



## The Analysis of the Importance of the Criteria Used in the Selection of Transport Vehicle According to Cargo Companies by BWM

**Alptekin Ulutaş**

[aultas@cumhuriyet.edu.tr](mailto:aultas@cumhuriyet.edu.tr)

Sivas Cumhuriyet University

[orcid.org/0000-0002-8130-1301](https://orcid.org/0000-0002-8130-1301)

JEL Code: C60, C69, M10.

Received: 04.03.2020

Revised: 09.09.2020

Accepted: 14.09.2020

Available Online: 21.09.2020

### Abstract

This study has tried to determine that the cargo companies give more importance to which criteria in the vehicle selection. BWM (Best-Worst Method) was used to determine the importance levels of the criteria. The data required for the implementation of BWM was obtained from the branch managers of three cargo companies located in a province in Eastern Anatolia. Branch managers have determined five main criteria and 19 sub-criteria for this evaluation process. According to the BWM method results, while the most important criterion among the 19 sub-criteria was determined as the vehicle's sale price, the least important criterion was identified as the exterior design of the vehicle. It is seen that the number of studies on this method in the domestic literature is limited. Also, the number of studies on vehicle selection in the logistics sector is limited. For the reasons stated, this study is thought to contribute to the literature.

Keywords: BWM, transportation vehicle selection, MCDM.

### To cite this document

Ulutaş, A., (2020). The Analysis of the Importance of the Criteria Used in the Selection of Transport Vehicle According to Cargo Companies by BWM. *Equinox, Journal of Economics, Business & Political Studies*, VII (2), 127-140

### Kargo Şirketlerine Göre Nakliye Aracı Seçiminde Kullanılan Kriterlerin Önemlerinin BWM ile Analizi

#### Öz

Bu çalışmada kargo firmalarının nakliye araç seçiminde hangi kriterlere daha fazla önem verdikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Kriterlerin önem seviyelerinin belirlenmesinde BWM (Best-Worst Method) kullanılmıştır. BWM'nin uygulaması için gerekli olan veriler Doğu Anadolu'daki bir ilde yer alan üç kargo firmasının şube müdürlerinden elde edilmiştir. Şube müdürleri bu değerlendirme işlemi için 5 ana kriter ve 19 alt kriter belirlemiştirlerdir. BWM'nin sonuçlarına göre 19 alt kriter arasından en önemli kriter aracın sıfır km fiyatı olarak belirlenirken, en az önemli kriter dış tasarım kriteri olarak belirlenmiştir. Bu yöntemle ilgili yerli literatürde yapılmış olan çalışma sayısı sınırlı olduğu görülmektedir. Ayrıca lojistik sektöründe nakliye araç seçimi ile ilgili çalışma sayısı da sınırlıdır. Belirtilen sebeplerden dolayı, bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: BWM, nakliye aracı seçimi, ÇKKV.

## 1. Giriş

Lojistik faaliyetlerinin ana faaliyetlerinden birini taşımacılık teşkil etmektedir. Lojistik sektöründe taşımacılık faaliyetleri, toplam lojistik maliyetlerinin %50 ile %65'ini oluşturmaktadır (Doğan vd., 2017). Taşımacılık faaliyetlerinin yürütüldüğü ulaştırma sistemleri altıya ayrılabilir: denizyolu taşımacılığı, karayolu taşımacılığı, havayolu taşımacılığı, demiryolu taşımacılığı, boru hattı taşımacılığı ve bu sistemlerin karma bir şekilde kullanılmasından oluşan kombine taşımacılığı. Türkiye’de yapılan lojistik faaliyetlerinin yaklaşık %90’ı ağırlıklı olarak karayolu taşımacılığı ile yapılmaktadır (Arslan, 2017). Görüldüğü üzere karayolu taşımacılığı lojistik sektörü için büyük öneme sahiptir.

Kargo firmaları, lojistik sektöründe yer alan küçük/orta/büyük ebatlara sahip yükleri taşıyan firmalardır. Kargo firmaları için karayolu taşımacılığı büyük önem arz etmektedir. Özellikle yurtiçi mal/eşya gönderimlerinde birçok kargo firması karayolu taşımacılığını kullanmaktadır. Karayolu taşımacılığının maliyetlerinin çok yüksek olmasından dolayı optimum verimliliğe sahip araçlarla bu faaliyetin gerçekleştirilmesi kargo firmaları için büyük bir öneme sahiptir. Bundan dolayı kargo firmalarının, taşımacılık faaliyetlerinde kullanacakları nakliye araçlarını iyi bir şekilde değerlendirmeleri ve bu değerlendirmelere göre en iyi performansa sahip aracı belirlemeleri gerekmektedir.

