



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Hakan ARSLANHAN

ULAŞTIRMA MODU SEÇİMİ PROBLEMİNİN BÜTÜNLEŞİK ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME YÖNTEMİ İLE ÇÖZÜMLENMESİ VE BİR UYGULAMA

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2019



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Hakan ARSLANHAN

ULAŞTIRMA MODU SEÇİMİ PROBLEMİNİN BÜTÜNLEŞİK ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME YÖNTEMİ İLE ÇÖZÜMLENMESİ VE BİR UYGULAMA

Danışman

Doç. Dr. Ömür TOSUN

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2019

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Hakan ARSLANHAN'ın bu çalışması, jürimiz tarafından Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Gökhan AKYÜZ (İmza)

Üye (Danışmanı) : Doç. Dr. Ömür TOSUN (İmza)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Şenay SADIÇ (İmza)

Tez Başlığı: Ulaştırma Modu Seçimi Probleminin Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Çözümlemesi ve Bir Uygulama

Onay : Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi : 17/06/2019

Mezuniyet Tarihi : 27/06/2019

(İmza)
Prof. Dr. İhsan BULUT
Müdür

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ulaştırma Modu Seçimi Probleminin Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Çözümlemesi Ve Bir Uygulama” adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımda yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

İmza

Hakan ARSLANHAN



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU
BEYAN BELGESİ



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
Adı-Soyadı	Hakan ARSLANHAN
Öğrenci Numarası	20165265017
Enstitü Ana Bilim Dalı	Uluslararası Ticaret ve Lojistik
Programı	Tezli Yüksek Lisans
Programın Türü	(X) Tezli Yüksek Lisans () Doktora () Tezsiz Yüksek Lisans
Danışmanın Unvanı, Adı-Soyadı	Doç. Dr. Ömür TOSUN
Tez Başlığı	Ulaştırma Modu Seçimi Probleminin Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Çözümlemesi Ve Bir Uygulama
Turnitin Ödev Numarası	1144649925

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 92 sayfalık kısmına ilişkin olarak, 18/06/2019 tarihinde tarafımdan Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nda belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan ve ekte sunulan rapora göre, tezin/dönem projesinin benzerlik oranı;

alıntılar hariç % 15

alıntılar dahil % 14 'tür.

Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir:

(X) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylarım.

() Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esasları'nda öngörülen yüzdeleri sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.

Gerekçe:

Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlerin ışığı altında tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.

19/06/2019

(imzası)

Danışmanın Unvanı-Adı-Soyadı

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	iii
TABLOLAR LİSTESİ	iv
KISALTMALAR LİSTESİ	v
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
TEŞEKKÜR.....	ix
GİRİŞ.....	2

BİRİNCİ BÖLÜM

LOJİSTİK VE TAŞIMA MODLARI

1.1. Temel Lojistik Faaliyetler	5
1.1.1. Taşımacılık	6
1.1.2. Depolama	6
1.1.3. Paketleme/Ambalajlama ve Katma Değerli Hizmetler (Elleçleme).....	7
1.1.4. Gümrükleme.....	8
1.1.5. Sigorta	8
1.1.6. Stok Yönetimi	9
1.1.7. Müşteri Hizmetleri	9
1.1.8. Muayene, Gözetim, Ekspertiz	10
1.2. Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı	10
1.2.1. Üçüncü Parti Lojistik	11
1.2.2. Dördüncü Parti Lojistik	11
1.3. Lojistik Çeşitleri	12
1.3.1. Yeşil Lojistik ve Tersine Lojistik.....	12
1.3.2. E- Lojistik ve Perakende Lojistiği.....	14
1.3.3. Lojistik Köy ve Merkezler	15
1.3.4. Lojistik Bilgi Sistemleri	16
1.4. Taşıma Modları	17
1.4.1. Karayolu Taşımacılığı	20
1.4.2. Denizyolu Taşımacılığı	21
1.4.3. Demiryolu Taşımacılığı.....	22
1.4.4. Havayolu Taşımacılığı	23
1.4.5. Çokmodlu Taşımacılık	24

İKİNCİ BÖLÜM

TAŞIMA MODU SEÇİMİNDE KULLANILAN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

2.1. Taşıma Modu Seçimi.....	26
2.2. Çok Kriterli Karar Verme.....	28
2.2.1. Çok Kriterli Karar Verme Problemleri.....	30
2.2.2. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri.....	31
2.2.3. Çok Kriterli Karar Vermenin Avantajları	34
2.3. Taşıma Modu Seçiminde Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle İlgili Literatür Taraması	34
2.4. En İyi – En Kötü (Best and Worst) Yöntemi	41
2.5. WASPAS Yöntemi.....	46

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KAYSERİ İLİNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR LOJİSTİK FİRMASININ TAŞIMA MODU SEÇİMİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

3.1. Kriterlerin Belirlenmesi.....	50
3.2. En İyi- En Kötü Yöntemi ile WASPAS yönteminin Bütünleştirilmesi	54
SONUÇ	63
KAYNAKÇA.....	66
EK 1- Karar Verici-1 İçin Doğrusal Programlama Modeli ve Program Çözümü	78
Ö Z G E Ç M İ Ş	80

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Temel Lojistik Faaliyetleri	5
Şekil 2.1 Çok Kriterli Karar Verme Problem Çeşitleri	30
Şekil 2.2 En İyi – En Kötü Referans Karşılaştırma	44

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Taşıma Modları Arası Karşılaştırma	18
Tablo 1.2 Taşıma Modlarına Göre İhracat Değerleri	19
Tablo 1.3 Taşıma Modlarına Göre İthalat Değerleri	19
Tablo 2.1 Taşıma Türlerinin Kıyaslanması	27
Tablo 2.2 Çok Kriterli Karar Verme Problemleri ve Teknikleri	31
Tablo 2.3 Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri.....	33
Tablo 2.4 İncelenen Makalelerde Kullanılan Taşıma Modu Seçim Kriterleri ve ÇKKV Yöntemleri.....	35
Tablo 2.5 En İyi - En Kötü Yönteminin Uygulama Alanları	42
Tablo 2.6 Tutarlılık Endeks Değerleri.....	46
Tablo 2.7 WASPAS Yönteminin Uygulama Alanları.....	47
Tablo 3.1 Çalışmada Kullanılan Kriterler	51
Tablo 3.2 Kriterler Arası Karşılaştırma Ölçeği	55
Tablo 3.3 En İyi Kriter ve Diğer Kriterler Arasındaki İkili Karşılaştırma	55
Tablo 3.4 En Kötü Kriter ve Diğer Kriterler Arasındaki İkili Karşılaştırma	56
Tablo 3.5 Hesaplanan Ağırlık ve Tutarlık Oranları.....	58
Tablo 3.6 Alternatifler Arası Karşılaştırma Ölçeği	58
Tablo 3.7 Birinci Karar Vericiye Ait Örnek Anket Değerleri.....	59
Tablo 3.8 Grup Kararı Sonucu Elde Edilen Karar Matrisi	59
Tablo 3.9 Normalize Karar Matrisi	59
Tablo 3.10 Ağırlıklı Toplam Modeli (WSM) ile Alternatiflerin Toplam Görelî Önemlerinin Hesaplanması.....	60
Tablo 3.11 Ağırlıklı Çarpım Modeli (WPM) ile Alternatiflerin Toplam Görelî Önemlerinin Hesaplanması.....	60
Tablo 3.12 Alternatiflerin Görelî ve Toplam Önem Düzeyleri	60
Tablo 3.13 Farklı λ Değerleri İçin Yapılan Duyarlılık Analizi	61
Tablo 3.14 Optimal λ Değerleri.....	62

