

LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE AĞIR TİCARİ ARAÇ SEÇİMİ PROBLEMİNE YÖNELİK COPRAS-G YÖNTEMİ İLE KARAR VERME

Prof. Dr. Ebül Muhsin DOĞAN

Ondokuz Mayıs İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü
emdogan@omu.edu.tr

Yrd. Doç. Dr. Miraç EREN

Ondokuz Mayıs İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü
mirac.eren@omu.edu.tr

Kayhan ÇELİK

Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Orta Akdeniz Bölge Müdürlüğü
kayhancelik215@hotmail.com

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 çalışmada, lojistik firmalarının 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 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.

Anahtar Kelimeler: Araç seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, COPRAS-G metod

DECISION MAKING FOR HEAVY COMMERCIAL VEHICLE CHOICE PROBLEM IN LOGISTICS INDUSTRY USING COPRAS-G METHOD

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. This paper aims to determine choice criteria of freight vehicle purchase for logistics firms and to establish the optimum choice based on the weighted rank of importance of the relevant choice criteria. For this purpose, COPRAS-G method is performed using integer parameters due to the uncertainty of the data and nonconformity of data distribution.

Keywords: Vehicle choice, Multi criteria decision making, COPRAS-G method

1. GİRİŞ

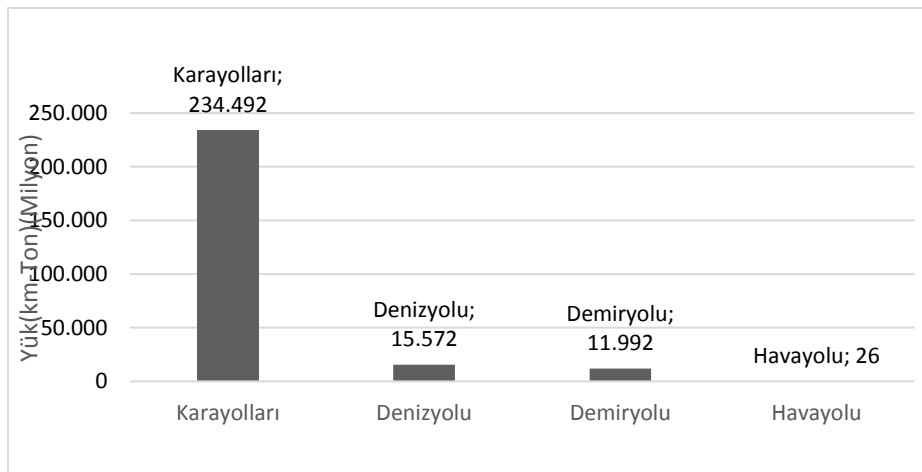
Teknolojinin sürekli gelişim göstermesi, buna paralel olarak iletişim kaynaklarının, araçlarının bilgiye erişimi kolaylaştırması ve erişim zamanını kısaltması, giderek birbiri ile sıklıkla etkileşimde bulunan ekonomilerin gelişmesini sağlamıştır. Bu doğrultuda günümüzde ticari faaliyetler artık tam anlamıyla 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 güdümlenme 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 et al., 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 sektörde taşımacılık faaliyetleri toplam lojistik maliyetlerinin %50 ile %65 ini oluşturmaktadır. Dünyadaki taşımacılık faaliyetlerinin %90 dan fazlasını da karayolu taşımacılığından oluşması bakımından lojistik maliyeti denince akla ilk gelenin karayolu taşımacılığının toplam maliyeti olduğu düşünülmelidir. 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 ton-km, deniz yolları ile 15,572 ton-km, demiryolları ile 11,992 ton-km ve son olarak havayolu ile 26 ton-km toplamda 262,082 ton-km yük taşınmıştır.



Grafik 1.1. 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 taşıırken buna karşın %14 lük kısmını Ağır Ticari Araç olan çekiciler taşıyordu.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 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 ulaşmış olup Taşıt Kredi Stokunun 14 milyar 602 milyon TL sini Bireysel Tüketici (Taşıt) kredileri oluştururken,24 milyar 780 milyon TL tutarında 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) 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 et al., 2007, Byun, 2001, Güngör and İşler, 2012) veya bir arada kullanıldığı hibrit çalışmalardan (Terzi et al., 2006, Yousefi and Hadi-Vencheh, 2010) oluşmaktadır.

