



*Araştırma Makalesi • Research Article*

## Karayolu Yük Taşımacılığında Kullanılan Standart Treyler Seçimine Etki Eden Faktörlerin Analitik Hiyerarşi Prosesi ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi\*

### *Evaluation of Decision Alternatives and Selection Criteria concerning with Urban Transportation with the Analytic Hierarchy Process Method*

Ömer Faruk Görçün<sup>a\*\*</sup>

<sup>a</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kadir Has Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, 34540, İstanbul/Türkiye.  
ORCID: 0000-0003-3850-6755

#### MAKALE BİLGİSİ

##### *Makale Geçmişi:*

Başvuru tarihi: 27 Ağustos 2018

Düzeltilme tarihi: 07 Ekim 2018

Kabul tarihi: 27 Kasım 2018

##### Anahtar Kelimeler:

Analitik Hiyerarşik Süreci

TOPSIS Yöntemi

Treyler Seçimi.

#### ARTICLE INFO

##### *Article history:*

Received 27 August 2018

Received in revised form 07 October 2018

Accepted 27 December 2018

##### Keywords:

Analytic Hierarchy Process

TOPSIS Method

Trailer Selection.

#### ÖZ

Taşımacılık işletmelerinin ve operatörlerin farklı tür, marka ve özelliklere sahip treylerler arasında en uygun ve en iyi treyleri seçebilmek için sarf ettikleri çaba her geçen gün artmaktadır. Genel bir perspektifte değerlendirildiğinde, standart treylerler seçimi çok sayıda faktörün etki ettiği son derece karmaşık bir süreçtir. Treyler seçim sürecinde rasyonel sonuçların elde edilebilmesi için karar verme probleminin çok kriterli karar alma metodolojilerinden faydalanılarak çözülmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile TOPSIS yöntemleri seçilmiş, her iki yöntem entegre edilerek hibrid bir model olarak uygulanmak yerine, ayrı ayrı uygulanarak, her iki yöntemle gerçekleştirilen analiz sonucunda elde edilen çıktılar değerlendirilmiştir. Ortaya çıkan sonuçların değişkenlik göstermesi durumunda bunun olası nedenleri tartışılmıştır.

#### ABSTRACT

Nowadays, transportation companies and operators are making an increased effort in order to select the best and proper standard trailer among the various trailers that are different brands, types, and specifications. When it is evaluated in a general perspective, the selection of the best standard trailer is an extremely complex process that is affected by many factors and variables. In order to obtain rational results in the trailer selection process, this kind of decision-making problem can only be solved using the multi-criteria decision-making methodologies. In this study, the analytic hierarchy process (AHP) and TOPSIS method were selected and both of them were separately applied instead of using a hybrid model that integrated both of them. The results of each implementation were evaluated. In case of the obtained results are different, potential reasons for that were discussed.

## 1. Giriş

Lojistik faaliyetlerin en önemli bileşenlerinden birisi olarak kabul edilen taşımacılık faaliyetleri; tedarik zinciri içerisinde yer alan düğüm (nod) noktaları arasında materyal (ürün, yarı mamul ve hammadde) bilgi ve diğer türde akışların gerçekleşmesine olanak sağlayan lojistik bir faaliyettir. Bununla birlikte dünyada gerçekleşen taşımacılık faaliyetlerinin önemli bir bölümü karayolu taşımacılığı ile

gerçekleştirilmektedir. Karayolu taşımacılığının toplam taşımacılıktan aldığı paya bakıldığında taşınan yüklerin %76.4'ü karayolu ile taşınmaktadır (EC, 2017)

Dolayısıyla karayolu taşımacılığı doğrudan taşımacılık faaliyetlerinin, dolaylı olarak da lojistik aktivitelerin başarı ve performansını büyük ölçüde etkilemektedir. Taşımacılık faaliyetlerinin etkinliği ve verimliliği çok sayıda değişken tarafından olumlu ve olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bu

\* Bu çalışma, 59 uluslararası taşımacılık firması sahibi ve üst düzey yöneticisi ile yüz yüze gerçekleştirilen anketler ve mesleki kuruluşlar ile kamu kuruluşlarının temsilcileri ile gerçekleştirilen arama toplantıları ve çalışmalarında elde edilen verilere dayanarak hazırlanmıştır.

\*\* Sorumlu yazar/Corresponding author  
e-posta: omer.gorcun@khas.edu.tr

perspektifte olumlu faktörlerin etkilerinin artırılması, olumsuz nitelikte faktörlerin ortadan kaldırılması ya da etkisinin azaltılması taşımacılık faaliyetlerinin verimliliğinin artırılmasına büyük ölçüde katkı sağlayabilmektedir.

Karayolu taşıma işletmeleri faaliyetlerini en etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirebilmek için taşımacılık faaliyetleri ile ilgili stratejik, taktik ve operasyonel düzeyde kararlar alırken, taşıma operasyonlarını da bu perspektifte organize edebilmektedirler. Taşıma işletmelerinin alacakları stratejik kararların başında taşıma operasyonlarında kullanacakları çekiciler, treyler ve ekipmanlar vb. unsurların tercihi gelmektedir. Taşımacılık işletmelerinin alacakları kararlarla ilgili en önemli unsurlardan birisi de taşıma operasyonlarında kullanılan ve taşıma kabı olarak da tanımlanan standart nitelikte treylerlerin seçimidir.

Treyler seçimi ile ilgili çok sayıda alternatifin bulunmasının yanı sıra, seçim kararlarını etkileyen çok sayıda faktör ve değişkenin bulunması karar alıcıların sezgilerine ve kişisel yargılarına dayanarak en iyi kararı almalarını zorlaştırmakta, alınan kararlar rasyonel olmadığı gibi, hatalı kararlar alındığı zaman telafi edilmesi zor hatta imkansız sorunlar ile karşı karşıya kalılabilmektedir.

Treyler seçim sürecinin çok sayıda değişken ve faktör tarafından etkilenebilir olması karar alma probleminin bir çok kriterli karar verme problemi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle problemin optimal düzlemde çözümü için matematiksel bir model olarak kullanılabilir ve aynı zamanda çözümün sistematik ve yapısal olarak nitelikte tanımlanabileceği bir modelin seçilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada standart treyler seçimi ile ilgili karar verme probleminin çözümü için Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process) (AHP) ve İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) (TOPSIS) yöntemleri tercih edilmiş, bu yöntemler entegre edilerek, hibrid bir model olarak kullanılmak yerine her iki yöntem de ayrı ayrı kullanılarak standart treyler seçimine etki eden kriterler ve karar noktaları analiz edilmiş, en iyi çözüm belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen çıktıların daha rasyonel, gerçekçi ve kullanılabilir olabilmesi için uzmanlar kurulu olarak adlandırılan bir çalışma grubu oluşturulmuştur. Yedi kişiden oluşan uzmanlar kurulu üyeleri sektörde en fazla araç ve taşıma kabı filosuna sahip olan işletmelerin üst düzey yöneticileri ya da sahipleri arasından seçilmiştir. Aynı zamanda seçilen üyelerin sektörde en az on beş yıl çalışma şartı da aranmıştır. Buna ek olarak seçim sürecinde bir başka kriter de seçilen üyelerin şirketlerinde satın alma kararları dahil olmak üzere karar alma süreçlerinde kilit rol oynuyor olmalarıdır. Aynı zamanda söz konusu kriterlere sahip olmanın yanı sıra mesleki kuruluşun yönetim kademelerinde görev alıyor olması da öncelik verilmesine neden olan bir başka etken olarak belirlenmiştir.

Uzmanlar kurulu üyeleri ile gerçekleştirilen toplantılarda standart treyler seçimine etki eden faktörler, karar noktaları ve ulaşılmak istenen amacın yanı sıra, ikili karşılaştırma sorularının yöneltileceği karar alıcıları da belirlemiştir. Bu kapsamda en yüksek araç filosuna sahip ve belirlenen diğer kriterlere uyan 59 karayolu taşıma işletmesi ve bunların üst

düzyer yöneticileri ya da sahipleri soruların yöneltileceği karar alıcılar olarak saptanmıştır.

Yürütülen çalışma kapsamında seçilen AHP yöntemi beş adımda uygulanırken, TOPSIS metodu ile altı adımda çözüme ulaşılabilmektedir. Çalışmada her iki metod ayrı ayrı uygulanmış, elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, sapma olup olmadığı gözden geçirilerek, olası sapmaların nedenleri analiz edilmiştir. Çalışma karayolu taşıma işletmelerinin taşımacılık faaliyetlerinde kullanacakları taşıma kaplarına (treyler) ilişkin yatırımları ile ilgili AHP metodolojisine dayanan ve sayısal ölçekte bir değerlendirmeye olanak sağlayan bir karar verme sürecini ortaya koymak ve treyler satın alma kararları ve buna yönelik yatırımlarına ilişkin kararları daha rasyonel bir çerçeveye oturtmayı hedeflemektedir.