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANN	Yapay Sinir Ağları
ANP	Analitik Hiyerarşi Süresi
ARAS	Katkı Oran Değerlendirmesi
BWM	Best and Worst Method (En İyi-En Kötü Yöntemi)
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DEA	Data Envelopment Analysis (Veri Zarflama Analizi)
DEMATEL	The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
EDAS	Ortalama Çözüm Uzaklığına Göre Değerlendirme
E-LOJİSTİK	Elektronik Lojistik
ELECTRE	Elimination and Choice Translating Reality English
ENTROPY	The Entropy Method
GRA	Grey Relational Analysis (Gri İlişkisel Analiz)
KLM	Hollanda Kraliyet Hava Yolu
LODER	Lojistik Derneği
MACBETH	Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique
MCDM	Multi Criteria Decision Making
MOORA	Oran Analizi Yaklaşımı
PROMETHEE	The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
SMAA	Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis
SWARA	Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis
SWM	Sum Weighted Method (Toplam Ağırlıklı Yöntem)
TCDD	Türkiye Devlet Demiryolları
TODIM	An Acronym in Portuguese of Interactive and Multiple Attribute Decision Making
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity Ideal Solution
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
WASPAS	Weighted Aggregated Sum Product Assessment
WSM	Weighted Sum Model (Ağırlıklandırılmış Toplam Model)
WPM	Weighted Product Model (Ağırlıklandırılmış Çarpım Model)
1PL	Birinci Parti Lojistik

2PL	İkinci Parti Lojistik
3PL	Üçüncü Parti Lojistik
4PL	Dördüncü Parti Lojistik

ÖZET

Teknolojinin hızla ilerlemesi ile artan küreselleşme sonucu hammaddenin, ürünün veya hizmetin bulunduğu noktadan alınarak son nihai tüketiciye kadar ki süreçte, hızlı, hasarsız ve en ekonomik biçimde ulaşması işletmeler için büyük önem kazanmıştır. İşletmelerin, düşük maliyetler nedeniyle (işçilik, enerji, hammadde vb.) üretimini farklı ülkelerde yapmaları ve çok sayıda tedarikçi firma ile çalışıyor olmaları tedarikçiler arasında ürünlerin toplanması ve üretim merkezlerinde zamanında ve en uygun maliyetlerle teslim edilmesi lojistik faaliyetlerinden olan taşımanın önemini arttırmaktadır.

Taşımacılıkta belirlenen bir güzergah için en düşük maliyetle kaliteli hizmet verecek taşımacılık türünü seçmek çok önemlidir. Çünkü her bir taşımacılık türünün diğerine göre avantajları ve buna bağlı olarak ek maliyetleri mevcuttur. İşletmeler en uygun taşıma modunu seçerken birden çok kriteri ve alternatifleri birlikte değerlendirmek durumundadırlar. Bu değerlendirme birçok değişkenin aynı anda analiz edilmesini gerektiren karmaşık bir süreçten oluşmaktadır.

Bu çalışmada, Kayseri ilinde faaliyet gösteren ve ihracat yapan bir lojistik firmasının taşıma modu seçim problemi ele alınmıştır. Birinci bölümde lojistiğin tanımı, çeşitleri ve taşıma modları hakkında bilgi verilmiş ikinci bölümde çok kriterli karar verme ve yöntemleri ile taşıma modu seçimi anlatılmıştır. Üçüncü ve son bölümde ise taşıma modu seçim problemi için taranan literatür ve alanında uzman kişiler olan karar vericiler ile görüşmeler sonucu on üç kriter ve dört alternatif belirlenmiştir. Problemin çözümü için literatürde bu problemin çözümünde henüz kullanılmamış olan En İyi - En Kötü yöntemiyle kriterlerin önem ağırlıkları ve WASPAS yöntemiyle de seçenekler değerlendirilerek en uygun alternatifin seçimi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taşıma Modu Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, En İyi - En Kötü Metodu, WASPAS.

SUMMARY

**ANALYSIS OF TRANSPORT MODE SELECTION PROBLEM WITH
INTEGRATED MULTI-CRITERIA DECISION MAKING AND AN APPLICATION**

As a result of increasing globalization with the rapid progress of technology, transportation of raw material, product or service from its origin of point to the final consumer with the most economical, fast and the safest way has gained great importance for businesses. Because of the low cost (labor, energy, raw material, etc.) opportunities, enterprises make their production in different countries and also the fact that working with a large number of suppliers, the collection of products among the suppliers and the timely and optimal delivery of them in the production centers increases the importance of transportation from logistics activities.

It is very important to choose the mode of transportation that will provide quality service at the lowest cost for a route determined in transportation. Because each type of transportation has advantages over the other and additional costs. Businesses have to evaluate multiple criteria and alternatives together when selecting the most appropriate transport mode. This evaluation consists of a complex process that requires many variables to be analyzed simultaneously.

In this study, transportation mode selection problem of a logistics company operating in Kayseri province and exporting is discussed. In the first chapter, the definition, types and transportation modes of logistics are given. In the second section, multi-criteria decision-making concept, its methods and transportation mode selection are explained. In the third and last chapter, the through a literature review and interview with the decision makers, who are experts in their field, thirteen criteria have identified and four alternatives as a result of the transport mode selection problem. In order to solve the problem, the most appropriate alternative was chosen by evaluating the importance of the criteria and the WASPAS method with the Best - Worst method.

Keywords: Carrying Mode Selection, Multi Criteria Decision Making, Best - Worst Method, WASPAS.

TEŐEKKÖR

Tez çalıőmam boyunca her anda destek olup sorularımı yanıtlayan, ilgi ve sabırla yaklaşıp beni aydınlatan saygıdeğer danıőmanım Doç. Dr. Ömür TOSUN'a en içten teőekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme, arkadaşlarıma ve hocalarıma sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Son olarak teőekkürlerin en fazlasını hak eden, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve beni sabırla bekleyen “Her başarılı erkeğin arkasında bir kadın vardır” mottosunun doğruluğunu her zaman hissettiren sevgili eőim Ayően'e en içten dileklerle teőekkürlerimi sunarım.

Hakan ARSLANHAN

Antalya, 2019

GİRİŞ

Lojistiğin insanlık tarihi kadar eski olmasının yanında kavramın ortaya çıkması ve gelişmesi 19. yüzyılı bulmaktadır. Özellikle sanayi devriminin ardından hammadde ve işgücüne duyulan ihtiyacın artması, bunların taşınması sırasında oluşan yüksek maliyetlerin düşürülme isteği, lojistik kavramının daha da önem kazanmasına sebebiyet vermiştir. Yaşamlarını sürdürebilmek için asgari kar marjlarını korumak zorunda olan işletmeler 20. yüzyılda teknolojinin ilerlemesi ve küreselleşme sonucu artan rekabet ortamında ürünlerin satış fiyatlarını arttıramadıkları için ürün fiyatı içinde yer alan maliyet kalemlerini azaltmaya çalışmaktadırlar ve bu durum rekabeti, malların taşınması sürecine kaydırmıştır.

Günümüzde teknolojinin hızlı gelişmesiyle ticaretin şeffaf hale gelmesi, ticari işlemlerinin kolaylaşmasına ve buna bağlı olarak ticaret hacminin devamlı artış göstermesine neden olmuştur. Bu gibi gelişmeler işletmeler arası rekabeti gittikçe arttırmış, üretim ve hizmet firmaları müşteri tatmininin sağlanmasında, ürün ve hizmet kalitesinin geliştirilmesinde zorluklar yaşamaya başlamıştır. Bu zorlukları aşmaya çalışan işletmeler maliyetleri düşürme, kaliteyi yükseltme ve artan müşteri taleplerini karşılayabilme konusunda stratejik hedefler belirleyerek çözümler aramaya başlamıştır (Daniela ve Ovidu, 2014: 35). Lojistik faaliyetler, firmaların stratejik hedeflerini gerçekleştirmede önemli bir rol oynamaktadır (Kumru ve Kumru, 2014: 975).

