

AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile 3PL Firma Seçimi

3PL Firm Selection with AHP and TOPSIS Methods

Büşra DİKEN^{}, Ahmet ÇALIK^{**}*

Özet

Günümüzde çoğu işletme ana üretim süreçleri dışında kalan lojistik faaliyetlerini bu alanda uzmanlaşmış 3. Parti Lojistik (3PL) firmalarına yaptırmaktadır. Bu sayede işletmeler firmaların uzmanlıklarından ve tecrübelerinden yararlanarak maliyetlerini azaltma, rekabet gücü elde etme ve teknolojik gelişmelerden haberdar olma gibi avantajlara sahip olmaktadır. İşletmeler 3PL firma seçimi yaparken birçok faktörü göz önünde bulundurmakta ve bu konuda oldukça zorlanmaktadır. Bu yüzden 3PL firmasına karar verebilmek için işletmeler uygun bir model arayışına girmektedirler. Bu çalışmada işletmelerin 3PL firması seçerken kullanabilecekleri bir karar modeli geliştirilmiştir. Karar modelinde bulunan kriterler ve alternatifler AHP ve TOPSIS karar verme yöntemlerinden yararlanılarak değerlendirilmiştir. Önerilen karar modelinin doğruluğu uzmanların görüşlerinden yararlanılarak yapılmıştır. Yapılan uygulama sonucunda karar modelinin 3PL firması seçerken işletmelere yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), TOPSIS, 3PL Firma Seçimi

Abstract

Nowadays most of the companies have their logistics activities outside of their main production processes are carried out by Third-party logistics (3PL) companies specialized in this field. In this way, companies have advantages such as reducing costs, gaining competitive power and being aware of technological developments by benefiting from the expertise and experience of companies. Companies take many factors into consideration when selecting a 3PL company and have quite a hard time in this regard. Therefore, companies are looking a suitable model in order to decide on the 3PL company. In this study, a decision model that companies can use when selecting a 3PL firm has been developed. Criteria and alternatives in the decision model are evaluated using AHP and TOPSIS decision making methods. The accuracy of the proposed decision model is implemented by using the experts' opinions. As a result of the

^{*} Lojistik Yönetimi Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, KTO Karatay Üniversitesi, Konya, Türkiye

^{**} Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, KTO Karatay Üniversitesi, Konya, Türkiye, ahmetcalik51@gmail.com, ORCID No: 0000-0002-6796-0052

implementation, it is thought that the decision model will help companies when choosing a 3PL company.

Keywords

Analytic Hierarchy Process (AHP), TOPSIS, 3PL, Company Selection

JEL Codes: C44, D70, D81.

1. Giriş

Günümüzde uluslararası ticaret ile birlikte artan dış kaynak kullanımı, oldukça yaygınlaşmıştır. İşletmeler teknolojinin gelişmesi ve diğer işletmelerle olan rekabet baskısının artması sonucunda dış kaynak kullanımına yönelmişlerdir (Keskin, 2015). Dış kaynak kullanımıyla birlikte karşımıza 3PL (Üçüncü Parti Lojistik) kavramı çıkmaktadır.

3PL kavramı aslında 1980li yılların sonlarında ortaya çıkan ve günümüze kadar süregelen dış kaynak kullanımının bir uygulamasıdır. Bir işletmenin lojistik faaliyetlerini kısmen yahut tamamen işletme dışındaki başka bir firmaya devretmesi 3PL anlamına gelmektedir. İşletmelerin devrettikleri lojistik faaliyetlerini kendilerinin yapması hem maliyetli hem de zor olduğundan bu faaliyetleri uzmanlaşmış bir 3PL firması ile yapmak istemeleri oldukça mantıklı bir karardır. Bu noktada lojistik faaliyetlerini dış kaynak kullanımıyla devam ettirmek isteyen işletmeler, 3PL hizmet sağlayıcılarının sahip olduğu deneyimlerden ve uzmanlıklardan yararlanmaktadır.

İşletmelerin 3PL firması seçimi çeşitli belirsizlik türlerini içinde barındıran bir karar verme problemidir. Bu problem birden fazla nicel ve nitel kriter içermektedir (Ayçin, 2018). Artan yüksek rekabet seviyesi nedeniyle, özellikle 3PL seçiminde farklı kriterlerin olması seçim sürecini zorlaştırmaktadır. Çok fazla ve çelişen kriterleri sayısı ve karmaşıklığı 3PL firma seçiminin bir ÇKKV problemi olduğu sonucuna götürmektedir (Akman ve Baynal, 2014). ÇKKV, bireysel ve organizasyonel düzeyde karşılaşılan problemlere en uygun çözümü belirleme süreci anlamına gelmektedir. 3PL firması değerlendirilmesi ve seçimi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Genel olarak çalışmalar dört gruba ayrılabilir: ÇKKV yöntemleri (bulanık küme teorisi, AHP, ANP, TOPSIS, vb.); istatistiksel yaklaşımlar (korelasyon analizi, kümeleme analizi, vb.); matematiksel programlama (doğrusal/doğrusal olmayan programlama, çok amaçlı programlama, veri

zarflama analizi (VZA), vb.); ve yapay zeka (durum tabanlı çıkarsama/ kural tabanlı çıkarsama, veri madenciliği, vb.). Bu noktada uygun bir yöntem geliştirmek karar verenler için seçim sürecinde oldukça önemlidir. Bu süreç karar verenler için doğru kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlerin birbiri arasındaki etkileşimini anlamakla başlamalıdır. Kriterlerden etkilenen alternatifler ise düzgün bir şekilde değerlendirilip karar verenlere sonuçlar sunulmalıdır (Çalık ve Paksoy, 2017).