Bu sayede treyler satın almaya ilişkin yatırımların daha etkin ve verimli bir biçimde gerçekleştirilmesinin yanı sıra, taşıma araçları ve treylerler gibi seçilecek ekipmanların taşımacılık işletmelerin gereksinimlerine daha uyumlu olabileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak işletmelerin gereksinimlerine cevap vermeyen ve kullanım düzeyi düşük ekipman yatırımlarının yerine gereksinimler ile daha uyumlu ve verimlilik düzeyi daha yüksek yatırımlar söz konusu olabilecektir. Bunun bir çıktısı olarak lojistik faaliyet ve operasyonların daha etkin, verimli ve mükemmel hale getirilmesi olanaklı olabilecektir.

Konu ile ilgili önceki çalışmalar gözden geçirildiğinde Melemez vd. tarafından yapılan (Melemez vd. 2013) çalışma orman alanlarında kullanılan taşıma araçlarının seçimini değerlendirmiş, bu çalışma uygun araç seçimi ile gereksinimler arasındaki pozitif ve negatif korelasyona odaklanmıştır. Konuya yakın bir başka çalışma beton blokların taşınmasında kullanılacak araç türünün seçimine ilişkin süreçlerin AHP yöntemi ile analiz edildiği Bula vd. tarafından gerçekleştirilen çalışmadır. Çalışmada sadece treyler odaklanılmamış daha farklı olarak kullanılacak araç türleri değerlendirilmiştir (Bula vd. 2018).

Bunun dışında doğrudan treyler seçimi ile ilgili olmasa da taşıma sistemlerinin AHP yöntemi çerçevesinde analiz edildiği bir çalışma Koptov ve Abramov tarafından yapılan çalışmadır. Bu çalışmada farklı ürün türleri çerçevesinde tercih edilebilecek taşıma türleri değerlendirilmiştir (Koptov ve Abramov, 2013).

Bunun dışında doğrudan standart treyler seçimine ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Buna karşılık AHP ve TOPSIS yöntemleri taşımacılık ve lojistik alanlarında çok sayıda çalışmaya konu olmuş metodolojilerdir. Bu çalışmalardan birisi karayolunda emisyonu azaltabilme yöntemlerinin tercihinde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kullanılarak en iyi alternatifin belirlenmeye çalışıldığı Javid vd. Tarafından hazırlanan çalışmadır (Javid vd. 2014).

Validi vd. (Validi vd., 2014) sürdürülebilir tedarik zinciri ile ilgili çalışmalarında AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlar, Zolfani vd. orman yollarının taşımacılık faaliyetleri çerçevesinde en uygun koşullar altında inşa edilmesine ilişkin çalışmalarında AHP ve COPRAS-G yöntemlerini kullanmışlardır (Zolfani vd. 2011). Kumru ve Kumru bir lojistik işletme için taşıma türü seçimi sürecinde AHP metodunu kullanarak en uygun taşıma türünü belirlemeye çalışmışlar (Kumru & Kumru, 2014), Awasthia

vd. ise çalışmalarında taşıma sistemlerini çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir (Awasthia vd. 2011).

Literatür dikkate alındığı zaman lojistik ve taşımacılık alanlarına ilişkin çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiş çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Buna karşılık, çok büyük bir bölümü tedarikçi seçimi, güzergâh seçimi, lokasyon seçimi gibi konulara odaklanmış çalışmalardır.

Ek olarak taşıma türü seçimi gibi bir takım çalışmalar da göze çarpmaktadır. Bunun yanı sıra, doğrudan standart treyler seçimine odaklı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bir lojistik işletmesi için en yüksek yatırım maliyeti gerektiren karar birisi olan treyler seçimi ile ilgili literatürde dikkate değer bir boşluk göze çarpmaktadır.

Çalışma en iyi ve uygun standart treyler alternatifi belirleme, ek olarak söz konusu treylerin seçimine etki eden faktörler ile bunların görelî önem derecelerini sayısal bir düzlemde tanımlamayı hedeflemektedir. Dolayısıyla bu çalışma literatürde yer alan boşluğu giderme konusunda katkı sağlamanın dışında, uygulamada lojistik ve taşımacılık sektöründe yer alan karar alıcılar tarafından kolayca uygulanabilir bir metodoloji ortaya koymaya çalışmaktadır.

Aynı zamanda, taşımacılık ve lojistik işletmeleri dışında treyler üreticileri içinde üretilecek treylerin teknik, fiziksel ve yapısal özelliklerini belirlemede yol gösterici bir çalışma olabilecektir. Bu sayede taşımacılık işletmeleri treyler seçim sürecinde daha rasyonel kararlar alabilecek sistematik ve yapısal bir çözüm yolu sağlanabilecek, bu sayede taşımacılık işletmeleri treyler yatırımlarını daha rasyonel bir düzlemde gerçekleştirebileceklerdir. Ek olarak treyler üreticileri üretim süreçlerini müşterileri olan lojistik ve taşımacılık işletmelerinin gereksinimlerine ve seçim süreçlerine ilişkin önceliklerine göre yeniden gözden geçirebilecekler, dolayısıyla daha tercih edilebilir modeller geliştirebilmeleri mümkün olabilecektir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada standart treyler seçimi ile ilgili karar verme probleminin çözümü için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution" (TOPSIS) yöntemleri tercih edilmiş, bu yöntemler entegre edilerek, hibrid bir model olarak kullanılmak yerine her iki yöntem de ayrı ayrı kullanılarak standart treyler seçimine etki eden kriterler ve karar noktaları analiz edilmiş, en iyi çözüm belirlenmeye çalışılmıştır.

Her iki yöntemin seçilmesinin temel gerekçesi karar alıcılar tarafından kolaylıkla kullanılacak, etkin ve gerçekçi sonuçlar ortaya koyabilecek yöntemler olmasıdır. Buna ek olarak, AHP ve TOPSIS yöntemleri uygulanması diğer yöntemlere kıyasla daha basit ve kolay uygulanabilen yöntemlerdir. Taşımacılık sektörünün kalifikasyon düzeyi dikkate alındığında seçilecek yöntemlerin karmaşık ve basitlikten uzak olması uygulanabilirliklerini azaltmaktadır. Ek olarak, taşımacılık ve lojistik sektörlerinde karar alma süreçlerinde alınan kararlara etki eden faktörlerin karar alıcıların sözel yargılarına dayanmaktadır. Bu nedenle AHP yönteminin bu sözel yargıları ölçülebilir sayısal değerlere dönüştürebilir olmasında dikkate alınan bir başka kriterdir.

Çalışma ile elde edilmesi amaçlanan sonuçların daha rasyonel, gerçekçi ve uygulanabilir olması için değerlendirmeye alınacak faktörleri ve karar alternatiflerini belirlemek üzere öncelikli olarak yedi üyeden oluşan bir uzmanlar kurulu oluşturulmuştur. Uzmanlar kuruluna seçilecek üyelerin sektörde en az on beş yıl çalışan, aynı zamanda karar alma süreçlerinde rol oynayan şirket sahipleri, teknik uzman ve/veya üst düzey yönetici olmaları kurul üyeliği için kriter olarak belirlenmiştir. Seçilen üyeler arasında en kıdemli üyenin başkanlığı yürüttüğü toplantı ve arama çalıştaylarında en iyi standart treylerin belirlenmesi için seçim kriterleri, karar alternatifleri her bir üye tarafından öncelikli olarak ileri sürülmüş ve toplantı raportörü tarafından kaydedilmiştir.

Ardından bu faktörler üyeler tarafından gözden geçirilerek, üyelerin seçim sürecine etki ettikleri konusunda mutabık oldukları seçim kriterleri ve karar alternatifleri belirlenmiş, aynı zamanda söz konusu faktörleri değerlendirmek üzere ikili karşılaştırma anketlerinin yöneltileceği karar alıcılara ilişkin özelliklerde bu toplantılarda saptanmıştır. Buna göre seçilecek karar alıcılarda sektörde en az on beş yıl çalışmış olma ve şirketlerinin karar alma süreçlerinde yer alma gibi kriterler saptanmıştır. Alınan tüm kararlarda bütün üyelerin oybirliği aranmıştır.

2014-2017 yılları arasını kapsayan süreçte düzenlenen toplantılarda bütün karar alternatiflerinin görelî üstünlükleri uzmanlar kurulunca belirlenmiş seçim kriterleri çerçevesinde ikili karşılaştırma şeklinde karar alıcılara sorulmuş, elde edilen yanıtların geometrik ortalamaları alınarak karar opsiyonları ile ilgili görelî üstünlük değerleri belirlenmiştir.

Uzmanlar kurulu ile yapılan yuvarlak masa toplantıları neticesinde ulaşılmak istenen amaç; en iyi ve en uygun standart treylerin seçilmesi olarak belirlenmiştir. Buna bağlı olarak seçime etki eden kriterler saptanmış, etki düzeyi son derece düşük ve sonuca etki etmeyeceğine karar verilen kriterler dışında kalan bütün kriterler değerlendirme sürecine dahil edilmiştir. Aynı zamanda taşıma işletmelerinin söz konusu kriterler çerçevesinde alabilecekleri tüm karar alternatifleri belirlenmiştir.