Lojistik faaliyetler müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla her çeşit hammadde, yarı mamul ve malların ürünün başlangıç noktasından son noktasına ulaşana kadar, verimli ve etkin bir şekilde planlanmasını, yürütülmesini, ürünün teslimatını, depolanmasını, elleçlenmesini ve bu süre içerisinde taraflara bilgi akışını sağlanması gibi unsurları içermektedir (Koban ve Keser, 2015: 135). İşletmeler lojistik faaliyetlerini başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmeleri için lojistiğin yedi doğru unsuruna (doğru ürün, doğru miktar, doğru zaman, doğru koşullar, doğru yer, doğru maliyet ve doğru müşteri) uymaları gerekmektedir. Özellikle doğru ürünü, doğru zamanda ve doğru yerde unsurları, taşıma modunun doğru seçilmesine bağlıdır. Doğru taşıma modu seçimiyle, lojistik operasyonlarda ve firmanın organizasyonel faaliyetlerinde rekabet avantajı sağlanmaktadır.

İşletmeler, toplam lojistik maliyetlerin yarısından fazlasını dağıtım maliyetlerinin oluşturduğunu bildiklerinden dolayı dağıtım ekipmanının ve personelinin etkili bir şekilde kullanılmasına önem vermektedirler. Dağıtım maliyetlerinin azaltılması ve müşterilere sunulan hizmet kalitesini artırılması için en kısa zamanı ve mesafeyi verecek olan bir aracın

şebeke içerisinde izleyeceği en uygun rotayı bulmak işletmeler için son derece önemlidir (Karahan, 2003: 64).

Doğru taşıma modu seçimi firmaların hem tedarikçilerinden hammadde temini açısından hem de müşterilerine istenilen zamanda ve minimum maliyetle teslim yapabildiğini sağlaması açısından önemlidir. Teslimat sırasında yaşanabilecek en ufak bir gecikme, üretim planlarının aksamasına neden olarak siparişlerin gecikmesine yol açabilecektir. Bu anlamda işletmelerin rekabet ortamında stratejik ve doğru kararlar vermeleri gerekmektedir. Karar vericiler maliyet veya zaman gibi sayısal olan ile esneklik veya şikayet gibi sayısal olmayan pek çok faktörü eş zamanlı göz önüne almak zorundadır. İşte bu karmaşık süreç, problemin çözümü için çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir.

Taşıma modunun seçiminde birçok değişken bulunmaktadır. Bu değişkenlerin tamamı taşıma modunun yapısıyla ilgili maliyet - hız - güvenilirlik – hasar- esneklik gibi özelliklerle doğrudan bağlantılıdır. Batur, (2008) yük taşımacılığında en önemli faktörün güvenlik, yolcu taşımacılığında ise güvenlik ve hız olduğunu belirtmiştir. İşletmeler sürekli farklı ulaştırma modları arasında bir seçim yapmak durumundadır. En çok tercih edilen taşıma modları:

- Kara yolu taşımacılığı
- Denizyolu taşımacılığı
- Havayolu taşımacılığı
- Demir yolu taşımacılığı,
- Çokmodlu taşımacılık

şeklindedir.

Bir taşıma modu türünü seçerken birden çok kriteri aynı anda analiz ederek karar vermek gerekmektedir. Yük taşımacılığında bilimsel araştırmalarda en çok kullanılan ilk beş kriter sırasıyla, taşıma süresi, güvenilirlik, taşıma maliyeti, kayıp/hasar oranı ve taşıma kapasitesi değişkenleridir (Akçay, 2005: 14).

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde lojistiğin tanımı, faaliyetleri, çeşitleri ve taşıma modları üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümde taşıma modu seçimi, çok kriterli karar vermenin tanımı, problemleri, teknikleri ve avantajları anlatılmıştır. Ayrıca taşıma modu seçiminde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleriyle ilgili literatür tablosu ve uygulamada kullanılacak olan En İyi-En Kötü yöntemi ile WASPAS yöntemi bu bölümde anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde ise Kayseri ilinde faaliyet gösteren ve ihracat yapan bir lojistik firması için taşıma modu seçim problemine çözüm bulmak bağlamında literatür taraması ve

uzman görüşleri sonucunda belirlenen 13 kriter (süre, taşıma maliyeti, depolama maliyeti, güvenilirlik, ambalajlama, nakliye seferlerinin sıklığı, farklı ebat/ağırlıkta ürünleri taşıyabilme esnekliği, rotada esneklik, taşınan ürün sayısında esneklik, zaman çizelgesinin değişebilirliği, teslimat noktasında esneklik, nakliye sırasında oluşabilecek hasar oluşumu, çevre üzerindeki etkiler) alanlarında uzman olan karar vericilere uygulanan bir anket çalışmasıyla veriler toplanarak analiz edilmiş ve belirlenen 4 taşıma modu alternatifleri (Kara-Demir-Hava-Çokmodlu) arasından en uygun taşıma modu seçilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

LOJİSTİK VE TAŞIMA MODLARI

Lojistik terimi, Yunanca da “logisticos” kelimesinden gelmektedir. Bu terim, “logic” ve “statistics” kelimeleri bir araya gelerek bütünleşmesi sonucu meydana gelmiş, “istatistiksel mantık” olarak dilimize uyarlanmıştır. Lojistik kavramı ilk olarak askeri alanda kullanılıp savaş dönemlerinde askerlere, bulunduğu birliğe gerekli mühimmat, giyim, yiyecek, sağlık malzemelerinin tedarikinin sağlanması, depolama, ulaşım, dağıtım, bakım faaliyetlerin bulunması gibi konuları içermektedir (Karacan ve Kaya, 2011: 2). Bilimsel çalışmalarda lojistik kavramının ilk kullanımı, İsveçli Antoine-Henri Jomina 1838 yılında “Askeri İdari Bilimler” konusunda yaptığı çalışmada lojistikle ilgili kavramlardan bahsetmesiyle gerçekleşmiştir. Günümüzdeki anlamı ile şekillen lojistiğin ilk kullanımı ise Bowersox olduğu bilinmektedir (Keskin, 2014: 26). İkinci Dünya Savaşı sonrası sanayi devrimi ile birlikte sanayi ülkelerinin hammadde ihtiyaçlarının karşılanması için diğer ülkelerden tedarikinin gerçekleşmesi ve ürünlerin üretilmesi, depolara taşınması, daha sonra tüketicilere ulaştırılmasıyla lojistik terimi askeri alandan sivil alana geçişi sağlanmıştır (Şahin, 2018: 3).

Lojistikle ilgi çok farklı tanımlar mevcuttur. Bunun sebebi, lojistik kavramının birçok alanda kullanılması ve uygulama alanının geniş olmasıdır (Gülenç ve Karagöz, 2008: 75).

Lojistik, “kaynakların zamanla bağlantılı olarak konumlandırılması veya tüm tedarik zincirinin stratejik yönetimi” olarak ifade edilmiştir (Waters, 2003: 17). Başka bir kaynakta “optimum maliyetlerde siparişlerin yerine getirilmesi vasıtasıyla; sürdürülebilir kârlılığı, müşteri gereksinimlerini karşılayacak mal ve hizmetler ortaya çıkarılması için organizasyonda ve pazarlama kanallarında, satın alma, malzemelerin ve parçaların depolanması, bitmiş ürünlerin sevkiyatı ve bunlarla ilgili bilginin aktarılması faaliyetlerinin stratejik yönetimi” olarak tanımlanmıştır (Sadler, 2007: 31). Kavrama “değer yaratma” açısından ele alan tanımda lojistik, “değer yaratarak müşterileri memnun edecek ürünlerin ve hizmetlerin ortaya çıkarılması amacıyla; kaynakların, alt yapının stratejik yönetimi vasıtasıyla, firma bünyesinde ve firmalar arasında mülkiyet, şekil, miktar, yer, zaman faydası yaratılması” şeklinde betimlenmiştir (Novack, vd., 1992: 236).

