

## Lojistik Sektöründe Ağır Ticari Araç Seçimi Problemine Yönelik Copras-G Yöntemi ile Karar Verme

DOI No:10.5578/jss.43422

Ebül Muhsin DOĞAN<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 30.08.2016

Miraç EREN<sup>2</sup>

Kabul Tarihi: 22.05.2017

Kayhan ÇELİK<sup>3</sup>

### Özet

*Lojistik firmaların temel elamanlarından biri olan yük taşıma araçlarının alınması veya araç filosunun tamamen yenilenmesi söz konusu olduğunda araç seçim problemleri; çok fazla ölçüte bağlı olarak değerlendirilmesi nedeniyle bu durum karar verici konumundaki yöneticiler için zor bir problemdir. Bu nedenle çalışmada, lojistik firmalarının araç filosuna katmayı planladıkları yeni yük araçları alımı ile ilgili olarak literatür taraması ve uzman görüşleri sonucunda ortaya çıkan kriterlere göre; Türkiye’de en yüksek Pazar payına sahip 8 firmanın öncü modeller içerisinde en iyi aracın seçilmesi amaçlanmıştır. Ancak söz konusu amaca ulaşmak için ele alınan analizde verilerin kesin olmaması ve herhangi bir dağılıma uymaması nedeniyle aralık parametreler olarak ifade edilen gri sayıların hesaplamada kullanıldığı COPRAS-G metodu ile sonuca ulaşılmıştır. Bulgulara göre, çekici araç satış payında %53 oranla açık ara birinci sırada olan Mercedes markasının 1844LS modeli sıralamada en kötü olarak çıkmıştır. Diğer alternatifler içerisinde sıralamada kötü çıkmasına rağmen bu denli tercih edilmesinin marka bilinirliği ve alışkanlığa bağlı olduğu düşünülmektedir.*

**Anahtar Kelimeler:** Araç Seçimi, COPRAS-G Metot, Çok Kriterli Karar Verme

**JEL Kodu:** C44, L62

### Decision Making for Heavy Commercial Vehicle Choice Problem in Logistics Industry Using COPRAS-G Method

<sup>1</sup> Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, [emdogan@omu.edu.tr](mailto:emdogan@omu.edu.tr)

<sup>2</sup> Yrd. Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, [mirac.eren@omu.edu.tr](mailto:mirac.eren@omu.edu.tr)

<sup>3</sup> Gümrük Muhafaza Memurluğu, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Orta Akdeniz Bölge Müdürlüğü, [kayhancelik215@hotmail.com](mailto:kayhancelik215@hotmail.com)

### **Abstract**

*Vehicle choice is a problematic issue for decision makers of logistics firms, namely managers, when vehicle purchase for freight or vehicle fleet renovation are considered since the corresponding choice necessitates a multi-criteria decision-making process. For this reason, in the study, it was aimed to select the best vehicle among the leading models of 8 firms with the highest market share in Turkey, according to criteria of determined by literature review and expert opinions on the purchase of new freight vehicles that logistics companies plan to add to their vehicle fleet. However, to achieve the said objective, the result is achieved by the COPRAS-G method, which is used to calculate the gray numbers expressed as interval parameters because the data is not accurate at the point of arrival and does not comply with any distribution. According to findings, the 1844LS model of the Mercedes brand, which is clearly in first place with 53% of the freight vehicles sales share, is the last in the sequence. According to others, although it is bad in the order, it is thought that the choice of this kind depends on brand awareness and habit.*

**Keywords:** *Vehicle Choice, COPRAS-G Method, Multi Criteria Decision Making,*

**JEL Classification Code:** *C44, L62*

## **1. GİRİŞ**

Teknolojinin sürekli gelişim göstermesi, buna paralel olarak iletişim kaynaklarının, araçlarının bilgiye erişimi kolaylaştırması ve erişim zamanını kısaltması giderek birbiri ile sıklıkla etkileşimde bulunan ekonomilerin gelişmesini sağlamıştır. Bu doğrultuda günümüzde ticari faaliyetler artık tam anlamıyla küreselleşmiş, işletmeler çevrelerindeki değil tüm dünyadaki şirketlerle rekabet eder hale gelmiştir. Küreselleşme ve rekabet, beraberinde ürünün nihai tüketiciye ulaşmasındaki evrelerden biri olan lojistik faaliyetlerinin ön plana çıkmasını sağlamıştır. Büyümenin, verimliliğin, rekabet avantajı sağlamanın, hatta pek çok durumda varlığını devam ettirmenin yolu ise işletmelerin maliyetlerini minimuma indirip iyi bir maliyet optimizasyonu sürecini yönetmekten geçmektedir. İşletmeler için maliyetlerin minimuma indirilmesi ürünün nihai tüketiciye ulaşmasındaki tüm evreler için geçerli olup, bu evrelerden biri olan lojistik kısmının taşımacılık faaliyetleri büyük önem arz etmektedir.

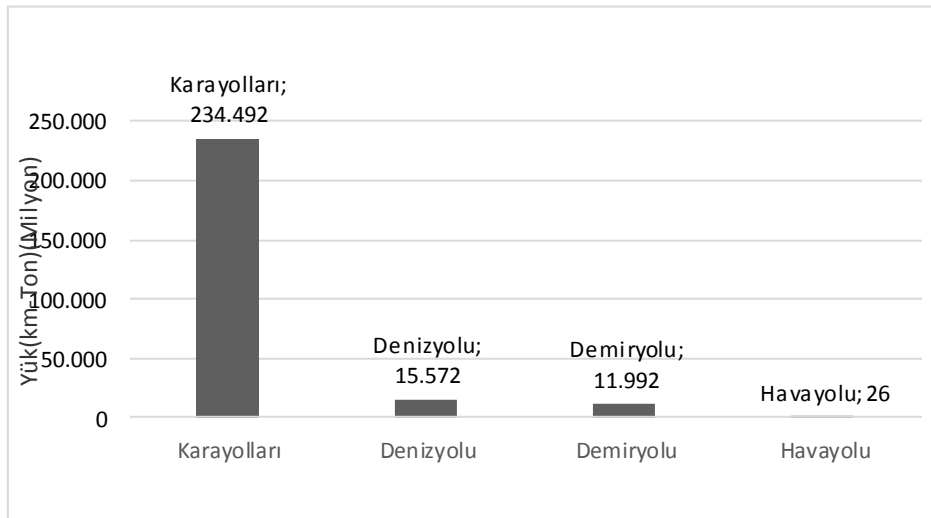
Lojistik kavramı henüz 20. yy. başlarına kadar sadece askeri bir terim olarak kabul edilmekteydi. Fakat 20. yy. başlarında üretim, tüketim ve dağıtım faaliyetlerindeki biçimsel değişiklik ile birlikte lojistik kavramı artık stratejik yönetimin bir parçası haline gelmiştir. Endüstriyel firmaların yatırımlarını ucuz

emek pazarına yönlendirmeleri, lokal pazarlara yakın olma politikaları, hammadde ve ara mal tedariki sorunu gibi konular; üretim, dağıtım ve pazarlama faaliyetlerinin eş güdümlenmesi içinde yürütülmesini zorunlu hale getirmiştir. Özellikle zaman unsurunun pazarlama sektöründeki kritik rolünün de etkisiyle tüm dünyada lojistik hizmetlerine olan talep giderek artmıştır (Zorlu, 2008).

Etkili bir lojistik yönetimi; müşterilere, diğer işletmeler ve işletmeye maliyet minimizasyonu avantajı sağlamaktadır (Bowersox vd., 2012). İşletmeler açısından lojistik faaliyetler önemli kilometre taşlarından birini oluşturmaktadır. Yani lojistik faaliyetler işletmeler açısından önemli fonksiyonları içerisinde barındırmaktadır. Söz konusu lojistik faaliyetler, işletmelerin gelir ve maliyetleri üzerinde doğrudan etki eder. Aynı zamanda işletmeye rakiplerine karşı rekabet avantajı sağlar. Diğer bir ifadeyle lojistik faaliyetler; işletmede maliyetlerin azaltılması, gelirlerin artırılması konusunda doğrudan ya da dolaylı olarak etki etmektedir (Gümüş, 2014).

Lojistik sektöründe toplam lojistik maliyetlerinin %50 ile %65'i taşımacılık faaliyetlerinden oluşmaktadır. Dünyadaki taşımacılık faaliyetlerinin %90'dan fazlası ise karayolu taşımacılığından oluştuğu için lojistik maliyeti denince akla ilk karayolu taşımacılığının toplam maliyeti gelmektedir. Türkiye'de 2014 yılında taşınan yükün hangi tür taşıma türü ile hangi miktarlarda yapıldığı Şekil 1'de gösterilmektedir. Buna göre; 2014 yılında karayolları ile 234.492 milyon km-ton, deniz yolları ile 15.572 milyon km-ton, demiryolları ile 11.992 milyon km-ton ve son olarak havayolu ile 26 milyon km-ton olmak üzere toplamda 262.082 milyon km-ton yük taşınmıştır.