Kargo firmaları bu değerlendirmeyi yaparken birden fazla kriteri ve markayı değerlendirme sürecine dâhil etmek durumundadırlar. Birden fazla kriterin ve alternatifin yer aldığı problemler çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemleri olarak adlandırılabilirler. Bu tip problemlerin çözümünde ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada kargo firmalarının karayolu taşımacılığında kullandıkları nakliye araçlarını değerlendirirken ve seçerken hangi kriterlere daha fazla önem verdikleri sorusuna cevap aranacaktır. Kriterlerin önem derecelerinin (ağırlıklar) bulunmasında Best-Worst Method (En İyi-En Kötü Yöntemi) (BWM) kullanılacaktır. Bu yöntem, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemine göre daha az kriter karşılaştırmasına ihtiyaç duymaktadır. Bununla birlikte AHS yöntemine göre daha tutarlı kriter karşılaştırması yapmakta ve AHS yönteminden farklı olarak yalnızca tamsayı kullanmaktadır böylece BWM’nin kullanımı daha kolay hale gelmektedir (Rezaei, 2015). BWM ile ilgili yerli literatürde çalışma sayısı (Şenyiğit ve Ünal, 2019; Çakır ve Can, 2019) az olduğu için söz konusu çalışma bu araştırma boşluğunu doldurmak için yapılmıştır. Ayrıca lojistik sektöründe nakliye araç seçimi ile ilgili çalışma literatürde az sayıda bulunmaktadır. Bu çalışma ile literatüre bu yönden de katkı sunulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın devamı şu şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölümde lojistik sektöründe nakliye aracı seçimi ile ilgili yapılan çalışmalar ve BWM’yi kullanan çalışmalar sunulacaktır. Üçüncü bölümde BWM’nin metodolojisi gösterilecektir. Dördüncü bölümde yöntemin uygulaması sunulacaktır. Son bölümde ise sonuçlar ve gelecek çalışmalar için tavsiyeler gösterilecektir.

## 2. Literatür Taraması

Literatürde lojistik sektöründe nakliye araç seçimi ile ilgili yapılan çalışma sayısı az olmakla birlikte güncel çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Kabak ve Uyar (2013), Ankara ilinde bulunan bir lojistik şirketi için en makbul ağır ticari araç seçimi için Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi ile PROMETHEE yöntemini kullanmışlardır. AAS yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlenirken, PROMETHEE yöntemi ile araçlar sıralanmış ve en iyi araç tespit edilmiştir. Bu çalışmada beş ana kriter kullanılmıştır. Bu ana kriterler şunlardır: satış sonrası hizmet, performans, imaj ve prestij, donanım ve ekonomiklik. Bu ana kriterlerin altında toplam 20 alt kriter bulunmaktadır. Ayrıca bu çalışmada sekiz alternatif değerlendirilmiştir.

Diğer bir çalışmada Doğan vd. (2017), lojistik sektöründe ağır ticari araç seçimi için gri COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemini önerdiler. Bu çalışmada yazarlar 16 kriteri göz önünde bulundurarak 8 aracı değerlendirmişlerdir. Çalışmada Scania R-440 modeli en iyi araç olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada kriter ağırlıkları eşit olarak alınmıştır.

Arslan (2017), Gürcistan'da faaliyette bulunan bir lojistik şirketi için en uygun aracı belirlemeye çalışmıştır. Yazar çalışmasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve ARAS (Additive Ratio Assessment) yöntemlerini kullanmıştır. Kriter ağırlıklarının bulunması için AHS yöntemi kullanılırken, ARAS yöntemi ile araç alternatifleri sıralanmıştır. Bu çalışmada 3 alternatif 4 kritere göre değerlendirilmiştir. Bu dört kriter şunlardır: garanti süresi, güç, yakıt tüketimi ve fiyat. Çalışmanın sonucunda en iyi araç alternatifi Volvo olarak bulunmuştur.

BWM, yeni geliştirilmiş bir yöntem olmasına rağmen bu yöntemle ilgili birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları Tablo 1' de gösterilmiştir.

**Tablo 1: BWM İle İlgili Çalışmalar**

| Yazarlar         | Yıl  | Problem   |
|------------------|------|---|
| Rezaei vd.       | 2015 | Tedarikçilerin değerlendirmesi ve bölümlere ayrılması   |
| Sadaghiani vd.   | 2015 | Petrol ve gaz endüstrisinde tedarik zinciri sürdürülebilirliğini etkileyen dış kuvvetleri değerlendirmek      |
| Gupta ve Barua   | 2016 | Hindistan'daki Mikro Küçük ve Orta Ölçekli işletmeler için teknolojik inovasyon sağlayıcılarının belirlenmesi |
| Rezaei vd.       | 2016 | Tedarikçi seçimi  |
| Salimi ve Rezaei | 2016 | Projelerin verimliliğinin ölçülmesi   |
| Ahmadi vd.       | 2017 | Tedarik zincirlerinin sosyal sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi  |
| Ghaffari vd.     | 2017 | Teknolojik yenilik geliştirmede anahtar başarı faktörlerinin değerlendirilmesi                                |
| Salimi           | 2017 | Bilimsel çıktıların kalite değerlendirmesi  |
| Salimi ve Rezaei | 2018 | Firmaların Ar-Ge performansının değerlendirilmesi   |
| Rezaei vd.       | 2018 | Lojistik performans göstergelerinin önemlerinin ölçülmesi   |
| Moktadir vd.     | 2018 | Endüstri 4.0'ı uygulamadaki zorlukları değerlendirme  |
| Gupta            | 2018 | Havayolu endüstrisinin hizmet kalitesinin değerlendirilmesi   |
| Kheybari vd.     | 2019 | Biyoetanol tesis yeri seçimi  |
| Liao vd.         | 2019 | Hastane performans değerlendirilmesi  |
| Şenyiğit ve Ünal | 2019 | RFID sistemlerinin değerlendirilmesi  |
| Çakır ve Can     | 2019 | Dış kaynak kullanım tercihinin belirlenmesi   |