MCDM metotlarının yalnız başına veya hibrit olarak kullanılarak ticari araç seçimi yapılan çalışmalar ise aşağıda belirtilmiştir.

Şengül et al. (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 et al. (2014), Beyaz eşya servisleri için uygun hafif ticari araç seçimi yapılmıştır. 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 and 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.

Bahsi geçen çalışmalar verilerin daha çok ya deterministik veriler üzerinden ya da üçgensel, yamuk,..vd. fonksiyonları kullanılarak belli bir dağılımla ifade edildiği bulanık mantık çerçevesinde değerlendirmiştir. Ancak veriler ile ilgili bir dağılım söz konusu değil ise o zaman gri sayılar olarak adlandırılan aralık parametreler devreye 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 and Kaklauskas, 1996).

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

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

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

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 normalizasyonu. Bu matrisin normalleştirilmiş değeri şu şekilde hesaplanır.

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

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.

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

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 inci kriterin ağırlıklı önemini gösterir. Bu hesaplama yapıldıktan sonra ağırlıklı normalize karar matrisi şu şekilde olur;

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

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 MCDM 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 değerlerin içinde bulunduğu aralığın bilindiği bir sayı olarak tanımlanmaktadır. Uygulamalarda genellikle bir gri sayı, bir aralık veya genel sayılar kümesi olarak birkaç biçimde ifade edilmektedir (Lin et al., 2004).

⊗ : Belirsiz bir değeri gösteren gri sayı olmak üzere,

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

Üst limitli gri sayılar: $\otimes \in (-\infty, \bar{a}]$ veya $\otimes (\bar{a})$ olarak gösterilir. Burada “ \bar{a} ”, (⊗) 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 $\otimes \in [\underline{a}, \bar{a}]$ 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,

$$\otimes_1 \in [30,40] , \otimes_2 \in [1.8,1.9] , \otimes_3 \in [0,25000] \text{ biçiminde gösterilir.}$$

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.

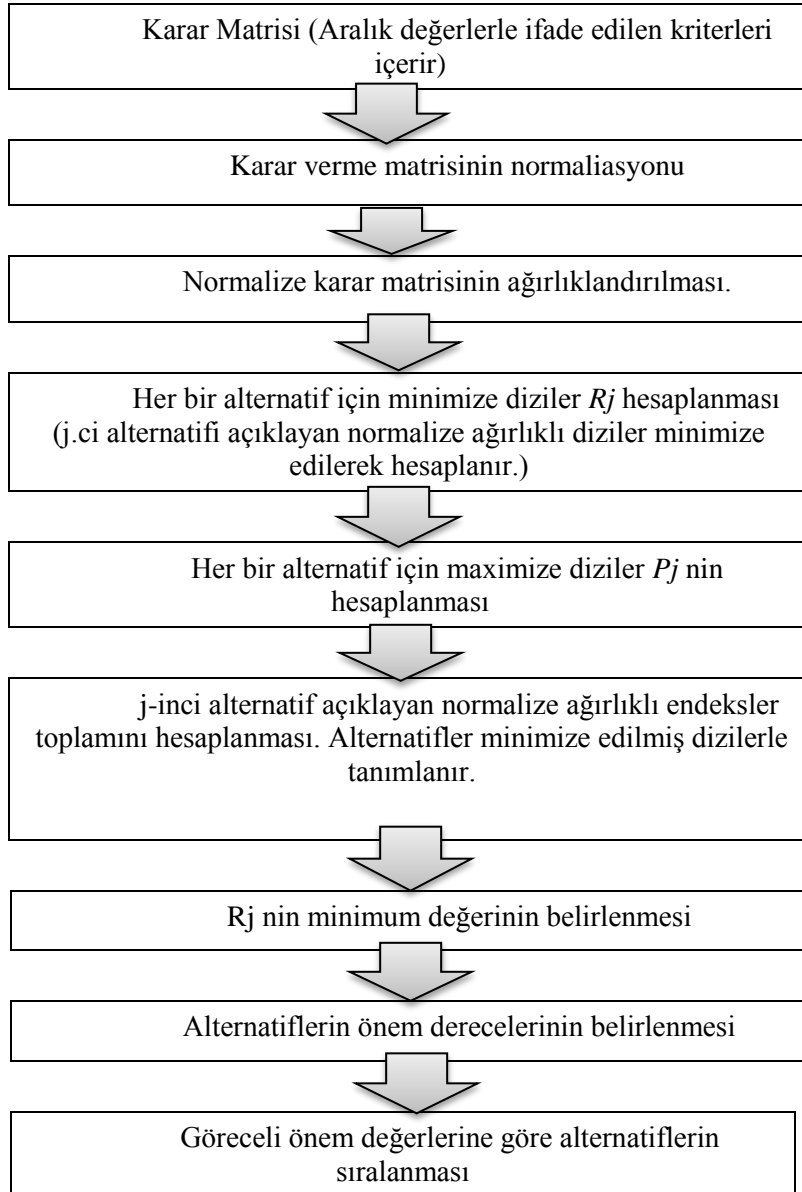
Siyah ve beyaz sayılar: $\otimes \in (-\infty, \infty)$ veya $\otimes \in (\otimes_1, \otimes_2)$ olduğu zaman (⊗) gri sayı alt ve üst limitlere sahip olmadığında veya alt ve üst sınırların hepsi gri sayı olduğunda, (⊗) gri sayı siyah bir sayıdır. $\otimes \in [\underline{a}, \bar{a}]$ ve $\underline{a} = \bar{a}$ olduğunda ise, (⊗) 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 (\otimes) ile gösterilir. “ a ”nın beyazlama değerini temsil ettiği ($\otimes(a)$), 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 et al., 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 et al., 1994) tarafından sunulan yöntem inşaat sektöründe uygulanmıştır.



