



CILOS VE WASPAS BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIMI İLE BİR LOJİSTİK FİRMASI İÇİN KARAYOLU TAŞIMA ARACI SEÇİMİ

Harun DUMLU ¹

Öz

Taşıma modları arasında karayolu taşımacılığı, oldukça sık kullanılan ve büyük öneme sahip olan bir taşıma modudur. Bu nedenle karayolu taşımacılığında kullanılacak olan taşıma araçlarının da optimal bir şekilde seçilmesi lojistik firmaları açısından önem arz etmektedir. Bu seçim esnasında ilgili karayolu taşıma aracı alternatifinin hem düşük maliyetli olarak temin edilebilmesi, hem de bu taşıma aracından yüksek performans alınabilmesi, her lojistik firması için bir karar problemi oluşturmaktadır. Bu karar probleminden hareketle bu çalışmada, bir lojistik firması için en uygun karayolu taşıma aracının seçimi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda bir ÇKKV yöntemi olan CILOS yöntemi kullanılarak literatür yardımıyla belirlenen karayolu taşıma aracı seçim kriterleri, objektif bir şekilde ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra başka bir ÇKKV yöntemi olan WASPAS yöntemi ile alternatif karayolu taşıma araçları uygunluk düzeylerine göre sıralanmıştır. Bu sıralama neticesinde ilgili lojistik firması için en uygun karayolu taşıma aracı belirlenmiştir. Çalışmada son olarak, yapılan analizin tutarlılığını görmek amacıyla duyarlılık analizi de gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu duyarlılık analizi sonucuna göre analiz bulgularının tutarlı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Lojistik Firması, Karayolu Taşıma Aracı, Çok Kriterli Karar Verme.

JEL Sınıflandırılması : M11, C02.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, harun.dumlu@giresun.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0897-0154.

Atıf/Citation (APA 6):

Dumlu, H. (2025). CILOS ve WASPAS bütünleşik yaklaşımı ile bir lojistik firması için karayolu taşıma aracı seçimi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 600–617. <http://doi.org/10.25287/ohuiibf.1572550>.

SELECTION OF ROAD TRANSPORT VEHICLE FOR A LOGISTICS COMPANY WITH CILOS AND WASPAS INTEGRATED APPROACH

Abstract

Among the modes of transport, road transport is a frequently used and very important mode of transport. For this reason, it is very important for logistics firms to optimally select the transport vehicles to be used in road transport. During this selection, both the availability of the relevant road transport vehicle alternative at low cost and the ability to obtain high performance from this transport vehicle constitute a decision problem for each logistics firm. Based on this decision problem, the aim of this study is to select the most appropriate road transport vehicle for a logistics firm. In this direction, the road transport vehicle selection criteria determined with the help of literature were weighted objectively using the CILOS method, which is an MCDM method. Later, alternative road transport vehicles were ranked according to their suitability levels using another MCDM method, the WASPAS method. As a result of this ranking, the most suitable road transport vehicle for the relevant logistics firm was determined. Finally, in the study, sensitivity analysis was also performed to see the consistency of the analysis. According to the results of this sensitivity analysis, it was seen that the analysis findings were consistent.

Keywords : Logistics Firm, Road Transport Vehicle, Multi-Criteria Decision Making.

JEL Classification : M11, C02.

GİRİŞ

Her yıl milyonlarca ton ağırlıktaki yük; doğru zamanda doğru yere ulaştırılmak için bir dizi lojistik faaliyete tabi tutulmaktadır. Gerçekleştirilen bu bir dizi faaliyetten oluşan, lojistik kavramı için literatürde birbirine benzer birçok tanım bulunmaktadır. Bunlardan birinde Daskin (1985) lojistiği, yüklerin tam zamanında, istenilen yerde bulunmasını sağlamak amacıyla gerekli olan her türlü sistemin tasarlanması ve işletilmesi olarak tanımlamaktadır. Lojistik; sipariş işleme, depolama, dağıtım, stok yönetimi, taşıma, ambalajlama ve elleçleme gibi temel faaliyetlerinden oluşmaktadır. Lojistik faaliyetler içerisinde önemli bir yeri olan taşıma faaliyeti, yükün ve taşımanın gerçekleştirileceği bölgelerin özelliklerine göre farklı modlarda gerçekleştirilmektedir. Bu modlar karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu ve boru hattı taşımacılığı modlarıdır (Murphy & Knemeyer, 2016, s. 212). Yükler, taşımanın gerçekleştirileceği bölgenin özelliklerine göre sadece bir taşıma moduyla taşınabileceği gibi iki veya daha fazla taşıma moduyla da taşınabilmektedir. Bu şekilde gerçekleştirilen taşıma faaliyetine de karma taşıma adı verilir. Birden fazla taşıma modu kullanılarak gerçekleştirilen ve mod değişimlerinde taşınan yükün yeniden elleçlendiği karma taşıma; çok modlu (Multimodal) taşımacılıktır. Ancak modlar arası değişimde yükler yerine, yüklerin içerisinde bulunduğu taşıma aracının elleçlendiği karma taşımaya da modlar arası taşıma (Intermodal) denir. Taşımanın başlangıç ve bitişinde karayolu taşıma modunun olduğu ve başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki uzun mesafeli taşımanın demiryolu ya da denizyolu ile gerçekleştirildiği karma taşımaya ise kombine taşıma adı verilir (Long, 2019, s. 121-122). Tüm bu karma taşıma faaliyetleri içerisinde karayolu ile taşımanın önemi oldukça yüksektir. Havayolu, demiryolu ve denizyolu taşıma modlarına ulaşabilmek için karayoluna ihtiyaç vardır. Yüklerin bu taşıma modlarının herhangi birinden bir diğerine aktarılabilmesi için genellikle karayolu taşıma modu kullanılmaktadır.

Yüklerin verimli bir şekilde taşınması, çalışanların moralini yükseltir, müşteri hizmetlerini iyileştirir, envanteri azaltır, teslimat süresini kısaltır, üretkenliği artırır ve üretim maliyetlerini düşürür. Bunlar; artan rekabet ortamında, üretim işletmeleri ve lojistik firmalarının sürdürülebilirliği ve büyümesi için zorunluluk arz etmektedir (Chakraborty & Prasad, 2016: 800). Dolayısıyla lojistik firmaları, taşıma faaliyetini gerçekleştireceği taşıma araçlarını doğru bir şekilde seçmelidir. Bu sayede lojistik firmaları diğer faaliyetlerini de verimli bir şekilde gerçekleştirebilecektir.

Görüldüğü üzere taşıma faaliyetleri içerisinde, karayolu taşımacılığı oldukça sık kullanılan ve büyük öneme sahip olan bir taşıma modudur. Bu nedenle karayolu taşımacılığında kullanılacak olan

taşıma araçlarının nasıl seçileceği ve hangi taşıma aracının seçileceği, lojistik firmalar için önemli bir karar problemidir. İlgili karayolu taşıma aracı alternatifinin hem düşük maliyetli olarak temin edilebilmesi, hem de bu taşıma aracından yüksek performans alınabilmesi bu karar probleminin temelini oluşturmaktadır. Bu karar probleminden hareketle bu çalışmada, ulusal düzeyde faaliyet yürüten bir lojistik firması için en uygun karayolu taşıma aracının seçimi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda bir çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemi olan CILOS (Criterion Impact Loss – Kriter Etki Kaybı) yöntemi kullanılarak literatür yardımıyla belirlenen karayolu taşıma aracı seçim kriterleri, objektif bir şekilde ağırlıklandırılmıştır. CILOS yöntemi bir kriterin optimal değeri alındığında, diğer kriterlere ait etki kaybı seviyelerini dikkate alarak hesaplama yapmakta ve subjektif yargıları dikkate almamaktadır (Zavadskas Cavallaro, Podvezko, Ubarte & Kaklauskas, 2017: 13). Bu nedenle bu çalışmada, kriterlerin objektif bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla CILOS yöntemi tercih edilmiştir. Daha sonra başka bir ÇKKV yöntemi olan WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment – Ağırlıklı Toplam Ürün Modeli) yöntemi ile alternatif karayolu taşıma araçları uygunluk düzeylerine göre sıralanmıştır. Bu sıralama neticesinde ilgili lojistik firması için en uygun karayolu taşıma aracı belirlenmiştir. WASPAS yöntemi, Ağırlıklı Toplam Modeli (WSM) ve Ağırlıklı Ürün Modelinin (WPM) bütünleşik şekilde kullanıldığı bir yöntemdir (Chakraborty, Zavadskas & Antucheviciene 2015: 6). Bu iki modelin birlikte kullanılması daha güvenilir sonuçların elde edilmesine katkı sağladığından dolayı bu çalışmada alternatiflerin sıralanmasında WASPAS yöntemi tercih edilmiştir.

