turbaningsih vd., (2022), yaptıkları çalışmada proje lojistiği için optimizasyon modeline katkıda bulunmayı amaçlamakta ve özellikle proje lojistiği yükleri için çok modlu taşımacılığa

yönelik bir iyileştirme stratejisi önermektedirler. Karma yöntem araştırması, taşımacılık analizi için ana kriterleri gözlemlemek ve bir vaka analizi gerçekleştirmek için nitel bir çalışmadan oluşmuştur. Endonezya'daki üreticiden Chittagong Limanına 250 adet demiryolu vagonunun ihracatı için çok modlu taşımacılık analizine ilişkin çalışma örneğinde, optimum maliyet, vagon başına 16.700 ABD Doları birim maliyet ve 142 günlük toplam nakliye süresi ile tek -12 çok dingilli hat treyleri ve 28000 DWT Genel Kargo Gemisi kombinasyonuna dayalı olarak elde edilmiştir.

Görçün ve Doğan (2023), mobil vinçlerden kaynaklı iş kazalarının en önemli nedeninin, karar vericilerin yanlış mobil vinçleri seçmesinden kaynaklandığını ve karar verme sürecinde ise literatürde bu karar problemini çözmek için genel kabul görmüş bir kriter setinin bulunmadığını tespit etmiştir. Karar verme problemi için BWM (En İyi ve En Kötü Yöntem) ve bulanık MARCOS (Alternatiflerin Ölçümü ve Uzlaşma Çözümüne Göre Sıralama) kombinasyonunu önermiş ve önerilen modeli, Türkiye'deki büyük ölçekli bir proje lojistiği ve ağır nakliye şirketinin karşılaştığı bir mobil vinç seçim problemini çözmek için uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlar, teknik kriterlerin ekonomik ve kalite kriterlerinden daha etkili olduğunu göstermiştir. A1 Brand-L. 4.2, şirketin gereksinimlerini karşılamak için en uygun alternatif olduğunu göstermiştir. Modelin geçerliliğini ve uygulanabilirliğini test etmek için yapılan kapsamlı bir duyarlılık analizi uygulamışlardır.

4. GEREÇ VE YÖNTEM

4.1. Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı uluslararası ticaret yapan ve proje temelli ağır tonajlı ürünler üreten bir firmanın lojistik süreçlerini yönetecek doğru firmanın tespitini yapmaktır. Ayrıca ÇKKV yöntemleri arasında yer alan farklı yöntemleri ilk kez bütünleşik olarak kullanmak ve uzmanlardan elde edilen sonuçlarla birlikte proje lojistiği kapsamında hangi kriterlerin daha fazla önem arz ettiğini tespit etmek de bir başka amaç olacaktır. Proje lojistiği ile de çok az çalışma olması ve kullanılacak yöntemlerin ilk kez bütünleşik olarak ele alınmasının da literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

4.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini Bursa'da faaliyet gösteren proje lojistiği hizmeti alan ve uluslararası ticaret yapan işletmeler oluşturmaktadır. Bu işletmelerin lojistik hizmet sağlayıcı seçiminde etkin rol alan, konusunda uzman uluslararası lojistik operasyon yetkililerinden ve yöneticilerinden oluşan 5 kişilik bir karar verici grup seçilmiştir. Karar verme problemlerinin

çözümünde karar verici grubun belirlenmesi en önemli aşamalardan birini oluşturmaktadır. Karar verici grubu tanımlamak için yapılan “doğrudan veya dolaylı bir şekilde en uygun alternatifleri sıralamak amacı ile sıralamada kullanılacak en son değer yargısını ortaya koyan ve “en iyi” seçimin belirlenmesini sağlayan birey veya bireyler grubu” (Chankong & Haimes, 1983, s.7) tanımı da karar verici grubunun neden önemli olduğunu açıkça ifade etmektedir.

4.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada birincil kaynaklı verilerden yararlanılmıştır. Birincil kaynaklı veriler araştırma için yapılan anket çalışması neticesinde elde edilen verilerden meydana gelmektedir. Anket formu oluşturulmadan önce literatür taraması neticesinde 3PL firma seçimi çalışmalarında kullanılan 98 kriter tespit edilmiştir. Tespit edilen bu kriterler akademisyenler ve çalışmanın gerçekleştirileceği firmadaki uzmanlara sorularak 24 adete düşürülmüş ve nihai olarak 5 ana kriter ve 24 alt kriterden meydana gelen bir kriter seti oluşturulmuştur. Ana ve alt kriterlerin belirlenmesini müteakip kriterler arasındaki ilişkiler belirlenerek etki matrisi oluşturulmuş ve bu matrise uygun bir şekilde Saaty’nin geliştirdiği 1-9 ölçeği kullanılarak oluşturulan ANP yöntemine göre elde edilen anket karar verici gruba uygulanmıştır. Uzman ekibe ANP yöntemine göre ikili karşılaştırmalar yaptırılarak verilen cevapların geometrik ortalamaları alınmış ve kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Kriter ağırlıklarının tespit edilmesini müteakip MARCOS, WASPAS ve MAIRCA yöntemine uygulanarak alternatifler arasından seçim işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın etik kurul izni Yalova Üniversitesi Etik Kurulu Başkanlığından 10.02.2021 tarih ve 2021/01 sayılı kararı ile alınmıştır.