### 3. Metodoloji

Bu çalışmada nakliye araçlarının seçiminde kullanılan kriterlerin önem seviyeleri BWM ile bulunacaktır. Bu yöntem, Rezaei (2015) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin adımları aşağıda özetlenmiştir (Rezaei, 2015).

Adım 1: Kriterler ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) belirlenir.

Adım 2: En iyi (en çok öneme sahip) ve en kötü (en az öneme sahip) kriterler belirlenir.

Adım 3: En iyi kriter, diğer kriterler ile karşılaştırılır yani en iyi kriterin diğer kriterlere göre ne kadar önemli olduğu belirlenir. Bu karşılaştırmanın yapılmasında karar vericiler 1-9 ölçeğini kullanırlar. Bu ölçekteki 1,3,5,7,9 değerleri sırasıyla eşit önemli, orta önemli, yüksek önemli, çok daha yüksek önemli ve son derece önemli dilsel değişkenlerine karşılık gelmektedir (Çakır ve Can, 2019). Bu adımın ardından en iyi kriterin diğer kriterlere karşı kıyaslamasını gösteren vektöre ( $A_B$ ) ulaşılır. Eşitlik 1, bu vektörü göstermektedir (Rezaei, 2015).

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{BB}, \dots, a_{Bj}, \dots, a_{Bn}) \quad (1)$$

Eşitlik 1'deki  $a_{Bj}$  en iyi kriterin  $j$ . kritere göre karşılaştırma skorunu göstermektedir. Ayrıca  $a_{BB}$  değeri "1" e eşittir.

Adım 4: En kötü kriter, diğer kriterler ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırma yapılırken Adım 3'te kullanılan 1-9 ölçeği kullanılır. Adım 3'ten farklı olarak diğer kriterlerin en kötü kritere göre ne kadar önemli oldukları belirlenir. Bu adımın ardından diğer kriterlerin en kötü kritere karşı kıyaslamasını gösteren vektöre ( $A_w$ ) ulaşılır. Eşitlik 2, bu vektörü göstermektedir (Rezaei, 2015).

$$A_w = (a_{1w}, a_{2w}, \dots, a_{ww}, \dots, a_{jw}, \dots, a_{nw}) \quad (2)$$

Eşitlik 2'deki  $a_{jw}$   $j$ . kriterin en kötü kritere göre karşılaştırma skorunu göstermektedir. Ayrıca  $a_{ww}$  değeri "1" e eşittir.

Adım 5: Eşitlik 3'te gösterilen model ile kriterlerin optimum ağırlıkları ( $w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$ ) ve tutarlılık göstergesi ( $\xi^L$ ) hesaplanır (Rezaei, 2016). Tutarlılık göstergesi "0" a yakınsa yüksek tutarlılığı göstermektedir.

$$\begin{aligned} & \min \xi^L \\ & |w_B - a_{Bj}w_j| \leq \xi^L \text{ (her } j \text{ kriteri için)} \\ & |w_j - a_{jw}w_w| \leq \xi^L \text{ (her } j \text{ kriteri için)} \\ & \sum_{j=1}^n w_j = 1 \\ & w_j \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Eşitlik 3, Lingo 15 yazılımı ile çözülebilir. Bu çalışmada Lingo 15 yazılımı ile MS Office Excel kullanılmıştır.

#### 4. Uygulama

Doğu Anadolu'daki bir ilde bulunan 3 kargo firmasının şube müdürleri ile görüşülmüştür. Bu şube müdürlerine, nakliye aracı seçimi ile ilgili çalışmalarda kullanılmış kriterlerden oluşan bir liste gösterilmiştir. Bu listede gösterilen kriterlerden uygun gördüklerini belirlemelerini ve eklemek istedikleri kriterler varsa bunları eklemeleri istenmiştir. Tablo 2, şube müdürlerinin ortak kararlarıyla düzenlenmiş 5 ana ve 19 alt kriterden oluşan kriter listesini göstermektedir.