Şekil 1. 2014 Yılında Türkiye'de Taşıma Türleri ile Taşınan Yükün Miktar Değerleri



*Kaynak: Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı*

Ayrıca ulaştırma sektöründe taşımacılık faaliyetlerinin icrasında türleri arası taşımacılıkta en çok tercih edilenin %89,5 ile karayolu olduğu görülmekte akabinde %5,9 ile denizyolu, %4,6 ile demir yolu ve neredeyse %0 ile havayolu taşımacılığının payının olduğu görülmektedir.

Başlangıç ve varış noktaları arasında aktarmasız bir taşımaya olanak sağlaması ve teknolojik gelişmeler sonucunda taşıtların her yönden (sürüş kolaylığı, yük kapasitelerin artması, güvenli oluşları, paketleme teknikleri vb.) gelişmesi ve taşıt işletme giderlerinin azalması karayolu taşımacılığının gelişmesinde büyük rol oynamaktadır. Özellikle kısa mesafe yük taşımacılığı göz önünde bulundurulduğunda, diğer ulaşım türlerinin karayolu taşımacılık sistemi ile rekabet etmesi zordur. Bundan dolayı karayolu taşımacılığının ulaşım türleri arasında önemli bir yeri vardır.

Ülkemiz, Karayolları Genel Müdürlüğünden (KGM) alınan 2014 yılı verilerine göre 2.155 km Otoyol, 31.280 km Devlet Yolu ve 32.474 km İl Yolu olmak üzere toplam 65.909 km uzunluğunda yol ağına sahiptir. Türkiye karayollarında 2000 yılı itibari ile taşınan yükün % 86'sını kamyonlar taşırken buna karşın %14'lük kısmını ağır ticari araç olan çekiciler taşımaktadır. 2014 yılında 234.492 (milyon km-ton) yükün %41'ine tekabül eden 95.238 (milyon km-ton) kısmı kamyonlar vasıtası ile %59 una tekabül eden 139.254 (milyon km-ton) kısmı ise kamyon+römork, çekici+yarı römork ile taşınmıştır. 2000 ile 2014 yılları arasında çekicilerin karayollarında taşıdıkları yük miktarı 14 sene içerisinde %14'den %59'lara çıkmıştır. Buradan hareketle karayollarında taşınan yük miktarı artıkça çekici araçlara olan talep ile bu araçlara olan ihtiyaç artacaktır.

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) verilerine göre; 2015'in mart ayı sonu itibari ile finansman şirketlerinin sağladıkları kredi hacmi 18 milyar 86 milyon TL, bankacılık sektörü kredi hacmi toplamı ise 21 milyar 316 milyon TL olmak üzere; toplam taşıt kredi stoku 39 milyar 402 milyon TL değerine ulaşmıştır. Taşıt kredi stokunun 14 milyar 602 milyon TL'sini Bireysel Tüketici (Taşıt) kredileri oluştururken, 24 milyar 780 milyon TL'sini Ticari Tüketici (Taşıt) kredileri oluşturur. Buradan bakınca Türkiye' deki toplam otomotiv kredi stokunun büyük çoğunluğunun ticari tüketici taşıt kredisi stokundan meydana geldiği görülmektedir.

Çekici araçların yük taşımadaki önemlerinin yıllar itibari ile artması ve bu araçlar için karar mekanizmaları tarafından ayrılan kaynakların yüksek olması bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Bu araçların fiyatlarının ve genel

maliyetlerinin yüksek olması karar vericilerin bu araçları satın alırken yaptıkları seçimin önemini artırmaktadır. Karar vericilerin satın alma kararı verirken yapacakları kötü bir tercih bu araçları kullanan kişi, grup ya da firmalar için kaynak israfı olacağı gibi bu birimlerin rekabet güçlerini düşürüp varlıklarını geleceğe taşımalarına engel olacaktır. Makro düzeyde bakılınca da söz konusu araçlar için kullanılan kredilerin toplam krediler içerisindeki payının yüksek olması bu kaynakların israfının önlenmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu amaç doğrultusunda da çelişen birtakım kriterlere göre, en iyi seçimi yapan teknikler olan Çok Kriterli Karar Teknikleri (Multi Criteria Decision Making-MCDM-ÇKKV) ağırlıklı olarak kullanılmaktadır.

Literatürde çok kriterli karar tekniklerine dayalı ticari araç seçimi ile ilgili çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Daha çok hususi araç seçim ölçütleri değerlendirilerek yapılan, matematiksel ve istatistiksel yöntemleri içeren çalışmalar mevcuttur. Hususi araç seçimi ile ilgili çalışmalar genellikle çok kriterli tekniklerin yalnız başına kullanıldığı (Ballı vd., 2007, Byun, 2001, Güngör ve İşler, 2012) veya bir arada kullanıldığı melez çalışmalardan (Terzi vd., 2006, Yousefi ve Hadi-Vencheh, 2010) oluşmaktadır.

ÇKKV metodlarının yalnız başına veya melez olarak kullanılarak ticari araç seçimi yapılan çalışmalar ise aşağıda belirtilmiştir.

Şengül vd. (2012), belediyelerin toplu taşıma araçlarının seçim sorununa Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yaklaşımı ile bir çözüm önerisi sunmuşlardır. Araçlar konusunda uzman kişilerle yapılan görüşmeler neticesinde 8 kriter ve en çok tercih edilen 5 farklı 12 m (körüksüz) otobüs tipi belirlenmiştir.

Soba (2012) çalışmasında PROMETHEE yöntemini; aynı sınıftan altı farklı panelvan otomobil seçimi için fiyat, yakıt, maksimum hız, güvenlik, beygir gücü ve performans kriterlerini kullanarak uygulamıştır. Uygulama sonucunda panelvan türünde seçilen 6 adet panelvan içerisinde en iyi otomobil Ford Transit Connect Kombi olarak belirlenmiştir.

Ömürbek vd. (2014), Beyaz eşya servisleri için uygun hafif ticari araç seçimi yapmışlardır. Hafif ticari araç seçiminde dokuz farklı hafif ticari araç türü; fiyat, yakıt, maksimum hız, beygir gücü, performans, yük hacmi, dayanıklılık, marka, servis imkânı ve ikinci el fiyatı kriterleri açısından PROMETHEE yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Sürece etki eden kriterler ve kriterler arasındaki etkileşimler yapılan anket çalışması sonucunda belirlenmiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları ve kriter değerleri PROMETHEE yönteminde kullanılarak Volkswagen Caddy Maxi Van en iyi hafif ticari araç olarak belirlenmiştir.

Kabak ve Uyar (2013), bir lojistik firmasının araç filosuna katmayı düşündüğü yeni yük aracı alım sürecinin değerlendirilebilmesi için gereken seçim ölçütlerinin belirlenmesi ve bu ölçütlerin önem ağırlıkları doğrultusunda en iyi aracın seçilmesi modellenmiştir. Ağır ticari araç seçimi için önerilen 20 ölçütün ağırlıkları analitik ağ süreci (AAS) ile belirlenmiş ve araçların sıralaması PROMETHEE yöntemi ile yapılmıştır.

Aydın ve Kahraman (2014), Ankara'nın toplu taşıma seçimine yönelik bir vaka çalışmasında karma çok kriterli bir karar verme yaklaşımı kullanarak otobüs seçimi yapmışlardır. Birbirleri ile çelişkili ekonomik, sosyal ve teknolojik birçok faktör bir arada düşünülerek bu faktörlerin ağırlıkları bulanık AHP ile belirlenmiş ve otobüs alternatifleri ise bulanık TOPSIS metoduyla sıralanmıştır.

Bahsi geçen çalışmalar, verilerin ya deterministik olduğu ya da üçgensel, yamuk,..vd. fonksiyonları kullanılarak belli bir dağılımla ifade edildiği sayılar biçiminde bulanık mantık çerçevesiyle yapılmıştır. Ancak veriler ile ilgili bir dağılım söz konusu değil ise bu durumu aşmak için gri sayılar olarak adlandırılan aralık parametreler kullanılması uygun olacaktır. Bu çalışmada da ağır ticari araç kategorisindeki çekici araç satın almak isteyen karar vericilere yol göstermek ve kaynakların verimli kullanılmasına da ışık tutmak amacıyla çok kriterli analiz tekniklerinden olan Gri Sayılı Copras (Complex Proportional Assessment) olarak adlandırılan Copras-G yöntemine göre uygun ağır ticari aracın seçimi ile ilgili bir öneri sunulmuştur. Bunun için metodoloji kısmında öncelikle COPRAS metodunun işleyişinden bahsedilmiştir. Ardından gri sayılar tanımlanmış, son olarak da COPRAS metoduna gri sayıların entegre edildiği COPRAS-G metodunun aşamaları ile ele alınmıştır. Uygulama ve bulgular kısmında da analiz sonuçları yorumlanmıştır.