4.4. Verilerin Analizi

Toplanan verilerin analiz sürecinde ANP yöntemine göre kriter ağırlıklarının hesaplanması amacı ile “Super Decision” paket programı kullanılmıştır. ANP yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıklarına göre alternatiflerin MARCOS, WASPAS ve MAIRCA’ya göre belirlenmesi aşamasında “Ms. Excel” programından yararlanılmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemleri sonucunda elde edilen alternatif sıralama sonuçlarının birleştirilmesi aşamasında ise BORDA sayım yönteminden faydalanılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. ANP Sonuçları

Ana Kriterlerin Karşılaştırılması

ANP yöntemine göre öncelikle ana kriterlerin ikili karşılaştırılması yapılarak kriterlerin öncelik değerlerinin bulunması gerekmektedir. Saaty'nin ikili karşılaştırma ölçeği kullanılarak elde edilen sonuçlar Super Decisions programına aktarılmış ve karşılaştırma neticesinde de aşağıdaki matris elde edilmiştir.

Şekil 1. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırılması

1. Choose	2. Cluster comparisons with respect to Alternatifler	3. Results
Node: Cluster Choose Cluster Alternatifler	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct İlişki Faktörleri is strongly to very strongly more important than Firmanın Genel Özellikleri	Normal Hybrid Inconsistency: 0.07154
	1. Firmanın Genel ~	Firmanın ~ 0.03015
	2. Firmanın Genel ~	İlişki Fa~ 0.09263
	3. Firmanın Genel ~	Kalite 0.25258
	4. Firmanın Genel ~	Maliyet 0.29023
	5. İlişki Faktörleri~	Yeterlilik 0.33440
	6. İlişki Faktörleri~	
	7. İlişki Faktörleri~	
	8. Kalite	
	9. Kalite	
	10. Maliyet	

Şekil 2. Ana Kriterlerin Öncelik Değerleri

1. Choose	3. Results
Node: Cluster Choose Cluster Alternatifler	Normal Hybrid Inconsistency: 0.0/154
	Firmanın ~ 0.03015
	İlişki Fa~ 0.09263
	Kalite 0.25258
	Maliyet 0.29023
	Yeterlilik 0.33440

Alt Kriterlerin Firmalara Göre ve Birbirleri ile Karşılaştırılması

Bu aşamada hem alt kriterlerin firmalara göre hem de kriterlerin birbirleri üzerindeki etkilerini görmek üzere yine Saaty'nin ikili karşılaştırma ölçeği kullanılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ağırlıklandırılmamış, ağırlıklandırılmış ve limit süper matrisler elde edilmiştir. Limit süper matristen elde edilen verilere göre Tablo 1'deki kriterlerin öncelik değerleri bulunmuştur.

Tablo 1. Ana, Alt ve Genel ve Alt Kriter Ağırlıkları

Ana Kriterler ve Kriter Ağırlıkları	Alt Kriterler	Alt Kriter Ağırlıkları	Genel Kriter Ağırlıkları
Firmanın Genel Özellikleri (0,0302)	Benzer Ürünlerdeki Deneyim	0,444	0,013
	Firmanın Ünü	0,201	0,006
	Coğrafi Konum	0,026	0,001
	Finansal İstikrar	0,327	0,010
Yeterlilik (0,3344)	Teknik Kapasite	0,235	0,079
	Finansal Kapasite	0,212	0,071
	Uluslararası Kapsam	0,193	0,065
	Teknoloji Kapasitesi	0,116	0,039
	Sabit Varlıkların Büyüklüğü	0,052	0,017
	Personel Tecrübesi	0,189	0,063
Maliyet (0,2902)	Nakliye Fiyatı	0,236	0,068
	İlave Hizmet Maliyetleri	0,120	0,035
	Sürdürülebilir Düşük Maliyet	0,450	0,131
	Ödeme Esnekliği (Koşulları)	0,193	0,056
Kalite (0,2525)	Müşteri Memnuniyeti	0,369	0,093
	Hizmet Kalitesi	0,296	0,075
	Katma Değer Oluşturan Hizmetler	0,177	0,046
	Özelleştirilmiş Hizmet	0,156	0,039
İlişki Faktörleri (0,0926)	Bilgi Paylaşımı	0,174	0,017
	Uyum	0,172	0,016
	Risk Paylaşımında İsteklilik	0,065	0,006
	Müşteri ile İşbirliği	0,268	0,025
	Sürdürülebilir İlişki	0,318	0,029

Alt kriterlerin önem dereceleri incelendiğinde firmanın genel özellikleri kümesinde; benzer ürünlerdeki deneyim (%44,40), yeterlilik kümesinde; teknik kapasite (%23,50), maliyet kümesinde; sürdürülebilir düşük maliyet (%45,00), kalite kümesinde; müşteri memnuniyeti (%36,9), ilişki faktörleri kümesinde ise; sürdürülebilir ilişki (%31,8) alarak kendi kümeleri içinde en önemli kriterler olduğu görülmektedir. Coğrafi konum (%2,60), sabit varlıkların büyüklüğü (%5,20) ve risk paylaşımında isteklilik (%6,50) kriterlerinin, almış oldukları önem dereceleri ile nispi olarak en önemsiz kriterler olduğu görülmektedir.