Lojistik Yönetimi Konseyi’ne göre; "Lojistik, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürün, hizmet ve bilgi akışının, hammaddenin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan tedarik zinciri içindeki hareketin, etkin ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve kontrol altında tutulması yöntemidir" (Bölükbaş, 2016: 4).

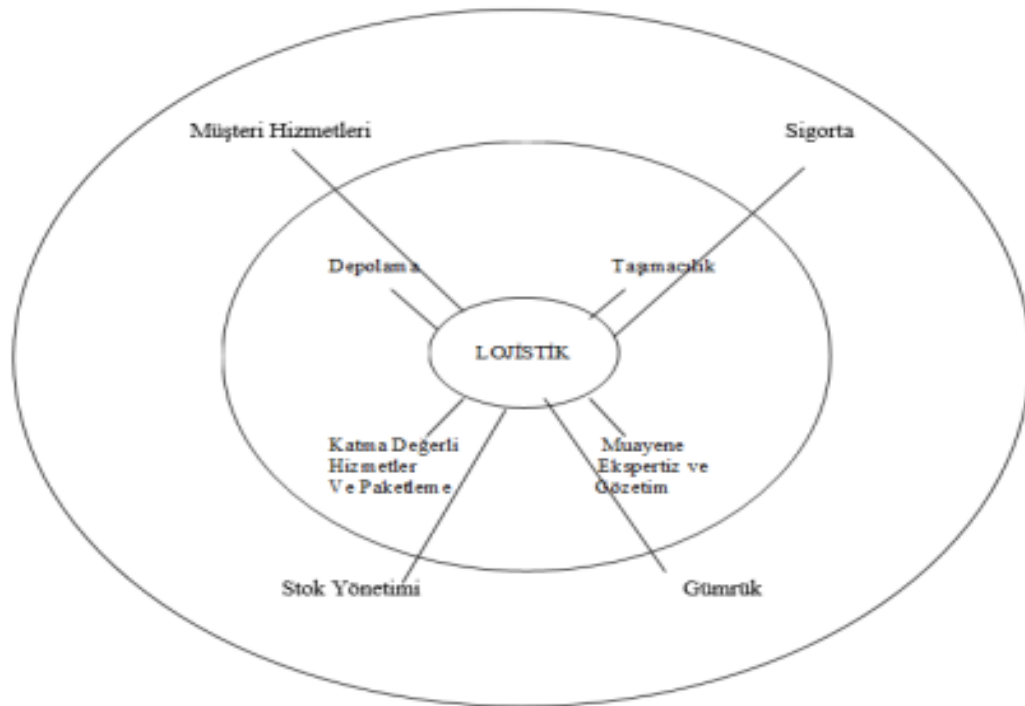
Üretim sektöründe ise; “tüketicilerin gereksinimlerine cevap verebilmek için hammaddenin etkin maliyetle hareket etmesi, depolanması, işlenmesi ile nihai ürün elde edilmesi ile ilgili bilginin çıkış noktasından, seçim noktasına kadar ulaşmasını planlayan, uygulayan ve denetimini sağlayan işlem” şeklinde tanımlanmaktadır (Şekelli, 2016: 12).

Lojistik bir formülle gösterilmek istenirse; “Lojistik = Tedarik + Malzeme Yönetimi + Dağıtım” olarak ifade edilebilmektedir (Rushton vd., 2006: 4).

Genel anlamda lojistik kavramı, “ürünün üretildiği noktadan alınarak depolarda tutulması, stoklanması, ürünün istenilen yerlere ve istenilen şekilde teslim edilmesi ve bütün bu işlerin planlı, en verimli ve en hızlı şekilde yapılmasıdır.” Bir başka deyişle, “geçmişteki taşımacılık kavramının bir düzey gelişmiş” ifadesidir.

1.1. Temel Lojistik Faaliyetler

Tedarik zinciri yönetiminin (TZY) en önemli faktörü olan lojistiğin, birtakım faaliyetleri vardır. Bu faaliyetlerin amacı; “doğru ürünleri ve/veya hizmetleri doğru miktarlarda, doğru yerde, doğru zamanda ve en az maliyetle” mevcut bulundurmaktır (Orhan, 2011: 7). Lojistik yönetimi sürecinde gerçekleştirilen lojistik faaliyetler aşağıdaki Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1 Temel Lojistik Faaliyetleri

Kaynak: Tanyaş ve Düzgün, 2016: 6

1.1.1. Taşımacılık

Genel anlamıyla taşıma faaliyeti, insanların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, kişi ya da ürünün, mekânsal ve zamansal açıdan fayda sağlayacak biçimde yer değiştirmesi olarak ifade edilmiştir. Farklı bir deyişle taşımacılık, “ürünlerin, yarı mamullerin tedarik zincirini oluşturan tedarikçiler, distribütörler, perakendeciler ve nihai müşteriler arasındaki aktarımı” olarak tanımlanmıştır (Ok, 2016: 31). Lojistik faaliyetleri arasında en maliyetli olanı ulaştırma hizmetidir. Bunun sebebi ulaştırmanın yapılan lojistik faaliyetlerin en temel ögesini oluşturması ve işletmelerin temel karar alma alanınının olmasıdır. Başka bir ifadeyle ulaştırma; ulusal ve uluslararası ölçekte olan işletmelerin ekonomik kaynaklardan faydalanmasında ve bu kaynakların geliştirilmesinde ana rol oynamakla birlikte hammadde gereksinimleri, işlenen ürünün yani yarı mamullerin ve son olarak ürünlerin kullanılan alanlara taşınmasını sağlamaktadır. Bu kapsamda lojistik yönetimi ise, ürünün cinsine, ağırlığına, boyutuna bakılarak, taşıdığı özelliğe göre taşıma modunu seçerek maliyeti en aza indirmesi gerekmektedir (Tekin ve Sayın, 2017: 549).

1.1.2. Depolama

Depolama faaliyeti, üretim yapacak olan işletmenin çıkarılan hammaddenin bir alanda muhafaza edilmesi, daha sonra kullanmak için üretim alanına getirilmesi ve orada işlenmesiyle tüketiciye ulaşmasına kadarki olan süreçte en uygun alanlarda bekletilip saklanması olarak tanımlanmıştır. Ürünlerin bekletilip muhafaza edilen alanlara ambar veya depo denilmektedir. Lojistik faaliyetlerinin işleyişinde herhangi bir aksilik olmaması için depolamanın doğru ve en etkin şekilde yapılması gerekmektedir. Bir lojistik firmasının performansını değerlendirmede depolama faaliyeti, oldukça önemli bir bileşendir (Çancı ve Erdal, 2009: 78).

Lojistik faaliyetinde depo; işletmelerin hammadde, yarı mamul ve mamullerini farklı amaçlar kullanarak ihtiyaç duyulan dönemlerde kullanmak için tutulduğu sabit bir noktadır. Bu nedenle, bir işletme yaptığı stokların bir kısmını depolayarak üretim maliyetlerini minimize etmekle beraber arz ve talep dengesini sağlayabilir. Depolama vesilesiyle, daha fazla miktarda, daha ekonomik miktarlar taşınabilir. Depolama faaliyetinin amaçları aşağıdaki gibidir (Bamyacı, 2008: 34);

- Taşıma ve üretim maliyetlerini düşürmek, üretim alanına yakın bir yerde deponun olması taşıma maliyeti ortandan kaldırır dolayısıyla üretim maliyetini azaltır.
- Talep fazla olduğunda stoklardan kullanılması amacıyla yapılan depolar arz ve talebi dengelenmesini sağlayacaktır.

- Yapılan üretimde ve bu ürünlerin pazarlama süreçlerine katkı sağlamaktadır.
- Depolama faaliyetinde depo sayısı, deponun büyüklüğü ve coğrafi konumu müşterilere yapılacak servis yeteneği ile doğrudan ilişkilidir.