Bu çalışmada, literatür yardımıyla belirlenen karayolu taşıma aracı seçim kriterleri ve CILOS yöntemi ile objektif bir şekilde elde edilen kriter ağırlıkları hem literatüre hem de karayolu taşıma aracı seçim kararı verecek olan lojistik firmalara ve yöneticilere katkı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra elde edilen bu ağırlıklar kullanılarak alternatif karayolu taşıma araçlarının değerlendirilmesi ile optimal karara ulaşılması, ilgili lojistik firmasına, karar probleminin çözümünde katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda bu çalışma, başka lojistik firmalarının karayolu taşıma aracı seçim problemlerinin çözümü için rehber niteliğindedir.

Çalışmada öncelikle literatürde karayolu taşıma aracı seçimi, CILOS yöntemi ve WASPAS yöntemi ile ilgili yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Sonrasında araştırmanın modeli, veri seti ve kullanılan yöntemler açıklanmıştır. Analizde karayolu taşıma aracı seçim kriterleri CILOS yöntemi ile ağırlıklandırıldıktan sonra alternatif karayolu taşıma araçları WASPAS yöntemi ile uygunluklarına göre sıralanmıştır. Son olarak yapılan analizin tutarlılığını görmek amacıyla duyarlılık analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

I. LİTERATÜR TARAMASI

Bu çalışmada literatür taraması iki bölüm halinde gerçekleştirilmiştir. Öncelikli olarak karayolu taşıma aracı seçimi gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra CILOS yönteminin, WASPAS yönteminin ve CILOS-WASPAS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalar taranmıştır.

Literatür incelendiğinde karayolunda kullanılan araçların seçimi amacıyla yapılan çalışmaların sayısının oldukça az olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların bir kısmı yolcu taşıma aracı ve bireysel araç seçiminden oluşmaktadır. Bu nedenle karayolu yük taşıma aracı seçimi amacıyla yapılan çalışmaların daha da az olduğu yapılan literatür taraması sonucu söylenebilir. Literatürde karayolu taşıma aracı seçimi amacıyla yapılan çalışmalardan biri olan ve Lehmusvaara, Tuominen ve Korpela (1999), tarafından yapılan çalışmada, kamyon seçimi için AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve Karma Tamsayı Doğrusal Programlama yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada servis, maliyet ve stratejik uyumluluk ana kriterleri altında yer alan 9 alt kriteri dikkate alarak, 5 alternatif kamyon arasından en uygun olanını belirlemişlerdir. Baykasoğlu, Kaplanoğlu, Durmuşoğlu ve Şahin (2013) ise çalışmalarında kamyon seçimi amacıyla güvenlik ve teknoloji, konfor ve estetik, ekonomik kriterler ve bakım ana kriterleri altında yer alan 16 kriteri bulanık DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi ile ağırlıklandırdıktan sonra 7 alternatif kamyon arasından en uygun olanını bulanık hiyerarşik TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi ile belirlemişlerdir. Kamyon seçimi amacıyla yapılan bir başka çalışmada, Sousa Junior, Souza, Cabral ve Diniz (2014), WPM, ELECTRE-I (Elimination Et Choice Translating Reality) ve PROMETHEE (Preference Ranking

Organization Method for Enrichment Evaluations) yöntemleri ile analiz gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada kamyon seçim kriterleri prestij, tekrar satış, servis ağı, garanti ve edinme maliyeti olarak belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada Mallı, Mızrak Özfirat, Yetkin ve Özfirat (2021), ekonomik kriterler, güvenlik, teknik kısıtlamalar ve kamyon özellikleri ana kriterleri altında yer alan 20 kritere göre 6 alternatif kamyonu, bulanık WSM ile değerlendirmişlerdir. Siqueira Silva ve ark. (2022) ise teslimat, fiyat, konfor ve güvenilirlik kriterlerini kullanarak AHP-TOPSIS-2N, PROMETHEE-SAPEVO-M (Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Multi Decision Makers) ve SAPEVO-M1 yöntemleri ile 3 alternatif karayolu taşıma aracını değerlendirmişler ve en uygun olanını belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada Teşić, Božanić, Puška, Milić ve Marinković (2023), damperli kamyon seçimi amacıyla yaptıkları çalışmada fiyat, bakım-onarım maliyeti, römork hacmi, garanti süresi, yedek parça temin süresi ve yapı özellikleri kriterlerini dikkate alarak, bulanık LMAW (Logarithm Methodology of Additive Weights) ve Gri MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking According to Compromise Solution) yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada öncelikli olarak bulanık LMAW yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılmış ve sonrasında Gri MARCOS yöntemi ile alternatifler sıralanmıştır.

Yapılan literatür taramasında karayolu taşıma aracı seçimi amacıyla yapılan çalışmaların kısıtlı sayıda olduğu görülmektedir. Ayrıca karayolu taşıma aracı seçimi yaparken CILOS ve WASPAS yöntemlerinin literatürde kullanılmadığı, literatür taraması sonucu elde edilen bir diğer bulgudur. Bu nedenle karayolu taşıma aracı seçim kriterlerinin CILOS yöntemi ile ağırlıklandırılması ve karayolu taşıma aracı alternatiflerinin bu kriter ağırlıkları kullanılarak, WASPAS yöntemi ile uygunluk düzeylerine göre sıralanmasının, ilk kez bu çalışma ile yapılması, çalışmanın literatüre sağladığı bir katkıdır.

Kriter ağırlıklarının objektif bir şekilde belirlenmesi amacıyla kullanılan CILOS yönteminin, farklı amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilen çalışmalarda kullanıldığı görülmektedir. Mazman İtik ve Sel (2021), tarafından yapılan çalışmada Borsa İstanbul'da (BIST) işlem görmekte olan perakende şirketlerinin performansları CILOS ve TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Çalışmada öncelikli olarak kriterler CILOS yöntemi ile ağırlıklandırıldıktan sonra ilgili şirketlerin performansları TOPSIS yöntemi ile belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada Pala (2021), BIST Turizm Endeksinde işlem gören şirketlerin finansal performanslarını CILOS ve MAIRCA (Multi Attributive Ideal-Real Comparative Analysis) yöntemleri ile incelemiştir. İlgili çalışmada kriterler CILOS yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve şirketlerin finansal performansları MAIRCA yöntemi ile analiz edilmiştir. Nebati (2022), Led teknolojisi seçimi amacıyla yaptığı çalışmada seçim kriterlerini CILOS yöntemi ile ağırlıklandırmış ve alternatif sıralamasını ise bir başka ÇKKV yöntemi olan COPRAS (Complex Proportional Assessment) ile gerçekleştirmiştir. Yenilmezel Alıcı ve Ertuğrul (2023), BIST Bilişim Sektörü içerisinde yer alan şirketlerin finansal performanslarını değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada kriterleri CILOS yöntemi ile ağırlıklandırmışlar ve şirket performanslarını da CoCoSo (Combined Compromise Solution) yöntemi ile belirlemişlerdir. Al-Khulaidi, Nasser, Al-Ashwal, Al-Ashwal ve Altayeb (2024), bankalarda bilgi güvenliği risk yönetimi uygulamalarını değerlendirme ve iyileştirme amacıyla yaptıkları çalışmada, kriterleri CILOS yöntemi ile ağırlıklandırdıktan sonra TOPSIS yöntemi ile alternatif bankaları değerlendirmişlerdir.