ANP Yöntemine Göre Alternatiflerin Sıralamaları

Super Decision programından elde edilen verilere göre ANP Yöntemine göre alternatiflerin sıralamaları aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi elde edilmiştir. Buna göre A2 alternatif firması %47,17'lik derecesi ile en iyi 3PL firma olarak bulunmuştur. Bu firmayı sırası ile A1 (%38,29) ve A3 (%14,53) firmaları takip etmiştir.

5.2. ANP-MARCOS Sonuçları

ÇKKV Yöntemleri ağırlıklandırma ve sıralama yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktaydı. Çalışmada ANP yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları bulunmuş ve tablo 1 elde edilmiştir. Elde edilen bu ağırlıklar kullanılarak MARCOS yöntemi ile bütünleştirilmiş ve alternatiflerin

sıralama sonuçları elde edilmiştir. MARCOS yöntemine göre öncelikle Eşitlik 7'den yararlanarak Tablo 2'deki başlangıç ve genişletilmiş karar matrisi elde edilmiş ve diğer tüm adımlar bu tablodaki verilere göre gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Genişletilmiş Karar Matrisi

W	K	A1	A2	A3	AI	AAI
0,013	BÜD	0,457	0,416	0,126	0,457	0,126
0,006	FÜ	0,344	0,546	0,108	0,546	0,108
0,001	CK	0,25	0,250	0,500	0,500	0,250
0,01	Fİ	0,258	0,636	0,104	0,636	0,104
0,079	TK	0,279	0,626	0,093	0,626	0,093
0,071	FK	0,300	0,600	0,100	0,600	0,100
0,065	UK	0,452	0,476	0,071	0,476	0,071
0,039	TKJK	0,341	0,576	0,081	0,576	0,081
0,017	SVB	0,270	0,644	0,085	0,644	0,085
0,063	PT	0,444	0,444	0,111	0,444	0,111
0,068	NF	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
0,035	İHM	0,400	0,400	0,200	0,400	0,200
0,131	SDM	0,493	0,310	0,195	0,493	0,195
0,056	ÖE	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
0,093	MM	0,428	0,428	0,142	0,428	0,142
0,075	HK	0,444	0,444	0,111	0,444	0,111
0,046	KDOH	0,387	0,443	0,169	0,443	0,169
0,039	ÖH	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
0,017	BP	0,493	0,310	0,195	0,493	0,195
0,016	U	0,539	0,296	0,163	0,539	0,163
0,006	RPİ	0,327	0,412	0,259	0,412	0,259
0,025	Mİ	0,387	0,443	0,169	0,443	0,169
0,029	Sİ	0,444	0,444	0,111	0,444	0,111

MARCOS yöntemine göre ideal çözüme göre fayda fonksiyonu $f(K_i^+)$ ve anti-ideal çözüme göre fayda fonksiyonu $f(K_i^-)$ hesaplandıktan sonra nihai aşamada Eşitlik 14'e göre alternatiflerin performans değerleri hesaplanarak puanlar elde edilmiştir. Elde edilen puanlara göre en yüksek puanı alan alternatif en iyi firma olarak sıralama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bütünleşik ANP-MARCOS yöntemine göre alternatiflerin sıralamaları Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. ANP-MARCOS Yöntemine Göre Alternatif Firmaların Sıralama Sonuçları

Alternatif	$f(K_i)$	Sıralama
A1	0,784	2
A2	0,841	1
A3	0,355	3

Tablo 3'deki sonuçlara göre 0,841 performans puanı ile A2 firması en iyi firma olarak bulunmuştur. Bu firmayı sırası ile 0,784 puan ile A1 ve 0,355 puan ile A3 firmaları takip etmiştir.

5.3. ANP-WASPAS Sonuçları

ANP yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesini müteakip bu ağırlıklar aracılığıyla sayesinde WASPAS yöntemi ile alternatif firmaların sıralama işlemleri gerçekleştirilmiştir. WASPAS yönteminde standart karar matrisi oluşturulduktan sonra bu matrisi takip eden işlemlerde öncelikle alternatiflerin göreceli performansı WSM ile bulunmuş daha sonra ise WPM ile sonuçlar elde edilmiştir. Her iki işlem sonucunda elde edilen veriler sırası ile Tablo 4 ve Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 4. WSM ile Alternatiflerin Göreceli Performans Değerleri

Alternatifler	Q_i^1
A1	0,872
A2	0,936
A3	0,395

Tablo 5. WSM ile Alternatiflerin Göreceli Performans Değerleri

Alternatifler	Q_i^2
A1	0,839
A2	0,922
A3	0,318

WSM ve WPM ile elde edilen sonuçlara alternatifler için $\alpha = 0.5$ eşit önem verilmek sureti ile alternatif firmaların nihai göreceli performansları Tablo 6’daki gibi elde edilmiştir.