## **2. METODOLOJİ VE ARAŞTIRMA**

### **2.1. Copras Yöntemi (COMplex PROportional ASsessment-Karmaşık Nispi Değerlendirme)**

Çok sayıda faktörü bir arada inceleyerek alım kararının verilmesinde kullanılmak üzere çeşitli çok ölçütlü karar verme yöntemleri geliştirilmiştir. COPRAS (COMplex PROportional ASsessment – Karmaşık Nisbi Değerlendirme) tekniği çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. PROMETHEE ve ELECTRE gibi bazı çok ölçütlü karar verme yöntemleri ikili karşılaştırmaların yapılması nedeniyle alternatiflerin çok fazla olması durumunda daha uzun işlem süreci gerektirmektedir. COPRAS yöntemi ikili karşılaştırmaların yapılmaması nedeniyle alternatif sayısı ne kadar

artarsa artsın ifade edilen diğer yöntemler ile kıyaslandığında işlem süreci daha basit kalmaktadır. Yöntemin bir özelliği de değerlendirme ölçütlerinin bazılarının mümkün olduğunca küçük olması istenen problemlerde kullanılabilir olmasıdır (Özdağoğlu, 2013b).

Değerlendirme ölçütlerinin aynı ölçüm birimine sahip olması durumu pratikte çok nadir karşılaşılabilecek bir durumdur. Farklı ölçüm birimlerine sahip olan değerlendirme ölçütlerinin bir arada incelenebilmesine olanak sağlayan çok ölçütlü karar verme yöntemleri, bu sorunun üstesinden gelebilmek için temel olarak iki yola başvurmaktadır. Bu temel yollar, tüm alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar gerçekleştirmek veya normalizasyon tekniklerinden yararlanmaktır. Literatürde en yaygın olanlarından; Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci, Bulanık Analitik Ağ Süreci ELECTRE ve PROMETHEE yöntemleri ikili karşılaştırmalardan yararlanan yöntemlerdir. MOORA, TOPSIS ve COPRAS yöntemleri ise farklı ölçüm birimlerinin bulunması sorununun üstesinden gelmek için normalizasyon tekniklerini kullanmaktadır (Özdağoğlu, 2013a). Ayrıca, COPRAS yönteminin bir diğer önemi, kullanım derecesi açısından alternatiflerin kademeli sıralanması ve değerlendirilmesi yöntemini kullanmasından gelir (Zavadskas ve Kaklauskas, 1996).

COPRAS yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Zavadskas vd., 2008a):

Probleme ait kriterler kümesi içerisindeki en önemlileri seçilir ve alternatifler açıklanır. Bunun için öncelikle "X" ile simgelenen karar verme matrisi oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad j = 1, \dots, n \text{ ve } i = 1, \dots, m \quad (1)$$

Burada karar verme matrisindeki "n" alternatiflerin değerini "m" ise değerlendirme ölçütü açısından durumunu ifade etmektedir.

Her bir ölçütün ağırlık değeri  $q_j$ 'nin belirlenmesi için karar verme matrisinin normalizasyonudur. Bu matrisin normalleştirilmiş değeri şu şekilde hesaplanır.

$$\bar{x}_{ji} = \frac{x_{ji}}{\sum_{i=1}^n x_{ji}}; \quad j = 1, \dots, n \quad \text{ve } i = 1, \dots, m \quad (2)$$

Yukardaki formülde i. alternatifinin çözümündeki j. ölçütü; m ölçüt değeri, n ise alternatiflerin karşılaştırma değerlerini göstermektedir. Böylece bir sonraki adım da aşağıdaki gibi normalleştirilmiş matris elde edilir.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1m} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \bar{x}_{n1} & \bar{x}_{n2} & \dots & \bar{x}_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Ağırlıklı normalize karar matrisi ”  $\hat{X}$  ” hesaplanır. Ağırlıklı normalize karar matris aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\hat{X}_{ji} = \bar{X}_{ji} \cdot q_j \quad j = 1, \dots, n \quad \text{ve } i = 1, \dots, m \quad (4)$$

$q_j$ , j. kriterinin ağırlıklı önemini gösterir. Bu hesaplama yapıldıktan sonra ağırlıklı normalize karar matrisi şu şekilde hesaplanır:

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{11} & \hat{x}_{12} & \dots & \hat{x}_{1m} \\ \hat{x}_{21} & \hat{x}_{22} & \dots & \hat{x}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \hat{x}_{n1} & \hat{x}_{n2} & \dots & \hat{x}_{nm} \end{bmatrix} \quad j = 1, \dots, n \quad \text{ve } i = 1, \dots, m \quad (5)$$

Daha büyük değerlerin daha çok tercih edildiği ölçütlerin toplamları olan  $P_j$  değerleri hesaplanır.

$$P_j = \sum_{i=1}^k \hat{X}_{ij} \quad (6)$$

Burada “k” değeri daha büyük değerlerinin daha çok tercih edildiği fayda ölçütlerinin sayısıdır.

Daha küçük değerlerin daha çok tercih edildiği ölçütlerin toplamı olan  $R_j$  değeri hesaplanır.

$$R_j = \sum_{i=k+1}^m \hat{X}_{ij} \quad (7)$$

“m-k” değeri daha küçük değerlerinin daha çok tercih edildiği fayda ölçütlerinin sayısıdır.

Faydalı ölçütler, amaca ulaşmada daha yüksek değerlerin daha iyi durumu gösterdiği ölçütleri ifade etmekte iken, faydasız ölçütler amaca ulaşmada daha düşük değerlerin daha iyi durumu gösterdiği ölçütleri ifade etmektedir. Faydalı ölçütler ve faydasız ölçütler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamı hesaplanır. Burada faydalı ölçütler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamı  $P_j$ , faydasız



ölçütler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamı  $R_j$  olarak simgelenmiştir.

$R_j$  'nin minimum değerinin belirlenmesi;

$$R_{min} = \min R_j \quad j = 1, \dots, n \quad (8)$$

Her bir alternatifin göreceli önem değeri olan  $Q_j$  hesaplanır;

$$Q_j = P_j + \frac{R_{min} \sum_{j=1}^n R_j}{R_j \sum_{j=1}^n \frac{R_{min}}{R_j}} \quad (9)$$

$$Q_j = P_j + \frac{\sum_{j=1}^n R_j}{R_j \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}} \quad (10)$$

Optimalite kriteri “K” nın belirlenmesi;

$$K = \max Q_j \quad j = 1, \dots, n \quad (11)$$

Alternatiflerin en uygun kriterlerinin belirlenmesi, en büyük göreceli ağırlık alternatifin en yüksek derecesini gösterir. Bu durumda  $Q_{max}$  en yüksek tatmin derecesini gösterir.

Her bir alternatifin yarar derecesinin hesaplanması;

$$N_j = \frac{Q_j}{Q_{max}} \cdot \%100 \quad (12)$$

$N_j$  olarak ifade edilen performans indeksi 100 olan alternatif en iyi alternatiftir. Alternatiflerin tercih sıralaması ise büyükten küçüğe doğru sıralanır.

Yapılan çalışmada da çekici kamyonlara ait özelliklerin ölçütlerinin farklı ölçüm birimlerine sahip olması ve bu özelliklerin net bir değere sahip olmaması (aralıklı sayılardan oluşması) normalizasyon tekniklerini kullanılmasına ve gri sayılardan yararlanılmasına olanak sağlamıştır. Bundan dolayı çalışmada ÇKKV tekniği olarak COPRAS-G ( Gri Sayılar Yardımı ile Karmaşık Nisbi Değerlendirme) yöntemi kullanılması uygun görülmüştür. COPRAS-G yönteminin detaylarını irdelemeden önce gri sayı konusuna kısaca değinmek faydalı olacaktır.

## 2.2. Gri Sayı

Bir gri sayı, kesin değeri bilinmeyen ama değerinde bulunduğu aralığın bulunduğu bir sayı olarak tanımlanmaktadır. Uygulamalarda genellikle bir gri sayı, bir aralık veya genel sayılar kümesi olarak birkaç biçimde ifade edilmektedir (Lin vd., 2004).