Bu çalışmada işletmelerin 3PL firması seçimi için ÇKKV yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde 3PL firması seçimi ve AHP-TOPSIS yöntemleri ile ilgili bir literatür araştırması yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde AHP yöntemi ile TOPSIS yöntemi açıklanmıştır. Dördüncü bölümde AHP ve TOPSIS yöntemleriyle bir uygulama yapılmıştır. Son bölümde ise 3PL firma seçimi için sonuç yazılmıştır.

2. Literatür Taraması

3PL firma seçimiyle ilgili karar verme yöntemleri literatürde oldukça mevcuttur. Bu bölümde 3PL firması seçimi hakkında son 10 yılda yapılmış olan bazı çalışmalar incelenmiştir. Özbek ve Eren (2013) bu çalışmalarında 3. parti lojistik (3PL) firması seçimi için Analitik Ağ Süreci yaklaşımını kullanarak bir seçim yapmışlardır. Çalışmada 4 adet ana kriter, 16 adet alt kriter ve 4 adet alternatif bulunmaktadır. Çalışma sonucunda C alternatifinin en uygun seçenek olduğu belirlenmiştir. Özçifçi ve Arsu (2013) çalışmalarında lojistik servis sağlayıcısı seçiminde AHP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada 4 adet ana kriter, 15 adet alt kriter ve 3 adet alternatif bulunmaktadır. Çalışma sonucunda işletmenin kendi lojistik altyapısını kullanma seçeneği en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. Gür ve Eren (2017) bu çalışmalarında online alışveriş siteleri için AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak 3. parti lojistik (3PL) firması seçimi yapmışlardır. Çalışmada 9 adet kriter ve 4 adet alternatif bulunmaktadır. Çalışma sonucunda A firması tercih edilen seçenek olarak belirlenmiştir. Korucuk (2018) AHP ve Gri İlişkisel Analiz ile soğuk zincir taşımacılığı yapan işletmelerde 3PL firma seçimi için bir İstanbul örneğini ele almıştır. Bu çalışmada 4 adet ana kriter, 20 adet alt kriter ve 4 adet alternatif bulunmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda C alternatifi en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. Çalık ve Paksoy (2017) çalışmalarında 3. parti tersine lojistik (3PL) firma seçimi için Aralık Tip-2 Bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada 7 adet kriter ve 3

adet alternatif bulunmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda 1. alternatif en uygun seçenek olarak belirlenmiştir. Yavuz Arslan (2011) çalışmasında ANP yöntemini kullanarak 3. parti lojistik (3PL) sağlayıcı seçimi yapmıştır. Çalışmada 4 adet ana kriter, 16 adet alt kriter ve 3 adet alternatif bulunmaktadır. Çalışma sonucunda A2 seçeneği en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. Boakai (2016) çalışmasında Bulanık Çok Kriterli karar verme yaklaşımı ile üçüncü parti lojistik sağlayıcı seçimi yapmıştır. Çalışmada 15 adet kriter ve 6 alternatif bulunmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda A1 seçeneği en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. Erginel vd. (2014) çalışmasında BOCR ölçütlerini temel alan ANP yöntemini kullanarak 3PL lojistik firma seçimi yapmıştır. Çalışmada 4 adet ana kriter, 17 adet alt kriter ve 3 adet alternatif bulunmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda A firması en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. Altan ve Kardeş Aydın (2015) çalışmalarında üçüncü parti lojistik firma seçimi için Bulanık DEMATEL ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Yapılan çalışmada 5 adet ana kriter, 22 adet alt kriter ve 4 adet alternatif bulunmaktadır. Çalışma sonucunda A firması en iyi seçenek olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmalara ait çalışmanın konusu, kullanılan yöntemler ve ek yöntemler Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. 3PL Firma Seçimine ait Literatür Özeti

Yazar(lar)	Çalışmanın Konusu	Yöntem	Ek Yöntem
Yavuz Arslan (2011)	3. parti lojistik (3PL) sağlayıcı seçimi	ANP	
Özbek & Eren (2013)	Üçüncü parti lojistik (3PL) firma seçimi	Analitik Ağ Süreci	
Özçifçi & Arsu (2013)	Lojistik servis sağlayıcısı seçimi	AHP	
Gür & Eren (2013)	3PL firma seçimi	AHP	TOPSIS
Erginel & Şengül & Binici (2014)	3PL firma seçimi	BOCR Ölçütlerini Temel Alan ANP	
Altan & Kardeş Aydın (2015)	Üçüncü parti lojistik firma seçimi	Bulanık DEMATEL	Bulanık TOPSIS