Tablo 6. Alternatif Firmaların WASPAS Yöntemine Göre Performans Değerleri

Alternatifler	Q_{i1}	Q_{i2}	Q_i	Sıralama
A1	0,872	0,839	0,856	2
A2	0,936	0,922	0,929	1
A3	0,395	0,318	0,357	3

Tablo 6’dan elde edilen verilere göre 0,929 puan ile A2 firması en iyi alternatif olarak bulunmuştur. Bu firmayı sırası ile 0,856 puan ile A1 ve 0,357 puan ile A3 firmaları takip etmiştir.

5.4. ANP-MAIRCA Sonuçları

Diğer tüm yöntemlerde olduğu gibi MAIRCA ile alternatiflerin sıralamaları bulunurken de ANP yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları kullanılacaktır. Bu amaç ile öncelikle MAIRCA yöntemine göre alternatiflerin tercih değerleri Tablo 7’de aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Tablo 7. Alternatiflerin Tercih Değerleri

W	K	A1	A2	A3	x_{ij}^+	x_{ij}^-
0,013	BÜD	0,457	0,416	0,126	0,457	0,126
0,006	FÜ	0,344	0,546	0,108	0,546	0,108
0,001	CK	0,25	0,250	0,500	0,500	0,250

0,01	Fİ	0,258	0,636	0,104	0,636	0,104
0,079	TK	0,279	0,626	0,093	0,626	0,093
0,071	FK	0,300	0,600	0,100	0,600	0,100
0,065	UK	0,452	0,476	0,071	0,476	0,071
0,039	TKJK	0,341	0,576	0,081	0,576	0,081
0,017	SVB	0,270	0,644	0,085	0,644	0,085
0,063	PT	0,444	0,444	0,111	0,444	0,111
0,068	NF	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
0,035	İHM	0,400	0,400	0,200	0,400	0,200
0,131	SDM	0,493	0,310	0,195	0,493	0,195
0,056	ÖE	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
0,093	MM	0,428	0,428	0,142	0,428	0,142
0,075	HK	0,444	0,444	0,111	0,444	0,111
0,046	KDOH	0,387	0,443	0,169	0,443	0,169
0,039	ÖH	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
0,017	BP	0,493	0,310	0,195	0,493	0,195
0,016	U	0,539	0,296	0,163	0,539	0,163
0,006	RPİ	0,327	0,412	0,259	0,412	0,259
0,025	Mİ	0,387	0,443	0,169	0,443	0,169
0,029	Sİ	0,444	0,444	0,111	0,444	0,111

Bu aşamada MAIRCA yöntemine has özelliklerden biri gerçekleştirilmiştir. Buna göre karar vericinin seçim işlemi gerçekleştirirken tarafsız olduğu kabul edilir ve buna bağlı olarak toplam alternatif sayısı 3 olduğundan eşitlik 24 formülünden faydalanarak her alternatifin tercih edilme oranının $1/3=0,33$ olduğu bulunmaktadır.

Daha sonraki aşamalarda Teorik Derecelendirme, Gerçek Derecelendirme ve Boşluk Matrisleri elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar sayesinde alternatiflerin kriter fonksiyon değerlerinin hesaplanması aşamasına geçilmiş ve elde edilen sonuçlara göre alternatiflerin sıralaması elde edilmiştir. Elde edilen sıralama sonuçları da Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. ANP-MAIRCA Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralama Verileri

A	Q_i	Sıralama
A1	0,106	2
A2	0,088	1
A3	0,333	3

Bütünleşik ANP-MAIRCA yönteminden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde diğer yöntemlerin aksine bu yöntemde daha düşük puan alan alternatif daha iyi sıralama sonucunu elde etmiştir. Buna göre 0,088 puan ile A2 alternatifi en iyi alternatif olarak bulunmuştur. Bu alternatifi sırası ile 0,106 puan ile A1 ve 0,333 puan ile A3 alternatif firmaları izlemiştir. Bu durumda sıralama $A2>A1>A3$ olarak gerçekleşmiştir.

5.5. Borda Sayım Sonuçları

Proje lojistiği ile ilgili olarak uluslararası ticari faaliyetler gerçekleştiren bir firmanın en iyi dış kaynak hizmeti alacağı 3. Parti lojistik firma seçimi için ANP yöntemi ile birlikte ANP-MARCOS, ANP-WASPAS ve ANP-MAIRCA bütünleşik yöntemleri kullanılarak sıralama

sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Borda Sayım yöntemi ile birleştirilmiş ve elde edilen tüm sonuçlar tablo 9'daki gibi gösterilmiştir.