$\square$ : Belirsiz bir değeri gösteren gri sayı olmak üzere,

*Alt limitli gri sayılar:*  $\square\square\square\square\underline{a}$ ,  $\square\square\square$  veya  $\square(\underline{a})$  olarak gösterilir. Burada “ $\underline{a}$ ”, ( $\square$ ) gri sayının alt limitini gösterir ve sabit, değişmez bir değerdir.

*Üst limitli gri sayılar:*  $\square\square\square\square\square,\bar{a}$   $\square\square$  veya  $\square(\bar{a})$  olarak gösterilir. Burada “ $\bar{a}$ ”, ( $\square$ ) gri sayının üst limitini temsil eder ve sabit, değişmez bir değerdir.

*Alt ve üst limitlerin aralığında bulunan gri sayılar:* Hem “ $\underline{a}$ ” alt sınırı hem de “ $\bar{a}$ ” üst sınırı olup  $\square\square\square\underline{a}, \bar{a}$   $\square\square$  ile gösterilir. Örneğin; herhangi bir kaplumbağa 30- 40 kg arasında, belirli niteliklere sahip herhangi bir insanın boy uzunluğu ise 180 ile 190 cm arasında olabilmektedir. Yeni bir araba satın almayı düşünen bir kişinin 25000 TL’si var ise, hangi arabayı nasıl bir pazarlık sonrası alacağı ve kaç TL’den alacağı belli olmamaktadır. Bu yüzden yeni alınması düşünülen araba için fiyat 0 ile 25000 TL arasında olacaktır. Böylece bu üç olayın gri sayı aralığı,

$\square\square\square\square\square 30,40\square\square\square\square\square\square 1,8,1,9\square\square$  ve  $\square\square\square\square\square 0,25.000\square\square$  biçiminde gösterilir.

*Sürekli ve kesikli gri sayılar:* Sonlu sayıda veya belirli bir aralıkta sayılabilir değerler alan gri sayılar kesikli gri sayılardır. Bir aralık boyunca sürekli değerler alan gri sayılar ise sürekli gri sayılardır. Örneğin; bir insanın yaşı 30, 31, 32, 33, 34, 35 gibi tam değerler olabilir. Böylece yaş kesikli bir gri sayıdır. Bir insanın kilosu, boyu gibi özellikleri de sürekli gri sayılardır.

*Siyah ve beyaz sayılar:*  $\square\square(\square\square,\square)$  veya  $\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square$  olduğu zaman ( $\square$ ) gri sayı alt ve üst limitlere sahip olmadığında veya alt ve üst sınırların hepsi gri sayı olduğunda, ( $\square$ ) gri sayı siyah bir sayıdır.  $\square\square\square\underline{a}, \bar{a}$   $\square\square$  ve  $\underline{a}$   $\square\square\square\bar{a}$  olduğunda ise, ( $\square$ ) gri sayı beyaz bir sayıdır.

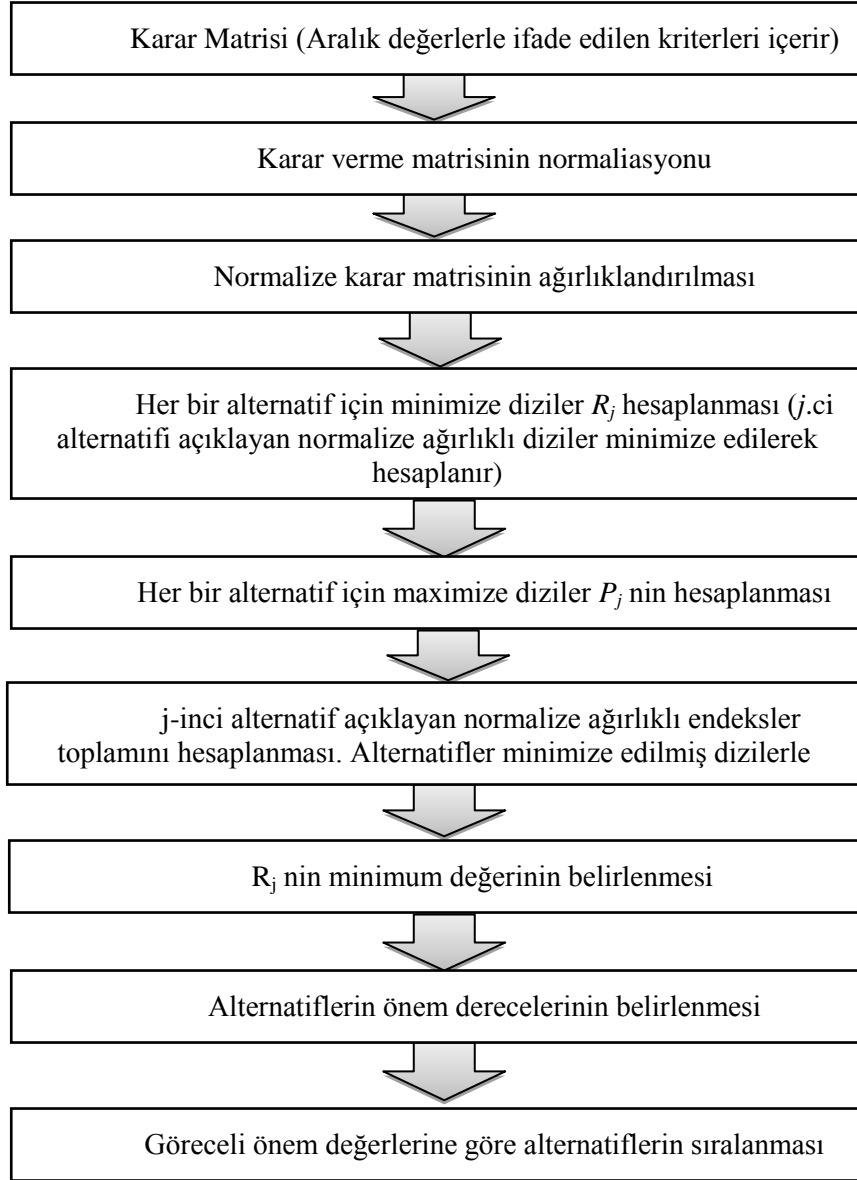
*Temel gri sayı ve temel olmayan gri sayı:* Temel gri sayı, kendisini temsil edecek bir beyaz sayının olmadığı bir gri sayıdır. Temel olmayan gri sayı, kendisini temsil eden bir sayıyla tarif edilen bir gri sayıdır. Burada beyaz sayı ya önceden bilinen bir bilgiyi kullanarak ya da diğer yöntemlerle belirlenir. Bu beyaz sayıya söz konusu gri sayının beyazlama değeri denir ve ( $\square'$ ) ile gösterilir. “ $a$ ”nın beyazlama değerini temsil ettiği ( $\square(a)$ ), gri sayıyı temsil etmek için kullanılır.

### **2.3. Copras-G Yöntemi (COMplex PROportional ASsessment of alternatives with grey relations- Gri Sayılı Karmaşık Nisbi Değerlendirme Yöntemi)**

COPRAS karar analizi, karar vericinin belirli bir ölçüt kümesini dikkate alarak çeşitli alternatifler arasından seçim yapmak zorunda olduğu durum ile ilgilidir (Zavadskas vd., 2008b). Bu süreçte karar mekanizması karar alırken her zaman net bir bilgiye sahip olamayabilir. Bu nedenle karar verici alternatiflerin parametrelerini değerlendirirken net ifadelerin yanında net olmayan ifadelerden de yararlanır. Tam bu nokta Gri Sayılar Yardımı ile Karmaşık Nisbi Değerlendirme Yönteminin (COPRAS-G) çıkış noktası sayılabilir. İlk kez (Zavadskas vd., 1994) tarafından sunulan yöntem inşaat sektöründe uygulanmıştır. Ardından, belediyelerin projelerinin oluşturulmasının önceliklendirilmesi (Aghdaie vd., 2012), pazar dilimi değerlendirme ve seçimi (Aghdaie et al., 2013), konteyner terminal teknolojilerinin değerlendirilmesi (Barysienė, 2012), kalite kontrol yöneticisi seçimi (Zolfani vd., 2012), bankacılık web siteleri kalite değerlendirmesi (Ecer, 2014), Yeşil tedarik zinciri yönetiminde tedarikçileri geliştirme ve seçimi (Liou vd., 2016), gibi pek çok alanda ya tek başına ya da diğer ÇKKV teknikleri ile melez olarak kullanılmıştır.