Alternatiflerin sıralanması ve seçimi amacıyla kullanılan WASPAS yönteminin literatürde farklı çalışmalarda kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan biri Chakraborty ve Zavadskas (2014), tarafından imalat sürecinde karşılaşılan sekiz farklı karar probleminin çözümünde kullanılmıştır. Ghorabae, Zavadskas, Amiri ve Esmaceli (2016), bulanık WASPAS yöntemi ile 8 yeşil tedarikçiyi değerlendirerek, en iyi yeşil tedarikçiyi belirlemişlerdir. Zavadskas, Kalibatas ve Kalibatiene (2016) çalışmalarında iç mekân tasarımı seçimi amacıyla WASPAS yönteminden faydalanmışlardır. Tayalı (2017), çalışmasında 5 tedarikçi alternatifini WASPAS yöntemi ile değerlendirmiş ve en uygun tedarikçiyi belirlemiştir. Ali, Bashir ve Rashid (2021), 3 alternatif tedarikçi arasından en uygun olanını WASPAS yöntemi ile belirlemişlerdir. Lukić, Kljenak ve Andelić (2021), tarım arazilerinin değerlendirilmesi amacıyla yaptığı çalışmada WASPAS yöntemi ile alternatif tarım arazilerini sıralamışlardır. Mishra ve Rani (2021), tıbbi atıkların bertaraf edilebilmesi için yer seçimi amacıyla bulanık WASPAS yöntemi ile analiz gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, 5 kuruluş yeri alternatifi uygunluk seviyelerine göre sıralanmıştır. Perek ve Radomska-Zalas (2022), bir ileri üretim sürecinin

optimizasyonunu sağlamak amacıyla yaptıkları çalışmada WASPAS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda elde ettikleri bulgulara göre işlem kalitesinin ve verimliliğinin, bu optimizasyon süreciyle iyileştirebileceğini öne sürmüşlerdir.

Yapılan literatür taramasında CILOS ve WASPAS yöntemleri birlikte kullanılarak yapılan çalışmaların çok az sayıda olduğu da belirlenmiştir. Bu çalışmalardan biri Naz, Sahfiq ve Butt (2024), tarafından yapılmış ve çalışmada kozmetik markası seçimi amacıyla analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öncelikli olarak, 4 kozmetik markası seçim kriteri CILOS yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve sonrasında 10 alternatif kozmetik markası WASPAS yöntemi ile uygunluk düzeylerine göre sıralanmıştır. CILOS ve WASPAS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bir diğer çalışmada ise Keleş, Işıldak ve Özdağoglu (2021), bir havalimanının yıllara göre performansını değerlendirdikleri çalışmada, 4 değerlendirme kriteri CILOS yöntemi ile ağırlıklandırıldıktan sonra ilgili havalimanının yıllara göre performansı WASPAS yöntemi ile belirlenmiş ve sıralanmıştır.

Tablo 1. Özet Literatür Tablosu

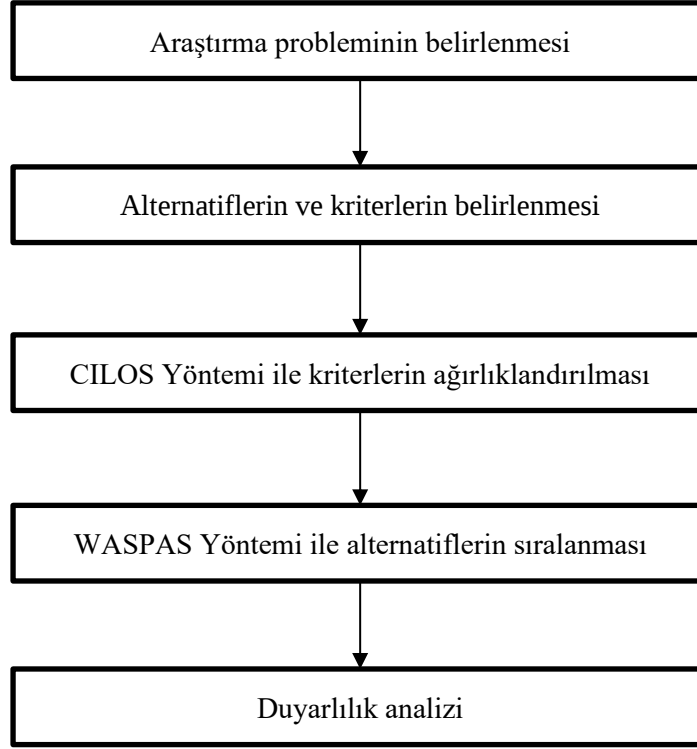
Yöntem	Yazar/Yıl	Uygulama
CILOS	Mazman İtik ve Sel, 2021	Şirketlerin finansal performanslarının değerlendirilmesi
	Pala, 2021	Şirketlerin finansal performanslarının değerlendirilmesi
	Nebati, 2022	LED teknolojisi seçimi
	Al-Khulaidi ve ark., 2024	Bankalarda bilgi güvenliği risk yönetiminin değerlendirilmesi
	Yenilmezel Alıcı ve Ertuğrul, 2023	Şirketlerin finansal performanslarının değerlendirilmesi
WASPAS	Chakraborty ve Zavadskas, 2014	Üretim sürecinde karşılaşılan karar verme problemlerinin çözümü
	Ghorabae ve ark., 2016	Yeşil tedarikçi seçimi
	Zavadskas ve ark., 2016	İç mekân tasarımı seçimi
	Tayalı, 2017	Tedarikçi seçimi
	Ali ve ark., 2021	Tedarikçi seçimi
	Lukić ve ark., 2021	Tarım arazilerinin değerlendirilmesi
	Mishra ve Rani, 2021	Tıbbi atıkların bertarafı için yer seçimi
	Perec ve Radomska-Zalas, 2022	İleri üretim sürecinin optimizasyonu
CILOS-WASPAS	Naz ve ark., 2024	Kozmetik markası seçimi
	Keleş ve ark., 2021	Yıllara göre havalimanı performansı

Sonuç olarak hem CILOS yönteminin hem de WASPAS yönteminin farklı amaçlarla gerçekleştirilen çalışmalarda, farklı ÇKKV yöntemleri ile birlikte kullanıldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra WASPAS yönteminin tek yöntem olarak kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Aynı zamanda CILOS yöntemi ile WASPAS yönteminin birlikte kullanıldığı çalışmaların sayısının çok az olduğu da literatür taraması sonucu elde edilen bulgular arasındadır. Dolayısıyla bu çalışma, CILOS ve WASPAS yöntemlerinin bütünleşik bir şekilde kullanılabileceğini gösterdiği için de literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

II. METODOLOJİ

II.I. Araştırmanın Modeli

Araştırmanın modeli, çalışmanın amacına ve çalışmada kullanılan yöntemlere izlenen analiz adımlarına göre oluşturulmuştur. Oluşturulan bu araştırma modeli, Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1: Araştırmanın Modeli

Şekil 1’de de görüldüğü gibi çalışmada öncelikli olarak problem belirlendikten sonra problemin çözümü için ihtiyaç duyulan alternatifler ve kriterler belirlenmiştir. Araştırma problemi; “Bir lojistik firması için karayolu taşıma aracı alternatiflerinden en uygun olanı hangisidir?” şeklinde belirlenmiştir. Bu problemin çözümü için belirlenen karayolu taşıma aracı alternatifleri ve karayolu taşıma aracı seçim kriterleri ise “Veri Seti” başlığı altında ele alınmıştır. Araştırmanın problemi, karayolu taşıma aracı alternatifleri ve karayolu taşıma aracı seçim kriterleri belirlendikten sonra kriterlerin objektif bir şekilde ağırlıklandırılmasını sağlayan CILOS yöntemi yardımıyla kriterler ağırlıklandırılmış ve sonrasında alternatif karayolu taşıma araçları, WASPAS yöntemi ile uygunluklarına göre sıralanmıştır. Son olarak da elde edilen sonuçların tutarlılığını görmek amacıyla duyarlılık analiz gerçekleştirilmiştir.