Tablo 9. Üçüncü Parti Lojistik Firma Seçimi Sonuçları

Alternatif Firmalar	ANP		ANP-MARCOS		ANP-WASPAS		ANP-MAIRCA		Borda Sayım	
	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Puan	Sıra
A1	2	1	2	1	2	1	2	1	4	2
A2	1	2	1	2	1	2	1	2	8	1
A3	3	0	3	0	3	0	3	0	0	3

Borda Sayım yönteminde en kötü sıralamaya sahip alternatife 0 daha sonrakine 1 ve en iyi alternatife (n-1) puan verildiğinden tüm yöntemler sonucunda elde edilen sıralama sonuçlarına göre ilgili puanlar verilmiş ve nihai aşamada bütünleşik bir sıralama elde edilmiştir. Bu sıralama göre A2 alternatif firması 8 puan ile en iyi firma olarak seçilmiştir. Bu firmayı sırası ile 4 puanlı A1 firması ve 0 puan ile A3 firması takip etmiştir. Sıralama sonuçları $A3 > A1 > A2$ olarak elde edilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Başta Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) olmak üzere birçok uluslararası örgüt uluslararası ticaretin engeller olmadan gerçekleşmesini savunmakta ve bunun için adımlar atmaktadır. Bu adımların yanında uluslararası ticaretin önemli bir unsuru olan lojistik faaliyetlerin iyileştirilmesi için de çözümler üretilmekte ve şirketler bu faaliyetleri kendi bünyelerinde gerçekleştirmenin yerine temel işlevi lojistik faaliyetler olan ve üçüncü parti lojistik (3PL) hizmet sağlayıcı olarak da adlandırılan firmalara devretmektedir. Her bir ürünün aynı özelliklere sahip olmaması, her ülkenin kendine özgü dış ticaret kuralları içermesi ve her geçen gün değişen ve gelişen şartlara işletmelerin ayak uydurmakta zorluk çekmesi de bu devir işlemini bir zorunluluk haline getirmektedir. Şirketler için bu şekilde önemli bir seçim işlemi de rastgele yapılamayacağından, belirli kriterlere göre bilimsel yöntemler ile alternatifler arasından bir seçim işleminin yapılması hayati önem arz etmektedir.

Bu çalışma ile proje lojistiği kapsamında ağır tonajlı diye ifade edilen özel yüklerin uluslararası ticaretini gerçekleştiren bir firmanın dış kaynak kullanımı kapsamında 3PL firma seçim sürecinde işletmede karar verme noktasında yetkili olan personele kolayca uygulayabilecekleri bir karar verme modeli ortaya koymak amaçlanmıştır. Ayrıca proje lojistiği kapsamında seçim işlemi gerçekleştirirken hangi kriterlerin önemli olduğunu tespit etmek de çalışmanın bir diğer amacını oluşturmuştur. Literatür taraması yapıldığında ÇKKV yöntemleri kullanılarak üçüncü parti lojistik firma seçim çalışmalarına rastlanmıştır fakat ANP temelli MARCOS, WASPAS

ve MAIRCA yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı ve proje lojistiği kapsamında üçüncü parti lojistik firma seçim işleminin gerçekleştirildiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çalışma kapsamında yapılan literatür taraması ve sonrasında hem akademisyenler hem de firmadaki uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde çalışmada kullanılacak ana kriter ve alt kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler belirlenirken proje lojistiğine uygun olmasına da dikkat edilmiştir. Kriter setinin belirlenmesini müteakip firmada çalışan uzman ekibe ANP yöntemi kapsamında kriterlerin bağımlılıklarını belirlemeleri istenmiş ve buna uygun şekilde içsel ve dışsal bağımlılıklar elde edilmiştir. Etki matrisinin elde edilmesinden sonra kriter ağırlıklarını bulmak amacı ile Saaty'nin ikili karşılaştırma anketi uygulanmıştır. Uzmanların söz konusu ankete verdikleri cevapların geometrik ortalamaları alınarak ANP yöntemine uygun bir şekilde SuperDecisions programına girilmiş ve nihayetinde kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur. ANP yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları bulunması neticesinde bulunan bu ağırlıklar ile MARCOS, WASPAS ve MAIRCA yöntemleri ile bütünleşik olarak kullanılmak suretiyle alternatiflerin sıralamaları elde edilmiştir. Alternatiflerin sıralamaları ise BORDA Sayım yöntemi ile bir araya getirilerek nihai sonuç bulunmuştur.

ANP yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi neticesinde ana kriterlerin ağırlıkları sırası ile; (0,334) puan ile ilk sırada yeterlilik, (0,290) puan ile ikinci sırada maliyet, (0,252) puan ile üçüncü sırada kalite, (0,092) puan ile dördüncü sırada ilişki faktörleri ve (0,030) puan ile firmanın genel özellikleri olarak belirlenmiştir. Proje lojistiğinin en fazla önem arz eden konularından biri de uzmanlık gerektiren bir alan olması ve yetkin personeller bulundurulması olduğundan yeterlilik ana kriterinin en iyi puana sahip olması da proje lojistiğinin bu önemi ile uyumaktadır. Bir başka açıdan ise özellikle ulusal sınırlar dışında faaliyet gösteren bir firma için rekabet çok daha zorlu olacağından maliyet kalemleri daha fazla önem kazanacaktır. Bu bakımdan yeterlilik ana kriterinin hemen ardından en yüksek önem düzeyine sahip kriterin de maliyet olması firmanın rekabetçi yapısına verdiği önemi göstermektedir. Alt kriterlerin genel kriter ağırlıklarına göre sıralamalarının yapılması sonucunda ise en yüksek ağırlık oluşturan kriterin (0,131) puan ile sürdürülebilir düşük maliyet olduğu görülmüştür. Bu kriteri sırası ile Müşteri Memnuniyeti (0,093), Teknik Kapasite (0,079), Hizmet Kalitesi (0,075), Finansal Kapasite (0,071), Nakliye Fiyatı (0,068) ve Uluslararası Kapsam (0,065) izlemiştir. ANP yöntemine göre alternatiflerin sıralamaları yapıldığında ise A2 alternatif firmasının %47,17'lik derecesi ile en iyi 3PL firma olduğu A2 firmasını sırası ile A1 (%38,29) ve A3 (%14,53) firmalarının izlediği görülmüştür. Bulunan bu sonuçlara göre firmanın A2 alternatif üçüncü