Grafik 2.1. COPRAS-G Metodu Uygulayarak Alternatiflerin Sıralanması

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

Buna göre kriter değerleri aralıklarla ifade edilen COPRAS-G metodunun uygulama adımlarını aşağıdaki sıralama oluşturur

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

Adım 2. Karar verme matrisinin oluşturulması. Matris deki “n” alternatiflerin değerini “m” ise kriterlerin değerini gösterir. “ \otimes ” bir bulanık veya gri sayıyı belirtmek üzere;

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

$$= \begin{bmatrix} [w_{11}; b_{11}] & [w_{12}; b_{12}] & \cdots & [w_{1m}; b_{1m}] \\ [w_{21}; b_{21}] & [w_{22}; b_{22}] & \cdots & [w_{2m}; b_{2m}] \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ [w_{n1}; b_{n1}] & [w_{n2}; b_{n2}] & \cdots & [w_{nm}; b_{nm}] \end{bmatrix} \quad j = 1, \dots, n \quad \text{ve} \quad i = 1, \dots, m \quad (13)$$

w_{ji} en küçük değer alt limitini b_{ji} ise en büyük değer üst limitini gösterir

Adım 3. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi

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

$$\bar{w}_{ji} = \frac{w_{ji}}{\frac{1}{2}(\sum_{j=1}^n w_{ji} + \sum_{j=1}^n b_{ji})} = \frac{2w_{ji}}{\sum_{j=1}^n w_{ji} + \sum_{j=1}^n b_{ji}} \quad (14)$$

$$\bar{b}_{ji} = \frac{b_{ji}}{\frac{1}{2}(\sum_{j=1}^n w_{ji} + \sum_{j=1}^n b_{ji})} = \frac{2b_{ji}}{\sum_{j=1}^n (w_{ji} + b_{ji})} \quad (15)$$

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.