II.II. Veri Seti

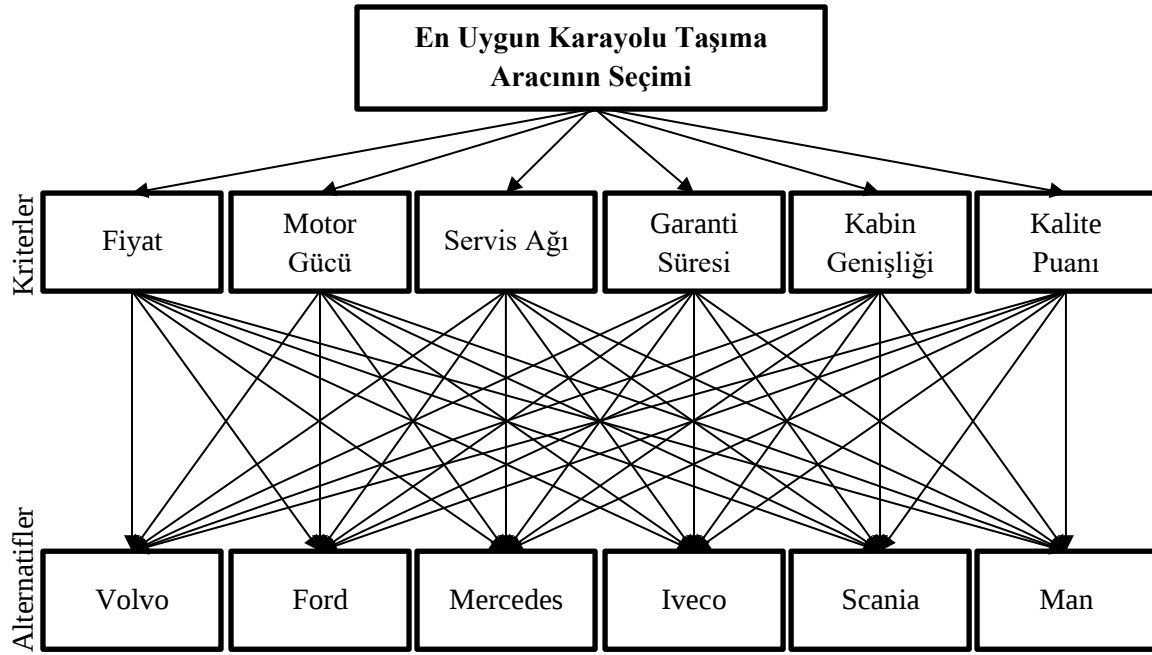
Çalışmanın veri seti; karayolu taşıma aracı alternatifleri, karayolu taşıma aracı seçim kriterleri ve alternatif karayolu taşıma araçlarının bu karayolu taşıma aracı seçim kriterlerine ait değerlerinden meydana gelmektedir. Karayolu taşıma aracı alternatifleri Türkiye’de satışı gerçekleştirilen; Volvo, Ford, Mercedes, Iveco, Scania ve Man marka 6 alternatif araçtan oluşmaktadır. Bu karayolu taşıma araçları benzer özelliklere sahip (493-631 HP motor gücü ve 244-254 kabin genişliği) ve benzer fiyat aralığında (6.107.075-6.660.000 TL) yer almaktadırlar. Alternatiflere ait fiyat, motor gücü, servis ağı, garanti süresi, kabin genişliği ve kalite puanları bilgileri Tablo 3’te yer alan Karar Matrisi’nde

verilmiştir. Karayolu taşıma aracı seçim kriterleri ise yapılan literatür taraması sonucu belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterler, analiz aşamasında kullanılan kriter kodları ve kriterlere ait açıklamalar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Karayolu Taşıma Aracı Seçim Kriterleri

Kodu	Kriter	Açıklama	Kaynak
TK1	Fiyat (TL)	Karayolu taşıma araçlarına ait satın alma maliyetidir.	Lehmusvaara ve ark., 1999; Sousa Junior ve ark., 2014; Mallı ve ark., 2021; Siqueira Silva ve ark., 2022; Tešić ve ark., 2023
TK2	Motor Gücü (HP)	Karayolu taşıma araçlarının HP cinsinden motor gücünü ifade eder.	Mallı ve ark., 2021
TK3	Servis Ağı	Karayolu taşıma aracı alternatiflerinin Türkiye genelindeki yetkili servis sayısıdır.	Lehmusvaara ve ark., 1999; Baykasoğlu ve ark., 2013; Sousa Junior ve ark., 2014
TK4	Garanti Süresi (Ay)	Karayolu taşıma aracı alternatifleri için yetkili satıcı tarafından verilen garanti süresidir.	Baykasoğlu ve ark., 2013; Sousa Junior ve ark., 2014; Tešić ve ark., 2023
TK5	Kabin Genişliği (m)	Karayolu taşıma aracı alternatiflerinin kullanıcıya sunacağı kullanım alanı genişliğini ifade eder.	Baykasoğlu ve ark., 2013; Mallı ve ark., 2021; Siqueira Silva ve ark., 2022
TK6	Kalite Puanı	İlgili lojistik firmasında şoför olarak görev yapan 6 personelin, karayolu taşıma aracı alternatiflerini 1 ile 10 üzerinden değerlemesi ile elde edilen kalite puanıdır.	Lehmusvaara ve ark., 1999; Sousa Junior ve ark., 2014

TK1, TK2, TK3, TK4 ve TK5 kriterlerine ait alternatiflerin sahip olduğu değerler, alternatiflerin kurumsal web sayfalarından alınmıştır (Volvo (2024); Ford (2024); Mercedes-Benz (2024); Iveco (2024); Scania (2024); Man (2024)). TK6 kriteri ise çalışmanın gerçekleştirildiği lojistik firmasında şoför olarak görev yapan 6 personelin, karayolu taşıma aracı alternatiflerini 1 ile 10 üzerinden değerlemesi ile elde edilmiştir. Ayrıca alternatif karayolu taşıma araçları için TA1, TA2, TA3, TA4, TA5 ve TA6 şeklinde karışık kodlama yapılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Ayrıca veri setinin ve uygulama adımlarının daha anlaşılır olması amacıyla Şekil 2’de yer alan hiyerarşik model oluşturulmuştur.



Şekil 2. Hiyerarşik Model

Şekil 2’de yer alan hiyerarşik modelde de görüldüğü gibi alternatif karayolu taşıma araçlarının karayolu taşıma aracı seçim kriterlerine ait değerleri kullanılarak en uygun karayolu taşıma aracının seçimi amaçlanmaktadır. Bunun için CILOS ve WASPAS yöntemleri bütünsel bir şekilde kullanılmıştır.

II.III. Yöntem

Çalışmada öncelikli olarak kriterler, bir kriterin optimal değeri alındığında, diğer kriterlere ait etki kaybı seviyelerini dikkate alarak hesaplama yapan ve sübjektif yargıları dikkate almadan objektif bir şekilde değerlendirme yapmakta olan CILOS yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra bu kriter ağırlıkları kullanılarak, WSM ve WPM yaklaşımlarının bütünsel şekilde kullanıldığı ve dolayısıyla daha güvenilir sonuçların elde edilmesini sağlayan bir yöntem olan WASPAS Yöntemi ile alternatifler sıralanmıştır.

a. CILOS yöntemi

CILOS yöntemi, objektif kriter ağırlıklandırmada kullanılan bir ÇKKV yöntemidir. Bu yöntemde kriterlerin etki kaybı değerlendirilerek hesaplama yapılır. CILOS yönteminin temel mantığı ve uygulama prosedürü aşağıdaki gibidir (Zavadskas ve ark., 2017: 14).

CILOS yöntemi ile analiz gerçekleştirebilmek için tüm kriterlerin fayda yönlü olmaları gereklidir. Bunun için maliyet yönlü kriterler Eşitlik (1) aracılığıyla, fayda yönlü kritere dönüştürülür.

$$\bar{r}_{ij} = \frac{\min_i r_{ij}}{r_{ij}} \quad (1)$$

Eşitlik (1) aracılığıyla gerçekleştirilen dönüşüm işleminden sonra $X = \|x_{ij}\|$ başlangıç matrisi oluşturulur. X başlangıç matrisinin sütun elemanları içerisindeki en büyük değer $x_j = \max_i x_{ij} = x_{k_j j}$ için k_j, j . sütunun yer aldığı satır numarasını ifade eder.