COPRAS-G yöntemi önemleri ve yarar derecesi açısından alternatifleri sıralamak için adım adım aşağıdaki değerlendirme prosedürünü kullanmaktadır (Ecer, 2014).

Şekil 2. COPRAS-G Methodu Uygulayarak Alternatiflerin Sıralanması



Buna göre kriter değerleri aralıklarla ifade edilen COPRAS-G metodunun uygulama adımların aşağıdaki sıralaması şöyledir:

*Adım 1.* Probleme ait kriterler kümesi içerisindeki en önemlileri seçilir ve alternatifler açıklanır.

*Adım 2.* Karar verme matrisinin oluşturulması. Matristeki “n” alternatiflerin değerini, “m” ise kriterlerin değerini gösterir. “⊗” bir bulanık veya gri sayıyı belirtmek üzere;

$$\otimes X = \begin{bmatrix} [\otimes x_{11}] & [\otimes x_{12}] & \dots & [\otimes x_{1m}] \\ [\otimes x_{21}] & [\otimes x_{22}] & \dots & [\otimes x_{2m}] \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ [\otimes x_{n1}] & [\otimes x_{n2}] & \dots & [\otimes x_{nm}] \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} [w_{11}; b_{11}] & [w_{12}; b_{12}] & \dots & [w_{1m}; b_{1m}] \\ [w_{21}; b_{21}] & [w_{22}; b_{22}] & \dots & [w_{2m}; b_{2m}] \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ [w_{n1}; b_{n1}] & [w_{n2}; b_{n2}] & \dots & [w_{nm}; b_{nm}] \end{bmatrix} \quad j = 1, \dots, n \text{ ve } i = 1, \dots, m$$

(13)

$w_{ji}$  en küçük değerın alt limitini,  $b_{ji}$  ise en büyük değerin üst limitini gösterir.

*Adım 3.* Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi.

*Adım 4.* Normalize değerler matrisi  $\otimes \bar{X}$  hesaplanır.

$$\bar{w}_{ji} = \frac{w_{ji}}{\frac{1}{2}(\sum_{j=1}^n w_{ji} + \sum_{j=1}^n b_{ji})} = \frac{2w_{ji}}{\sum_{j=1}^n w_{ji} + \sum_{j=1}^n b_{ji}}$$

(14)

$$\bar{b}_{ji} = \frac{b_{ji}}{\frac{1}{2}(\sum_{j=1}^n w_{ji} + \sum_{j=1}^n b_{ji})} = \frac{2b_{ji}}{\sum_{j=1}^n (w_{ji} + b_{ji})}$$

(15)

Yukardaki formülde  $w_{ji}$  alternatiflerin çözümünde j. alternatifinin i. kriterinin en düşük değeri,  $b_{ji}$  ise çözümdeki j. alternatifinin i. kriterinin en yüksek değeridir. m. kriter sayısını n ise karşılaştırılmış alternatiflerin sayısıdır.

Karar matrisi normalize edilir.

$$\begin{aligned} \otimes \bar{X} &= \begin{bmatrix} [\otimes x_{11}] & [\otimes x_{12}] & \dots & [\otimes x_{1m}] \\ [\otimes x_{21}] & [\otimes x_{22}] & \dots & [\otimes x_{2m}] \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ [\otimes x_{n1}] & [\otimes x_{n2}] & \dots & [\otimes x_{nm}] \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} [\bar{w}_{11}; \bar{b}_{11}] & [\bar{w}_{12}; \bar{b}_{12}] & \dots & [\bar{w}_{1m}; \bar{b}_{1m}] \\ [\bar{w}_{21}; \bar{b}_{21}] & [\bar{w}_{22}; \bar{b}_{22}] & \dots & [\bar{w}_{2m}; \bar{b}_{2m}] \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ [\bar{w}_{n1}; \bar{b}_{n1}] & [\bar{w}_{n2}; \bar{b}_{n2}] & \dots & [\bar{w}_{nm}; \bar{b}_{nm}] \end{bmatrix} \quad j = 1, \dots, n \quad \text{ve } i = 1, \dots, m \end{aligned} \quad (16)$$

Adım 5. Ağırlıklı normalize karar matrisi ”  $\otimes \hat{X}$ ” hesaplanır. Ağırlıklı normalize karar matris  $\otimes \hat{x}_{ji}$  aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\otimes \hat{x}_{ji} = \otimes \bar{x}_{ji} \cdot q_i ; \quad \widehat{w}_{ji} = \bar{w}_{ji} \cdot q_i ; \quad \widehat{b}_{ji} = \bar{b}_{ji} \cdot q_i$$

Yukardaki formülde  $q_i$   $i$ . kriterin ağırlığını gösterir. Ağırlıklandırılmış karar matrisi şöyle oluşur:

$$\begin{aligned} \otimes \hat{X} &= \begin{bmatrix} [\otimes \hat{x}_{11}] & [\otimes \hat{x}_{12}] & \dots & [\otimes \hat{x}_{1m}] \\ [\otimes \hat{x}_{21}] & [\otimes \hat{x}_{22}] & \dots & [\otimes \hat{x}_{2m}] \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ [\otimes \hat{x}_{n1}] & [\otimes \hat{x}_{n2}] & \dots & [\otimes \hat{x}_{nm}] \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} [\widehat{w}_{11}; \widehat{b}_{11}] & [\widehat{w}_{12}; \widehat{b}_{12}] & \dots & [\widehat{w}_{1m}; \widehat{b}_{1m}] \\ [\widehat{w}_{21}; \widehat{b}_{21}] & [\widehat{w}_{22}; \widehat{b}_{22}] & \dots & [\widehat{w}_{2m}; \widehat{b}_{2m}] \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ [\widehat{w}_{n1}; \widehat{b}_{n1}] & [\widehat{w}_{n2}; \widehat{b}_{n2}] & \dots & [\widehat{w}_{nm}; \widehat{b}_{nm}] \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (17)$$

Adım 6. Daha büyük değerlerin daha çok tercih edildiği ölçütlerin toplamları olan  $P_j$  değerleri hesaplanır.

$$P_j = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k (\widehat{w}_{ji} + \widehat{b}_{ji}) \quad (18)$$

Adım 7. Daha küçük değerlerin daha çok tercih edildiği ölçütlerin toplamı olan  $R_j$  değeri hesaplanır.

$$R_j = \frac{1}{2} \sum_{i=k+1}^m (\widehat{w}_{ji} + \widehat{b}_{ji}) \quad (19)$$

*Adım 8.*  $R_j$  'nin minimum değerinin belirlenmesi.

$$R_{min} = \min R_j \quad j = 1, \dots, n \quad (20)$$

*Adım 9.* Her bir alternatifin göreceli önem değeri olan  $Q_j$  hesaplanır.

$$Q_j = P_j + \frac{\sum_{j=1}^n R_j}{R_j \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}} \quad j = 1, \dots, n \quad (21)$$

*Adım 10.* Optimalite kriteri “ $K$ ” nın belirlenmesi.

$$K = \max Q_j \quad j = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, n \quad (22)$$

*Adım 11.* Alternatiflerin en yüksek göreceli önem değeri, alternatiflerin en büyük göreceli önem değeri olan  $Q_j$  'dir ve buradaki “ $j$ ” karar vericilerin ihtiyaçlarının karşılanma derecesini gösterir. Bu durumda  $Q_{max}$  en yüksek tatmin derecesini gösterir.

*Adım 12.* Her bir alternatifin fayda derecesi hesaplanır. Yarar derecesi en iyi alternatif ile karşılaştırılır ve analiz edilerek açıklanır. Fayda derecesi değerleri %0 ile %100 arasında en iyi ile en kötü alternatifi gösterir. Bir başka deyişle  $N_j$  olarak ifade edilen performans indeksi 100 olan alternatif en iyi alternatiftir. Alternatiflerin tercih sıralaması ise büyükten küçüğe doğru sıralanır.

$$N_j = \frac{Q_j}{Q_{max}} \cdot \%100 \quad (23)$$

### 3. UYGULAMA VE BULGULAR

#### 3.1. Araştırmada Kullanılan Ana ve Alt Kriterlerin Belirlenmesi ve Tanımlanması

Literatürde ağır ticari araç seçimine ilişkin çok fazla kaynağın olmamasından dolayı bu araçların seçimine yönelik kriterlerin belirlenmesinde uzman görüşlerinden, araçların üst yapı ve mühendislik verilerinden, hususi ve hafif ticari araç seçimine yönelik çalışmalar dikkate alınmıştır. Yapılan detaylı inceleme sonunda araç seçimine yönelik literatürden (Aydın ve Kahraman, 2014, Kabak ve Uyar, 2013, Ömürbek vd., 2014, Şengül vd., 2012, Soba, 2012) yararlanılan ana ve alt kriterlere ek olarak Türkiye’de lojistik sektörde uzun yıllardan beri faaliyet gösteren ve bu sektörde büyük paya sahip olan firmaların üst düzey yöneticilerinin görüşleri ile bu araçlarla ilgili teknik ve mühendislik verilerinden yararlanılmıştır. Daha sonra bu ana ve alt kriterler bir tabloda birleştirilerek söz konusu tablodan çekici kategorisindeki ağır ticari araç seçimi yaparken baz alınmayacak alt kriterler elenmiştir.