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \otimes \hat{X} &= \begin{bmatrix} [\widehat{\otimes x_{11}}] & [\widehat{\otimes x_{12}}] & \cdots & [\widehat{\otimes x_{1m}}] \\ [\widehat{\otimes x_{21}}] & [\widehat{\otimes x_{22}}] & \cdots & [\widehat{\otimes x_{2m}}] \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ [\widehat{\otimes x_{n1}}] & [\widehat{\otimes x_{n2}}] & \cdots & [\widehat{\otimes x_{nm}}] \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} [\widehat{w_{11}}; \widehat{b_{11}}] & [\widehat{w_{12}}; \widehat{b_{12}}] & \cdots & [\widehat{w_{1m}}; \widehat{b_{1m}}] \\ [\widehat{w_{21}}; \widehat{b_{21}}] & [\widehat{w_{22}}; \widehat{b_{22}}] & \cdots & [\widehat{w_{2m}}; \widehat{b_{2m}}] \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ [\widehat{w_{n1}}; \widehat{b_{n1}}] & [\widehat{w_{n2}}; \widehat{b_{n2}}] & \cdots & [\widehat{w_{nm}}; \widehat{b_{nm}}] \end{bmatrix} \quad (17) \end{aligned}$$

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

Literatür de 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 çalışmalardan yararlanılmıştır. Yapılan detaylı çalışma sonunda araç seçimine yönelik literatürden yararlanılan ana ve alt kriterlere ek olarak bu sektörde uzun yıllar çalışmış üst düzey uzman görüşleri ile bu araçlarla ilgili teknik ve mühendislik verilerinden yararlanılmıştır.

Daha sonra bu ana ve alt kriterler bir tablo da birleştirilerek söz konusu tablodan çekici kategorisindeki Ağır Ticari Araç seçimi yaparken baz alınamayacak 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 3.1. Ağır Ticari Araç Seçimine İlişkin Dikkate Alınabilecek Ana ve Alt Kriterler

ANA KRİTERLER	ALT KRİTERLER	
EKONOMİKLİK	-Sıfır Km fiyatı -İkinci el fiyatı -Yıllık kasko fiyatı -MTV si -Trafik Sigorta primi	-ÖTV değeri -Periyodik bakım masrafı -Özel finansman seçenekleri -Modifiye maliyetleri -Yakıt tüketimi
PERFORMANS	-Motor gücü -Motor hacmi -Şanzıman tipi -Max. Tork kuvveti -Max. Tork devir aralığı	-Dekompresyon fren sistemi (Reourtdar) -Yük taşıma kapasitesi
DONANIM	-Motor cinsi -Hava yastığı sayısı -Yakıt tank kapasitesi -Araçın net ağırlığı -Kullanım kolaylığı	-Modifiye imkanı -Konfora yönelik donanım -Dış görünüm -Üre (Ad Blue) tank kapasitesi
SATIŞ SONRASI HİZMETLER	-Araçın garanti süresi -Yetkili servis ağı sayısı -Muadil yedek parça bulma kolaylığı	-Özel servis ağının genişliği -Periyodik bakım sıklığı -Yol yardım imkânı
İMAJ VE PRESTİJ	-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 3.2. Ağır Ticari Araç Seçimine İlişkin Ana ve Alt Kriterler

EKONOMİKLİK	PERFORMANS	DONANIM	S. S. HİZMETLER	İMAJ VE PRESTİJ
Sıfır Km Fiyatı	Motor Gücü	Net Ağırlık	Garanti Süresi	Piyasa Payı
İkinci El Fiyatı	Max.Tork Kuvveti	Üre Tank Kapasitesi	Bakım Sıklığı	
Bakım Masrafı	Max.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 bir birlerine 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 rakamlarına kısa adı TAİD olan Ticari Araç İthalatçıları Derneğinin 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.

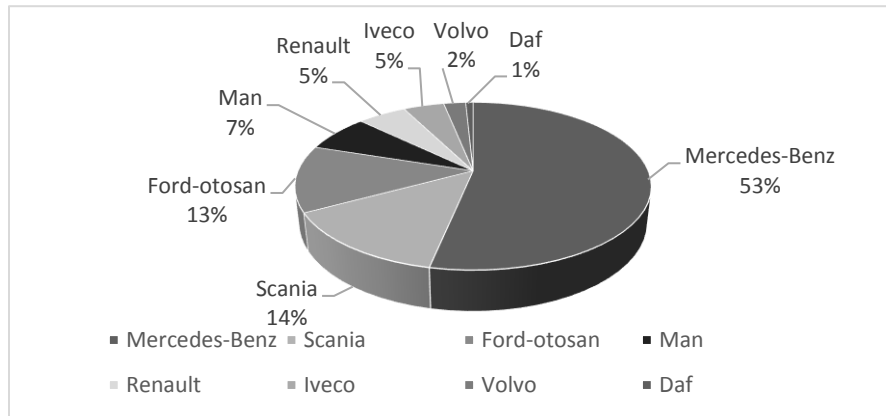
Tablo 3.3. 2004 ile 2015 Yılları Arasındaki Satılan Toplam Çekici Araç Sayısı

Yıllar	Y	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	
TOPLAM	7591	14459	5776	13552	63899	14617	20831	7828	148553	

Kaynak: Ticari Araç İthalatçıları Derneği- TAİD.