Kriter sayısının m olduğu, X başlangıç matrisinin k_j ’inci satır değerlerinden $A = \|a_{ij}\|$ kare matrisi oluşturulur. Daha sonra etki kayıplarını hesaplayabilmek için $P = \|p_{ij}\|$ matrisinin elde edilmesi gerekir. Bunun için p_{ij} değerlerinin hesaplamasında Eşitlik (2)’den yararlanılır.

$$p_{ij} = \frac{x_j - a_{ij}}{x_j} (p_{ii} = 0; i, j = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

P matrisinde p_{ij} elemanı, i . kriter en iyi kriter olarak belirlendiğinde, j . kriterde ortaya çıkan etki kaybını ifade etmektedir.

Kriter ağırlıklarını gösteren $q = (q_1, q_2, \dots, q_m)$ vektörleri, Eşitlik (3) ve (4)'te tanımlanan F matrisi ile elde edilir.

$$F_q = 0 \quad (3)$$

$$F = \begin{pmatrix} -\sum_{i=1}^m p_{i1} & p_{12} & \dots & p_{1m} \\ p_{21} & -\sum_{i=1}^m p_{i2} & \dots & p_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & -\sum_{i=1}^m p_{im} \end{pmatrix} \quad (4)$$

b. WASPAS yöntemi

İki farklı ÇKKV yaklaşımının (WSM ve WPM) kombinasyonu olan WASPAS yönteminin uygulama prensipleri aşağıda sunulmuştur (Zavadskas, Turkis, Antucheviciene & Zakarevicius, 2012: 3-4; Chakraborty & Zavadskas, 2014: 2-3):

WASPAS yönteminin ilk aşamasında oluşturulan karar matrisi Eşitlik (5)'de görüldüğü gibidir. Bu matriste m ; karar alternatifi sayısını, n ; kriter sayısını ve x_{ij} ise j . kritere göre i alternatifinin aldığı değeri ifade etmektedir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Karar matrisinin standart bir hale getirilmesi amacıyla fayda yönlü kriterler Eşitlik (6) ve maliyet yönlü kriterler de Eşitlik (7) kullanılarak normalize edilir. Bu eşitliklerde yer alan $\bar{x}_{ij}$; j . kritere göre i alternatifinin aldığı normalize değeri ifade etmektedir.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (6)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (7)$$

Karar matrisi normalize edildikten sonra, WSM ve WPM yaklaşımlarına göre alternatiflerin toplam görelî önemleri hesaplanmalıdır. Bu hesaplamalar; WSM yaklaşımına göre Eşitlik (8) ve WPM yaklaşımına göre Eşitlik (9) yardımıyla belirlenir.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j \quad (8)$$

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (9)$$

Alternatiflerin görelî önem değerleri hesaplandıktan sonra Eşitlik (10) ile ortak genel kriter değeri hesaplanır.

$$Q_i = 0,5Q_i^{(1)} + 0,5Q_i^{(2)} = 0,5 \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j + 0,5 \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (10)$$

WASPAS yönteminde son olarak alternatif sıralamasının doğruluğunu ve etkinliğini arttırmak amacıyla alternatiflerin toplam görelî önemini belirlemede Eşitlik (11)'den faydalanılır.

$$Q_i = \lambda \cdot Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) \cdot Q_i^{(2)} = \lambda \cdot \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j + (1 - \lambda) \cdot \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (11)$$

Q_i ; i . alternatifin toplam görelî önemini ifade eder. Q_i değerleri, büyükten küçüğe doğru sıralanır. Q_i değeri en yüksek olan alternatif en uygun alternatiftir. λ katsayısı 0 ile 1 aralığında bir değer

almaktadır. Eğer bu değer “0” kabul edilirse; WPM modeline, “1” kabul edilirse; WSM modeline göre sonuçlar elde edilmiş olur.

III. BULGULAR

III.1. CILOS Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

CILOS yöntemi ile analiz gerçekleştirebilmek için öncelikli olarak alternatiflerin kriterlere ait değerlerini kullanarak bir karar matrisinin oluşturulması gerekir. Bu şekilde oluşturulan ve alternatiflerin kriterlere ait değerlerini gösteren Karar Matrisi, Tablo 3’te sunulmuştur. Aynı zamanda bu karar matrisinde kriterlerin fayda (*maks*) ve maliyet (*min*) yönleri de yer almaktadır.

Tablo 3. Karar Matrisi

	TK1 <i>min</i>	TK2 <i>maks</i>	TK3 <i>maks</i>	TK4 <i>maks</i>	TK5 <i>maks</i>	TK6 <i>maks</i>
TA1	6.154.428	493	24	24	254	7,833
TA2	6.107.075	570	28	48	250	6,667
TA3	6.232.000	631	35	24	244	8,667
TA4	6.601.536	616	46	36	250	8,333
TA5	6.660.000	552	17	12	252	8,5
TA6	6.375.000	540	12	24	248	9

CILOS yönteminde dikkate alınan bütün kriterlerin fayda yönlü olması gereklidir. Bu doğrultuda maliyet yönlü olan TK1 kriteri, Eşitlik (1) yardımıyla fayda yönlü kriter haline dönüştürülmüş ve elde edilen Dönüştürülmüş Karar Matrisi, Tablo 4’te sunulmuştur. Ayrıca bu matriste, CILOS yönteminin bir sonraki adımında kullanılacak olan sütun toplamaları da yer almaktadır.

Tablo 4. Dönüştürülmüş Karar Matrisi

	TK1	TK2	TK3	TK4	TK5	TK6
TA1	0,992	493	24	24	2,54	7,833
TA2	1	570	28	48	2,5	6,667
TA3	0,980	631	35	24	2,44	8,667
TA4	0,925	616	46	36	2,5	8,333
TA5	0,917	552	17	12	2,52	8,5
TA6	0,958	540	12	24	2,48	9
Toplam	5,772	3402	162	168	14,98	49

Tablo 4’te yer alan Dönüştürülmüş Karar Matrisindeki her bir eleman, bulunduğu sütunun toplamına bölünerek, X Başlangıç Matrisine ulaşılmıştır. Ulaşılan bu matris Tablo 5’te görülmektedir. X Başlangıç Matrisinde bir sonraki adımda matris köşegenlerini oluşturacak olan her bir kritere ait en yüksek değer koyu renkli olarak işaretlenmiştir.

Tablo 5. X Başlangıç Matrisi

	TK1	TK2	TK3	TK4	TK5	TK6
TA1	0,1719	0,1449	0,1481	0,1429	0,1696	0,1599
TA2	0,1732	0,1675	0,1728	0,2857	0,1669	0,1361
TA3	0,1698	0,1855	0,2160	0,1429	0,1629	0,1769
TA4	0,1603	0,1811	0,2840	0,2143	0,1669	0,1701
TA5	0,1589	0,1623	0,1049	0,0714	0,1682	0,1735
TA6	0,1660	0,1587	0,0741	0,1429	0,1656	0,1837

X Başlangıç Matrisindeki her bir kriterin koyu renkli olarak işaretlenmiş en büyük değeri köşegen elemanı olarak alınır ve böylece Kare A Matrisi elde edilmiş olur. Elde edilen bu Kare A Matrisi Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Kare A Matrisi

	TK1	TK2	TK3	TK4	TK5	TK6
TK1	0,1732	0,1675	0,1728	0,2857	0,1669	0,1361
TK2	0,1698	0,1855	0,2160	0,1429	0,1629	0,1769
TK3	0,1603	0,1811	0,2840	0,2143	0,1669	0,1701
TK4	0,1732	0,1675	0,1728	0,2857	0,1669	0,1361
TK5	0,1719	0,1449	0,1481	0,1429	0,1696	0,1599
TK6	0,1660	0,1587	0,0741	0,1429	0,1656	0,1837

Tablo 6’da görülen Kare A Matrisi elde edildikten sonra, kriterlere ait dereceli kayıpları gösteren P Matrisine, Eşitlik (2) yardımıyla ulaşılmış ve ulaşılan bu matris Tablo 7’de gösterilmiştir. Ayrıca P Matrisinde, CILOS yönteminin bir sonraki adımında kullanılacak olan kriterlere ait sütun toplamaları da yer almaktadır.