Seçim kriterleri için  $C_1$  den  $C_8$  e kadar toplam sekiz kriter belirlenirken, Karar noktaları için  $P_1$  den  $P_5$  e kadar beş karar alternatifi,  $P_{11}$  den  $P_{53}$  e kadar ise on altı alt karar alternatifi belirlenmiştir. Aynı zamanda karar alternatifleri ve seçim kriterleri arasında söz konusu ilişkiler ile bunların hiyerarşik yapısı gözden geçirilmiştir. Bu kapsamda tüm faktörler için Tablo-1 de gösterildiği şekilde karar alternatifleri ve seçim kriterlerinin her biri için bir kod tanımlanarak, belirtilmiştir. C kodlu faktörler seçim kriterlerini, P kodlu olanlar karar alternatiflerini tanımlamaktadır.

**Tablo 1.** Seçim Kriterleri ve Karar Noktaları

Seçim Kriterleri		Karar Noktaları	
Kod	Tanım	Kod	Tanım
C1	Treylerin Ağırlığı	P11	MEGA
C2	İkinci El Piyasa	P12	MAKSIMA
C3	Yükleme Kapasitesi	P13	ÇİFT KATLI
C4	Treyler İç Yüksekliği	P14	MAKSIMA PLUS
C5	Marka Bilinirliği	P21	S.CS GENIOS
C6	Uzun Garanti Süresi	P22	S.CS UNIVERSAL
C7	Servis Ağı Genişliği	P23	S.CS MEGA
C8	Filoya Uygunluk	P24	S.CS X-LIGHT
		P31	PROFILINER
		P32	MEGALINER
		P33	MEGA LINER MULTOS
		P34	ULTRA SERIES
		P41	EURO TRAILER
		P51	K.SCS M 90-12/27
		P52	K.SCS X+ 90-12/27
		P53	K.SCS X 90-12/27

## 2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

AHP yöntemi sayısal ve ölçülebilir verilere ek olarak karar alıcıların sözel yargılarının ölçülebilir ve karşılaştırma yapılabilir sayısal verilere dönüştürülebilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. AHP yöntemi karar alma sürecine etki eden bütün faktörleri ve karar alternatiflerini birlikte değerlendirilerek, faktörler arasında hiyerarşik bir yapı oluşturulması temeline dayanmaktadır.

İki boyutlu evrende karar hiyerarşisi faktörler arasındaki ilişkilerin yanı sıra, hiyerarşik yapıyı göstermektedir. AHP yöntemi Saaty'nin ikili karşılaştırma skalasını kullanarak, her bir etki faktörünün diğerleri ile karşılaştırılmasını ve her bir faktörün görece önem derecesini gösterebilme olanağına sahip bir yöntemdir. AHP metodolojisi altı aşamada uygulanmaktadır.

Birinci adım: Temel amaç, seçim kriterlerinin ve karar alternatiflerinin belirlendiği aşamadır. Bu aşamada uzmanlar kurulu üyeleri söz konusu faktörleri düzenlenen çalıştaylarda yuvarlak masa toplantıları çerçevesinde belirlemektedirler. Üyeler m sayıda seçim kriteri ile n sayıda karar noktası belirlenmekte, seçilecek bütün faktörlerin tutarlı ve mantıklı bir biçimde sonuca etkisi olan faktörler olması önem arz etmektedir. Bu nedenle uzmanlar kurulu ortak görüş ile etki düzeyi düşük ya da etkisi olmayan faktörleri değerlendirme dışı bırakabilmektedir.

İkinci adım: Bu adımda uzmanlar kurulunca belirlenen seçim kriterleri ve karar alternatiflerinin tümünü kapsayacak biçimde ikili karşılaştırma soruları hazırlanmakta, yine uzmanlar kurulu tarafından seçilen karar alıcılara bu sorular yöneltilmektedir. Saaty'nin 1 den 9 kadar ikili karşılaştırma skalası çerçevesinde karar alıcılar iki faktör arasında görece önem değerlerini belirlemektedirler.

**Tablo 2.** İkili Karşılaştırma Ölçeği (Saaty; 1986: 843.)

Önem	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	$i$ 'nin $j$ ye eşit olması
3	Çok az önemli	$i$ 'nin $j$ den çok az önemli olması
5	Kuvvetli derecede önemli	$i$ 'nin $j$ den kuvvetli derecede önemli olması
7	Çok kuvvetli derecede önemli	$i$ 'nin $j$ den çok kuvvetli derecede önemli olması
9	Mutlak önemli	$i$ 'nin $j$ den mutlak önemli olması
2,4,6,8	Ara değerler	1-3, 3-5, 5-7, 7-9 arası değerlendirmeler
Tersleri	Tersi karşılaştırma	$i$ 'nin $j$ ye göre tersinin alınması

Her bir karşılaştırma sorusu için elde edilen yanıtların geometrik ortalamaları alınarak karar matrisi A'nın eleman değerleri hesaplanmaktadır.

$$x = \sqrt[n]{a_{11} \times a_{12} \times a_{13} \dots \times a_{1n}} \quad (1)$$

Bütün karşılaştırma soruları için elde edilen yanıtların geometrik ortalaması hesaplandıktan (Yıldırım ve Yeşiyurt, 2014) sonra aşağıdaki gibi karar matrisi A oluşturulmaktadır.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Karar matrisinin köşe elemanları her bir faktörün kendisi ile karşılaştırılması anlamına geldiği için her zaman 1 değeri almaktadır (Erinci ve Durak, 2014). Bunun yanı sıra, her bir  $i$

faktörünün  $j$  faktörüne göre belirlenen önem değerinin tersi  $j$  faktörünün  $i$  faktörüne göre önem değerini göstermektedir.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad (2)$$

Üçüncü adım: Bu aşamada karar matrisinin tüm elemanları normalize edilmektedir. Formül 3 de gösterildiği gibi normalizasyon işlemi için her bir matris elemanı kendi sütün toplamına bölünmektedir (Kapar 2013).

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3)$$

Her bir sütun için normalizasyon işlemi sonrasında  $n$  sayıda  $B$  vektörleri olarak adlandırılan vektör elde edilmektedir.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix}$$

Normalizasyon işlemi tamamlandığı zaman değerlendirilen faktör sayısı kadar  $B$  vektörü elde edilmekte, vektörler bir araya toplandığı zaman normalize matris olarak tanımlanan matris  $C$  elde edilmektedir.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdot & c_{nn} \end{bmatrix}$$

$C$  matrisi oluşturulduktan sonra, matrisin her bir satırı için elemanlarının aritmetik ortalaması formül 4 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (4)$$

Bütün satırların ortalaması alındığında  $W$  vektörü olarak tanımlanan öncelik vektörüne ulaşılmaktadır. Öncelik vektörünün her bir eleman değeri bir faktörün görece önem değerini göstermektedir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

Dördüncü adım: Bu adımda seçim kriterleri için gerçekleşen değerlendirme ve analiz süreçlerinin tutarlılığı ölçülmekte,

seçim kriterleri için verilen öncelik değerlerinin geçerli olup olmadığı gözden geçirilmektedir. Tutarlılık analizi beş adımda uygulanmaktadır. Birinci aşamada karar matrisi  $A$  nın elemanları öncelik vektörü  $W$  nin elemanları ile çarpılıp  $D$  matrisi elde edilmektedir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdot & d_{nn} \end{bmatrix}$$

$D$  matrisi elde edildikten sonra matrisin elemanları formül 5 kullanılarak  $E$  değerine ulaşılabilmektedir.  $E$  değeri temel değer olarak adlandırılmaktadır.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (5)$$

Hesaplanan  $E$  değerlerinin aritmetik ortalaması Formül 6 kullanılarak hesaplandığında, karşılaştırma yapmak için kullanılan  $\lambda_{\max}$  değeri elde edilebilmektedir.