**Tablo 2: Kriter Listesi**

| Ana Kriter                 | Alt Kriter                                | Referans                                 |
|----------------------------|---|--|
| Ekonomiklik (E)            | Aracın Sıfır km Fiyatı (ASF)              | Doğan vd. (2017)                         |
|                            | İkinci El Fiyatı (İEF)                    | Kabak ve Uyar (2013)<br>Doğan vd. (2017) |
|                            | Bakım Masrafı (BM)                        | Kabak ve Uyar (2013)<br>Doğan vd. (2017) |
|                            | Yakıt Tüketimi (YT)                       | Kabak ve Uyar (2013)<br>Doğan vd. (2017) |
|                            | Motor Gücü (MG)                           | Doğan vd. (2017)                         |
| Performans (P)             | Maksimum Tork Kuvveti (MTK)               | Doğan vd. (2017)                         |
|                            | Maksimum Tork Devir (MTD)                 | Doğan vd. (2017)                         |
|                            | Motor Hacmi (MH)                          | Doğan vd. (2017)                         |
|                            | Taşıma Kapasitesi (TK)                    | Doğan vd. (2017)                         |
| Donanım (D)                | Güvenli Sürüş (GS)                        | Kabak ve Uyar (2013)                     |
|                            | Kullanım Kolaylığı (KK)                   | Kabak ve Uyar (2013)                     |
|                            | Yakıt Tank Kapasitesi (YTK)               | Kabak ve Uyar (2013)<br>Doğan vd. (2017) |
|                            | Net Ağırlık (NA)                          | Doğan vd. (2017)                         |
| Satış Sonrası Hizmet (SSH) | Bakım Sıklığı (BS)                        | Doğan vd. (2017)                         |
|                            | Yedek Parçanın Kolay Bulunabilmesi (YPKB) | Kabak ve Uyar (2013)                     |
|                            | Yetkili Servis Sayısı (YSS)               | Kabak ve Uyar (2013)<br>Doğan vd. (2017) |
| İmaj ve Tasarım (İVT)      | Marka (M)                                 | Kabak ve Uyar (2013)                     |
|                            | Dış Tasarım (DT)                          | Uzman Görüşü                             |
|                            | İç Tasarım ve Konfor (İTK)                | Uzman Görüşü                             |

Her bir şube müdürüne ayrı ayrı anket uygulaması yapılmıştır. Ankette verilen cevaplara BWM uygulanmıştır. BWM'nin uygulama adımlarını göstermek için üç şube müdüründen biri olan Karar Verici 1 (KV1)'e göre ana kriterlerin analizi Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3: KV1'e göre Ana Kriterlerin Analizi**

| Adım 2: En iyi ve en kötü kriterlerin belirlenmesi |   |   |              |     |     |
|--|---|---|--------------|-----|-----|
| En iyi: E  |   |   | En kötü: İVT |     |     |
| Adım 3: $A_B$ vektörünün bulunması                 |   |   |              |     |     |
|  | E | P | D            | SSH | İVT |
| E  | 1 | 4 | 5            | 6   | 8   |
| Adım 4: $A_w$ vektörünün bulunması                 |   |   |              |     |     |
|  | E | P | D            | SSH | İVT |
| İVT  | 8 | 6 | 5            | 4   | 1   |

Ekonomiklik (E), Performans (P), Donanım (D), Satış Sonrası Hizmet (SSH) ve İmaj ve Tasarım (İVT)

Tablo 3'e göre  $A_B=\{1,4,5,6,8\}$  ve  $A_w=\{8,6,5,4,1\}$  vektörleri bu şekilde oluşturulur. Eşitlik 3 ile KV1 için ana kriterlerin ağırlıkları bulunur. Ana kriterlerin ağırlıkları şu şekildedir: E (0,536), P (0,168), D (0,134), SSH (0,112) ve İVT (0,050). Her bir karar verici için aynı işlemler tekrarlanır böylece ana ve alt kriterlerin ağırlıkları hesaplanır. Ardından ana kriterlerin ağırlıkları ile alt kriterlerin ağırlıkları çarpılarak alt kriterlerin birleştirilmiş ağırlıkları bulunur.

Tablo 4, 5 ve 6, her bir karar verici için ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıklarını ve alt kriterlerin birleştirilmiş ağırlıklarını göstermektedirler.