Boakai (2016)	Üçüncü parti lojistik sağlayıcı seçimi	Bulanık Çok Kriterli Karar Verme	
Çalık ve Paksoy (2017)	3. parti tersine lojistik (3PL) firma seçimi	Aralık Tip-2 Bulanık AHP	
Çelik Teker (2017)	3. parti lojistik hizmet sağlayıcı seçimi	Analitik Hiyerarşi Süreci	
Korucuk (2018)	3PL firma seçimi	AHP	Gri İlişkisel Analiz
Raut vd. (2018)	3PL sağlayıcı seçimi	AHP	VZA
Singh vd. (2018)	3PL sağlayıcı seçimi	Bulanık AHP	Bulanık TOPSIS
Zarbakshnia vd. (2019)	Üçüncü parti tersine lojistik sağlayıcı seçimi	SWARA	COPRAS
Yürüyen ve Ulutaş (2020)	Üçüncü parti lojistik firması seçimi	Bulanık AHP	Bulanık EDAS
Özcan ve Ahıskalı (2020)	3. parti lojistik firması seçimi	AHP	TOPSIS
Bai ve Sarkis (2019)	Üçüncü parti tersine lojistik sağlayıcı seçimi	TOPSIS	VIKOR
Roy vd. (2019)	3PL sağlayıcı seçimi	Aralık değerli bulanık-kaba sayılar ile MABAC	
Pamucar vd. (2019)	3PL sağlayıcı seçimi	Aralıklı kaba sayılar altında BWM	WASPAS, MABAC
Liu vd. (2020)	3PL sağlayıcı seçimi	Bulanık kararsız bilgi ile hibrit ÇKKV	
Jovčić vd. (2019)	3PL sağlayıcı seçimi	Bulanık AHP	TOPSIS

3. Yöntemler

3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (Öztemel vd., 2019; Supçiller ve Çapraz, 2011) bazı kaynaklardan yararlanarak açıklanmıştır. Analitik Hiyerarşi Prosesi 1970li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen, son yıllarda çok kriterli karar

verme problemlerinde oldukça fazla kullanılan bir karar verme yöntemidir (Supçiller ve Çapraz, 2011).

Problem tanımlandıktan sonra şu adımlara geçilir;

Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Tepeden başlayarak amaç, kriter ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir yapı oluşturulur.

Adım 2: İkili Karşılaştırma Matrisin (A) Oluşturulması

Amaç, kriter ve alt kriterleri belirledikten sonra kriterler ve alt kriterler kendi aralarında ikili karşılaştırma yapılarak önem dereceleri belirlenir. Bu karşılaştırma ikili bir karşılaştırma matrisi oluşturularak yapılır. Bu matris aşağıdaki gibidir;

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Karşılaştırma işlemi Tablo 1'deki karar ölçeğine göre yapılmaktadır.

Tablo 2. Karar ölçeği

Önem Değeri	Açıklama
1	Eşit derece önemli
3	Daha Önemli
5	Kuvvetli Önemli
7	Çok Kuvvetli Önemli
9	Aşırı Derecede Önemli
2, 4, 6, 8	Ara Değerler

Karşılaştırma matrisinde bileşenler $i=j$ olduğu zaman köşegen değeri 1 olmaktadır. Yani a_{11} değeri 1 olarak alınmalıdır. Ayrıca aşağıdaki formül köşegen değerlerin üstündeki değerlere uygulanarak köşegen değerlerin altındaki değerleri bulur.

$$a_{ji} = 1/a_{ij}$$

Adım 3: Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımlarının Belirlenmesi

İkili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmalıdır. Bu hesaplama işlemini yapabilmek için N adet ve n tane bileşenden oluşan bir B vektör matrisi yardımcı olur. Bu matris aşağıdaki gibidir;

$$B = [b_{11} \ b_{21} \ b_{31} \ \dots \ b_{n1}]$$

B Matrisinin hesaplanabilmesi için şu formül kullanılmaktadır;

$$b_{ij} = a_{ji} = 1/a_{ij}$$

Yapılan hesaplamalar sonucunda karşımıza C matrisi karşımıza çıkmaktadır.

$$C = [c_{11} \ c_{12} \ c_{13} \ \dots \ c_{1n} \ c_{21} \ c_{22} \ c_{23} \ \dots \ c_{2n} \ c_{31} \ c_{32} \ c_{33} \ \dots \ c_{3n} \ \dots \ c_{m1} \ c_{m2} \ c_{m3} \ \dots \ c_{mn}]$$