1.1.3. Paketleme/Ambalajlama ve Katma Değerli Hizmetler (Elleçleme)

Ambalaj, “bir ürünün tedarikçiden üreticiye veya üreticiden tüketiciye kadar uzanan dağıtım zincirinde, hasara uğramadan uygun koşullarda güvenli bir şekilde ulaşımını sağlayabilmek için kullanılan koruyucu araçların” tümüdür. Ambalaj, bir ürüne herhangi bir zarar gelmesini önlemek ve onu tüketiciye sağlam bir şekilde teslim etmek olarak değerlendirilmelidir (Türker, 2010: 27).

Ambalajlama iki farklı şekilde yapılır; birincisi iç ambalajlama ikincisi dış ambalajlamadır (Gökalp, 2007: 81-82).

İç ambalajlama, ürünü ilk sarmalayan herhangi bir zararı önlemek amaçlı yapılan, tüketiciye ürünle birlikte verilen ve bu sebeple tüketicilerin ürünü satın alma davranışı üzerinde önemli bir etkiye sahip olan bir unsurdur. İç ambalajlamanın iki görevi vardır, birincisi ürünü korumak ikincisi ise tutundurmaktır. İç ambalajlama tutundurma faaliyetini gerçekleştirebilmesi için yeniden yapılacak olan düzenlemeyle birlikte ürünün bozulmasını, kırılmasını, farklı bir deyişle dış unsurlardan zarar görmeyecek şekilde tasarlanmasını ifade eder. Örneğin yiyecek, içecek gibi dayanıksız ürünlerin ambalajları ürünün bozulmasını, ezilmesini engelleyecek şekilde yapılmalıdır. Buda ambalajlamanın ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Dış ambalajlamada (paketleme) ise asıl amaç ambalajlanmış ürünleri bir araya getirerek sevkiyatını sağlamak ve bu sevkiyat sırasında ürünlere gelebilecek zararın önüne geçmek amacıyla ürünlerin korunmasıdır. Bunun dışında dış satım için kullanılacak olan ambalajın uluslararası kurallara ve hedef pazardaki hukuksal düzenlemelere dikkat ederek işaretlenmeli ve etiketlemesi yapılmalıdır. Aksi takdirde ürün zarar görebilir, teslim edileceği yere ulaşamayabilir veya gümrüklerden geri dönebilir. Buradaki amaç ulaştırma esnasında ürünlerde en az firenin verilmesidir. Ambalajların kullanımı üründen ürüne deyişiklik göstermekle birlikte kullanılan ambalaj malzemeleri de deyişiklik göstermektedir. Bu ambalajlar; kâğıttan, camdan, tahtadan, metalden, plastikten ve son olarak aseptik (mikroptan arındırılmış, özel bir paketleme türü) ambalajlardan oluşabilmektedir. Ambalaj teknolojisi, müşteri beklentilerini karşılayacak şekilde gelişim göstermektedir.

Katma değerli işlemler bir diğere ifadeyle elleçleme, üretilen ürün üzerinde var olan değer üzerine değer katan işlemler olarak tanımlanabilir. Bu işlemler, “depolarda yapılan

etiketleme, fiyat etiketleme, ambalajlama, yeniden ambalajlama, birleştirme, ayırma, paletleme, iade ve şikâyetlerin işlenmesi, onarım, montaj, kullanım kılavuzu ekleme, barkotlama işlemleri, imha, satış noktasında raflara dizme vs.” tüm bu işlemlere katma değerli işlemler denilmektedir (Şahin, 2018: 15) .

1.1.4. Gümrükleme

Bir ülkenin yabancı bir ülkeyle yaptığı dış ticarete yani alım ya da satımda, ürünlerin gümrük alanlarından geçişi esnasında yasal yükümlülüklerin ve işlemlerin yürütülmesidir. Gümrükleme lojistik faaliyetleri açısından ürünlerin başka bir ülkeye taşınması açısından en çok ilişki içinde olan alanlardandır. Dış kaynak kullanımında ilk uygulamalar gümrük alanında kullanılması bu yaklaşımı destekler niteliğindedir. Globalleşme sürecinde yerel sınırlar bir engel unsuru olmaktan çıksa da lojistik sektörü bakımından gümrükleme ciddi şekilde önem arz etmektedir. Global lojistik yaklaşımında karayolu, havayolu, demiryolu, denizyolu vb. modları veya çoklu taşıma modlarından birisinin tercih edilmesiyle gümrük işlemlerini gerçekleştirecek organizasyonun türü de önem arz etmektedir. Önemsenmeden ya da ihmalin söz konusu olan bir gümrük operasyonunda kayıp olan sadece zaman değildir, aynı zamanda bir yasal süreçten geçtiğinden prestij kaybına sebep olabilmektedir (Topal, 2013: 34).

1.1.5. Sigorta

Lojistik faaliyetinde, üretilen ürünlerin başlangıç noktasından tüketiciye kadar ulaşan ve bu süreç içerisinde de diğer lojistik işlemlerinde yer aldığı birçok işlemde geçmiştir. Bunun yanında karşımıza birçok taraf çıkmaktadır. Ürünlerin başlangıçtan tüketiciye kadar gelen süreçte hasar almadan ve eksiksiz şekilde gelmesi önemlidir. Taşınan ürünlerde oluşabilecek risklere karşı bir güvence söz konusu olmalıdır ve alıcı satıcı arasında güven ortamının sağlanması açısından sigortalama süreci önem arz etmektedir. (Şahin, 2018: 15).

Risk; “gelecekte ortaya çıkması muhtemel ve istenmeyen bir olayın gerçekleşme olasılığı” şeklinde ifade edilebilir (Koban ve Keser 2015: 271). Risk olarak görülen olaylar kaza, yangın, ekonomik krizler, deprem, sel, fırtına, hırsızlık vs. gibi olaylar dikkatte alınmıştır. Uluslararası ticarete karşılaşılan riskler;

- Taşıma sırasında oluşan riskler; malların herhangi bir araca yüklenmesi, taşınması sırasında ya da araçtan indirilirken meydana gelen kazalar veya mücbir sebepler,
- Ticari riskler; ürünü satın alacak olan işletmenin veya kişinin malı almaması ya da ödemeyi geciktirmesi/ödememesi son olarak malların zamanında ve/veya istenilen kalitede gönderilmemesi,

- Devlet politikasından kaynaklanan riskler; alıcı ve satıcının yaptığı faaliyetlerden kaynaklı olmayan ve alıcı satıcının kontrolü dışında meydana gelen ülkelerin birbirlerine karşı koydukları tarifeler, ambargolar, grev vb.

1.1.6. Stok Yönetimi

Stoklama, yapılan üretim planlaması dâhilinde arz ve talebi önceden tespit edip ürünün tespit edilen miktarda gerektiği zamana göre yapılmasını ifade eder. Organizasyonlar yapmış oldukları üretimin aksamaması ve işleyişin devam etmesi için stok yaparlar, bunun yanında üretim bittikten sonra verilen siparişlerin akışını sağlamak için de stok bulundururlar. Stok yönetimini etkin bir şekilde yapılması işletmenin risklerini azaltmasını sağlar (Tekin, 2014: 4-5). Bir organizasyonun stoklarını uzun vadede saklaması, bekletmesi o işletmenin maliyetini artırabilir. Bu bağlamda stok yönetiminin asıl amacı maliyetleri minimize ederek stokları en az maliyetle yapmaktır. Stok faaliyetleri stratejik kararlarla oluşturulması ve bu kararların yanlış alınmasından kaynaklı işletmeye ciddi telafisi olmayan hasarlar verebilir. (Babacan, 2012:366). Organizasyonların stok yapma sebepleri (Tekin, 2013: 106-107):

- Günlük talep edilen ürünün belirsizliği,
- Üretim sürecinde aksaklıkların görülmesi,
- İş akışındaki kesilmeler,
- Güvenlik stoku,
- Fiyat düşüşlerinin önüne geçme arzusu