**Tablo 4: KV1 için Kriter Ağırlıkları**

| Ana Kriter | Ana Kriter Ağırlıkları | Alt Kriter | Alt Kriter Ağırlıkları | Birleştirilmiş Ağırlıklar |
|------------|------------------------|------------|------------------------|---------------------------|
| E          | 0,536                  | ASF        | 0,667                  | 0,358                     |
|            |                        | İEF        | 0,054                  | 0,029                     |
|            |                        | BM         | 0,150                  | 0,080                     |
|            |                        | YT         | 0,128                  | 0,069                     |
|            |                        | MG         | 0,385                  | 0,065                     |
|            |                        | MTK        | 0,154                  | 0,026                     |
| P          | 0,168                  | MTD        | 0,231                  | 0,039                     |
|            |                        | MH         | 0,077                  | 0,013                     |
|            |                        | TK         | 0,154                  | 0,026                     |
|            |                        | GS         | 0,492                  | 0,066                     |
|            |                        | KK         | 0,323                  | 0,043                     |
|            |                        | YTK        | 0,129                  | 0,017                     |
|            |                        | NA         | 0,056                  | 0,008                     |
|            |                        | BS         | 0,260                  | 0,029                     |
| SSH        | 0,112                  | YPKB       | 0,640                  | 0,072                     |
|            |                        | YSS        | 0,100                  | 0,011                     |
|            |                        | M          | 0,067                  | 0,003                     |
| İVT        | 0,05                   | DT         | 0,190                  | 0,010                     |
|            |                        | İTK        | 0,743                  | 0,037                     |

**Ana Kriterler:** Ekonomiklik (E), Performans (P), Donanım (D), Satış Sonrası Hizmet (SSH) ve İmaj ve Tasarım (İVT).

**Alt Kriterler:** Aracın Sıfır km Fiyatı (ASF), İkinci El Fiyatı (İEF), Bakım Masrafı (BM), Yakıt Tüketimi (YT), Motor Gücü (MG), Maksimum Tork Kuvveti (MTK), Maksimum Tork Devir (MTD), Motor Hacmi (MH), Taşıma Kapasitesi (TK), Güvenli Sürüş (GS), Kullanım Kolaylığı (KK), Yakıt Tank Kapasitesi (YTK), Net Ağırlık (NA), Bakım Sıklığı (BS), Yedek Parçanın Kolay Bulunabilmesi (YPKB), Yetkili Servis Sayısı (YSS), Marka (M), Dış Tasarım (DT) ve İç Tasarım ve Konfor (İTK).



KV<sub>1</sub> için kriterlerin kıyaslama matrislerinin tutarlılık göstergeleri ( $\xi^L$ ) sırasıyla şu şekildedir: Ana kriterler (0,134), ekonomiklik alt kriterleri (0,232), performans alt kriterleri (0,077), donanım alt kriterleri (0,153), satış sonrası hizmet alt kriterleri (0,140) ve imaj ve tasarım alt kriterleri (0,210). Görüldüğü üzere bütün kıyaslama matrislerinin tutarlılık göstergeleri sıfıra yakındır bundan dolayı kıyaslama matrisleri tutarlıdır denilebilir.

**Tablo 5: KV<sub>2</sub> için Kriter Ağırlıkları**

| Ana Kriter | Ana Kriter Ağırlıkları | Alt Kriter | Alt Kriter Ağırlıkları | Birleştirilmiş Ağırlıklar |
|------------|------------------------|------------|------------------------|---------------------------|
| E          | 0,202                  | ASF        | 0,530                  | 0,107                     |
|            |                        | İEF        | 0,168                  | 0,034                     |
|            |                        | BM         | 0,078                  | 0,016                     |
|            |                        | YT         | 0,224                  | 0,045                     |
| P          | 0,505                  | MG         | 0,127                  | 0,064                     |
|            |                        | MTK        | 0,502                  | 0,254                     |
|            |                        | MTD        | 0,052                  | 0,026                     |
|            |                        | MH         | 0,106                  | 0,054                     |
| D          | 0,121                  | TK         | 0,212                  | 0,107                     |
|            |                        | GS         | 0,333                  | 0,040                     |
|            |                        | KK         | 0,511                  | 0,062                     |
|            |                        | YTK        | 0,111                  | 0,013                     |
| SSH        | 0,121                  | NA         | 0,044                  | 0,005                     |
|            |                        | BS         | 0,591                  | 0,072                     |
|            |                        | YPKB       | 0,318                  | 0,038                     |
| İVT        | 0,051                  | YSS        | 0,091                  | 0,011                     |
|            |                        | M          | 0,596                  | 0,030                     |
|            |                        | DT         | 0,077                  | 0,004                     |
|            |                        | İTK        | 0,327                  | 0,017                     |

Ana Kriterler: Ekonomiklik (E), Performans (P), Donanım (D), Satış Sonrası Hizmet (SSH) ve İmaj ve Tasarım (İVT). Alt Kriterler: Aracın Sıfır km Fiyatı (ASF), İkinci El Fiyatı (İEF), Bakım Masrafı (BM), Yakıt Tüketimi (YT), Motor Gücü (MG), Maksimum Tork Kuvveti (MTK), Maksimum Tork Devir (MTD), Motor Hacmi (MH), Taşıma Kapasitesi (TK), Güvenli Sürüş (GS), Kullanım Kolaylığı (KK), Yakıt Tank Kapasitesi (YTK), Net Ağırlık (NA), Bakım Sıklığı (BS), Yedek Parçanın Kolay Bulunabilmesi (YPKB), Yetkili Servis Sayısı (YSS), Marka (M), Dış Tasarım (DT) ve İç Tasarım ve Konfor (İTK).