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (6)$$

Bir sonraki aşamada tutarlılık göstergesi  $CI$  formül 7 yardımı ile hesaplanabilmektedir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (7)$$

Son olarak, formül 8 kullanılarak tutarlılık rasyosu  $CR$  hesaplanabilmektedir.  $CI$  değeri aşağıdaki tablodan elde edilecek  $RI$  değerine bölünerek  $CR$  değerine ulaşılabilmektedir.  $CR$  değerinin 0,10'un altında olması halinde analiz tutarlı, üstünde olması halinde tutarsız olarak değerlendirilmektedir. Tutarsızlık durumunda ilk adıma gidilerek, ikili karşılaştırmaların tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (8)$$

**Tablo 3.** Rassallık Göstergeleri

n	RI	n	RI
1	0	8	1,41
2	0	9	1,45
3	0,58	10	1,49
4	0,90	11	1,51
5	1,12	12	1,48
6	1,24	13	1,56
7	1,32		

Beşinci adım: Bu aşamada ilk üç adımda seçim kriterleri için yapılan işlemler karar alternatifleri için her bir seçim kriteri

çerçevesinde tekrarlanır. Her bir seçim kriteri çerçevesinde karar alternatiflerinin yüzde dağılımları hesaplanmaktadır. Karar noktalarının önem değerlerinin yüzde dağılımları S vektörleri ile gösterilmektedir.

$$S_i = \begin{bmatrix} s_{i1} \\ s_{i2} \\ \vdots \\ s_{in} \\ s_{im} \end{bmatrix}$$

Altıncı adım: Bu adımda S vektörleri bir araya getirilerek K matrisi oluşturulmaktadır. K matrisi mxn boyutlu bir matris olup, bütün karar noktalarının seçim kriterlerine göre önem değerlerini bir arada gösteren bir matristir.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix}$$

Ardından K matrisinin elamanları öncelik vektörü olan W vektörünün elamanları ile çarpılarak her bir karar noktasının önem değerini yüzde dağılımı şeklinde gösteren L vektörü elde edilmektedir.

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \vdots \\ l_{m1} \end{bmatrix}$$

### 2.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi; belirlenen karar alternatiflerinin ideal çözüme yakınlığı ve negatif ideal çözüme uzak olmaları prensibine dayanan çok kriterli karar alma metodolojisidir. Karar problemine ilişkin çözümün en iyi ve en kötü olasılıklar arasında edilebileceği yaklaşımı yöntemin temel dayanak noktasıdır. TOPSIS yöntemi altı adımdan oluşan bir çözüm sürecine sahiptir.

Birinci adım: AHP yönteminde olduğu gibi, karar matrisi olarak tanımlanan A matrisin oluşturulmasıdır. Buna karşılık AHP yönteminden farkı, AHP yönteminde karar matrisi nxn boyutlu bir kare matris iken, TOPSIS yönteminde karar matrisi mxn boyutlu bir matristir. Matrisin sütunları seçim kriterlerini gösterirken, satırlar ise karar noktalarını ifade etmektedir.

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

İkinci adım: Karar matrisinin elemanları formül 10 yardımı ile normalize edilmekte ve normalize matris olarak adlandırılan matris R oluşturulmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \tag{10}$$

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

Üçüncü adım: Bu adımda her bir seçim kriteri için ağırlık değeri belirlenmektedir. Ağırlık değeri karar verici tarafından belirlenebileceği gibi, AHP yöntemi ile elde edilen öncelik vektörü W nin eleman değerleri seçim kriterleri için ağırlık değeri olarak kabul edilebilmektedir. Ağırlık değerlerinin toplamı 1'e eşit olmak zorundadır.

Ağırlık değerleri belirlendikten sonra normalize matrisin her elemanı kendi sütununda yer alan ağırlık değeri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilmekte ve matris V olarak tanımlanmaktadır.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Dördüncü adım: Bu adımda ideal ve negatif ideal çözüm değerleri hesaplanmakta, herhangi bir seçim kriteri için beklenen en iyi sonuç söz konusu kriterin en yüksek değeri olması ise sütunda yer alan en yüksek değer ideal çözüm, en düşük değer ise negatif ideal çözüm olarak belirlenmektedir. Kriter için beklenen en küçük değeri olması ise sütunda yer alan minimum değer ideal, en yüksek değer ise negatif ideal çözüm olmaktadır. İdeal çözüm formül 11 kullanılarak hesaplanabilmektedir.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J') \right\} \tag{11}$$

Formül 11 kullanılarak tüm faktörler için ideal çözüm kümesi  $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$  olarak gösterilebilir. Negatif ideal çözüm ise beklenen en yüksek ya da en küçük değerlere göre, faktörün alacağı en kötü skor olarak tanımlanır. Negatif ideal çözüm aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J') \right\} \tag{12}$$

Negatif ideal çözüm kümesi  $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$  şeklinde oluşturulabilmektedir. İdeal ve negatif ideal çözümlerde J en yüksek değeri, J' ise en küçük değeri göstermektedir.

Beşinci adım: Bu aşamada her bir faktörün ideal ve negatif ideal çözümlerden uzaklıkları hesaplanmaktadır. Formül 13 kullanılarak ideal çözümden, formül 14 kullanılarak da negatif ideal çözümden uzaklıklar belirlenebilmektedir. Faktörlerin ideal çözümden uzaklıkları ideal uzaklık, negatif çözümden uzaklıkları ise negatif ideal uzaklık olarak tanımlanabilmektedir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (13)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (14)$$

Altıncı adım: altıncı aşamada ideal çözüme yakınlık formül 15 yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (15)$$

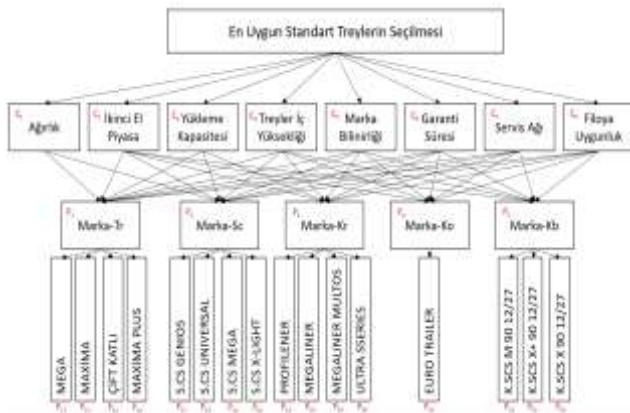
Görelî yakınlık değeri ( $C_i^*$ ) her bir faktör dikkate alındığında aynı zamanda yüzde dağılımını a gösterirken, 1'e yaklaştığında ideal, 0'a yaklaştığında ise negatif ideal çözüme yaklaşılmaktadır. İşlemin ardından tüm faktörler en yüksek değerden başlanarak en küçük değere kadar sıralanılmakta, en yüksek değeri alan faktör en iyi karar alternatifi olarak değerlendirilmektedir.

### 3. Standart Treyler Seçimi

#### 3.1. AHP Yöntemi

Çalışmanın kapsamında oluşturulan uzmanlar kurulu temel amaç, seçim kriterleri ve karar noktalarının yanı sıra, ikili karşılaştırma sorularının yöneltileceği karar alıcıları belirlemiş, belirlen faktörler ışığında standart treyler seçimine ilişkin hiyerarşik model Şekil-1 de gösterildiği gibi oluşturulmuştur.

Hiyerarşik modelde tüm seçim kriterlerinin karar alternatifleri olan ilişkileri ve hiyerarşik yapı gösterilmekte, karar vericiler için problemin çözümüne ilişkin olasılıklar belirtilmektedir.



#### Şekil 1. Standart Treyler Seçimine İlişkin Hiyerarşik Model

Metodolojide daha öncede belirtildiği gibi, çözümlenme süreci altı adımdan oluşmaktadır. Birinci adımda yukarıda belirtildiği gibi seçim kriterleri, karar alternatifleri ve temel amaç belirlenmiş, bunlarla ilgili olarak hiyerarşik model oluşturulmuştur. İkinci aşamada karar alıcılara ikili karşılaştırma soruları yöneltilmiş (Ek-1) her bir karşılaştırma sorusu için verilen yanıtların geometrik ortalaması alınarak karar matrisi A'nın eleman değerleri hesaplanmıştır.

$$A = \begin{bmatrix} 1.00 & 2.62 & 2.34 & 1.96 & 1.27 & 0.91 & 1.63 & 1.55 \\ 0.38 & 1.00 & 1.64 & 2.18 & 1.89 & 1.94 & 1.53 & 1.88 \\ 0.43 & 0.61 & 1.00 & 2.25 & 1.92 & 1.62 & 3.01 & 2.78 \\ 0.51 & 0.46 & 0.44 & 1.00 & 1.42 & 2.52 & 1.74 & 1.68 \\ 0.79 & 0.53 & 0.52 & 0.71 & 1.00 & 2.00 & 1.22 & 1.46 \\ 1.10 & 0.52 & 0.62 & 0.40 & 0.50 & 1.00 & 1.27 & 1.46 \\ 0.61 & 0.65 & 0.33 & 0.57 & 0.82 & 0.79 & 1.00 & 1.13 \\ 0.65 & 0.53 & 0.36 & 0.60 & 0.69 & 0.69 & 0.88 & 1.00 \end{bmatrix}$$

$$\Sigma = 5.46 \quad 6.92 \quad 7.26 \quad 9.67 \quad 9.50 \quad 11.47 \quad 12.28 \quad 12.94$$

Üçüncü adımda ise formül 3 kullanılarak matris A'nın elemanlarının tamamı normalize edilerek, B vektörleri elde edilmekte, ardından da bu vektörler bir araya getirilerek Normalize matris C oluşturulmaktadır.