Adım 4: Tutarlılık Oranının Hesaplanması

AHP sonuçlarının doğru olup olmadığını anlamak için bir tutarlılık analizi yapılması gerekir. Tutarlılık analizinin yapılabilmesi için CR adı verilen bir değere ihtiyaç vardır. C matrisinden yararlanarak kriterlerin önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları bulunabilir. C matrisinin satır değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak w değeri bulunur. w değerlerinin hesaplanmasıyla W sütun vektörü elde edilir. w değerinin hesaplanabilmesi için gerekli olan formül (6) aşağıdadır;

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n c_{ij}$$

Ağırlıkların hesaplanmasından sonra A karar matrisi ile ağırlıklar çarpılarak D matrisi oluşturulur. Oluşan D matrisinin bileşenlerini w değerlerine bölerek E matrisi elde edilir. Elde edilen E matrisi değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak değeri bulunmaktadır. Bu hesaplamalar için aşağıdaki formüller kullanılmaktadır.

$$E_i = d_i w_i$$

$$\lambda = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i$$

değeri hesaplandıktan sonra Tutarlık Göstergesi (CI) aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n(n-1)}$$

Tutarlılık oranının hesaplanması için gerekli olan CI değeri bulunduktan sonra RI standart düzeltme oranına bölünerek CR değeri bulunur. Standart düzeltme oranları (RI) aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3. RI Değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$$CR = C \cdot RI$$

Hesaplanan CR değerinin 0.10 değerinden küçük olması tutarlılığın sağlandığı anlamına gelmektedir. Yani karar verici tarafından yapılmış olan değerlendirme tutarlıdır. 0.10 değerinden büyük olması halinde ise karar vericinin karşılaştırmaları tutarsızdır.

Adım 5: Hiyerarşik Yapının Genel Sonucunun Bulunması

Faktör açısından karar noktalarının önem derecesi matris işlemleri n kez tekrarlanır. Bu tekrarlama işleminden sonra Mx1 boyutlarında S sütun vektörleri hesaplanmış olur. Hesaplanan S sütun vektörü ile K karar matrisi oluşturulur.

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{21} & \dots & s_{n1} \\ s_{12} & s_{22} & \dots & s_{n2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{1n} & s_{2n} & \dots & s_{nn} \end{bmatrix} \quad K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & s_{nn} \end{bmatrix}$$

Oluşturulan K karar matrisi W vektör matrisi ile hesaplama işlemi gördükten sonra Z sütun vektörü elde edilmektedir. Karar noktalarının önem sıraları ve yüzde dağılımları şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & z_{n2} & \dots & z_{nn} \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} \\ z_{21} \\ \vdots \\ z_{n1} \end{bmatrix}$$

Hesaplanan Z sütun vektörüne göre bir sıralama yapılarak en iyi değer bulunur ve karar veren tarafından seçilir.

2.2.TOPSIS

TOPSIS yöntemi Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilen, çözüm alternatifinin pozitif ideal çözüme uzaklık ve negatif ideal çözüme uzaklık düşüncesine göre oluşturulmuş birçok kriterli karar verme tekniğidir (Supçiller ve Çapraz, 2011).

Bu yöntem (Supçiller ve Çapraz, 2011; Ömürbek vd., 2015; Gökkaya ve Kellegöz, 2017) kaynaklarından yararlanarak açıklanmıştır.

TOPSIS yönteminin adımları şunlardır;

Adım 1: Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

TOPSIS yönteminde ilk adım olarak karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi oluşturulurken satırlara üstünlükleri sıralanması istenen alternatifler, sütunlara ise karar vermede kullanılan değerlendirme kriterleri yazılmaktadır. Bu matris aşağıdaki gibidir;

$$A_{ij} = \begin{matrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{matrix}$$

Adım 2: Normalize Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Karar matrisinde bulunan tüm değerler bulunduğu sütundaki değerlerin kareleri toplamının kareköküne bölünerek normalize karar matrisi elde edilir. Bu hesaplama için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n$$

Oluşturulan Rij karar matrisi ise şu şekildedir.

$$R_{ij} = \begin{matrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{matrix}$$

Adım 3: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisinin (W) Oluşturulması

İlk olarak değerlendirilmesi yapılacak olan kriterlerin ağırlıkları (w_i) belirlenmelidir. Ağırlıklar toplamı 1 olmalıdır.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Ağırlıkların belirlenmesinden sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar w_i değerleriyle çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi (V) elde edilmiş olur. Elde edilen V matrisi aşağıdaki gibidir.

$$V_{ij} = w_1 r_{1j} \quad w_2 r_{2j} \quad \dots \quad w_n r_{nj} \quad \therefore \quad w_1 r_{m1} \quad w_2 r_{m2} \quad \dots \quad w_n r_{mn}$$

$$v_{ij} = w_j \cdot r_{ij}$$

Adım 4: Pozitif ve Negatif İdeal Çözümün Bulunması

Pozitif ideal çözümlerin $A^* = \{v_1^*, v_2^*, v_3^*, \dots, v_n^*\}$ oluşturulabilmesi için ağırlıklı karar matrisindeki her sütunun en yüksek değerleri alınır. Fakat bu durum maliyet kriterleri için geçerli değildir. Maliyet kriterleri için sütundaki en küçük değer alınır. Formül aşağıdaki gibidir.