KV<sub>2</sub> için kriterlerin kıyaslama matrislerinin tutarlılık göstergeleri ( $\xi^L$ ) sırasıyla şu şekildedir: Ana kriterler (0,101), ekonomiklik alt kriterleri (0,142), performans alt

kriterleri (0,135), donanım alt kriterleri (0,156), satış sonrası hizmet alt kriterleri (0,045) ve imaj ve tasarım alt kriterleri (0,058). Görüldüğü gibi bütün kıyaslama matrislerinin tutarlılık göstergeleri sıfıra yakındır ve bu yüzden kıyaslama matrislerinin tutarlı olduğu söylenebilir.

**Tablo 6: KV<sub>3</sub> için Kriter Ağırlıkları**

| Ana Kriter | Ana Kriter Ağırlıkları | Alt Kriter | Alt Kriter Ağırlıkları | Birleştirilmiş Ağırlıklar |
|------------|------------------------|------------|------------------------|---------------------------|
| E          | 0,519                  | ASF        | 0,678                  | 0,352                     |
|            |                        | İEF        | 0,055                  | 0,029                     |
|            |                        | BM         | 0,144                  | 0,075                     |
|            |                        | YT         | 0,123                  | 0,064                     |
| P          | 0,204                  | MG         | 0,158                  | 0,032                     |
|            |                        | MTK        | 0,158                  | 0,032                     |
|            |                        | MTD        | 0,237                  | 0,048                     |
|            |                        | MH         | 0,047                  | 0,010                     |
|            |                        | TK         | 0,400                  | 0,082                     |
| D          | 0,122                  | GS         | 0,629                  | 0,077                     |
|            |                        | KK         | 0,174                  | 0,021                     |
|            |                        | YTK        | 0,080                  | 0,010                     |
|            |                        | NA         | 0,116                  | 0,014                     |
| SSH        | 0,053                  | BS         | 0,333                  | 0,018                     |
|            |                        | YPKB       | 0,600                  | 0,032                     |
|            |                        | YSS        | 0,067                  | 0,004                     |
| İVT        | 0,102                  | M          | 0,197                  | 0,020                     |
|            |                        | DT         | 0,091                  | 0,009                     |
|            |                        | İTK        | 0,712                  | 0,073                     |

Ana Kriterler: Ekonomiklik (E), Performans (P), Donanım (D), Satış Sonrası Hizmet (SSH) ve İmaj ve Tasarım (İVT). Alt Kriterler: Aracın Sıfır km Fiyatı (ASF), İkinci El Fiyatı (İEF), Bakım Masrafı (BM), Yakıt Tüketimi (YT), Motor Gücü (MG), Maksimum Tork Kuvveti (MTK), Maksimum Tork Devir (MTD), Motor Hacmi (MH), Taşıma Kapasitesi (TK), Güvenli Sürüş (GS), Kullanım Kolaylığı (KK), Yakıt Tank Kapasitesi (YTK), Net Ağırlık (NA), Bakım Sıklığı (BS), Yedek Parçanın Kolay Bulunabilmesi (YPKB), Yetkili Servis Sayısı (YSS), Marka (M), Dış Tasarım (DT) ve İç Tasarım ve Konfor (İTK).

KV<sub>3</sub> için kriterlerin kıyaslama matrislerinin tutarlılık göstergeleri ( $\xi^L$ ) sırasıyla şu şekildedir: Ana kriterler (0,092), ekonomiklik alt kriterleri (0,185), performans alt kriterleri (0,074), donanım alt kriterleri (0,067), satış sonrası hizmet alt kriterleri (0,067) ve imaj ve tasarım alt kriterleri (0,076). Tutarlılık göstergelerinden de anlaşılacağı gibi hepsi sıfıra yakındır bundan dolayı kıyaslama matrisleri tutarlıdır denilebilir.

Son adımda üç karar vericinin sonuçları birleştirilir. Birleştirme işleminde geometrik ortalama kullanılır ve alt kriterlerin birleştirilmiş ağırlıklarının geometrik ortalaması alınarak genel birleştirilmiş ağırlıklara ulaşılır. Tablo 7, alt kriterlerin genel birleştirilmiş ağırlıklarını göstermektedir.