Araç seçimi ile ilgili yapılan literatür araştırmasında araç seçimi ile ilgili beş ana başlık ve bu ana başlıklara ait otuz beş alt başlık aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 1. Ağır Ticari Araç Seçimine İlişkin Dikkate Alınabilecek Ana ve Alt Kriterler

<b>ANA KRİTERLER</b>	<b>ALT KRİTERLER</b>	
<b>EKONOMİKLİK</b>	-Sıfır km fiyatı -İkinci el fiyatı -Yıllık kasko fiyatı - <u>MTV'si</u> -Trafik sigorta primi	-ÖTV değeri -Periyodik bakım masrafı -Özel finansman seçenekleri - <u>Modifiye maliyetleri</u> -Yakıt tüketimi
<b>PERFORMANS</b>	-Motor gücü -Motor hacmi -Şanzıman tipi - <u>Maks. tork kuvveti</u> - <u>Maks. tork devir aralığı</u>	- <u>Dekompresyon fren sistemi (Reoutdar)</u> -Yük taşıma kapasitesi
<b>DONANIM</b>	-Motor cinsi -Hava yastığı sayısı -Yakıt tank kapasitesi -Araçın net ağırlığı -Kullanım kolaylığı	- <u>Modifiye imkânı</u> -Konfora yönelik donanım -Dış görünüm -Üre (Ad Blue) tank kapasitesi
<b>SATIŞ SONRASI HİZMETLER</b>	-Araçın garanti süresi -Yetkili servis ağı sayısı -Muadil yedek parça bulma kolaylığı	- <u>Özel servis ağının genişliği</u> -Periyodik bakım sıklığı -Yol yardım imkânı
<b>İMAJ VE PRESTİJ</b>	-Yıl itibari ile markanın piyasa payı -Tasarım -Filoya benzerlik	

Tablo 1'de ağır ticari araç seçimine uygun olmayan, sayısal verilerle ifade edilemeyen ve ağırlıklandırılmış değeri her araç modeli için aynı olan 19 tane alt kriter uygulama matrisinden silinmiş ve geriye kalan 16 adet alt kriterle uygulama matrisi oluşturulmuştur.



Tablo 2. Ağır Ticari Araç Seçimine İlişkin Ana ve Alt Kriterler

<b>EKONOMİKLİK</b>	<b>PERFORMANS</b>	<b>DONANIM</b>	<b>HİZMETLER</b>	<b>İMAJ VE PRESTİJ</b>
Sıfır Km Fiyatı	Motor Gücü	Net Ağırlık	Garanti Süresi	Piyasa Payı
İkinci El Fiyatı	Maks. Tork Kuvveti	Üre Tank Kapasitesi	Bakım Sıklığı	
Bakım Masrafı	Maks.tork Devir	Yakıt Tank Kapasitesi	Yetkili Servis Sayısı	
Yakıt Tüketimi	Motor Hacmi Taşıma Kapasitesi			

Araştırmada 5 ana kriter ve 16 alt kriter piyasadaki ağır ticari araç sektöründe faaliyet gösteren 8 adet firmanın piyasada birbirlerine karşı rakip olarak öne sürdükleri 8 farklı tip modelin seçiminde kullanılmıştır. Söz konusu alternatif modeller piyasadaki markaların en çok tercih edilen ve birbirlerinin en çok satan modellerine karşı alternatif olarak geliştirilen modelleri kapsamaktadır.

Ağır ticari araç sektöründe faaliyet gösteren firmaların 2004 ile 2015 yılları arasındaki satış rakamlarının TAİD'in (Ticari Araç İthalatçıları Derneği) verilerinden ulaşılarak 8 farklı tip model araç için firmaların satış rakamlarının yıllar itibari ile dağılımı Tablo 3'de gösterilmiştir. Tablonun en sağ sütunundaki rakamlar o yıl itibari ile satılan toplam çekici araç sayısını gösterirken en alttaki satırdaki toplam baremi o firmanın 2004 ile 2015 yılları arasındaki satılan toplam çekici araç sayısını göstermektedir.

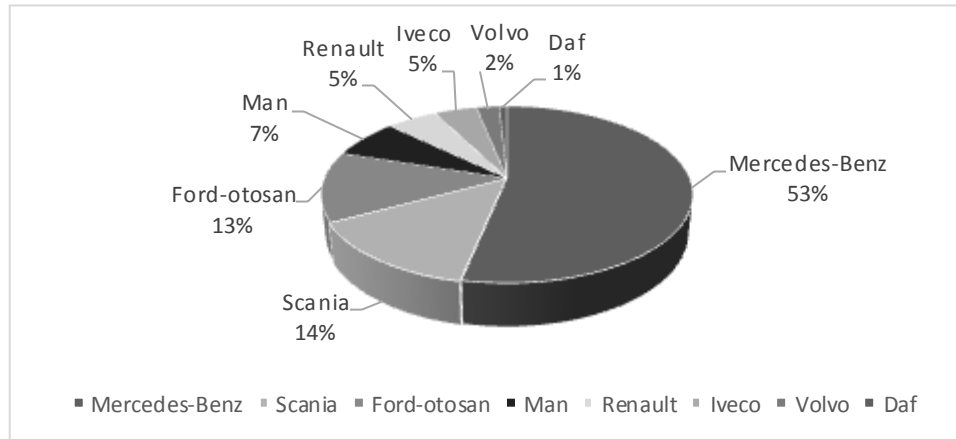
Tablo 3. 2004 ile 2015 Yılları Arasındaki Satılan Toplam Çekici Araç Sayısı

Yıllar	Daf	Ford	Iveco	Man	Mercedes	Renault	Scania	Volvo	TOPLAM
2004	611	0	747	1072	379	1140	914	956	5819
2005	690	0	512	1475	417	990	1459	688	6231
2006	1028	0	446	1394	341	1234	1590	812	6845
2007	1113	0	473	912	312	1198	1961	745	6714
2008	539	0	401	703	4049	884	1667	507	8750
2009	364	0	110	306	2432	698	692	189	4791
2010	670	1897	367	1039	5960	1391	2330	726	14380
2011	685	3682	520	1757	9191	2185	2749	1151	21920
2012	673	1877	322	1404	10113	1763	1522	515	18189
2013	707	2163	376	971	10038	1023	1455	546	17279
2014	355	2418	672	1173	10646	1114	1883	543	18804
2015	156	2422	830	1346	10021	997	2609	450	18831
<b>TOPLAM</b>	<b>7591</b>	<b>14459</b>	<b>5776</b>	<b>13552</b>	<b>63899</b>	<b>14617</b>	<b>20831</b>	<b>7828</b>	<b>148553</b>

Kaynak: Ticari Araç İthalatçıları Derneği- TAİD.

Rakamlar dikkate alınarak miktar cinsinden pazar payı ise Şekil 3'te sunulmuştur.

Şekil 3. 2004 ile 2015 Yılları Arası Dönemde Çekici Araçların Pazar Payı



Kaynak: Ticari Araç İthalatçıları Derneği- TAİD.

### **3.2. Copras-G Yöntemi ile En Uygun Ağır Ticari Araç Seçimi**

Çalışmanın uygulama kısmında birbirlerine pazarda rakip olan ve firmaların en çok satan 8 farklı modeli ÇKKV tekniği olan COPRAS-G yöntemi basamakları takip edilerek, Excel programı yardımı ile en uygun ağır ticari araç seçimi yapılmıştır. Literatürde araç seçimi ile ilgili yapılan çalışmalarda belirlenen 5 ana 35 alt kritere ek uzman görüşlerinden ve araçların mühendislik verilerinden yararlanılarak seçim matrisi oluşturulmuş daha sonra bu matristen ağır ticari araç seçiminde kullanılmayacak olan 19 adet alt kriter uygulama matrisinden silinmiştir. Geride kalan 16 adet alt kriter ile bir uygulama matrisi oluşturularak COPRAS-G yöntem basamakları takip edilmiştir.