$$v^* = \begin{cases} \max_j \{v_{ij}\} & \text{kriter j kazanç kriteri ise} \\ \min_j \{v_{ij}\} & \text{kriter j maliyet kriteri ise} \end{cases}$$

Negatif ideal çözümlerin $A^- = \{v_1^-, v_2^-, v_3^-, \dots, v_n^-\}$ oluşturulabilmesi için ağırlıklı karar matrisindeki her sütunun en düşük değerleri alınır. Fakat bu durum maliyet kriterleri için geçerli değildir. Maliyet kriterleri için sütundaki en büyük değer alınır. Formül aşağıdaki gibidir.

$$v^- = \begin{cases} \min_j \{v_{ij}\} & \text{kriter j kazanç kriteri ise} \\ \max_j \{v_{ij}\} & \text{kriter j maliyet kriteri ise} \end{cases}$$

Adım 5: Ayrım Ölçütlerinin Hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir alternatifin pozitif ideal çözüme olan uzaklığı ile negatif ideal çözüme olan uzaklığı hesaplanmalıdır. Bu uzaklıklara pozitif ideal ayrım (S_i^*) ve negatif ideal ayrım (S_i^-) adı verilir. Uzaklıkların hesaplanabilmesi için aşağıdaki formüller (20,21) kullanılmaktadır.

$$S_i^* = \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2$$

$$S_i^- = \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2$$

Adım 6: İdeal Çözüme Göreceli Çözümün Hesaplanması

Pozitif ve negatif ayırım değerlerinden yararlanılarak ideal çözüme göre yakınlık (C_i^*) değeri hesaplanır. Hesaplama için gerekli olan formül aşağıdadır.

$$C_i^* = S_i - S_i - S_i^*$$

Burada C_i^* değerleri bulunduktan $C_i^*=1$ değerini alırsa pozitif ideal çözüme mutlak yakın olduğunu gösterir. Eğer $C_i^*=0$ değerini alırsa negatif ideal çözüme mutlak yakın olduğunu gösterir. Bulunan C_i^* değerlerinden bir sıralama yapılarak en iyi sonuç elde edilir.

2.3.Uygulanacak Çözüm Yöntemi

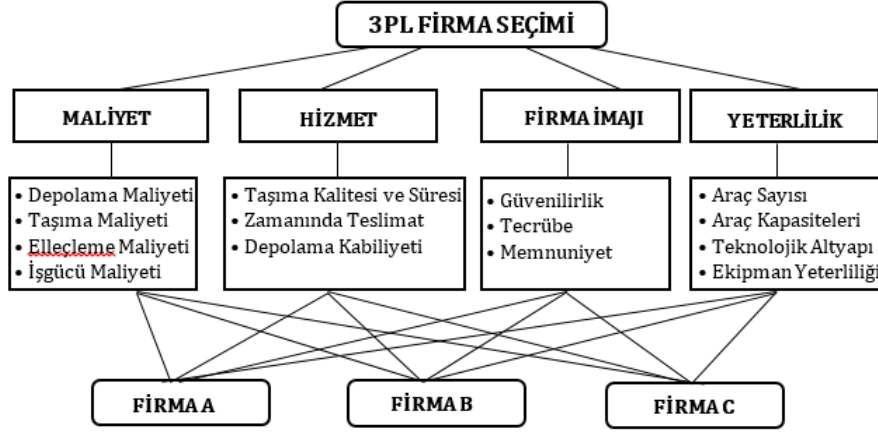
Üçüncü Parti Lojistik firma seçiminde en uygun firmayı bulabilmek için ilk olarak kriterler belirlenecektir. İkinci olarak belirlenmiş olan kriterlerin ağırlıkları AHP yöntemi kullanılarak bulunacaktır. Ağırlıkları bulunan kriterlerin TOPSIS yöntemi le sıralaması yapıp en iyi sonuç elde edilerek seçim yapılacaktır.

3. Uygulama

Bu bölümde AHP ve TOPSIS yöntemi ile 3PL firması seçimi için bir uygulama yapılmıştır. Uygulama süreci 3 aşamadan meydana gelmektedir. Birinci aşamada işletmenin karar vericileri tarafından belirlenen kriterlerin karar modeli oluşturulmuştur. İkinci aşamada karar vericiler tarafından değerlendirilen kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur. Son aşamada ise ağırlıkları bulunan kriterler sayesinde firmalar sıralanıp en iyi sonuç elde edilmiştir.

3.1.Belirlenmiş Kriterlerin Karar Modelinin Oluşturulması

Bir işletmenin lojistik faaliyetlerini devretmek için 3PL firması seçeceğini varsayalım. Üçüncü parti lojistik firma seçimi probleminde yapılan literatür araştırması sonucunda kullanılacak olan ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesi sonucunda oluşturulan karar modeli aşağıdaki gibidir.