$$C = \begin{bmatrix} 0.1830 & 0.3783 & 0.3231 & 0.2030 & 0.1337 & 0.0794 & 0.1326 & 0.1198 \\ 0.0699 & 0.1446 & 0.2257 & 0.2257 & 0.1985 & 0.1691 & 0.1244 & 0.1456 \\ 0.0781 & 0.0883 & 0.1378 & 0.2330 & 0.2023 & 0.1411 & 0.2454 & 0.2146 \\ 0.0932 & 0.0662 & 0.0612 & 0.1034 & 0.1493 & 0.2197 & 0.1420 & 0.1296 \\ 0.1441 & 0.0767 & 0.0717 & 0.0729 & 0.1052 & 0.1747 & 0.0992 & 0.1128 \\ 0.2011 & 0.0746 & 0.0852 & 0.0410 & 0.0526 & 0.0872 & 0.1031 & 0.1126 \\ 0.1124 & 0.0946 & 0.0457 & 0.0593 & 0.0864 & 0.0689 & 0.0814 & 0.0876 \\ 0.1181 & 0.0768 & 0.0496 & 0.0617 & 0.0721 & 0.0599 & 0.0719 & 0.0773 \end{bmatrix}$$

$$\Sigma = 1.00 \quad 1.00 \quad 1.00 \quad 1.00 \quad 1.00 \quad 1.00 \quad 1.00 \quad 1.00$$

Normalizasyon işleminin ardından formül 4 kullanılarak C matrisinin her bir satırının eleman değerlerinin ortalaması alınmış ve öncelik vektörü olarak adlandırılan vektör W elde edilmiştir.

$$W = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \\ C_7 \\ C_8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1941 \\ 0.1630 \\ 0.1676 \\ 0.1206 \\ 0.1072 \\ 0.0947 \\ 0.0795 \\ 0.0734 \end{bmatrix}$$

W vektöründe görüldüğü gibi  $C_1$  olarak kodlanan treyler ağırlığı kriteri %19.41 değerini alarak en yüksek önem değerine sahip olan seçim kriteri olarak belirlenmektedir. Bunu %16.76 ile yükleme kapasitesi, %16.30 ile ikinci el piyasada kolay satılabilme olanağı, %12.06 ile treylerin iç yüksekliği ve %10.72 değeri ile marka bilinirliği kriterleri izlemektedir. Uzun garanti süresi, servis ağı genişliği ile filoya uygunluk gibi seçim kriterleri %10'un altında değerler olarak en sonlarda yer almaktadırlar.

Dördüncü adımda 5, 6, 7 ve 8. formüller kullanılarak değerlendirmenin tutarlılığı gözden geçirilmektedir. Buna göre ilk olarak D matrisi oluşturulmakta, ardından formüller kullanılarak tutarlılık rasyosu CR değerine ulaşılmaktadır.





C<sub>4</sub> Treyley İç Yüksekliği

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	S <sub>4</sub>
P <sub>1</sub>	0.382902	0.431975	0.4025488	0.4244435	0.1940455	0.3672
P <sub>2</sub>	0.225237	0.254103	0.3673104	0.1886432	0.2606182	0.2592
P <sub>3</sub>	0.124808	0.090771	0.1312114	0.2365023	0.2731423	0.1713
P <sub>4</sub>	0.091286	0.136303	0.0561399	0.1011894	0.1831192	0.1136
P <sub>5</sub>	0.175768	0.086848	0.0427895	0.0492217	0.0890748	0.0887
Σ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

C<sub>5</sub> Marka Bilinirliği

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	S <sub>5</sub>
P <sub>1</sub>	0.400024	0.59111	0.3057863	0.4001646	0.2335217	0.3861
P <sub>2</sub>	0.121909	0.180143	0.4088677	0.2259089	0.2338424	0.2341
P <sub>3</sub>	0.197368	0.066473	0.1508718	0.1993943	0.2781842	0.1785
P <sub>4</sub>	0.103571	0.082618	0.0783949	0.1036077	0.1510504	0.1038
P <sub>5</sub>	0.177127	0.079656	0.0560792	0.0709246	0.1034014	0.0974
Σ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

C<sub>6</sub> Uzun Garanti Süresi

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>
P <sub>1</sub>	0.330712	0.4751	0.2790267	0.3267032	0.1866554	0.3196
P <sub>2</sub>	0.15953	0.229181	0.3877758	0.2399598	0.2896454	0.2612
P <sub>3</sub>	0.208219	0.103828	0.1756776	0.2548216	0.233667	0.1952
P <sub>4</sub>	0.115167	0.108661	0.0784354	0.1137711	0.1848428	0.1202
P <sub>5</sub>	0.186372	0.083231	0.0790844	0.0647442	0.1051893	0.1037
Σ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

C<sub>7</sub> Servis Ağı Genişliği

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	S <sub>7</sub>
P <sub>1</sub>	0.445971	0.607797	0.3736982	0.405853	0.3009633	0.4269
P <sub>2</sub>	0.125886	0.171566	0.3625582	0.204420	0.2476219	0.2224
P <sub>3</sub>	0.151523	0.060082	0.1269676	0.2234875	0.1782952	0.1481
P <sub>4</sub>	0.105382	0.080489	0.0544839	0.0959022	0.1575604	0.0988
P <sub>5</sub>	0.171237	0.080066	0.082292	0.0703373	0.1155591	0.1039
Σ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

C<sub>8</sub> Filoya Uygunluk

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	S <sub>8</sub>
P <sub>1</sub>	0.435873	0.547954	0.4945081	0.3840073	0.2440701	0.4213
P <sub>2</sub>	0.135708	0.170604	0.2119622	0.2254279	0.2182341	0.1924
P <sub>3</sub>	0.139018	0.126945	0.1577192	0.2364149	0.2302211	0.1781
P <sub>4</sub>	0.121455	0.08098	0.0713845	0.1070026	0.2134325	0.1189
P <sub>5</sub>	0.167945	0.073517	0.0644261	0.0471472	0.0940421	0.0894
Σ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Normalize matrisler ve S vektörleri elde edildikten sonra S vektör değerlerinden oluşan bir K matrisi oluşturulmaktadır. K matrisi karar alternatiflerinin seçim kriterleri çerçevesinde elde edilen tüm önem değerini bir arada göstermektedir.

	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
P <sub>1</sub>	0.4132	0.4298	0.3905	0.3672	0.3861	0.3196	0.4269	0.4213
P <sub>2</sub>	0.2003	0.2211	0.2104	0.2592	0.2341	0.2612	0.2224	0.1924
P <sub>3</sub>	0.1787	0.1720	0.1981	0.1713	0.1785	0.1952	0.1481	0.1781
P <sub>4</sub>	0.1043	0.0957	0.0963	0.1136	0.1038	0.1202	0.0988	0.1189
P <sub>5</sub>	0.1034	0.0814	0.1047	0.0887	0.0974	0.1037	0.1039	0.0894

Bütün karar alternatifleri ile ilgili formül 5 den 8 e kadar formüller kullanılarak, tutarlılık analizi yapıldığında P<sub>1</sub> den P<sub>5</sub> e kadar tutarlılık değerleri sırasıyla 0.028; 0.037; 0.067; 0.096; 0.091; 0.065; 0.076; 0.067 olarak hesaplanmaktadır.

K matrisi elde edildikten sonra altıncı ve son aşamaya geçilmektedir. Bu aşamada K matrisinin değerleri ile seçim kriterleri ile ilgili öz vektör W nin elemanlarının değerleri çarpılmakta ve L vektörü oluşturulmaktadır.

L vektörü tüm karar alternatiflerinin göreceli önem değerlerini yüzde dağılım olarak gösterirken, bütün karar noktalarının bu değerler çerçevesinde sıralandırılmasına da olanak verir.

$$L = \begin{bmatrix} 0.4132 & 0.4298 & 0.3905 & 0.3672 & 0.3861 & 0.3196 & 0.4269 & 0.4213 \\ 0.2003 & 0.2211 & 0.2104 & 0.2592 & 0.2341 & 0.2612 & 0.2224 & 0.1924 \\ 0.1787 & 0.1720 & 0.1981 & 0.1713 & 0.1785 & 0.1952 & 0.1481 & 0.1781 \\ 0.1043 & 0.0957 & 0.0963 & 0.1136 & 0.1038 & 0.1202 & 0.0988 & 0.1189 \\ 0.1034 & 0.0814 & 0.1047 & 0.0887 & 0.0974 & 0.1037 & 0.1039 & 0.0894 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.1941 \\ 0.1630 \\ 0.1676 \\ 0.1206 \\ 0.1072 \\ 0.0947 \\ 0.0795 \\ 0.0734 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.396 \\ 0.223 \\ 0.179 \\ 0.105 \\ 0.097 \end{bmatrix}$$

Sonuç olarak elde edilen değerler incelendiği zaman seçim kriterleri arasında treyley ağırlığı kriteri en önemli seçim kriteri olarak belirlenirken, önem derecesi açısından bunu yükleme kapasitesi, ikinci el piyasada kolay satılabilme olanağı, marka bilinirliği kriterleri izlemektedir. Seçim kriterleri önem derecesine göre; C<sub>1</sub>>C<sub>3</sub>>C<sub>2</sub>>C<sub>4</sub>>C<sub>5</sub>>C<sub>6</sub>>C<sub>7</sub>>C<sub>8</sub> şeklinde sıralandırılabilir.