Tablo 4. Ağır Ticari Araç Seçimine İlişkin Dikkate Alınan Kriterlerin Veri Kaynağı

	Veriler	Verilerin Kaynağı	Birimler
<b>EKONOMİKLİK</b>			
Aracın 0 Km Fiyatı	Aralıklı	Aracın Bayi Fiyat Listesi	Euro €
Aracın İkinci El Fiyatı	Aralıklı	İnternetteki İlan Siteleri	Türk Lirası ₺
Periyodik Bakım Masrafı	Aralıklı	Yetkili Servis Fiyatları	Türk Lirası ₺
Yakıt Tüketimi	Aralıklı	Uzman Görüşleri	Litre (lt)
<b>PERFORMANS</b>			
Motor Gücü	Tam Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	HP (Beygir.Gücü)
Maks.Tork Kuvveti	Tam Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Newton-Metre
Aracın Maks.Tork Devir Aralığı	Aralıklı Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Metre
Motor Hacmi	Tam Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Litre (lt)
Tasarımsal Yük Taşıma Kapasitesi	Tam Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Ton
<b>DONANIM</b>			
Aracın Net Ağırlığı	Tam Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Kilogram(kg)
Üre (Ad Blue) Tankı Kapasitesi	Tam Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Litre (lt)
Yakıt Tank Kapasitesi	Tam Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Litre (lt)
<b>SATIŞ SONRASI HİZMETLER</b>			
Aracın Garanti Süresi	Tam Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Yıl
Periyodik Bakım Sıklığı	Tam Sayı	Uzman Görüşleri	Kilometre (km)
Yetkili Servis Sayısı	Tam Sayı	Uzman Görüşleri	Adet
<b>İMAJ PRESTİJ</b>			
Markanın Piyasa payı (2015 yılı)	Tam Sayı	Ticari Araç İthalatçıları Derneği -TAİD	Yüzde (%)

Uygulama matrisine firmaların Mercedes Actros 1844LS, Man TGS18.440, Volvo FH460, Iveco 440S46, Daf XF105.460, Scania R-440, Ford 1846T, Renault T460 en çok satılan ve birbirine pazarda rakip olan modelleri seçilmiştir.

Tablo 5. En Çok Satılan Ve Birbirine Pazarda Rakip Olan Modellerin Verileri

	Mercedes 1844LS	Man TGS18.440	Volvo FH460	Iveco440546	Daf XF105.460	ScaniaR-440	Ford 1846 T	Renault T 460
<b>EKONOMİKLIK</b>								
Aracın Sıfır Km Fiyatı	97.000-104.000€	85.000-95.000€	109.000-145.000€	90.000-100.000€ 160.000-	100.000-110.000€ 135.000-	92.000-100.000€ 200.000-	85.500-88.800€ 130.000-	88.000-98.000€
Aracın İkinci El Fiyatı Yedek Parça Bakım	150.000-290.000TL	170.000-270.000TL	160.000-330.000TL	205.000TL	242.000TL	280.000TL	190.000TL	125.000-260.000TL
Masrafı	1000-2300TL	1200TL-1300 TL	1200TL-1500TL	1300TL-1400TL	1300TL-1800TL	1300TL-1400TL	1400TL-1550TL	1000TL-1500TL
Yakıt Tüketimi	100km/27-35 lt	100km/27-30lt	100km/26-31lt	100km/28-30lt	100km/28-32lt	100km/27-29lt	100km/27-31lt	100km/24-26lt
<b>PERFORMANS</b>								
Motor Gücü	320kW/435 HP	324kW/440 HP	338kW/460 HP	338kW/460 HP	340kW/462 HP	324kW/440 HP	338kW/460 HP	338kW/460 HP
Max. Tork Kuvveti	2100 Nm	2100 Nm	2300 Nm	2100 Nm	2000 Nm	2300 Nm	2100 Nm	2200 Nm
Aracın Max. Tork Devir Aralığı	1080-1800 d	1000-1400 d	900-1400 d	1050-1550 d	1000-1410 d	1000-1300 d	1050-1550 d	1000-1400 d
Motor Hacmi	11,946 lt	12,4 lt	12,8 lt	10,308lt	12,9 lt	13 lt	10,3 lt	10,8 lt
Aracın Yük Taşıma Kapasitesi	27 ton	28 ton	26 ton	28 ton	27 ton	28 ton	26 ton	27 ton
<b>DONANIM</b>								
Aracın Net Ağırlığı Üre (Ad Blue Tank)	8020 kg	7015 kg	7500 kg	7523 kg	7752 kg	7715 kg	7602 kg	7127 kg
Kapasitesi	95lt	60lt	65lt	55lt	50lt	60lt	80lt	64lt
Yakıt Tank Kapasitesi	450lt	400lt	820lt	600lt	560lt	600lt	650lt	650lt
<b>SATIŞ SONRASI HİZMETLER</b>								
Aracın Garanti Süresi	1 yıl	3 yıl	2 yıl	3 yıl	1 yıl	1 yıl	2 yıl	2 yıl
Periyodik Bakım Sıklığı	45.000km/1 kere	40.000km/1 kere	50.000km/1 kere	50.000km/1 kere	50.000km/1 kere	50.000km/1 kere	60.000km/1 kere	40.000km/1 kere
Yetkili Servis Ağının Genişliği	80 adet	31 adet	21 adet	23 adet	52 adet	23 adet	25 adet	27 adet
<b>İMAJ PRESTİJİ</b>								
Markanın Piyasa Payı (2015 yılı)	%53,21	%7,14	%2,38	%4,40	%0,82	%13,85	%12,86	%5,29

Tablo 5’de belirtilen alt kriter değerleri uzman görüşleri, araç üst yapı talimat broşürleri ve istatistiki bilgiler ışığında derlenerek bir karar verme matrisine dönüştürülmüştür.

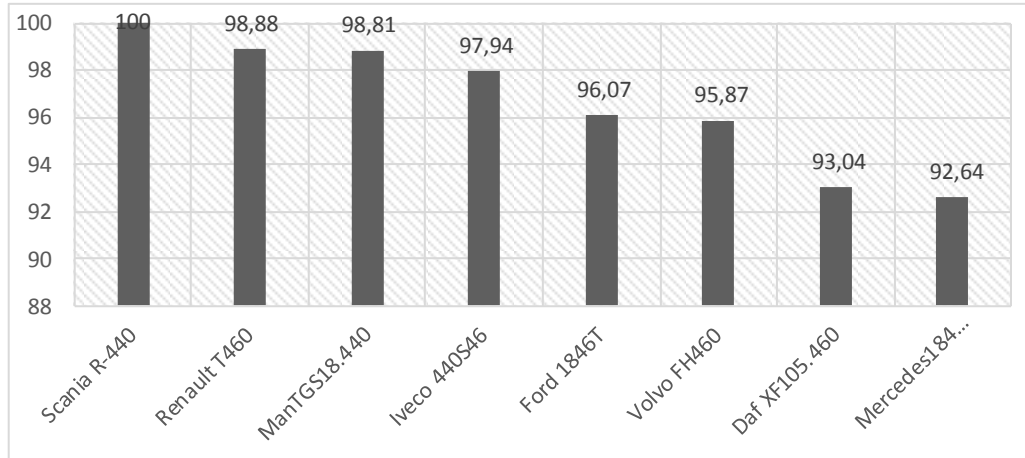
Karar verme matrisi oluşturulduktan sonra kriterler eşit ağırlıklı olarak kabul edilip ağırlıklı normalize değerler matrisi  $\otimes \hat{X}$  hesaplanmıştır. Ardından daha büyük değerlerin daha çok tercih edildiği ölçütlerin toplamları olan  $P_j$  ve daha küçük değerlerin daha çok tercih edildiği ölçütlerin toplamı olan  $R_j$  değerleri denklem (18)-(19) yardımıyla hesaplanarak her bir alternatifin göreceli önem değeri olan  $Q_j$  değerleri denklem (21) vasıtasıyla elde edilmiştir. Sonuç olarak her bir alternatifin fayda derecesi  $N_j$  denklem (23) yardımı ile bulunur. Buna göre;

Tablo 6. Alternatiflerin göreceli önem değeri

MODELLER	$R_i$	$P_i$	$Q_i$	$N_i$
Mercedes 1844LS	0,7874	1,7799	83,11	92,63
Man TGS18.440	0,7324	1,2043	88,65	98,81
Volvo FH460	0,755	1,1843	86,01	95,86
Iveco 440s46	0,7384	1,142	87,87	97,94
Daf XF105.460	0,778	1,1498	83,47	93,03
Scania R-440	0,7234	1,1905	89,72	100
Ford 1846 T	0,7536	1,206	86,19	96,07
Renault T460	0,7314	1,1426	88,71	98,87

Elde edilen bulgulara göre, denklem (23) yardımıyla her bir alternatifin performans indeksi hesaplanıp, en iyi alternatifin sıralanması Şekil 5’de gösterilmiştir.