Tablo 7. P Matrisi

	TK1	TK2	TK3	TK4	TK5	TK6
TK1	0,0000	0,0967	0,3913	0,0000	0,0157	0,2592
TK2	0,0200	0,0000	0,2391	0,5000	0,0394	0,0370
TK3	0,0749	0,0238	0,0000	0,2500	0,0157	0,0741
TK4	0,0000	0,0967	0,3913	0,0000	0,0157	0,2592
TK5	0,0077	0,2187	0,4783	0,5000	0,0000	0,1297
TK6	0,0420	0,1442	0,7391	0,5000	0,0236	0,0000
Toplam	0,1447	0,5800	2,2391	1,7500	0,1102	0,7592

P Matrisinin köşegenleri, her bir kritere ait sütun toplamalarının negatifleri ile değiştirilerek, Tablo 8’de görülen F Matrisine ulaşılmıştır. Tablo 8’de yer alan F Matrisinin köşegenleri dışındaki elemanları, Tablo 7’de görülen P Matrisinin köşegenleri dışındaki elemanları ile aynıdır.

Tablo 8. F Matrisi

	TK1	TK2	TK3	TK4	TK5	TK6
TA1	-0,1450	0,0967	0,3913	0,0000	0,0157	0,2592
TA2	0,0200	-0,5800	0,2391	0,5000	0,0394	0,0370
TA3	0,0749	0,0238	-2,2390	0,2500	0,0157	0,0741
TA4	0,0000	0,0967	0,3913	-1,7500	0,0157	0,2592
TA5	0,0077	0,2187	0,4783	0,5000	-0,1100	0,1297
TA6	0,0420	0,1442	0,7391	0,5000	0,0236	-0,7590

Kriter ağırlıklarını gösteren q vektörüne ulaşmak için Eşitlik (3) aracılığıyla aşağıdaki denklem oluşturulmuştur. Bu denklem, $\sum_{i=1}^m q_i = 1$ kısıtı dikkate alınarak Basit LP ile çözüldüğünde, kriterlere ait ağırlık değerleri (q_i) Tablo 9’da görüldüğü gibi hesaplanmıştır.

$$-0,145q_1 + 0,0967q_2 + 0,3913q_3 + 0q_4 + 0,0157q_5 + 0,2592q_6 = 0$$

$$0,02q_1 - 0,58q_2 + 0,2391q_3 + 0,5q_4 + 0,0394q_5 + 0,037q_6 = 0$$

$$0,0749q_1 + 0,0238q_2 - 2,239q_3 + 0,25q_4 + 0,0157q_5 + 0,0741q_6 = 0$$

$$0q_1 + 0,0967q_2 + 0,3913q_3 - 1,75q_4 + 0,0157q_5 + 0,2592q_6 = 0$$

$$0,0077q_1 + 0,2187q_2 + 0,4783q_3 + 0,5q_4 - 0,11q_5 + 0,1297q_6 = 0$$

$$0,042q_1 + 0,1442q_2 + 0,7391q_3 + 0,5q_4 + 0,0236q_5 - 0,759q_6 = 0$$

Tablo 9. Kriter Ağırlıkları

	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6
q_i	0,309	0,079	0,020	0,026	0,482	0,084

Tablo 9’deki q_1, q_2, q_3, q_4, q_5 ve q_6 değerleri sırasıyla TK1, TK2, TK3, TK4, TK5 ve TK6 kriterlerinin ağırlık değerlerini göstermektedir. Tablo 9’da görüldüğü gibi TK1 kriteri olan Fiyat kriterinin ağırlığı 0,309, TK2 kriteri olan Motor Gücü kriterinin ağırlığı 0,079, TK3 kriteri olan Servis Ağı kriterinin ağırlığı 0,020, TK4 kriteri olan Garanti Süresi kriterinin ağırlığı 0,026, TK5 kriteri olan Kabin Genişliği kriterinin ağırlığı 0,482 ve TK6 kriteri olan Kalite Puanı kriterinin ağırlığı ise 0,084’tür. Görüldüğü gibi en önemli iki kriter Kabin Genişliği ve Fiyat olmuştur. En düşük önem ağırlığına sahip kriter ise Servis Ağı kriteridir. Kriterlerin bu ağırlıkları, bir sonraki aşamada karayolu taşıma aracı seçimi için WASPAS yöntemi ile gerçekleştirilen analizde kullanılmıştır.

III.II. WASPAS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

Alternatiflerin kriterlere ait değerlerinden oluşan ve Tablo 3’te yer alan karar matrisinin standart bir hale getirilmesi amacıyla fayda yönlü kriterler Eşitlik (6) ve maliyet yönlü kriterler de Eşitlik (7) ile normalize edilmiştir. Bu normalizasyon işlemi sonucu oluşan Normalize Karar Matrisi Tablo 10’da görülmektedir.

Tablo 10. Normalize Karar Matrisi

	TK1	TK2	TK3	TK4	TK5	TK6
q_i	0,309	0,079	0,020	0,026	0,482	0,084
TA1	0,992	0,781	0,522	0,500	1,000	0,870
TA2	1,000	0,903	0,609	1,000	0,984	0,741
TA3	0,980	1,000	0,761	0,500	0,961	0,963
TA4	0,925	0,976	1,000	0,750	0,984	0,926
TA5	0,917	0,875	0,370	0,250	0,992	0,944
TA6	0,958	0,856	0,261	0,500	0,976	1,000

Normalize karar matrisi, CILOS yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıkları (q_i) ile çarpıldıktan sonra WSM ve WPM yaklaşımlarına göre alternatiflerin toplam göreceli önem değerleri hesaplanır. Öncelikle WSM yaklaşımına göre alternatiflerin toplam göreceli önemi ($Q_i^{(1)}$), Eşitlik (8) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonucu elde edilen değerler, Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11. WSM Yaklaşımına Göre Alternatiflerin Göreceli Önemi ($Q_i^{(1)}$)

	TK1	TK2	TK3	TK4	TK5	TK6	$Q_i^{(1)}$
TA1	0,307	0,062	0,010	0,013	0,482	0,073	0,947
TA2	0,309	0,071	0,012	0,026	0,474	0,062	0,955
TA3	0,303	0,079	0,015	0,013	0,463	0,081	0,954
TA4	0,286	0,077	0,020	0,020	0,474	0,078	0,955
TA5	0,283	0,069	0,007	0,007	0,478	0,079	0,924
TA6	0,296	0,068	0,005	0,013	0,471	0,084	0,937

Eşitlik (9) yardımıyla WPM yaklaşımına göre alternatiflerin toplam göreceli önemi ($Q_i^{(2)}$) hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonucu elde edilen değerler Tablo 12’de görülmektedir.

Tablo 12. WPM Yaklaşımına Göre Alternatiflerin Göreceli Önemi ($Q_i^{(2)}$)

	TK1	TK2	TK3	TK4	TK5	TK6	$Q_i^{(2)}$
TA1	0,998	0,981	0,987	0,982	1,000	0,988	0,938
TA2	1,000	0,992	0,990	1,000	0,992	0,975	0,951
TA3	0,994	1,000	0,995	0,982	0,981	0,997	0,949
TA4	0,976	0,998	1,000	0,993	0,992	0,994	0,954
TA5	0,974	0,990	0,980	0,965	0,996	0,995	0,903
TA6	0,987	0,988	0,974	0,982	0,989	1,000	0,921

Alternatiflerin WSM ve WPM yaklaşımlarına göre göreceli önem değerleri hesaplandıktan sonra Eşitlik (10) ile ortak genel kriter değeri (Q_i) hesaplanır. Genel kriter değerlerinin hesaplanmasında λ katsayısı, hem WPM hem de WSM yaklaşımının eşit öneme sahip olduğu değer olan 0,5 olarak kullanılmıştır. Bu şekilde elde edilen genel kriter değerleri, büyükten küçüğe doğru sıralanarak alternatiflerin uygunluk sıralamalarına ulaşılmıştır. Alternatiflere ait genel kriter değerleri (Q_i) ve alternatiflerin uygunluk sıralamaları Tablo 13’te görüldüğü gibidir.