Karar alternatifleri değerlendirildiğinde %39,6 ile en yüksek önem değerine Marka- Tr ulaşarak standart treyley seçimi ile ilgili en önemli karar alternatifini tanımlanmıştır. Dolayısıyla AHP yöntemi çerçevesinde Marka-Tr en iyi ve uygun treyley seçimi olarak değerlendirilebilir. Bunu %22,3 ile Marka Sc, %17,9 ile Marka Kr, %10,5 ile Marka Ko izlemekte, Marka Kb en küçük değer olan %9,7 ile en sonda yer almaktadır.

## 3.2. TOPSIS Yöntemi

Bu kapsamda AHP yönteminde beş farklı marka karar noktası olarak değerlendirilirken, TOPSIS yönteminde karar noktalarının sayısı 16 olarak belirlenmiştir. Bunun temel nedenlerinden birisi tümüyle sözel yargıların geçerli olduğu karar vericilerin sezgisel yaklaşımlarının nesnel gerçeklikle uyumlu olup olmadığını gözlemlemektir.

AHP yöntemi ile yapılan değerlendirmenin sadece markalara odaklı olması karar vericilerin soruları yanıtlarken odak noktalarını kaybetmelerinin önüne geçecek şekilde kapsamı sınırlı tutmak, aynı zamanda marka ile model arasında karar alıcı profesyonellerin görüşleri arasında sapma olup olmadığını değerlendirmesidir.

TOPSIS yöntemi ile standart treyleyler analiz edilirken karar noktaları olarak sadece markalar değerlendirmeye alınmamış, aynı zamanda bu markaların farklı özelliklere sahip modelleri de alt karar noktaları olarak dikkate alınmıştır. TOPSIS yöntemi AHP yöntemi gibi altı aşamalı olarak uygulanan çok kriterli karar alma yöntemlerinden birisidir. İlk aşamada karar matrisi A oluşturulmaktadır.

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>
	Kg	TL	Kg	mm	kvy*	yıl	sayı	kvy*
P <sub>11</sub>	7000	58000	40000	2950	0.38612	5	14	0.421283
P <sub>12</sub>	6950	94500	40000	2710	0.38612	5	14	0.421283
P <sub>13</sub>	7800	42500	40000	2950	0.38612	5	14	0.421283
P <sub>14</sub>	7080	40000	40000	2800	0.38612	5	14	0.421283
P <sub>21</sub>	5988	75000	39000	2480	0.23413	7	6	0.192387
P <sub>22</sub>	6330	60000	36000	2480	0.23413	7	6	0.192387
P <sub>23</sub>	6914	61500	36000	2480	0.23413	7	6	0.192387
P <sub>24</sub>	6554	40000	39000	2480	0.23413	7	6	0.192387
P <sub>31</sub>	6760	69300	39000	2480	0.17846	10	15	0.178064
P <sub>32</sub>	6500	90720	39000	2480	0.17846	10	15	0.178064
P <sub>33</sub>	6900	90300	39000	2480	0.17846	10	15	0.178064
P <sub>34</sub>	5630	84000	36000	2480	0.17846	10	15	0.178064
P <sub>41</sub>	7390	107800	42000	2480	0.10385	5	2	0.118851
P <sub>51</sub>	6270	52000	39000	2480	0.09744	5	1	0.178064
P <sub>52</sub>	7500	58000	39000	2800	0.09744	5	1	0.178064
P <sub>53</sub>	6530	60000	39000	2480	0.09744	5	1	0.178064

kvy\*=karar verici yargısı

Bir sonraki aşamada formül 10 kullanılarak bütün karar matrisinin elemanları normalize edilmektedir.

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>
P <sub>11</sub>	0.258	0.205	0.257	0.284	0.390	0.177	0.327	0.403
P <sub>12</sub>	0.256	0.334	0.257	0.261	0.390	0.177	0.327	0.403
P <sub>13</sub>	0.288	0.150	0.257	0.284	0.390	0.177	0.327	0.403
P <sub>14</sub>	0.261	0.142	0.257	0.269	0.390	0.177	0.327	0.403
P <sub>21</sub>	0.221	0.265	0.251	0.239	0.236	0.248	0.140	0.184
P <sub>22</sub>	0.233	0.212	0.231	0.239	0.236	0.248	0.140	0.184
P <sub>23</sub>	0.255	0.218	0.231	0.239	0.236	0.248	0.140	0.184
P <sub>24</sub>	0.242	0.142	0.251	0.239	0.236	0.248	0.140	0.184
P <sub>31</sub>	0.249	0.245	0.251	0.239	0.180	0.354	0.350	0.170
P <sub>32</sub>	0.240	0.321	0.251	0.239	0.180	0.354	0.350	0.170
P <sub>33</sub>	0.255	0.320	0.251	0.239	0.180	0.354	0.350	0.170
P <sub>34</sub>	0.208	0.297	0.231	0.239	0.180	0.354	0.350	0.170
P <sub>41</sub>	0.273	0.382	0.270	0.239	0.105	0.177	0.047	0.114
P <sub>51</sub>	0.231	0.184	0.251	0.239	0.098	0.177	0.023	0.170
P <sub>52</sub>	0.277	0.205	0.251	0.269	0.098	0.177	0.023	0.170
P <sub>53</sub>	0.241	0.212	0.251	0.239	0.098	0.177	0.023	0.170

Bir sonraki aşamada normalize edilen matris değerleri kendi sütununda yer alan öz vektör değeri ile çarpılmakta ve ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilmektedir. Ağırlık değerlerinin belirlenmesi ile ilgili olarak AHP yönteminin üçüncü adımında elde edilen W vektörünün elemanları değerlendirilmeye alınmaktadır.

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>
	min	mak	mak	mak	mak	mak	mak	mak
P <sub>11</sub>	0.1941	0.1630	0.1676	0.1206	0.1072	0.0947	0.0795	0.0734
P <sub>12</sub>	0.05011	0.03345	0.04307	0.03421	0.04175	0.01678	0.02600	0.02957
P <sub>13</sub>	0.04976	0.05450	0.04307	0.03143	0.04175	0.01678	0.02600	0.02957
P <sub>14</sub>	0.05584	0.02451	0.04307	0.03421	0.04175	0.01678	0.02600	0.02957
P <sub>21</sub>	0.05069	0.02307	0.04307	0.03247	0.04175	0.01678	0.02600	0.02957
P <sub>22</sub>	0.04287	0.04325	0.04199	0.02876	0.02532	0.02349	0.01114	0.01350
P <sub>23</sub>	0.04532	0.03460	0.03876	0.02876	0.02532	0.02349	0.01114	0.01350
P <sub>24</sub>	0.04950	0.03547	0.03876	0.02876	0.02532	0.02349	0.01114	0.01350
P <sub>31</sub>	0.04692	0.02307	0.04199	0.02876	0.02532	0.02349	0.01114	0.01350
P <sub>32</sub>	0.04840	0.03997	0.04199	0.02876	0.01930	0.03355	0.02786	0.01250
P <sub>33</sub>	0.04653	0.05232	0.04199	0.02876	0.01930	0.03355	0.02786	0.01250
P <sub>34</sub>	0.04940	0.05208	0.04199	0.02876	0.01930	0.03355	0.02786	0.01250
P <sub>41</sub>	0.04031	0.04844	0.03876	0.02876	0.01930	0.03355	0.02786	0.01250
P <sub>51</sub>	0.05291	0.06217	0.04522	0.02876	0.01123	0.01678	0.00371	0.00834
P <sub>52</sub>	0.04489	0.02999	0.04199	0.02876	0.01054	0.01678	0.00186	0.01250
P <sub>53</sub>	0.05369	0.03345	0.04199	0.03247	0.01054	0.01678	0.00186	0.01250
P <sub>53</sub>	0.04675	0.03460	0.04199	0.02876	0.01054	0.01678	0.00186	0.01250

Ağırlıklandırılmış normalize matris V oluşturulduktan sonra seçim kriteri için beklenen minimize ya da maksimize değer almasına göre ideal çözüm ile negatif ideal çözüm değerleri belirlenebilmektedir.

Sadece C<sub>1</sub> kriteri için beklenen en küçük değeri alması, diğerleri için ise en yüksek değeri almaları olduğu için ilk sütunda en küçük değer ideal, en büyük değer ise negatif ideal çözüm iken, diğer kriterler için en yüksek değerler ideal, en küçük değerler ise negatif ideal çözümü göstermektedir. Formül 11 ve 12 kullanılarak ideal ve negatif ideal çözümler elde edilebilmektedir.

ideal 0.0403 0.0622 0.0452 0.0342 0.0418 0.0336 0.0279 0.0296  
n.ideal 0.0558 0.0231 0.0388 0.0288 0.0105 0.0168 0.0019 0.0083

İdeal ve negatif ideal çözümler elde edildikten sonra formül 13 ve 14 kullanılarak bütün faktörlerin ideal ve negatif ideal çözümünden uzaklıkları hesaplanarak, her bir karar noktası için bu değerlerin ortalaması alınmaktadır. Elde edilen bu değer her bir faktörün ideal ve negatif ideal çözüme uzaklıklarını göstermektedir.