Rakamlar dikkate alınarak miktar cinsinden Pazar payı ise;

Grafik 3.1. 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 MCDM tekniği olan COPRAS-G yöntemi basamakları takip edilerek, Exel 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 3.4. Ağır Ticari Araç Seçimine İlişkin Dikkate Alınan Kriterlerin Veri Kaynağı

	Veri	Veri Kaynağı	Birim
EKONOMİKLİK			
Aracın 0 Km fiyatı	Aralıklı	Aracın Bayi Fiyat Listesi	Euro €
Aracın ikinci el fiyatı	Aralıklı	İnternetteki ilan siteleri	Türk Lirası ₺
Periyodik Bakım masrafı	Aralıklı	Yetkili Servis Fiyatları	Türk Lirası ₺
Yakıt Tüketimi	Aralıklı	Uzman Görüşleri	Litre (lt)
PERFORMANS			
Motor Gücü	T. Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	HP (B.Gücü)
Max.Tork Kuvveti	T.Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Newton-Metre
Aracın Max.Tork Devir Aralığı	Aralıklı	Aracın Üstyapı Broşürü	Metre
Motor Hacmi	T. Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Litre (lt)
Tasarımsal Yük Taşıma Kapasitesi	T.Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Ton
DONANIM			
Aracın Net Ağırlığı	T. Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Kilogram(kg)
Üre (Ad Blue) Tankı Kapasitesi	T.Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Litre (lt)
Yakıt Tank Kapasitesi	T.Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Litre (lt)
SATIŞ SONRASI HİZMETLER			
Aracın Garanti Süresi	T.Sayı	Aracın Üstyapı Broşürü	Yıl
Periyodik Bakım Sıklığı	T.Sayı	Uzman Görüşleri	Kilometre(km)
Yetkili Servis Sayısı	T.Sayı	Uzman Görüşleri	Adet
İMAJ PRESTİJ			
Markanın Piyasa payı (2015 yılı)	T.Sayı	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 3.5. En Çok Satılan ve Birbirine Pazarda Rakip Olan Modellerin Verileri

	Mercedes 1844LS	Man TGS18.440	Volvo FH460	Iveco40S46	Daf XF105.460	ScaniaR-440	Ford 1846 T	Renault T 460
EKONOMİKLİK								
Araçın Sıfır Km Fiyatı	97.000-104.000€	85.000-95.000€	109.000-145.000€	90.000-100.000€	100.000-110.000€	92.000-100.000€	85.500-88.800€	88.000-98.000€
Araçın İkinci El Fiyatı	150.000-290.000TL	170.000-270.000TL	160.000-330.000 TL	160.000-205.000TL	135.000-242.000TL	200.000-280.000TL	130.000-190.000TL	125.000-260.000TL
Yedek Parça Bakım 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
PERFORMANS								
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
Araçın 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	12,4Lt	12,8lt	10,308lt	12,9lt	13 lt	10,3 lt	10,8lt
Araçın Yük Taşıma Kapasitesi	27 ton	28 ton	26 ton	28 ton	27 ton	28 ton	26 ton	27 ton
DONANIM								
Araçın Net Ağırlığı	8020 kg	7015 kg	7500 kg	7523 kg	7752 kg	7715 kg	7602 kg	7127 kg
Üre (Ad Blue Tank) Kapasitesi	95lt	60lt	65lt	55lt	50lt	60lt	80lt	64lt
Yakıt Tank Kapasitesi	450lt	400lt	820lt	600lt	560lt	600lt	650lt	650lt
SATIŞ SONRASI HİZMETLER								
Araçın 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	50.000km/1	50.000km/1	50.000km/1	50.000km/1	60.000km/1	40.000km/1
Yetkili Servis Ağının Genişliği	80 adet	31 adet	21 adet	23 adet	52 adet	23 adet	25 adet	27 adet
İMAJ PRESTİJ								
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.