1.1.7. Müşteri Hizmetleri

Müşterinin memnun olmasının lojistik faaliyetiyle sağlanması işletmenin en önemli amaçlarından biridir. Sebebi ise, ürünün üretimin ilk yapıldığı yerden nihai tüketiciye ulaşana kadar geçen zaman ve işlemler, işletmeleri müşterilerin gözünde şekillendirmektedir. Müşteri hizmeti üç şekilde meydana gelmektedir. Bunlar; (Bölükbaş, 2016: 12) :

1. Satış öncesi müşteri hizmetleri: Müşteri ihtiyaçları, beklentileri doğrultusunda hareket edecek şekilde lojistik planı oluşturulur. Lojistik faaliyetleri hakkındaki kurallar ve prosedürleri içerir.
2. Satış sırasında müşteri hizmetleri: Teslimatın hangi süre zarfında yapılacağı, ürünlerin hangi modla taşınacağı konusunu içerir.
3. Satış sonrası müşteri hizmetleri: Teslimatı hatasız şekilde gerçekleştirmek, müşterinin memnun kalmasını sağlamak, teslimat süreci hakkında olumlu ve olumsuz dönütler

almak son olarak tersine lojistiği konu olan ambalajların yeşil olmasını sağlamak gibi konuları içerir.

1.1.8. Muayene, Gözetim, Ekspertiz

Muayene, gözetim ve ekspertiz lojistik faaliyet sürecinin son aşamalarını oluşturur. Bir ürünün üretilmesinden tüketiciye ulaşana kadar o ürünün kontrol edilmesi sürecidir. Bir ürünün kontrol süreçleri farklı şekilde yapılabilmektedir; ürünün ilk kontrolü, üretim aşamasındaki süreç kontrolü, teslimatın yapılmasından önceki kontrol gibi muayenelerin yapılmasının birçok sebebi bulunmaktadır. Bunların bazıları; tedarik zinciri sürecinin her birinde ürünün daha iyi ve kaliteli olmasının sağlanması, kalite kontrolü yapılması ve ürünün kusurlu olmasından kaynaklı alınmamasını sağlamak, yapılan iadelerde kurumun itibar kaybının önlenmesi, üretim ve sevkiyat tam zamanında yapılmasını sağlamak gibi sebeplerle muayene işlemi yapılmaktadır (Şahin, 2018: 12).

1.2. Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı

Lojistik hizmetlerin son dönemlerde “Üçüncü Taraf Tedarikçi” olarak tanımlanan partnerler ile birlikte yürütülmesi, geleneksel bir sistem olan “dikey bütünleşme”ye karşı önemli bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Dış kaynak kullanımı tam anlamıyla yeni bir uygulama olmadığı gibi günümüzdeki anlamına gelme sebebi, işletmelerde artan riskin, müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin sonucu olarak ifade edilmesidir (Akyıldız, 2004: 2).

Lojistik Derneği (LODER)'in tanımına göre dış kaynak kullanımı, “şirketlerin kendi temel faaliyetlerine daha fazla odaklanmak, maliyetlerini azaltmak, kaliteyi yükseltmek, verimliliği arttırmak, sabit maliyetleri değişken maliyetler haline dönüştürmek, ilgili tedarikçinin uzmanlık, yatırım ve yaratıcılık gücünden yararlanmak, pazara tepki hızını yükseltmek amaçlarından bir veya birkaçından yararlanmak üzere, var olan şirket faaliyeti veya faaliyetlerinin gereğinde ilgili varlıkları ile birlikte üçüncü parti şirketlere devredilmesi” sürecidir (LODER, 2010: 112, akt; Topal, 2013: 44). Organizasyonlar, “yapma” yerine “alma” alternatifini değerlendirdiğinde dış kaynak kullanımını tercih ederek süreci başlatmış olacaktırlar. Dış kaynak kullanımı stratejik bir karar olup, dış kaynak kullanımının kendi içinde taşıdığı bir takım riskler vardır. Genel olarak dış kaynak kullanımı işletmelerin tercihi sonucu yapılmaktadır. Bu bağlamda işletmeler bu kararı uygularken dış kaynak kullanımının avantajlarını ve dezavantajlarını karşılaştırmalı ve karar verme konusunda hassas davranmalıdırlar (Öztürk ve Sezgili, 2002: 138).

1.2.1. Üçüncü Parti Lojistik

Üçüncü parti lojistik (3PL), "Birden fazla lojistik hizmetinin tek bir hizmet sağlayıcı tarafından bir sözleşme kapsamında sağlanması" ya da "tedarik zinciri içindeki temel lojistik faaliyetlerinden bir kaçının, (ardışık olarak en az üç farklı faaliyet, örneğin; depolama, nakliye, ve stok yönetimi) konusunda uzman lojistik şirketleri tarafından üstlenilmesi" olarak tanımlanmıştır (Sevim vd., 2008: 3).

Üçüncü parti lojistiği tam anlamıyla anlaşılabilmesi için birinci parti lojistik (1PL) ve ikinci parti lojistiğin (2PL) ne anlama geldiği ifade edilmesi ve 3PL üçüncü partinin bu ikisi arasındaki ilişkinin nasıl olduğunun belirtilmesi gerekmektedir. 1PL işletmenin lojistik faaliyetlerini kendisi yapmasını, 2PL ise depolama ve taşıma gibi zor olmayan faaliyetleri yerine getiren aracıyı, 3PL ise bütünsel bir yaklaşımla 1PL ve 2PL ifade edilen faaliyetlerin tümünü kapsayan ve hizmet sunan lojistik yönetimini ifade etmektedir. Başka bir deyişle 1PL gönderici firmayı (Tedarikçi İşletme), 2PL ise alıcı olan işletmeyi yani malı teslim alan firmayı temsil ederken, 3PL bahsedilen bu iki işletme arasındaki ürün veya hizmetin transferlerinden sorumlu olan ve bu hizmeti veren kuruluşu ifade etmektedir (Ölmez, 2017: 17).

3PL işletmeleri transfer ve depolama faaliyetlerini yapması dışında; envanter yönetimi, faaliyetlerin izlenmesi, takibe alınması, katma değeri olan işlemleri yani montaj, istifleme, ayırma veya birleştirme vb. gibi faaliyetlerle birlikte yönetim ve tasarlama faaliyetlerini de yerine getirmektedir (Ölmez, 2017: 17).

3PL, işletme içinde geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilen lojistik işlerinin hepsi veya bir bölümünün üçüncü bir firma tarafından yani dış kaynak kullanarak yerine getirilmesi olarak ifade edilmektedir. Firmalar, rakiplerine karşı üstünlük sağlamak için global dünyada teknolojik gelişmelere ayak uydurmak, işletme risklerini azaltmak, minimum maliyetle yapmış olduğu işlerde uzmanlaşmak ve esnek bir yapı için lojistik faaliyetlerini gözden geçirip eksik olan konularda kendini düzeltmiş ve yenilemeler yapmıştır. Bu sebeple birçok firma, lojistik faaliyetlerinin bir bölümünü veya hepsini yapmak için orta ve uzun vadede üçüncü parti lojistik firmaları ile stratejik ortaklıklar kurmak istemektedir (Özbek, 2013: 95-96) .

1.2.2. Dördüncü Parti Lojistik

Birçok firma dış kaynak kullanımının sağladığı faydaları farkında olup kendi alanında uzmanlaşmaya gitmiş ve diğer faaliyetleri bu alanda kendini geliştirmiş firmalara devretmiştir. Fakat günümüzün globalleşen dünyasında faaliyetlerin git gide daha karışık hale

gelmesi sonucu üçüncü parti lojistik yetersiz olmaya başlamıştır. Uygulama alanında üçüncü parti lojistik hizmeti, tedarik sürecinde yapılan operasyonları tam manada karşılayamadığı için beklenin altında kalmaktadır. Genel olarak üçüncü parti lojistik firmaları, ağırlıklı olarak taşıma ve depolama faaliyetlerine yoğunlaştığı için hizmeti alan firmanın uzun vadeli ve çok boyutlu ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır. Bu anlamda dördüncü parti lojistik üçüncü parti lojistiğin yetersiz olduğundan dolayı ortaya çıktığını ifade etmek mümkündür (Çakırlar, 2009: 89-90).