*İdeal çözüm matrisi*

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	i.u
P <sub>11</sub>	0.00010	0.00082	0.00000	0.00000	0.00000	0.00028	0.00000	0.00000	0.034793
P <sub>12</sub>	0.00009	0.00006	0.00000	0.00001	0.00000	0.00028	0.00000	0.00000	0.021105
P <sub>13</sub>	0.00024	0.00142	0.00000	0.00000	0.00000	0.00028	0.00000	0.00000	0.044148
P <sub>14</sub>	0.00011	0.00153	0.00000	0.00000	0.00000	0.00028	0.00000	0.00000	0.043922
P <sub>21</sub>	0.00001	0.00036	0.00001	0.00003	0.00027	0.00010	0.00028	0.00026	0.036241
P <sub>22</sub>	0.00003	0.00076	0.00004	0.00003	0.00027	0.00010	0.00028	0.00026	0.042016
P <sub>23</sub>	0.00008	0.00071	0.00004	0.00003	0.00027	0.00010	0.00028	0.00026	0.042164
P <sub>24</sub>	0.00004	0.00153	0.00001	0.00003	0.00027	0.00010	0.00028	0.00026	0.050216
P <sub>31</sub>	0.00007	0.00049	0.00001	0.00003	0.00050	0.00000	0.00000	0.00029	0.037340
P <sub>32</sub>	0.00004	0.00010	0.00001	0.00003	0.00050	0.00000	0.00000	0.00029	0.031171
P <sub>33</sub>	0.00008	0.00010	0.00001	0.00003	0.00050	0.00000	0.00000	0.00029	0.031943
P <sub>34</sub>	0.00000	0.00019	0.00004	0.00003	0.00050	0.00000	0.00000	0.00029	0.032489
P <sub>41</sub>	0.00016	0.00000	0.00000	0.00003	0.00093	0.00028	0.00058	0.00045	0.049346
P <sub>51</sub>	0.00002	0.00104	0.00001	0.00003	0.00097	0.00028	0.00068	0.00029	0.057619
P <sub>52</sub>	0.00018	0.00082	0.00001	0.00000	0.00097	0.00028	0.00068	0.00029	0.056928
P <sub>53</sub>	0.00004	0.00076	0.00001	0.00003	0.00097	0.00028	0.00068	0.00029	0.055361

*Negatif İdeal çözüm matrisi*

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$C_8$	n.i.u
$P_{11}$	0.00003	0.00011	0.00002	0.00003	0.00097	0.00000	0.00058	0.00045	0.046869
$P_{12}$	0.00004	0.00099	0.00002	0.00001	0.00097	0.00000	0.00058	0.00045	0.055303
$P_{13}$	0.00000	0.00000	0.00002	0.00003	0.00097	0.00000	0.00058	0.00045	0.045368
$P_{14}$	0.00003	0.00000	0.00002	0.00001	0.00097	0.00000	0.00058	0.00045	0.045462
$P_{21}$	0.00017	0.00041	0.00001	0.00000	0.00022	0.00005	0.00009	0.00003	0.031024
$P_{22}$	0.00011	0.00013	0.00000	0.00000	0.00022	0.00005	0.00009	0.00003	0.024903
$P_{23}$	0.00004	0.00015	0.00000	0.00000	0.00022	0.00005	0.00009	0.00003	0.023882
$P_{24}$	0.00008	0.00000	0.00001	0.00000	0.00022	0.00005	0.00009	0.00003	0.021596
$P_{31}$	0.00006	0.00029	0.00001	0.00000	0.00008	0.00028	0.00068	0.00002	0.037454
$P_{32}$	0.00009	0.00086	0.00001	0.00000	0.00008	0.00028	0.00068	0.00002	0.044766
$P_{33}$	0.00004	0.00084	0.00001	0.00000	0.00008	0.00028	0.00068	0.00002	0.044100
$P_{34}$	0.00024	0.00064	0.00000	0.00000	0.00008	0.00028	0.00068	0.00002	0.044007
$P_{41}$	0.00001	0.00153	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.039788
$P_{51}$	0.00012	0.00005	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002	0.013985
$P_{52}$	0.00000	0.00011	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002	0.012404
$P_{53}$	0.00008	0.00013	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002	0.015602

Altıncı ve son aşamada formül 15 kullanılarak her bir karar alternatifi için Görelî yakınlık değeri ( $C_i^*$ ) hesaplanmaktadır. Bu değer aynı zamanda karar noktalarının önem dereceleri ile sıralamalarını da göstermektedir. Görelî yakınlık değeri 1 e en yakın olan karar alternatifi en iyi opsiyon olarak değerlendirilebilmekte, karar noktalarının aldıkları değer 0'a yaklaştıkça en kötü tercih haline gelebilmektedir.

Kod	Marka	Model	$C_i^*$	Sıra
$P_{11}$	Marka Tr	MEGA	0.5739	5
$P_{12}$	Marka Tr	MAKSİMA	0.7238	1
$P_{13}$	Marka Tr	ÇİFT KATLI	0.5068	7
$P_{14}$	Marka Tr	MAKSİMA PLUS	0.5086	6
$P_{21}$	Marka Sc	S.CS GENİOS	0.4612	9
$P_{22}$	Marka Sc	S.CS UNIVERSAL	0.3721	11
$P_{23}$	Marka Sc	S.CS MEGA	0.3616	12
$P_{24}$	Marka Sc	S.CS X - LIGHT	0.3007	13
$P_{31}$	Marka Kr	PROFILİNER	0.5008	8
$P_{32}$	Marka Kr	MEGALİNER	0.5895	2
$P_{33}$	Marka Kr	MEGA LİNER MULTOS	0.5799	3
$P_{34}$	Marka Kr	ULTRA SERIES	0.5753	4
$P_{41}$	Marka Ko	EURO TRAILER	0.4464	10
$P_{51}$	Marka Kb	K.SCS M 90-12/27	0.1953	15
$P_{52}$	Marka Kb	K.SCS X + 90-12/27	0.1789	16
$P_{53}$	Marka Kb	K.SCS X 90-12/27	0.2199	14

TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirilen analizde en iyi alternatif Marka Tr tarafından üretilen Maksima model treyler olarak belirlenmiştir. İkinci olarak en iyi tercih Marka Kr tarafından üretilen Megaliner model treyler olurken, aynı marka tarafından üretilen Megaliner Multos üçüncü, Ultra Series modeli ise dördüncü en iyi tercih olmaktadır. Marka Tr nin diğer modelleri ise beşincilikten yedinciliğe kadar sıralama içinde yerini almaktadır. Marka Kb tarafından üretilen modeller en son tercihler arasında bulunmaktadır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Karayolu taşımacılık faaliyeti gerçekleştiren işletmelerin daha etkin ve verimli lojistik operasyonlar yürütebilmeleri için operasyonlarının tümünü kapsayacak şekilde doğru kararlar alabilmeleri hayati düzeyde öneme sahiptir.

Özü itibarıyla taşımacılık faaliyetleri; operatörlerin birçok konuda çok sayıda alternatif arasından seçim yaptıkları ve tercihlerine etki eden faktörlerin sürekli değişiklik gösterdiği lojistik operasyonlardır. Taşıma operatörleri kat edecekleri güzergâhlardan, kullanacakları çekici araçlara, sürücülere, taşımanın hangi tür ya da türlerle gerçekleştirileceği gibi çok sayıda karar verme problemlerine çözüm yaratmak zorundadır.

Karar verme problemlerinden birisi de gerçekleştirecekleri taşıma operasyonlarında kullanacakları standart ya da sektör ve uygulamada kullandıkları ismi ile tenteli veya brandalı treylerlerin seçimi ile ilgilidir.

Standart treyler seçiminde karar alıcılar çok sayıda üretici tarafından üretilen modeller arasında tercihlerine etki eden seçim kriterlerini dikkate alarak karar vermek durumundadır. Bununla birlikte seçim kriterleri ve karar noktalarının çok sayıda olması karar alıcıların sezgisel olarak doğru karar verebilmelerini zorlaştırmaktadır.

Bu nedenle standart treyler seçimi çok sayıda seçim kriteri tarafından etkilenmesi ve alınabilecek karar alternatiflerinin çok sayıda olması nedeniyle gerçekte ancak çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözülebilecek bir karar problemidir.

Kullanılacak çok kriterli karar verme metodolojisi ya da metodolojileri söz konusu karar verme problemi için karar alıcılara sistematik ve yapısal bir perspektifte uygulanabilir çözüm yolu sağlayan matematiksel bir model olarak da bütünüyle işlevsel olacaktır.