parti hizmet sağlayıcı firma ile çalışmasının firma açısından daha faydalı olacağı düşünülmektedir.

ANP ile kriter ağırlıklarının bulunmasından sonra elde edilen bu kriter ağırlıkları ile MARCOS-WASPAS ve MAIRCA yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmak suretiyle alternatiflerin sıralama sonuçları elde edilmiştir. Bunun için öncelikle MARCOS ile bütünleşik modelin sonuçlarına bakmaktayız. Bu sonuca göre A2 alternatif firma elde ettiği 0,841 puan ile en iyi üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı olmuştur. Bu firmayı sırası ile 0,784 puan ile A1 ve 0,355 puan ile A3 alternatif üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı firmalar izlemiştir. Bu sonuçlara göre firmanın A2 üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı firmayı seçmesi daha faydalı olacaktır.

ANP ile WASPAS yönteminin bütünleşik olarak kullanılması ile oluşturulan model sonuçlarına göre A2 alternatif üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı firma MARCOS yönteminde olduğu gibi 0,929 puan ile en iyi firma olarak bulunmuştur. A2 alternatif üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı firmayı ise sırası ile 0,856 ve 0,357 puanlar ile A1 ve A3 firmaları izlemiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre de WASPAS yöntemine göre işletmenin A2 alternatif üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı firmasını seçmesi daha faydalı olacaktır.

Bütünleşik olarak kullanılan yöntemlerden sonuncusu ise MAIRCA olmuştur. Bu yöntem ile elde edilen sonuçlarda da önceki yöntemlerde olduğu gibi benzer veriler elde edilmiştir. MAIRCA yönteminin özel değerlendirme kriterine göre diğer yöntemlerin aksine daha düşük puan alan firma daha yüksek sıralamayı elde etmektedir. Bu açıdan sonuçlar analiz edildiğinde en düşük puanı alan A2 firması 0,088 ile en iyi alternatif firma olarak belirlenmiştir. Bu firmayı sırası ile 0,106 ve 0,333 puanlar ile A1 ve A3 alternatif firmaları takip etmiştir. ANP yöntemi ve ANP ile bütünleşik olarak kullanılan diğer yöntemlerle birlikte dört yöntem sonucunda da A2 alternatif üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı firması en iyi firma olarak bulunmuştur. İkinci ve üçüncü alternatif firmalar ise A1 ve A3 firmaları olarak elde edilmiştir. Fakat tüm yöntemlerde A2 ve A1 firmaları birbirlerine yakın değerler alırken A3 firması ise alternatif firmalar içinde en düşük değeri alan firma olmuştur.

Nihai aşamada tüm yöntemlerden elde edilen sonuçların birleştirildiği Borda Sayım Yöntemi uygulanarak son aşamaya geçilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 9'da gösterilmiştir ve bu sonuçlara göre A2 alternatif lojistik firması 8 puan alarak birinci sırada yer almıştır. İkinci sırada ise 4 puan ile A1 firması gelmiştir. A3 firması ise tüm yöntemlerde son sırada yer aldığından toplamda 0 puan almıştır. Tüm yöntemlerin sonucunda Borda Sayım Yöntemi ile de elde edilen verilere göre söz konusu uluslararası ticaret yapan firmanın uluslararası proje

ürünlerinin lojistik faaliyetlerini yürütmesi için A2 firmasını tercih etmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir. A3 firması ise tüm yöntemlerde 0 puan aldığından değerlendirilmeye alınmamasının firma açısından daha anlamlı olacağı düşünülmektedir.

Çalışmada faydalanan yöntemler olan ANP, bütünleşik ANP-MARCOS, ANP-WASPAS, ANP-MAIRCA yaklaşımını yöneticiler karmaşık karar verme süreçlerinde destekleyici ve yardımcı bir yöntem olarak kullanılabilecektir. Daha önce çalışılmamış ve eksikliği hissedilen bir alan olması itibarıyla de proje lojistiği kapsamında da literatürdeki boşluğun doldurulmasına katkı sağlayacağı beklenmektedir. Ayrıca kriterlerin değiştirilmesi suretiyle de yöneticilerin kendi firmalarındaki ihtiyaca göre kolaylıkla uygulayabilecekleri ve alternatif firma seçimlerini rahatlıkla yapabilecekleri düşünülmektedir. Bununla birlikte bazı kısıtlar da bulunmaktadır. Bu kısıtlardan biri birçok proje lojistiği hizmeti alan firma içinde yalnızca bir firmaya uygulanmış olmasıdır. Ayrıca çalışma kapsamında kriterlerin belirlenmesi sürecinde ve alternatif firmalara ilişkin firmadaki uzmanların farklı tarihlerde aldıkları hizmete ilişkin bilgiler ile sınırlı kalınmıştır. Bu açıdan bulunan sonuçların proje lojistiği hizmeti alan tüm firmaları yansıtmayacağından bir genelleme yapmak doğru olmayacaktır fakat bütünleşik yöntemler neticesinde benzer sonuçlar elde edilmesinden yöntemlerin proje lojistiği ile ilgili yapılacak benzer çalışmalarda kullanılabileceği söylenebilir.