Bumstead ve Cannons (2002) dördüncü parti lojistiği (4PL): “hem kendi hem de diğer organizasyonların kaynak, kapasite, teknolojilerini birbirine monte ederek geniş tedarik zinciri çözümleri, dizayn eden kuran ve işleten, bütünleştiriciler”, olarak ifade etmiştir. Çoğu dördüncü parti lojistik işletmesinin, depolama alanları yani tesisi, filosu vb. işletmeye ait varlıkları bulunmamaktadır. 4PL asıl görevi, sorumluluk almak ve bilişsel ağırlıklı, müşteri istek ve beklentilerini en iyi şekilde nasıl karşılayabileceği konusunda, müşterilere hizmet vermektir. 4PL işletmeleri, fiziksel aktiviteleri diğer işletmelere yani 3PL işletmelerine bırakıp, yönetimsel açıdan önemli bir bölümünü yürütürler (Stefansson, 2006: 81).

1.3. Lojistik Çeşitleri

Lojistik farklı şekillerde yapılmaktadır. Her ürünün lojistik işleyişi farklıdır. Başlıca lojistik çeşitleri şöyle sıralanabilir;

1.3.1. Yeşil Lojistik ve Tersine Lojistik

Yeşil lojistik, yapılan lojistik faaliyetlerin tümünde işletmenin çevreyi göz önünde bulundurarak, doğayı tahrip etmeden, çevreyi kirletmeden, zarar veriliyorsa da bunu en aza indirgeyerek işlevini yerine getirmesini kapsamaktadır. Lojistik faaliyetinde bulunurken daha çok yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalı, kaynakları israf etmeden, karbon salınımını en aza indirecek şekilde yapılmalı, yapılan maliyetlere katlanılmalı ve ürün tüketiciye ulaştırılmalıdır (Bolat vd., 2011: 539).

Lojistik faaliyetinde kullanılan araçların çoğunda yenilenemeyen enerji kaynaklarından biri olan fosil yakıtların kullanılmasından dolayı doğamız zarar görmektedir. Çevreyi daha temiz bir hale getirmek için karbon salınımını en aza indirmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına uyum sağlayan araçlar kullanılmalıdır. Egzoz emisyonlarının saldığı gazların etkisinin minimize edilmesi için ülkemizde de diğer ülkelerdeki gibi kanuni düzenlemeler yapılmıştır. Transfer sırasında kullanılan araç gereçlerin kaynakları verimli bir şekilde kullanması, malların boyutuna ve ağırlığına uygun araç kullanımı, malların konsolidasyonu ve yenilenebilir enerji kaynağının kullanılması, çevre kirliliği, gürültü kirliliği

ve yoğunluk olarak geri dönen etkilerin minimize edilmesini sağlarken, en uygun rotaya en uygun araç kullanımı, doğru planlama ve doğru programlama yapılması da kaynak tasarrufu sağlamaktadır (Karagülle, 2012: 457). Güzergah seçimi, araçların trafiğin yoğun olmadığı saatlerde yol alması, kullanılan yolun takibe alınarak herhangi bir aksaklıkta ve aracın bekleme süresinin en aza indirilmesi gibi olaylarda araçlardan dolayı oluşan çevre kirliliğinin azaltılmasını sağlar (Terzi, 2016: 17).

Tersine lojistik, yeşil lojistik kapsamında ele alınabilecek yeni bir iş alanıdır. Atık yönetimi, özellikle nükleer atıklar, artan nükleer enerji kullanımı rakamlarına göre lojistik şirketleri için niş pazarlardan biri haline gelmiştir. Avrupa'daki birçok sanayi ülkesi, kullanılmış ürünler ve üretim kaynaklı atıklar dahil olmak üzere ters lojistik akışlarının sorumluluğunu üstlenmiştir (Karagülle, 2012: 458).

Tersine lojistik tedarik zincirinin her aşamasında geleneksel uygulamaların kullanıldığı bilinmekle beraber günümüzde bu zincire yeni bir halka eklenmiştir. Bu halka tedarik zinciri sonundan geriye doğru dönülmesini ifade eder. Yani üretilen bir ürünün üretim aşamasından nihai tüketiciye ulaşması ve daha sonra o ürünün tekrar üretim yerine geri dönüşümü veya geri kazanımı ifade etmektedir. Burada amaç işletme maliyetlerini azaltmak, geri kazanımla birlikte kaynak kullanımını azaltmak ve son olarak sürdürülebilirliği sağlamaktır. Bu açıdan bakıldığında işletmelerin artık sadece ekonomi kazanç güdüsüyle hareket etmediğini bununla birlikte çevreye duyarlı politikalar izlediği göz ardı edilmemelidir (Zengin, 2017: 11). Tersine lojistik, “değerinin geri kazanılması veya uygun şekilde yok edilebilmesi için ürünün ve bilginin tüketim noktasından orijin noktasına doğru akışının etkinleştirilmesi için yapılan planlama, uygulama ve kontrol aktiviteleri” olarak ifade edilmektedir. Son yıllarda işletmelerin tedarik zinciri sürecinde tersine lojistiğin vazgeçilmez bir halka olduğunu ve bu halkanın işletmeye hem ekonomik hem ekolojik anlamda katkı sağlayacağı aşikardır (Nakiboğlu, 2007: 183).

Tersine lojistiğin asıl işlevi kullanılan bir malın atıklarının veya o ürünün kendisini üretim sürecinden tekrar geçerek ekonomiye geri kazandırılması için kurulan bir sistemdir. Bu süreçte bir ürünün geri dönüşümü veya kazanımı sağlamak için atığı kaynağından toplayacak ya da ayrıştırma işlemini yapacak tesislerin olması şarttır. Atık yönetiminde yapılan atıkları üç farklı şekilde kazanımı sağlanır. Bunlar yeniden kullanım, yeniden üretim ve geri dönüşümdür (Şengül, 2010: 78).

1.3.2. E- Lojistik ve Perakende Lojistiği

E-lojistik, lojistik uygulamaların elektronik tabanlı ortam kullanılarak yürütülmesidir. Lojistik işlevler bilişim teknolojileri kullanımı ile gerçekleştirilmektedir. Bu yönüyle geleneksel lojistikten daha fazla hizmet ve bilgi içermesi ile geleneksel lojistiğin daha da gelişmiş halidir. E-lojistik uygulamaları sayesinde lojistik faaliyetler daha verimli hale getirilmiştir. Firmalar dünya çapında portallar oluşturarak birbirleri ile uyum ve bütünlük içerisinde çalışabilmektedirler. E-lojistik aynı zamanda firmalara daha az maliyetle daha esnek ve daha yüksek kalite avantajı sağlamaktadır (Gülen, 2005: 38).

E-lojistikte, yönetimde yer alan faaliyetlere ve müşterilere bağlı şekilde farklı araçlar kullanılmaktadır. E-lojistik hizmet veren firmalar arasında; ulaştırma işlemini yapan işletmeler, yurtiçinde ve yurtdışında faaliyet yapan taşıyıcı işletmeler, komisyoncu ve acenteler, gümrük müşavirleri ve bu sektörde çalışan diğer firmalar sayılabilir. Bu firmalar kendi aralarındaki ulaşım ağ sistemine dayanarak e-lojistikte kullanılan araçlardan faydalanılarak lojistik faaliyetlerini etkin ve verimli bir şekilde yapmaktadırlar. E-lojistik faaliyetleri içerisinde yer alan taraflar arasında kullanılan bazı önemli e-lojistik araçları; karayolu taşımacılığında bilişim teknolojisi, firma içi e-lojistik bilgi sistemi (intranet), araç takip bilgi sistemi ve sürücü bilgi sistemidir. Teknolojinin ilerlemesi firmalardaki üretim, pazarlama ve yönetim alanlarını kapsayan bütün lojistik faaliyetlerde, donanım ve yazılım sistemlerinden çok fazla yararlanılmasını zorunlu hale getirmiştir (Tekin, 2014: 69).