Tablo 13. Alternatiflerin Sıralaması

	$Q_i (\lambda = 0,5)$	Sıralama
TA1	0,942	4
TA2	0,953	2
TA3	0,952	3
TA4	0,954	1
TA5	0,914	6
TA6	0,929	5

Tablo 13’deki sıralamalar incelendiğinde alternatif karayolu taşıma araçlarının uygunluk sıralaması TA4-TA2-TA3-TA1-TA6-TA5 şeklindedir. İlgili lojistik firması için en uygun karayolu taşıma aracı TA4 alternatifidir.

III.III. Duyarlılık Analizi

WASPAS yöntemi ile gerçekleştirilen analiz sonucu elde edilen ve Tablo 13’te görülen alternatif sıralamasının tutarlılığını belirlemek amacıyla Eşitlik (11) yardımıyla farklı λ katsayısı değerleri (0, 0,25, 0,75 ve 1) kullanarak duyarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan duyarlılık analizi ile ilgili sonuçlar Tablo 14’te görülmektedir.

Tablo 14. Duyarlılık Analizi

	Sıralamalar				
	$\lambda = 0$	$\lambda = 0,25$	$\lambda = 0,5$	$\lambda = 0,75$	$\lambda = 1$
TA1	4	4	4	4	4
TA2	2	2	2	2	2
TA3	3	3	3	3	3
TA4	1	1	1	1	1
TA5	6	6	6	6	6
TA6	5	5	5	5	5

Tablo 14’te λ parametresinin 0, 0,25, 0,5 0,75 ve 1 olarak kullanıldığında oluşan alternatif sıralamaları görülmektedir. λ katsayısı 0 olduğunda elde edilen sonuç, WPM yaklaşımı sonucudur. WASPAS yöntemi sonucu oluşan sıralama ile WPM yaklaşımı sonucu oluşan sıralamanın aynı olduğu görülmektedir. λ katsayısının 0,25 ve 0,75 olduğu durumlarda da alternatif sıralamasının değişmediği de duyarlılık analiz sonucunda ortaya konulmuştur. λ katsayısı 1 olduğunda elde edilen sonuç ise WSM yaklaşımı sonucudur. WASPAS yöntemi sonucu oluşan sıralama ile WSM yaklaşımı sonucu oluşan sıralamanın da aynı olduğu tabloda yer almaktadır. Yapılan bu duyarlılık analizi sonucunda WASPAS yöntemi ile elde edilen alternatif sıralamalarının tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Lojistik firmalarının taşıma faaliyetini gerçekleştireceği taşıma araçlarını doğru bir şekilde seçmeleri, lojistik firmalarının diğer faaliyetlerinin de verimli bir şekilde gerçekleşmesine katkı sağlayacaktır. Çünkü taşıma faaliyetleri içerisinde, karayolu taşımacılığı oldukça sık kullanılan ve büyük öneme sahip olan bir taşıma modudur. Karayolu taşıma aracının seçiminde, seçilecek olan aracın hem düşük maliyetli olarak temin edilmesi hem de ilgili taşıma aracından yüksek performansın alınabilmesi, her lojistik firmasının istediği bir durumdur. Bu nedenle bir lojistik firması için en uygun karayolu taşıma aracının seçimi amacıyla yapılan bu çalışmada, literatür yardımıyla belirlenen karayolu taşıma aracı seçim kriterleri, bir ÇKKV yöntemi olan CILOS yöntemi ile objektif bir şekilde ağırlıklandırılmıştır. Bu ağırlıklandırma sonucuna göre TK1 kriteri olan Fiyat kriterinin ağırlığı 0,309, TK2 kriteri olan Motor Gücü kriterinin ağırlığı 0,079, TK3 kriteri olan Servis Ağı kriterinin ağırlığı 0,020, TK4 kriteri olan Garanti Süresi kriterinin ağırlığı 0,026, TK5 kriteri olan Kabin Genişliği kriterinin ağırlığı 0,482 ve TK6 kriteri olan Kalite Puanı kriterinin ağırlığı ise 0,084’tür. Görüldüğü gibi en önemli iki kriter Kabin Genişliği ve Fiyat olmuştur. Mallı ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada Fiyat kriteri yüksek ağırlığa sahip kriterler arasında yer alırken, kabin genişliği kriteri ortalama bir ağırlığa sahiptir. Aynı zamanda Tešić ve ark., (2023)’da yaptıkları analiz sonucunda en yüksek ağırlığa sahip kriterlerden biri olarak Fiyat kriterini belirlemişlerdir. Ayrıca bu çalışmadan elde edilen bir diğer sonuca göre en düşük önem ağırlığına sahip kriter ise Servis Ağı kriteridir. Sousa Junior ve ark., (2014),

tarafından yapılan çalışmada da Servis Ağı en düşük önem düzeyine sahip kriterler arasında yer almaktadır. Ayrıca bu çalışmada olduğu gibi literatürdeki diğer çalışmalarda da, Motor Gücü (Mallı ve ark., 2021), Garanti Süresi (Baykasoğlu ve ark., 2013; Sousa Junior ve ark., 2014; Tešić ve ark., 2023) ve Kalite Puanı (Lehmusvaara ve ark., 1999; Sousa Junior ve ark., 2014) kriterleri ortalama düzeyde ağırlığa sahip kriterler olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi bu çalışmada elde edilen kriter ağırlıkları literatürdeki çalışmalarla benzerdir.

CILOS yöntemi ile karayolu taşıma aracı seçim kriterleri ağırlıklandırıldıktan sonra başka bir ÇKKV yöntemi olan WASPAS yöntemi ile 6 alternatif karayolu taşıma aracı uygunluk düzeylerine göre sıralanmıştır. Bu sıralama neticesinde ilgili lojistik firması için en uygun karayolu taşıma aracı belirlenmiştir. WASPAS yöntemi ile yapılan analiz sonucuna göre alternatif karayolu taşıma araçlarının uygunluk sıralaması TA4-TA2-TA3-TA1-TA6-TA5 şeklinde olmuştur. Dolayısıyla ilgili lojistik firması için en uygun karayolu taşıma aracı, TA4 alternatifidir. Çalışmada son olarak yapılan analizin tutarlılığını görmek amacıyla duyarlılık analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen alternatif sıralamalarının tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada sadece ilgili lojistik firması için belirlenen alternatif karayolu taşıma araçlarının değerlendirilmesi ve verilerine ulaşılabilen kriterlerin kullanılması çalışmanın kısıtlarını oluşturmaktadır. Alternatif karayolu taşıma araçları işletmelerinden daha fazla veriye ulaşılabilirdiği takdirde, CILOS ve WASPAS yöntemleri ile oluşturulan bütünleşik yaklaşım kullanılarak, daha kapsamlı analiz gerçekleştirilebilecektir. Aynı zamanda ulaşılan kriter ağırlıkları; literatür için katkı sağlamakta iken, elde edilen alternatif sıralamaları sadece ilgili lojistik firmasına katkı sağlamaktadır. Bu da çalışmanın bir diğer kısıtıdır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda ilgili lojistik firmasının filosunda bulunan karayolu taşıma araçlarının performansları değerlendirilerek bu çalışmada seçilen karayolu taşıma aracının diğer araçlara göre görece performansı belirlenmiş olacaktır. Ayrıca lojistik faaliyetlerde kullanılan farklı taşıma, elleçleme ve depolama ekipmanlarının seçimi amacıyla da CILOS ve WASPAS yöntemleri ile oluşturulan bütünleşik yaklaşım kullanılarak analizler yapılabilir ve böylece ilgili lojistik firması için optimal seçimler gerçekleştirilebilecektir.