Şekil 1: 3PL Firma Seçimi Probleminin Hiyerarşik Yapısı

Tablo 4. Kullanılan kriterler ve tanımlamaları

Kriterler ve alt kriterleri	Açıklaması
Maliyet ana KRİTERİ	
Depolama maliyeti (DM)	Firmaların depolama sürecindeki maliyetlerini göstermektedir.
Taşıma Maliyeti (TM)	Firmaların taşıma süreçlerindeki maliyetlerini göstermektedir.
Elleçleme Maliyeti (EM)	Firmaların elleçleme maliyetlerini göstermektedir.
İşgücü Maliyeti (İM)	Firmaların tüm süreçlerdeki işgücü maliyetini göstermektedir.
Hizmet Ana Kriteri	
Taşıma Kalitesi ve Süresi (tk)	Firmaların ürünü nasıl ve ne kadar sürede taşıdığını gösterir
Zamanında teslimat (zt)	Firmaların teslimat işlemini zamanında yapıp yapmadığını gösterir.
DEPOLAMA KABİLİYETİ (DK)	Firmaların ürünleri düzgün bir şekilde depolayıp depolamadığını ifade eder.
Firma imajı ana KRİTERİ	
Güvenilirlik (g)	Çevrede firmaya olan güveni ifade eder.
Tecrübe (t)	Firmaların tecrübesini ifade eder.
Memnuniyet (m)	Firmalara olan müşteri memnuniyetlerini ifade eder.
Yeterlilik ana kriteri	

Araç sayısı (as)	<i>Firmalarda bulunan araç sayısını ifade eder.</i>
Araç kapasiteleri (ak)	<i>Araçların yeterli kapasitede olup olmadığını gösterir.</i>
Teknolojik altyapı (ta)	<i>Firmalardaki teknolojik altyapının yeterli olup olmadığını gösterir.</i>
Ekipman yeterliliği (ey)	<i>Firmalardaki tüm süreçlerde yeterli ekipmanın olup olmadığını gösterir.</i>

3.2. Kriterlerin Ağırlıklarının Bulunması

Ağırlıkların belirlenmesi için AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde ilk olarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerindeki kriterler Tablo 2'deki karar ölçeğine göre değerlendirilmiştir. İkili karşılaştırma matrisleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 5. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırması

Kriterler	Maliyet	Hizmet	Firma imajı	Yeterlilik
Maliyet	1	3	5	7
Hizmet	1/3	1	1	5
Firma imajı	1/5	1	1	3
Yeterlilik	1/7	1/5	1/3	1

Tablo 6. Maliyet Ana Kriteri Altında Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırması

MALİYET ANA KRİTERİ	DM	TM	EM	İM
DM	1	1/3	5	3
TM	3	1	7	5
EM	1/5	1/7	1	1/3
İM	1/3	1/5	3	1

Tablo 7. Hizmet Ana Kriteri Altında Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırması

HİZMET ANA KRİTERİ	TK	ZT	DK
TK	1	1	3
ZT	1	1	5
DK	1/3	1/5	1

Tablo 8. Firma İmajı Ana Kriteri Altında Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırması

FİRMA İMAJI ANA KRİTERİ	G	T	M
G	1	3	7
T	1/3	1	3
M	1/7	1/3	1

Tablo 9. Yeterlilik Ana Kriteri Altında Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırması

YETERLİLİK ANA KRİTERİ	AS	AK	TA	EY
AS	1	3	1	1/3
AK	1/3	1	1/3	1/7
TA	1	3	1	1/3
EY	3	7	5	1

İkili karşılaştırmaların yapılmasından sonra ortaya çıkan ağırlıklar Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Kriter ve alt kriter ağırlıkları

Maliyet Kriteri				Hizmet Kriteri			Firma İmajı Kriteri			Yeterlilik Kriteri			
0,5732				0,2100			0,1589			0,0579			
DM	TM	EM	İM	TK	ZT	DK	G	T	M	AS	AK	TA	EY
0,2	0,5	0,0	0,1	0,4	0,4	0,1	0,6	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,5
6	6	6	2	1	8	1	7	4	9	8	7	6	9

3. Alternatiflerin Sıralanması

AHP yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları bulunduktan sonra sıralama işlemi yapabilmek için TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. TOPSIS yönteminde ilk olarak kriterler ve alternatiflerden oluşan bir karar matrisi oluşturulmuştur. Bu matris 0-10 ölçeği kullanılarak değerlendirilmiştir. Firma A için FA, Firma B için FB ve Firma C için FC kısaltmaları kullanılmıştır.

Tablo 11. Karar Matrisi

F/K	DM	TM	EM	İM	TK	ZT	DK	G	T	M	AS	AK	TA	EY
FA	7	8	9	7	8	5	6	6	8	5	9	7	5	6
FB	6	5	3	5	7	9	7	4	6	7	5	5	3	8
FC	4	2	7	3	3	3	2	9	3	3	8	6	6	5

Karar matrisi oluşturulduktan sonra normalize işlemine geçilmiştir. Normalize Karar Matrisi Tablo 11'deki gibidir.