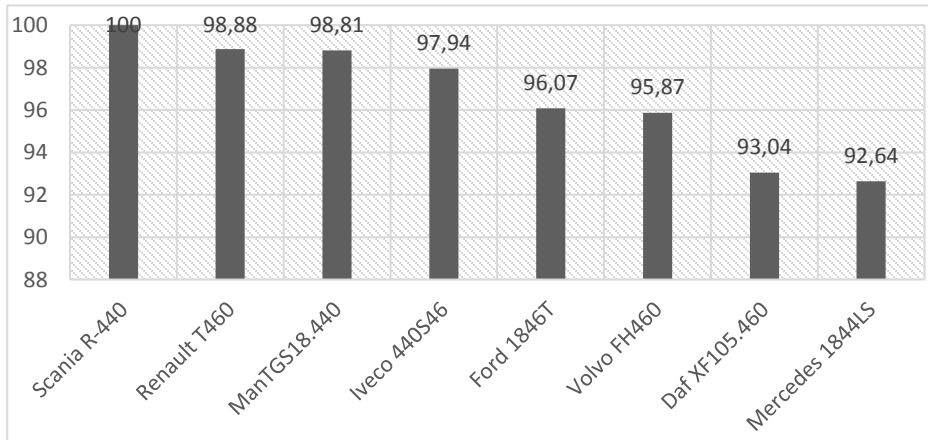
Karar verme matrisi oluşturulduktan sonra kriterler eşit ağırlıklı olarak kabul edilip Ağırlıklı Normalize değerler matrisi $\otimes \hat{X}$ hesaplanmıştır. Ardından daha büyük değerlerin daha çok tercih edildiği ölçütlerin toplamları olan P_j ve daha küçük değerlerin daha çok tercih edildiği ölçütlerin 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 3.6. Alternatiflerin göreceli önem değeri

MODELL ER	R_j	P_j	Q_j	N_j
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.

Grafik 3.2. 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 ise marka bilinirliğinden ziyade mevcut analizdeki gibi alıcılar için iyi bir alternatif olduğundan dolayı böyle bir paya sahip olduğu düşünülebilir.

KAYNAKÇA

- Ballı, S., Karasulu, B. & Korukoğlu, S. 2007. En Uygun Otomobil Seçimi Problemi İçin Bir Bulanık Promethee Yöntemi Uygulaması. *De Üii Bf Dergisi*, 22, 139-147.
- Bowersox, D., Closs, D. & 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. & İşler, D. B. 2012. Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı İle Otomobil Seçimi. *Uluslararası Yönetim İktisat Ve İşletme Dergisi*, 1, 21-33.
- Kabak, M. & 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. & Liu, S. 2004. Theory Of Grey Systems: Capturing Uncertainties Of Grey Information. *Kybernetes*, 33, 196-218.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M., Eren, H. & Şanlı, 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 İşletmeleri İçin Eksantrik Pres Alternatiflerinin Copras Yöntemi İle 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. & Shiraz, S. E. 2012. Bulanık Ahp İle Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 143-165.
- Terzi, Ü., Hacaloğlu, S. E. & Aladağ, Z. 2006. Otomobil Satın Alma Problemi İçin Bir Karar Destek Modeli.
- Yousefi, A. & 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. & Kaklauskas, A. 1996. Pastatų Sistemotechninis Įvertinimas [Eng. Systemic-Technical Assessment Of Buildings]. *Vilnius: Technika*.
- Zavadskas, E., Kaklauskas, A. & 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. & 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. & Marina, V. 2008b. Multicriteria Selection Of Project Managers By Applying Grey Criteria. *Technological And Economic Development Of Economy*, 14, 462-477.
- Zorlu, F. 2008. Türkiye Lojistik Coğrafyası. *Bu Dönem, Plana Karşı Tavırların Ağırlık Kazandığı Bir Dönemdir Söyleşi: Nevzat Can, Binali Tercan*.