KAYNAKÇA

- Acar, M. F., & Çapkın, A. (2017). Analitik ağ süreci ile tedarikçi seçimi: otomotiv sektörü örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 121-134. <https://doi.org/10.30803/adusobed.337233>
- Adalı, E. A., & Işık, A. T. (2017). Bir tedarikçi seçim problemi için Swara ve Waspas yöntemlerine dayanan karar verme yaklaşımı. *International Review of Economics and Management*, 5(4), 56-77. <https://doi.org/10.18825/iremjournal.335408>
- Akyüz, G., & Aka, S. (2017). Çok kriterli karar verme teknikleriyle tedarikçi performansı değerlendirmede toplamsal bir yaklaşım. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 15(2), 28-46. <https://doi.org/10.11611/yead.277893>
- Alinezhad, A., & Khalili, J. (2019). *New methods and applications in multiple attribute decision making (MADM)*. Springer.
- Badi, I., & Ballem, M. (2018). Supplier selection using the rough BWM-MAIRCA model: a case study in pharmaceutical supplying in Libya. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(2), 16-33. <https://doi.org/10.31181/dmame1802016b>
- Badi, I., & Pamucar, D. (2020). Supplier selection for steelmaking company by using combined grey-MARCOS methods. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2), 37-47. <https://doi.org/10.31181/dmame2003037b>

- Bakır, M., Akan, Ş., Kiracı, K., Karabasevic, D., Stanujkic, D., & Popovic, G. (2020). Multiple-Criteria approach of the operational performance evaluation in the airline industry: evidence from the emerging markets. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 23(2), 149-172. https://ipe.ro/rjef/rjef2_20/rjef2_2020p149-172.pdf
- Chakraborty, S., Zavadskas, E. K., & Antucheviciene, J. (2015). Applications of waspas method as a multi-criteria decision-making tool. *Academy of Economic Studies*, 49(1), 5-22. <https://doi.org/10.15388/Informatica.2014.01>
- Chankong, V., & Haimes, Y. Y. (1983). *Multiobjective decision making: theory and methodology*. North-Holland.
- Cheng, Y., & Lee, F., (2010). Outsourcing reverse logistics of high-tech manufacturing firms by using a systematic decision-making approach: TFT-LCD sector in Taiwan. *Industrial Marketing Management*, 39(7), 1111-1119. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2009.10.004>
- Çakır, S., & Perçin, S. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleriyle lojistik firmalarında performans ölçümü. *Ege Akademik Bakış*, 13(4), 449-459.
- Ecer, F. (2020). *Çok kriterli karar verme: geçmişten günümüze kapsamlı bir yaklaşım*. Seçkin Yayınları.
- Feng, J., Xu, S. X., Xu, G., & Cheng, H. (2022). An integrated decision-making method for locating parking centers of recyclable waste transportation vehicles. *Transportation Research Part E. (157)*, 1-21.
- Gigovic, L., Pamucar, D., Bajic Z., & Milicevic, M. (2016). The combination of expert judgment and GIS-MAIRCA analysis for the selection of sites for ammunition depots. *Sustainability*, 8(4). 1-30. <https://doi.org/10.3390/su8040372>
- Görçün, Ö. F., & Doğan, G. (2023). Mobile crane selection in project logistics operations using Best and Worst Method (BWM) and fuzzy Measurement of Alternatives and Ranking according to COMpromise Solution (MARCOS). *Automation in Construction*. 147, 1-22.
- Görçün, Ö. F., Pamucar, D., & Biswas, S. (2023). The blockchain technology selection in the logistics industry using a novel MCDM framework based on fermatean fuzzy sets and dombi aggregation. *Information Sciences*, 635, 345-374.
- Jharkharia, S., & Shankar, R. (2007). Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. *Omega the International Journal of Management Science*, 35(3), 274-289. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2005.06.005>
- Meade, L., & Sarkis, J. (2002). A conceptual model for selecting and evaluating third-party reverse logistics providers. *Supply Chain Management*, 7(5), 283-295. <https://doi.org/10.1108/13598540210447728>
- Muravev, D., Hu, H., Zhou, H., & Pamucar, D. (2020). Location optimization of CR express international logistics centers. *Symmetry*, 12(1), 1-25. <https://doi.org/10.3390/sym12010143>