Tablo 12. Normalize Karar Matrisi

F/K	DM	TM	EM	İM	TK	ZT	DK
FA	0,6965	0,8296	0,7634	0,7683	0,7243	0,4663	0,6360
FB	0,5970	0,5185	0,2545	0,5488	0,6338	0,8393	0,7420
FC	0,3980	0,2074	0,5937	0,3293	0,2716	0,2798	0,2120
F/K	G	T	M	AS	AK	TA	EY
FA	0,5203	0,7663	0,5488	0,6903	0,6674	0,5976	0,5367
FB	0,3468	0,5747	0,7683	0,3835	0,4767	0,3586	0,7155
FC	0,7804	0,2873	0,3293	0,6136	0,5721	0,7171	0,4472

Normalize Karar Matrisi oluşturulduktan sonra bulunan ağırlıklarla Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi oluşturulur. Bu matris Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 13. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

F/K	DM	TM	EM	İM	TK	ZT	DK
FA	0,1834	0,4628	0,0434	0,0936	0,2937	0,2236	0,0731
FB	0,1572	0,2893	0,0145	0,0669	0,2570	0,4025	0,0853
FC	0,1048	0,1157	0,0338	0,0401	0,1101	0,1342	0,0244
F/K	G	T	M	AS	AK	TA	EY
FA	0,3479	0,1863	0,0484	0,1272	0,0442	0,0982	0,3141
FB	0,2319	0,1397	0,0678	0,0707	0,0315	0,0589	0,4188
FC	0,5219	0,0699	0,0290	0,1131	0,0378	0,1179	0,2617

Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi oluşturulduktan sonra pozitif ve negatif ideal çözümler bulunmuştur. Pozitif ve negatif ideal çözümler hesaplandıktan sonra pozitif ideal çözüme olan uzaklık ile negatif ideal çözüme olan uzaklık hesaplanmalıdır. Pozitif ve negatif ideal çözümlerden yararlanarak bu hesaplama yapılmıştır. Pozitif ve negatif ayırım değerlerinden yararlanılarak ideal çözüme göre yakınlık değeri hesaplanmalıdır. İdeal çözüme göre yakınlık değerleri aşağıdaki Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 14. İdeal Çözüme Yakınlık Değerleri

	Si*	Si-	Ci*	Sıralama
FA	0,4522	0,2812	0,3834	3
FB	0,3577	0,4008	0,5284	2
FC	0,3869	0,4680	0,5474	1

Yapılan TOPSIS yöntemi sonucunda ideal çözüme yakınlık değerleri öncelik değerlerine göre sıralanmış ve en uygun seçenek olarak FC çıkmıştır. Yani işletmemiz Firma C alternatifini seçmelidir. Firma C alternatifini seçmez ise sırasıyla FB ve FA seçeneklerinden birini seçmelidir.

4. Sonuç

İşletmeler maliyetlerini azaltmak, rekabet güçlerini arttırmak, ana üretim süreçlerine odaklanabilmek, teknolojik gelişmeleri takip edebilmek ve esnek bir yapıya sahip olabilmek için lojistik faaliyetlerinde sürekli bir iyileştirme içerisindedirler. Lojistik faaliyetlerinin daha iyi olabilmesi adına işletmeler bu işleri alanında uzman 3PL firmalarına bırakmaktadır. İşletmeler firma seçerken oldukça zorlanmaktadır. Bu yüzden karar verme sürecinde kullanacakları bir modele ihtiyaç duymaktadırlar.

Bu çalışmada bir işletmenin 3PL firma seçimi için bir uygulama yapılmıştır. Uygulamada ağırlıkların belirlenebilmesi için AHP yöntemine, kriterlerin önem değerlerine göre sıralanması için de TOPSIS yöntemine başvurulmuştur. Çalışma 4 adet ana kriter, 14 adet alt kriter ve 3 adet alternatiften oluşmaktadır. Uygulama sonucunda önem değeri en yüksek çıkan kriter Maliyet kriteri olurken firmalar FC>FB>FA şeklinde sıralanmıştır. En iyi firma seçeneği C firması olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, karar vericilerin geleneksel kriterlere için en uygun 3PL firma seçimine dikkatlice değerlendirmelerine yardımcı olmaktır. Yönetimsel çıkarımlar açısından, bu araştırma hem karar vericiler için hem de 3PL firmalarına daha fazla esneklik ve öngörü sağlamaktadır. Bu araştırma sonuçlarından yöneticiler, önerilen yöntemi belirli bir problem için diğer geleneksel yöntemlerle karşılaştırırsa analitik güçte büyük bir fark bulabilirler. Çelişkili görüşlerin varlığına ve nicel verilerin eksikliğine rağmen, bu çalışma karar vericileri alternatif çözümleri değerlendirme ve verimli kararlar alma konusunda güçlendirmektedir. Önerilen çözüm yöntemi,

kesin olmayan veriler nedeniyle belirsiz koşullar altında değerlendirme yapılması gerekse bile güvenilir sonuçlar elde edilmesine yardımcı olabilir.