**Tablo 7: Alt Kriterlerin Genel Birleştirilmiş Ağırlıkları**

| Alt Kriter | KV1'e göre Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Ağırlıkları | KV2'e göre Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Ağırlıkları | KV3'e göre Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Ağırlıkları | Alt Kriterlerin Genel Birleştirilmiş Ağırlıkları |
|------------|---|---|---|--|
| ASF        | 0,358   | 0,107   | 0,352   | 0,238  |
| İEF        | 0,029   | 0,034   | 0,029   | 0,031  |
| BM         | 0,080   | 0,016   | 0,075   | 0,046  |
| YT         | 0,069   | 0,045   | 0,064   | 0,058  |
| MG         | 0,065   | 0,064   | 0,032   | 0,051  |
| MTK        | 0,026   | 0,254   | 0,032   | 0,060  |
| MTD        | 0,039   | 0,026   | 0,048   | 0,037  |
| MH         | 0,013   | 0,054   | 0,010   | 0,019  |
| TK         | 0,026   | 0,107   | 0,082   | 0,061  |
| GS         | 0,066   | 0,040   | 0,077   | 0,059  |
| KK         | 0,043   | 0,062   | 0,021   | 0,038  |
| YTK        | 0,017   | 0,013   | 0,010   | 0,013  |
| NA         | 0,008   | 0,005   | 0,014   | 0,0079   |
| BS         | 0,029   | 0,072   | 0,018   | 0,033  |
| YPKB       | 0,072   | 0,038   | 0,032   | 0,044  |
| YSS        | 0,011   | 0,011   | 0,004   | 0,0082   |
| M          | 0,003   | 0,030   | 0,020   | 0,012  |
| DT         | 0,010   | 0,004   | 0,009   | 0,007  |
| İTK        | 0,037   | 0,017   | 0,073   | 0,036  |

Alt Kriterler: Aracın Sıfır km Fiyatı (ASF), İkinci El Fiyatı (İEF), Bakım Masrafı (BM), Yakıt Tüketimi (YT), Motor Gücü (MG), Maksimum Tork Kuvveti (MTK), Maksimum Tork Devir (MTD), Motor Hacmi (MH), Taşıma Kapasitesi (TK), Güvenli Sürüş (GS), Kullanım Kolaylığı (KK), Yakıt Tank Kapasitesi (YTK), Net Ağırlık (NA), Bakım Sıklığı (BS), Yedek Parçanın Kolay Bulunabilmesi (YPKB), Yetkili Servis Sayısı (YSS), Marka (M), Dış Tasarım (DT) ve İç Tasarım ve Konfor (İTK).

Tablo 7’de gösterilen genel birleştirilmiş ağırlıklarına göre alt kriterler şu şekilde sıralanır: aracın sıfır km fiyatı, taşıma kapasitesi, maksimum tork kuvveti, güvenli sürüş, yakıt tüketimi, motor gücü, bakım masrafı, yedek parçanın kolay bulunabilmesi, kullanım kolaylığı, maksimum tork devir, iç tasarım ve konfor, bakım sıklığı, ikinci el fiyatı, motor hacmi, yakıt tank kapasitesi, marka, net ağırlık, yetkili servis sayısı ve dış tasarım. Görüldüğü üzere 19 alt kriterin içinde en önemli kriter olarak aracın sıfır km fiyatı (ASF) olarak belirlenmiştir. En düşük öneme sahip kriter ise dış tasarım (DT) olarak belirlenmiştir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmanın amacı kargo firmalarının karayolu taşımacılığında kullandıkları nakliye araçlarını değerlendirmek ve seçerken hangi kriterlere daha fazla önem verdikleri sorusuna cevap aramak olarak belirlenmiştir. Kriterlerin önem derecelerinin (ağırlıklar) bulunmasında BWM kullanılmıştır. Yöntemin uygulaması için veriler Doğu Anadolu’da bir ilde bulunan üç kargo firmasının şube yöneticilerinden elde edilmiştir. Yöntemin sonuçlarına göre kriterler şu şekilde sıralanmıştır: Aracın sıfır km fiyatı, taşıma kapasitesi, maksimum tork kuvveti, güvenli sürüş, yakıt tüketimi, motor gücü, bakım masrafı, yedek parçanın kolay bulunabilmesi, kullanım kolaylığı, maksimum tork devir, iç tasarım ve konfor, bakım sıklığı, ikinci el fiyatı, motor hacmi, yakıt tank kapasitesi, marka, net ağırlık, yetkili servis sayısı ve dış tasarım. Literatürde daha önce benzer çalışmalar yapılmıştır ve bu çalışmada bulunan sonuçlarla literatürdeki çalışmaların sonuçları arasında farklılar bulunmaktadır. Örneğin Kabak ve Uyar (2013) çalışmalarında en önemli kriter olarak yakıt tüketimi kriterini bulmuşlardır ve fiyat kriteri en önemli üçüncü kriter olarak belirlenmiştir. Bir diğer çalışmada Arslan (2017) dört kriter arasında en önemli kriter olarak yakıt tüketimi kriterini bulmuş olup, fiyat kriterini ise ikinci en önemli kriter olarak belirlemiştir. Çalışmaların sonuçları ile bu çalışmanın sonuçlarının farklı olmasının en büyük nedeni karar vericilerin farklı olmasıdır. Her ne kadar fiyat kriteri literatürdeki çalışmalarda en önemli kriter olarak seçilmese de en önemli kriterler arasında gösterilmiştir. Bu da bu çalışmanın sonuçları ile literatürdeki çalışmaların sonuçları arasında bir tezatlık olmadığını göstermektedir.