KAYNAKÇA

- Al-Khulaidi, A. A. G., Nasser, A. A., Al-Ashwal, M. H. Y., Al-Ashwal, M. M. Y., & Altayeb, A. M. (2024). Investigating information security risk management in Yemeni banks: An CILOS-TOPSIS approach. *Multidisciplinary Science Journal*, 6(9), 1-14. <http://dx.doi.org/10.31893/multiscience.2024175>
- Ali, J., Bashir, Z., & Rashid, T. (2021). WASPAS-based decision making methodology with unknown weight information under uncertain evaluations. *Expert Systems with Applications*, 168, 1-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114143>
- Baykasoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z. D., & Şahin, C. (2013). Integrating fuzzy DEMATEL and fuzzy hierarchical TOPSIS methods for truck selection. *Expert systems with applications*, 40(3), 899-907. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.046>
- Chakraborty, S., & Prasad, K. (2016). A QFD-based expert system for industrial truck selection in manufacturing organizations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 800-817. <http://dx.doi.org/10.1108/JMTM-02-2016-0020>
- Chakraborty, S., & Zavadskas, E. K. (2014). Applications of WASPAS method in manufacturing decision making. *Informatica*, 25(1), 1-20.
- Chakraborty, S., Zavadskas, E. K., & Antuchevičienė, J. (2015). Applications of WASPAS method as a multi-criteria decision-making tool. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 49(1), 5-22.
- Daskin, M. S. (1985). Logistics: an overview of the state of the art and perspectives on future research. *Transportation Research Part A: General*, 19(5-6), 383-398.
- Ford (2024). Çekici Serisi. Erişim Adresi: <https://www.fordtrucks.com.tr/cekici-serisi>
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., & Esmaeili, A. (2016). Multi-criteria evaluation of green suppliers using an extended WASPAS method with interval type-2 fuzzy sets. *Journal of Cleaner Production*, 137, 213-229. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.031>

- Iveco (2024). Panelvanlar ve Kamyonlar. Erişim Adresi: <https://www.iveco.com/turkey>
- Keleş, M. K., Işıldak, B. & Özdağoğlu A. (29-31 Ekim 2021). *Isparta Süleyman Demirel Havalimanı'nın CILOS-WASPAS bütünlük yaklaşımıyla yıllara göre performansının değerlendirilmesi*. 14. Uluslararası Güncel Araştırmalarla Sosyal Bilimler Kongresi'nde sunulan bildiri, Antalya.
- Lehmusvaara, A., Tuominen, M., & Korpela, J. (1999). An integrated approach for truck carrier selection. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2(1), 5-20. <http://dx.doi.org/10.1080/13675569908901569>
- Long, D. (2019). *Uluslararası lojistik: Küresel tedarik zinciri yönetimi*. (M. Tanyaş ve M. Düzgün, Çev.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Lukić, R., Kljenak, D. V., Anđelić, S., & Gavrilović, M. (2021). Application of WASPAS method in the evaluation of efficiency of agricultural enterprises in Serbia. *Economics of Agriculture*, 68(2), 375-388. <http://dx.doi.org/10.5937/ekoPolj2102375L>
- Mallı, T., Yetkin, M. E., & Ozfirat, M. K. (2021). Truck selection with the fuzzy-WSM method in transportation systems of open pit mines. *Tehnički Vjesnik*, 28(1), 58-64. <http://dx.doi.org/10.17559/TV-20190910100025>
- Man (2024). Modellere Genel Bakış. Erişim Adresi: <https://www.man.eu/tr/tr/kamyon/tum-modeller/modellere-genel-bakis/modellere-genel-bakis.html>
- Mazman İtik, Ü., & Sel, A. (2021). Borsa İstanbul'da işlem gören perakende ticaret sektörü şirketlerinin finansal performansının CILOS ağırlıklandırma ve TOPSIS yöntemiyle incelenmesi: 2013-2019. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(3), 2769-2795. <http://dx.doi.org/10.15869/itobiad.904767>
- Mercedes-Benz (2024). Kamyonlar. Erişim Adresi: <https://www.mercedesbenzturk.com.tr/urunlerimiz/kamyon/satis/brosurler-ve-indirilebilir-ogeler>
- Mishra, A. R., & Rani, P. (2021). Multi-criteria healthcare waste disposal location selection based on Fermatean fuzzy WASPAS method. *Complex & Intelligent Systems*, 7(5), 2469-2484. <http://dx.doi.org/10.1007/s40747-021-00407-9>
- Murphy, P. R., & Knemeyer, A. M. (2016). *Güncel lojistik*. (F. Yercan ve Ş. Demiroğlu, Çev.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Naz, S., Shafiq, A., & Butt, S. A. (2024). CILOS-WASPAS approach based on Schweizer–Sklar power operators for evaluating cosmetic brands in a group decision-making environment. *Granular Computing*, 9(3), 1-37. <http://dx.doi.org/10.1007/s41066-024-00481-7>
- Nebati, E. E. (2022). LED teknolojisi seçiminde bütünlük CILOS-COPRAS yaklaşımı. *Sosyal Bilimlerde Nicel Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 152-162.
- Pala, O. (2021). BİST Turizm Endeksinde yer alan firmaların CILOS ve MAIRCA tabanlı finansal performans analizi. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(2), 163-185. <http://dx.doi.org/10.11616/basbed.vi.901120>
- Perec, A., & Radomska-Zalas, A. (2022). WASPAS optimization in advanced manufacturing. *Procedia Computer Science*, 207, 1193-1200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.175>
- Scania (2024). Tüm Modeller. Erişim Adresi: <https://www.scania.com/tr/tr/home/modeller/modeller.html>
- Siqueira Silva, M. J., Tomaz, P. P. M., Diniz, B. P., Moura Pereira, D. A., Monte, D. M. M., Santos, M. ... Oliveira Costa, D. (2022). A comparative analysis of multicriteria methods AHP-TOPSIS-2N, PROMETHEE-SAPEVO-M1 and SAPEVO-M: Selection of a truck for transport of live cargo. *Procedia Computer Science*, 214, 86-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2022.11.152>
- Sousa Junior, W. T., Souza, M. J. F., Cabral, I. E., & Diniz, M. E. (2014). Multi-criteria decision aid methodology applied to highway truck selection at a mining company. *Rem: Revista Escola de Minas*, 67(3), 285-290.
- Tayalı, H. A. (2017). Tedarikçi Seçiminde WASPAS Yöntemi. *Asos Journal, The Journal of Academic Social Science*, 5(47), 368-380.
- Tešić, D., Božanić, D., Puška, A., Milić, A., & Marinković, D. (2023). Development of the MCDM fuzzy LMAW-grey MARCOS model for selection of a dump truck. *Reports in Mechanical Engineering*, 4(1), 1-17. <http://dx.doi.org/10.31181/rme20008012023t>
- Volvo (2024). Tüm Kamyon Modelleri. Erişim Adresi: <https://www.volvotrucks.com.tr/tr-tr/trucks/models.html>
- Yenilmez, S., & Ertuğrul, İ. (2023). Evaluation of the financial performances of BIST IT sector by CILOS based CoCoSo method. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(3), 745-759. <http://dx.doi.org/10.47097/piar.1359342>
- Zavadskas, E. K., Cavallaro, F., Podvezko, V., Ubarte, I., & Kaklauskas, A. (2017). MCDM assessment of a healthy and safe built environment according to sustainable development principles: A practical neighborhood approach in Vilnius. *Sustainability*, 9(5), 702. <http://dx.doi.org/10.3390/su9050702>

- Zavadskas, E. K., Kalibatas, D., & Kalibatiene, D. (2016). A multi-attribute assessment using WASPAS for choosing an optimal indoor environment. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 16, 76-85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.acme.2015.10.002>
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., & Zakarevicius, A. (2012). Optimization of weighted aggregated sum product assessment. *Elektronika ir Elektrotechnika*, 122(6), 3-6. <http://dx.doi.org/10.5755/j01.eee.122.6.1810>

Etik Beyanı : Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde ÖHÜİBF Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarına aittir.

Bu çalışmada kullanılan veriler, kamuoyunun kullanımına açık şekilde paylaşıldığından Etik Kurul İzin onayı gerekmemektedir.

Teşekkür (Varsa) : Yayın sürecinde katkısı olan hakemlere ve editör kuruluna teşekkür ederiz

Ethics Statement : The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In case of detection of a contrary situation, ÖHÜİBF Journal does not have any responsibility and all responsibility belongs to the author (s) of the study.

Since the data used in this study is shared openly for public use, Ethics Committee approval is not required.

Acknowledgement : We thank the referees and editorial board who contributed to the publishing process.