Bu çalışma, gelecekteki araştırmalar için yol gösterici olabilir. Öncelikle önerilen modelin diğer endüstrilerde veya benzer seçim problemlerinde uygulanması önerilmektedir. Ek olarak, 3PL firma seçimine ilişkin çalışmaların sayısı arttıkça, gelecekteki çalışmalarda ÇKKV yöntemlerinin güvenilirliğini ve geçerliliği farklı senaryolar altında karşılaştırabilir ve sonuçlar analiz edilebilir.

KAYNAKLAR

- Altan, Ş. ve Karaş Aydın, E. (2015). Bulanık DEMATEL ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile üçüncü parti lojistik firma seçimi için bütünleşik bir model yaklaşımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(3), 99-119.
- Ayçin, E. (2018). A Grey DEMATEL integrated approach to determine third party logistics service provider selection criteria. *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 6(2), 277-292.
- Bai, C., & Sarkis, J. (2019). Integrating and extending data and decision tools for sustainable third-party reverse logistics provider selection. *Computers & Operations Research*, 110, 188-207.
- Boakai, S. (2016). *A Fuzzy Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method for third party logistics provider selection*. Lisans tezi, Kadir Has Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çalık, A. Ve Paksoy, T. (2017). Aralık Tip-2 Bulanık AHP yöntemi ile üçüncü parti tersine lojistik (3PTL) firma seçimi. *Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 20(1), 52-67.
- Eren, T. ve Gür, Ş. (2017). Online alışveriş siteleri için AHP ve TOPSIS yöntemleri ile 3PL firma seçimi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 819-834.
- Erginel, N., Şentürk, S. ve Binici, Y. (2014). 3PL firma seçiminde BOCR ölçütlerini temel alan ANP yönteminin kullanımı. *Bilim ve Teknoloji Dergisi B-Teorik Bilimler*, 3(1), 33-44.
- Gökkaya, H. ve Kellegöz, T. (2017). Personel tayin işlemleri için AHP, TOPSIS ve Macar Algoritması tabanlı karar destek modeli. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 28(1), 2-18.

- Akman, G. ve Baynal, K. (2014). Logistics Service Provider Selection through an Integrated Fuzzy Multi-Criteria decision making Approach. *Journal of Industrial Engineering*, 16, 1-16.
- Jovčić, S., Průša, P., Dobrodolac, M., & Švadlenka, L. (2019). A proposal for a decision-making tool in third-party logistics (3PL) provider selection based on multi-criteria analysis and the fuzzy approach. *Sustainability*, 11(15), 4236.
- Keskin, H. (2015). *Lojistik el kitabı – küresel aktörlerin lojistik pratikleri*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Korucuk, S. (2018). Soğuk zincir taşımacılığı yapan işletmelerde 3PL firma seçimi: İstanbul örneği. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 16, 341-365.
- Liu, Y., Zhou, P., Li, L., & Zhu, F. (2020). An interactive decision-making method for third-party logistics provider selection under hybrid multi-criteria. *Symmetry*, 12(5), 729.
- Ömürbek, N., Makas, Y. ve Ömürbek, V. (2015). AHP ve TOPSIS yöntemleri ile kurumsal proje yönetim yazılımı seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 59-83.
- Özbek, A. ve Eren, T. (2013). Analitik Ağ Süreci yaklaşımıyla üçüncü parti lojistik (3PL) firma seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(1), 95-112.
- Özçiğci, V. ve Arsu, T. (2013). Lojistik servis sağlayıcısı seçiminde AHP uygulaması. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 5(1), 524-536.
- Öztemel, E., Özel, S. ve Gürsev, S. (2019). Endüstriyel dönüşüm sürecinde AHP yöntemi ile performans kriterlerinin belirlenmesi. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(16), 105-117.
- Pamucar, D., Chatterjee, K., & Zavadskas, E. K. (2019). Assessment of third-party logistics provider using multi-criteria decision-making approach based on interval rough numbers. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 383-407.
- Raut, R. D., Kharat, M. G., Kamble, S. S., Kamble, S. J., & Desai, R. (2018). Evaluation and selection of third-party logistics providers using an integrated multi-criteria decision making approach. *International Journal of Services and Operations Management*, 29(3), 373-392.
- Roy, J., Pamučar, D., & Kar, S. (2019). Evaluation and selection of third party logistics provider under sustainability perspectives: an interval valued fuzzy-rough approach. *Annals of Operations Research*, 1-46.

- Singh, R. K., Gunasekaran, A., & Kumar, P. (2018). Third party logistics (3PL) selection for cold chain management: a fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS approach. *Annals of Operations Research*, 267(1), 531-553.
- Supçiller, A. A. ve Çapraz, O. (2011). AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 13, 1-22.
- Yavuz Arslan, Ç. (2011). *Third party logistics (3PL) provider selection with ANP*. Yüksek lisans tezi, Fatih Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zarbakshnia, N., Soleimani, H., & Ghaderi, H. (2018). Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. *Applied Soft Computing*, 65, 307-319.