Bu çalışmada sadece üç karar vericiden veri elde edilmiştir bundan dolayı az bir veri seti ile sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır. Gelecek çalışmalar karar verici sayısını artırarak probleme daha geniş bir perspektiften bakabilirler. Ayrıca BWM’yi başka ÇKKV lojistik problemlerine uygulayabilirler. Örneğin, tedarikçilerin performanslarının ölçülmesinde kullanılan kriterlerin analizi, tedarik zinciri performansını etkileyen kriterlerin analizi ve üçüncü parti lojistik firmalarının performansını etkileyen kriterlerin değerlendirilmesinde BWM yöntemi kullanılabilir.

## Kaynakça

- Ahmadi, H. B., Kusi-Sarpong, S. ve Rezaei, J. (2017). Assessing the social sustainability of supply chains using Best Worst Method. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 99-106.
- Arslan, H. M. (2017). AHP-ARAS Hibrit yöntemi ile lojistik işletmelerinin en uygun araç seçimi. *Alphanumeric Journal*, 5(2), 271-282.
- Çakır, E. ve Can, M. (2019). Best-Worst Yöntemine Dayalı ARAS Yöntemi ile Dış Kaynak Kullanım Tercihinin Belirlenmesi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(3), 1273-1300.
- Doğan, E. M., Eren, M. ve Çelik, K. (2017). Lojistik sektöründe ağır ticari araç seçimi problemine yönelik COPRAS-G yöntemi ile karar verme. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 153-178.
- Ghaffari, S., Arab, A., Nafari, J. ve Manteghi, M. (2017). Investigation and evaluation of key success factors in technological innovation development based on BWM. *Decision Science Letters*, 6(3), 295-306.
- Gupta, H. ve Barua, M. K. (2016). Identifying enablers of technological innovation for Indian MSMEs using best-worst multi criteria decision making method. *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 69-79.
- Gupta, H. (2018). Evaluating service quality of airline industry using hybrid best worst method and VIKOR. *Journal of Air Transport Management*, 68, 35-47.
- Kabak, M. ve Uyar, Ö. O. (2013). Lojistik sektöründe ağır ticari araç seçimi problemine çok ölçütlü bir yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(1), 115-125.
- Kheybari, S., Kazemi, M. ve Rezaei, J. (2019). Bioethanol facility location selection using best-worst method. *Applied energy*, 242, 612-623.
- Liao, H., Mi, X., Yu, Q. ve Luo, L. (2019). Hospital performance evaluation by a hesitant fuzzy linguistic best worst method with inconsistency repairing. *Journal of Cleaner Production*, 232, 657-671.
- Moktadir, M. A., Ali, S. M., Kusi-Sarpong, S. ve Shaikh, M. A. A. (2018). Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety and environmental protection. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 730-741.
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
- Rezaei, J., Wang, J. ve Tavasszy, L. (2015). Linking supplier development to supplier segmentation using Best Worst Method. *Expert Systems with Applications*, 42(23), 9152-9164.

- Ulutaş, A., (2020). *The Analysis of the Importance of the Criteria Used in the Selection of Transport Vehicle According to Cargo Companies by BWM*. *Equinox, Journal of Economics, Business & Political Studies*, VII (2), 127-140
- Rezaei, J., Nispeling, T., Sarkis, J. ve Tavasszy, L. (2016). A supplier selection life cycle approach integrating traditional and environmental criteria using the best worst method. *Journal of Cleaner Production*, 135, 577-588.
- Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, 64, 126-130.
- Rezaei, J., van Roekel, W. S. ve Tavasszy, L. (2018). Measuring the relative importance of the logistics performance index indicators using Best Worst Method. *Transport Policy*, 68, 158-169.
- Sadaghiani, S., Ahmad, K. W., Rezaei, J. ve Tavasszy, L. (2015, April). Evaluation of external forces affecting supply chain sustainability in oil and gas industry using Best Worst Method. In 2015 International Mediterranean Gas and Oil Conference (MedGO) (pp. 1-4). IEEE.
- Salimi, N. ve Rezaei, J. (2016). Measuring efficiency of university-industry Ph. D. projects using best worst method. *Scientometrics*, 109(3), 1911-1938.
- Salimi, N. (2017). Quality assessment of scientific outputs using the BWM. *Scientometrics*, 112(1), 195-213.
- Salimi, N. ve Rezaei, J. (2018). Evaluating firms' R&D performance using best worst method. *Evaluation and program planning*, 66, 147-155.
- Şenyiğit, E. ve Ünal, Z. (2019). BWM-MOPA Yöntemi ile En İyi RFID Sisteminin Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9-14.