Bu kapsamda problemin çözümü için iki farklı çok kriterli karar verme metodu seçilmiş, her iki yöntem de ayrı ayrı uygulanmıştır. AHP yönteminde seçime etki eden faktörler ve karar noktaları analiz edilirken, karar alternatifleri üretici firmaların markaları ile sınırlı tutulmuştur.

TOPSIS yönteminde ise karar alternatifleri içinde alt karar noktaları üretici firmaların brandalı araç modelleri olarak belirlenmiş ve değerlendirmeye alınmıştır. Bunun temel nedenlerinden birisi karar vericilerin sözel yargıları ile gerçek dünya da söz konusu olacak seçimler arasında bir sapma olup olmadığının tespit edilmesi, aynı zamanda marka ve model algısının karar vericilerin gözünde farklı yaklaşım ve uygulamalara yol açıp açmadığının tespit edilmesidir.

AHP yöntemi ile yapılan analizde en yüksek değere sahip seçim kriteri treylerin ağırlığı olarak belirlenmiştir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi taşıma kabının boş ağırlığı azaldıkça taşınabilen yük miktarının artabilmesidir. Taşıma hizmeti talep eden işletmeler daha yüksek miktarda yükün taşınabilmesini birim maliyetler açısından da değerlendirip ciddi olarak önemseyebilmektedirler. Bu durum taşıma işletmesinin daha fazla tercih edilebilir hale gelmesine olanak sağlamaktadır. Diğer bir neden ise yasal sınırlama ve kısıtlamalardır. Treyler boş ağırlığı azaldıkça kütle katar ağırlığı da azalacağından taşımacıların yüklemeye sınırını aşmaları sonucunda katlanacakları para cezaları ve trafikten men edilme gibi durumlarla daha az karşılaşabileceklerdir.

Toplam yüklemeye kapasitesi olarak belirlenen seçim kriterinin ikinci en önemli faktör olması yukarıda bahsedilen durumu önemli ölçüde kanıtlamaktadır. Üçüncü en önemli seçim kriteri olan ikinci el piyasa da kolayca satılabilir olma kriteri ise taşınan yüklerin ağır olması sonucu treylerlerin yıpranmalarının fazla olması nedeniyle taşıma işletmeleri fazla kayba uğramadan bu araçları elden çıkarmak ve sahip oldukları treyler filolarını sürekli yeni tutmak amacıyla olmalarından kaynaklanmaktadır.

Treylerin iç yüksekliği kriteri de yine yüklemeye kapasitesine ilişkin beklentiden kaynaklanmaktadır. Standart treylerin iç yüksekliği arttıkça taşınacak yükün hacmi de artabilmekte,

ağırlık sınırını aşmayan ancak boyut açısından sınırları aşabilecek yükler bu sayede taşınabilmektedir.

Marka bilinirliği, servis yaygınlığı ve filoya uygunluk ile garanti süresi diğer kriterlere göre kıyasla en düşük önem değerine sahip seçim kriterleridir. Bunlar arasında garanti süresi bu araçların mümkün olan en kısa sürede ikinci el piyasada satılabilmesine ilişkin beklentisi dikkate alındığı zaman önemsiz kalmaktadır.

Analiz TOPSIS yöntemi ile yapıldığı zaman markaların yanı sıra markalar tarafından üretilen modeller de değerlendirme kapsamına alınmış, en iyi seçim alternatifi Marka Tr tarafından üretilen Maksima modeli olarak belirlenmiştir. Buna karşılık AHP yöntemi ile yapılan analizde %17,9 önem değeri olarak üçüncü en iyi alternatif olan Marka Kr modeller değerlendirildiğinde ürettiği Megaliner modeli ile en iyi ikinci alternatif haline gelmiş, diğer modelleri ise üçüncü ve dördüncü sırada yer almıştır. Buna karşılık marka olarak en iyi ikinci tercih olan Marka Sc nin ürettiği modeller en iyi dokuzuncu sırayı alabilmiştir. Marka Ko en önemli dördüncü tercih edilebilir marka iken, ürettiği model ancak onuncu en iyi alternatif olabilmıştır. Marka Kb ve ürettiği modeller ise her iki analizde de en son sonlarda yer almıştır.

Nihai olarak değerlendirildiğinde karar vericiler sezgisel olarak yaklaştıklarında tercihleri ile doğrudan ölçülebilir faktörler dikkate alınarak analiz yapıldığında en iyi tercihler bir miktar değişime uğramakla birlikte Marka Tr genel olarak en üst düzeyde tercih edilebilir marka ve modele sahip alternatif olarak görülmektedir.

Sonuç olarak değerlendirildiğinde marka olarak bakıldığı zaman karar vericilerin tercihlerinin daha net bir biçimde şekillendiği ve ağırlık olarak belirli bir markaya yöneldiği görülmekte, modeller değerlendirmeye alındığında aynı markanın belirli bir modeline yoğunlaşmakla birlikte sıralama olarak altlarda yer alan treyler markalarının model olarak daha fazla tercih edilebilir olabileceği görülmektedir.

Bu araştırma çerçevesinde elde edilen sonuçlar treyler seçimi ile ilgili olarak çok kriterli karar verme metodolojilerinin bir matematiksel model olarak sistematik ve yapısal çözüm yolu sağlayacağı görülebilmektedir. Hatalı araç ve ekipman seçimi kaynaklı taşımacılıkla ilişkili problemlerin ortadan kaldırılması ya da kabul edilebilir en düşük seviyelere indirilebilmesi daha etkin verimli ve mükemmellik düzeyi artırılmış lojistik operasyonlar anlamına da gelmektedir. dolayısıyla doğru treyler seçimi son derece önemli bir karar olarak değerlendirilebilmektedir. Aynı zamanda seçilen yöntemler karar vericiler tarafından kolayca uygulanabilir bir metodoloji olarak önermektedir. Bu kapsamda seçilecek standart treylerlerin daha rasyonel, gerçekçi ve uygulanabilir bir perspektifte seçilebilmesi mümkün olabilecektir. Bunun doğal bir sonucu olarak taşıma işletmeleri yatırımlarını daha rasyonel bir temelde yapabilecekleri gibi, lojistik akışlarda görülmesi olası aksaklıklar daha düşük ve kabul edilebilir düzeylere indirilebilecek, tedarik zinciri aktörlerinin elde edebileceği faydalar artabileceği gibi toplam katma değer artmasına önemli ölçüde katkı sağlanabilecektir.

## Kaynakça

- Awasthia A., Chauhan, S.S., Omrani, H. (2011). Application of fuzzy TOPSIS in evaluating sustainable transportation systems, *Expert Systems with Applications*, 38, (10), 12270-12280.
- Bula, L.D., Rodriguez, C.V. & Medina B. (2018). Analytical Hierarchical Process (AHP) For The Selection of Conveyance In A Company That Distributes Cement Blocks at A Municipal Level, *Indian Journal of Science and Technology*, 11, (17), 1-7.
- EC European Commission (2017). *Yurtiçi taşıma modlarının AB-28 modelinde kargo taşımacılığı*. (Erişim: 11.05.2017), <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/>
- Erinci, F. & Durak, H. (2014). *Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Akıllı Telefon Seçimi*. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19, (4), 225-239.
- Javid, R. Nejat, A. Hayhoe K. (2014). *Selection of CO2 mitigation strategies for road transportation in the United States using a multi-criteria approach*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 960-972.
- Kapar, K. (2013). Bir Üretim İşletmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci İle Tedarikçi Seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28, (1), 197-231
- Kopytov, E. & Abramov D. (2013). Multiple-Criteria Choice of Transportation Alternatives in Freight Transport System for Different Types of Cargo, *Proceedings of the 13th International Conference "Reliability and Statistics in Transportation and Communication" (RelStat'13)*, 16-19 October 2013, Riga, Latvia, 180-187.
- Kumru M. & Kumru, P.Y. (2014). Analytic hierarchy process application in selecting the mode of transport for a logistics company. *Journal of Advanced Transport*, 48, 974-999.
- Melemez, K. Gironimo, G. D. Esposito G. & Lanzotti A. (2013). Concept design in virtual reality of a forestry trailer using a QFD-TRIZ based approach. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37, 789-801.
- Saaty, T.L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32, 841-855.
- Validi S., Bhattacharya, A. & Byrne, P.J. (2014). A case analysis of a sustainable food supply chain distribution system—A multi-objective approach. *International Journal of Production Economics*, 152, 71-87.
- Yıldırım B.F. & Yeşilyurt C. (2014). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yaklaşımı İle Proje Değerlendirme Kriterlerinin Önceliklendirilmesi: Kalkınma Ajansı Örneği, *Atatürk İletişim Dergisi Sayı 6*, 39-41.
- Zolfani, S. H., Rezaeiniya, N., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. (2011). Forest roads locating based on AHP and COPRAS-G methods: An empirical study based on Iran. *E a M: Ekonomie a Management* 14, (4), 6-21.