Şekil 4. Her Bir Çekici Alternatifinin Performans İndeksleri



Elde edilen sonuçlara göre baz alınan kriterler bakımından en iyi alternatifin *Scania R-440* modeli ve en kötü alternatifin de *Mercedes 1844LS* modeli olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşın çekici araç satış payında %53 oranla birinci sırada olan *Mercedes* ve %14 ile ikinci sırada olan *Scania* markaları mercek altına alındığında esasen *Mercedes* satışının bu denli yüksek olmasının nedeninin marka bilinirliği ve alışkanlığa bağlı olduğu düşünülmektedir. *Scania* markasının ise analizdeki gibi modellerinin alıcılar için iyi bir alternatif olduğu gerekçesiyle ikinci en büyük satış rakamına sahip olduğu anlaşılmaktadır.

#### 4. SONUÇLAR

Ulaştırma hizmet sektöründe faaliyet gösteren lojistik firmalar rekabet ortamının çok hızlı büyüdüğü günümüzde ayakta kalabilmek ve rakipleri ile yarışabilmek için araç filolarını çok iyi oluşturmak zorundadır. Bu nedenle de birçok çelişen kriterlere göre farklı alternatiflerden en iyi seçimi yapmaya yönelenlerdir. Bu bağlamda çelişen birtakım kriterlere göre en iyi seçimi yapan teknikler olan “Çok Kriterli Karar Teknikleri” ön plana çıkmaktadır. Ancak bu süreçte karar mekanizmaları karar alırken her zaman net bir bilgiye sahip olamayabilir. Yani alternatiflerin parametrelerinin kesin olmaması ve herhangi bir dağılıma uymaması nedeniyle bu veriler aralık olarak ifade edilebilir. Böyle bir durumun üstesinden gelmek amacıyla da bu çalışmada gri sayıların hesaplamada kullanıldığı COPRAS-G metodu ele alınmış bu doğrultuda çekici bakımından Türkiye’de en yüksek pazar payına sahip 8 firmanın öncü modelleri literatür taraması ve uzman görüşleri sonucunda ortaya çıkan kriterler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre çekici araç satış payında %53 oranla açık ara birinci sırada olan *Mercedes* markasının *Mercedes 1844LS* modeli sıralamada en kötü olarak çıkmıştır. Diğer alternatifler içerisinde sıralamada kötü çıkmasına rağmen bu denli tercih edilmesinin marka bilinirliği ve alışkanlığa bağlı olduğu düşünülmektedir.

Bununla birlikte *Scania R-440* markasının ise çekici araç bakımından ikinci en büyük satış rakamına sahip olduğu gözlemlenmektedir. Burada, marka bilinirliğinden ziyade mevcut analizdeki gibi alıcılar için iyi bir alternatif olduğundan dolayı böyle bir paya sahip olduğu düşünülebilir. Ancak, satış hacmi olarak 1. sırada olan bir alternatifin COPRAS-G modeline göre sonuncu sırada olması, COPRAS-G'nin eksikliği değil model içerisine başka karar vericilerin görüşlerine göre dahil edilebilecek bazı değerlendirme ölçütlerinin bulunmaması veya mevcut modeldeki ölçüt ağırlıklarının eşit olduğu varsayımı ile açıklanabilir.

## 5. KAYNAKÇA

- AGHDAIE, M. H., ZOLFANI, S. H. ve ZAVADSKAS, E. K. 2012. Prioritizing Constructing Projects of Municipalities Based on AHP and COPRAS-G: A Case Study about Footbridges in Iran. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 7, 145-153.
- AGHDAIE, M. H., ZOLFANI, S. H. ve ZAVADSKAS, E. K. 2013. Market Segment Evaluation and Selection Based on Application of Fuzzy AHP and COPRAS-G Methods. *Journal of Business Economics and Management* 14, 213-233.
- AYDIN, S. ve KAHRAMAN, C. 2014. Vehicle selection for public transportation using an integrated multi criteria decision making approach: A case of Ankara. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26, 2467-2481.
- BALLI, S., KARASULU, B. ve KORUKOĞLU, S. 2007. En uygun otomobil seçimi problemi için bir bulanık PROMETHEE yöntemi uygulaması. *DE Üİİ BF Dergisi*, 22, 139-147.
- BARYSIENĖ, J. 2012. A Multi-criteria Evaluation of Container Terminal Technologies Applying the COPRAS-G Method *Transport*, 27, 364-372.
- BOWERSOX, D., CLOSS, D. ve COOPER, B. 2012. *Supply Chain Logistics Management*, McGraw-Hill Education.
- BYUN, D.-H. 2001. The AHP approach for selecting an automobile purchase model. *Information & Management*, 38, 289-297.
- ECER, F. 2014. A hybrid banking websites quality evaluation model using AHP and COPRAS-G: a Turkey case. *Technological and Economic Development of Economy*, 20, 758-782.



- GÜMÜŞ, S. 2014. Lojistik Sektörünün Türk Ekonomisine Katkıları ve Bir Araştırma- Contributions Of Logistics Industry to The Turkish Economy and a Research. *Business & Management Studies: An International Journal*, 1, 302-324.
- GÜNGÖR, İ. ve İŞLER, D. B. 2012. Analitik hiyerarşi yaklaşımı ile otomobil seçimi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 1, 21-33.
- 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.
- LIN, Y., CHEN, M.-Y. ve LIU, S. 2004. Theory of grey systems: capturing uncertainties of grey information. *Kybernetes*, 33, 196-218.
- LIU, J. J., TAMOŠAITIENĖ, J., ZAVADSKAS, E. K. ve TZENG, G.-H. 2016. New hybrid COPRAS-G MADM Model for improving and selecting suppliers in green supply chain management. *International Journal of Production Research*, 54, 114-134.
- ÖMÜRBEK, N., KARAATLI, M., EREN, H. ve ŞANLI, B. 2014. AHP Temelli Promethee Sıralama Yöntemi İle Hafif Ticari Araç Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19.
- ÖZDAĞOĞLU, A. 2013a. Çok ölçütlü karar verme modellerinde normalizasyon tekniklerinin sonuçlara etkisi: COPRAS örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8.
- ÖZDAĞOĞLU, A. 2013b. İmalat işletmeleri için eksantrik pres alternatiflerinin COPRAS yöntemi ile karşılaştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4.
- SOBA, M. 2012. PROMETHEE Yöntemi Kullanarak En Uygun Panelvan Otomobil Seçimi ve Bir Uygulama. *Journal of Yasar University*, 28, 4708-4721.
- ŞENGÜL, Ü., EREN, M. ve SHIRAZ, S. E. 2012. BULANIK AHP İLE BELEDİYELERİN TOPLU TAŞIMA ARAÇ SEÇİMİ. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 143-165.
- TERZİ, Ü., HACALOĞLU, S. E. ve ALADAĞ, Z. 2006. Otomobil satın alma problemi için bir karar destek modeli.
- YOUSEFI, A. ve HADI-VENCHEH, A. 2010. An integrated group decision making model and its evaluation by DEA for automobile industry. *Expert Systems with Applications*, 37, 8543-8556.

- ZAVADSKAS, E. ve KAKLAUSKAS, A. 1996. Pastatų sistemotechninis įvertinimas [eng. Systemic-technical assessment of buildings]. *Vilnius: Technika*.
- ZAVADSKAS, E., KAKLAUSKAS, A. ve SARKA, V. 1994. The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 1, 131-139.
- ZAVADSKAS, E. K., KAKLAUSKAS, A., TURSKIS, Z. ve TAMOSAITIENE, J. Contractor selection multi-attribute model applynig COPRAS method with grey interval numbers. 20th International Conference/Euro Mini Conference on Continuous Optimization and Knowledge-Based Technologies (EurOPT 2008), 2008a. 241-247.
- ZAVADSKAS, E. K., TURSKIS, Z., TAMOŠAITIENE, J. ve MARINA, V. 2008b. Multicriteria selection of project managers by applying grey criteria. *Technological and Economic Development of Economy*, 14, 462-477.
- ZOLFANI, S. H., REZAEINIYA, N., AGHDAIE, M. H. ve ZAVADSKAS, E. K. 2012. Quality control manager selection based on AHP-COPRAS-G methods: a case in Iran. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 25, 72-86.
- ZORLU, F. 2008. Türkiye Lojistik Coğrafyası. *Bu Dönem, Plana Karşı Tavırların Ağırlık Kazandığı Bir Dönemdir Söyleşi: Nevzat Can, Binali Tercan*.