- Nasri, S. A., Ehsani, B., Hosseinienezhad, S. J., & Safaie, N. (2023). A sustainable supplier method using integrated Fuzzy DEMATEL-ANP-DEA approach (case study: petroleum industry). *Environment, Development and Sustainability*, 25(11), 12791-12827.
- Niemiera, M. P., & Saaty, T. L. (2004). An analytic network process model for financial-crisis forecasting. *International Journal of Forecasting*, 20(4), 573-587. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2003.09.013>
- Önder, M. (2015). *Analitik Ağ Süreci*. B. F. Yıldırım & E. Önder (Ed.), İşletmeciler, mühendisler ve yöneticiler için operasyonel, yönetsel ve stratejik problemlerin çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ss. 75-113). Dora Yayınları.
- Özbek, A. (2019). *Çok kriterli karar kerme yöntemleri ve excel ile problem çözümü*. Seçkin Yayıncılık.
- Pamucar, D., Chatterjee, K., & Zavadskas, E. K. (2018). Assessment of third-party logistics provider using multi-criteria decision-making approach based on interval rough numbers. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 383-407. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.10.023>
- Pamucar, D. S., Tarle, S. P., & Parezanovic, T. (2018). New hybrid multi-criteria decision-making DEMATEL-MAIRCA model: Sustainable selection of a location for the development of multimodal logistics centre. *Economic Research*, 31(1), 1641-1665. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2018.1506706>
- Prajapati, H., Kant, R., & Shankar, R. (2023). Selection of strategy for reverse logistics implementation. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 16(1), 1-23.
- Puska, A., Stojanovic, I., Maksimovic, A., & Osmanovic, N. (2021). Project management software evaluation by using the measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS) method. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 3(1), 89-102. <https://doi.org/10.31181/oresta2001089p>
- Puska, A., Stevic, Z., & Stojanovic, I. (2020). Selection of sustainable suppliers using the fuzzy MARCOS method. *Current Chinese Science*, 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.2174/2210298101999201109214028>
- Raut, R., Kharat, M., Kamble, S., & Kumar, C. S. (2018). Sustainable evaluation&selection of potential third party logistics providers (3PL): An integrated MCDM approach. *Benchmarking: An International Journal*, 25(2), 1-32. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2016-0065>
- Ravi, V., Shankar, R., & Tiwari, M.K. (2005). Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach. *Computers & Industrial Engineering*, 48(2), 327-356. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2005.01.017>
- Reilly, B., (2002). Social choice in the south seas: electoral innovation and the borda count in the pacific island countries. *International Political Science Review*, 23(4), 355-372. <https://doi.org/10.1177/0192512102023004002>

- Saaty, T. L., (2009). Applications of analytic network process in entertainment. *Iranian Journal of Operations Research*, 1(2), 41-55. <https://iors.ir/journal/article-1-63-en.html&sw=>
- Santonja, G.G., Beltran, P.A., & Ferragut, J.N. (2012). The application of the analytic network process to the assessment of best available techniques. *Journal of Cleaner Production*, (25), 86-95. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.012>
- Sentürk, S., Binici, Y., & Erginel, N. (2016). The theoretical structure of fuzzy analytic network process (FANP) with interval Type-2 fuzzy Sets. *IFAC Papersonline*, 49(12), 1318-1322. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.706>
- Sremac, S., Stevic, Z., Pamucar, D., Arsic, M., & Matic, B. (2018). Evaluation of a third-party logistics (3PL) provider using a rough SWARA-WASPAS model based on a new rough dombi aggregator. *Symmetry*, 10(8), 1-25. <https://doi.org/10.3390/sym10080305>
- Stevic, Z., Pamucar, D., Puska, A., & Chatterjee, P. (2019). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, (140), 1-33. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>
- Sun, J., Kalil, A.C., Mattei, J., Florescu, D.F., & Kalil, R.S. (2010). Recommendations for the assessment and reporting of multivariable logistic regression in transplantation literature. *American Journal of Transplantation*, (10), 1695-1703. <https://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2010.03141.x>
- Şahin, Ö. N., & Bakırtaş, İ. (2000). İki dünya savaşı arasındaki dönemde dünya ekonomik ve siyasi dengelerindeki değişimler. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (4), 61-77.
- Tavana, M., Zareinejad, M., Santos-Arteaga, F.J., & Kaviani, M.A. (2016). A Conceptual analytic network model for evaluating and selecting third-party reverse logistics providers. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 86(5), 1705-1721. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-8208-6>
- Turbaningsih, O., Buana, I. S., Nur, H. I., & Pertiwi, A. (2022). The multimodal transport analysis for project logistics: export of Indonesia's train manufacturer. *Cogent Social Sciences*, 8(1), 1-15.
- Zarbachshnia, N., Govindan, K., Kannan, D., & Goh, M. (2022). Outsourcing logistics operations in circular economy towards to sustainable development goals. *Business Strategy and the Environment*, 32(1), 134-162.
- Zavadskas, E.K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., & Zakarevicius, A. (2012). Optimization of weighted aggregated sum product assessment. *Elektronika ir Elektrotechnika*, 122(6), 3-6. <https://doi.org/10.5755/j01.eee.122.6.1810>
- Zopounidis, C., (1999). Multicriteria decision aid in financial management. *European Journal of Operational Research*, 119(2), 404-415. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00142-3](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00142-3)