Bütün ülkelerde perakende sektörünün gelişmesiyle birlikte, perakende sektöründe bulunan işletmeler, pazarda varlığını sürdürebilmek için, perakende lojistik faaliyetlerini kendi içerisinde var olan yetenekler ile (ünitesi, yapısı, organizasyonu vb.) birlikte yürütmeye başlamışlardır. Küresel sistemler içerisinde sürekli değişim içerisinde olan pazar şartlarına odaklanıp, rekabet içinde olan işletmeler ise, yaptığı işe adapte olup performansını, enerji ve kaynakları perakende lojistiği sistemleriyle harcamamaya yönelik bir eğilim göstermektedir. Perakende lojistik faaliyeti, satın alma, tedarikçiler ve envanter yönetimiyle birlikte bir süreç içerisinde değerlendirilmektedir. Yurt içi ve uluslararası satın alma işlemleri ile birlikte bütün dağıtım merkezleri, depolar ve satış noktalarına en kısa zamanda, en düşük maliyetlerle, en güvenilir yöntemlerle ürünleri ulaştırmak lojistik yetkinlikte başarılabilir. Bu nedenle perakende işletmelerin lojistik konusuna verdikleri önem her geçen gün artmaktadır (Sayın ve Altuğ, 2016: 3)

Perakende lojistik sistemi, hem üreten hem de satan için, öncelikli olarak raflarda bulunabilirliği ve fiyat unsurunu birlikte ortaya koyabilmek ve bunun sürekliliğini sağlamak hedefi üzerinden yapılmaktadır. Perakende lojistiğinde yer alan firmaların asıl amacı,

müşterilerin beklentilerini karşılamaktır. Yani bir müşteri rafin karşısına geldiğinde, istediği ürünü, istediği özelliklerde ve miktarda bulabilmesidir. Tabi bunu yaparken rakiplerin yaptıklarını göz önünde bulundurması gerekmektedir. Çünkü müşteriler rakip olan firmalarla karşılaştırma yaparak kendisi için en uygun ve en iyi olanı tercih etmektedir. Sürekli dağıtım döngüsü içerisinde yapılması beklenen sevkiyatın, o döngü içerisinde tüketilecek miktarda yapılması ekonomik koşuldur. Az sevkiyatın yapılmasından dolayı ürünlerin, raflarda bulunamama sorunu ortaya çıkarmaktadır. Bununla birlikte, fazla sevkiyat yapılmasından dolayı fazla olan ürünü depolarda stoklanması gerekmekte bu da firmaya maliyet olarak geri dönmektedir (Adaş, 2015: 95). Ürün çeşitliliğinde artış oldukça, sevkiyatın tam zamanlı olması, takip edebilirlik, dağıtım alanı ve firmalar arasındaki transferler ile depolar ve raflar arasındaki akışların sağlanması ve kontrol edilebilirliği giderek zorlaşmaktadır (Erdal vd., 2008: 25). Yapılan operasyonların etkili bir şekilde yönetimi ve buna bağlı olarak maliyetleri kontrolünü sağlamak adına perakende lojistik doğru ve verimli bir şekilde kullanıldıkça işletmelere rekabet avantajı sağlayacaktır. Perakende lojistiğiyle, hizmet kalitesi artırılarak maliyetler minimize edilmekte ve böylece müşteri memnuniyetini sağlanmaktadır (Erdal vd., 2008: 26).

1.3.3. Lojistik Köy ve Merkezler

Lojistik köylerin ortaya çıkma sebeplerinden en etkili olanı ticaret hacminin artması fakat bununla birlikte lojistik faaliyetlerin kent içinde yaptığı baskılardır. Bütün ülkelerde artan global ticaret ülkenin ekonomisine pozitif yönde bir etki yapmakta, satışları arttırmakta, iş dünyasını canlandırmakta ve dengelemektedir. Fakat bu pozitif etki, büyük taşıtların daha çok kullanılmasına bu sebeple çevre kirliliğine neden olmakta ve kent içindeki trafiğin tıkanmasına sebebiyet vermesinden dolayı insanların yaşam kalitesini bozmaktadır. Bunun yanında bölgesel rekabetçiliği de arttırmaktadır. Ticari hacmin artmasıyla yük taşımacılığına bağlı olarak büyük araçların kent yaşam alanını kötü yönde etkilememesi için önerilen çözüm, büyük araçların kent içinde geçtikleri mesafeyi ve büyük araç sebep olduğu tıkanıklığı en aza indirmektir. Bu sebeple de kombine taşımacılık ve çok modlu taşımacılık gibi çeşitli sistemler devreye girmekte fakat bu sistemleri kullanırken de lojistik köylerin kentin içinde olmaması daha çok yakın çevresinde bulunması gereklidir. Bu çözümün uygulanabilmesi için de yüklerle bağlantılı şekilde belirlenecek bu alanın, hem ulaşım ağına ve hem de kente ulaşılabilirliği kolay olmalıdır (Aydın ve Öğüt, 2008: 1473-1474).

Lojistik merkezlerde (Tanyaş ve Arıkan, 2013: 27);

1. Şehir dışından ve şehir içinden gelen mallar depolanmakta,

2. Katma değer işlemler yani elleçleme, yük birleştirme ve ayrıştırma gibi faaliyetler yapılmakta,
3. “Gümrükleme, gözetim, kalite kontrol işlemleri” yapılmakta,
4. Uzun menzilli taşıma yapılmakta,
5. Büyük ve küçük araçlar için park yeri bulunmakta,
6. Sosyal tesisler mevcuttur.

Günümüzde, ulaşımda ve ticarete gerçekleşen ilerlemeye ek olarak lojistik köylerin kurulması, yayılması ülkemiz ve diğer ülkeler için adeta bir gereklilik haline gelmiştir. Lojistik köy ifadesi ülkemize ilk olarak 2000 yıllarının başında kullanılmış, 2006’da ise Türkiye Devlet Demiryolu (TCDD) tarafından bu terimin faaliyete girmesine yönelik çalışmalar başlatılmıştır. Daha sonra içinde özel sektöründe olduğu bir takım kuruluşların da müdahil olmasıyla lojistik köylerin kurulması hız kazanmıştır. Lojistik köylerin kurulacağı yerler hakkında TCDD’nin belirleyici olduğunu söylemek mümkündür. Genellikle kent merkezinin ortasında kalan yük garları etrafında, diğer taşıma modlarının rahatlıkla ulaşabileceği alanlarda, organize sanayi bölgelerine yakın yerler ve yük potansiyelinin yüksek olduğu yerlerde lojistik köy ve merkezlerin kuruluş çalışmaları devam etmektedir (Karadeniz ve Akpınar, 2011: 55).

“İstanbul (Halkalı), Samsun (Gelemen), Uşak, Denizli (Kaklık), İzmit (Köseköy), Eskişehir (Hasanbey) ve Halkalı olmak üzere 7 adet Lojistik Merkezin inşası tamamlanarak hizmete açılmıştır

(https://www.denizticaretodasi.org.tr/Shared%20Documents/Deniz%20Ticareti%20Dergisi/ka_sim_ek_2017.pdf, erişim tarihi: 25.05.2019).

1.3.4. Lojistik Bilgi Sistemleri

Lojistik firmalarında bilgi sistemlerini kullanmak o firmanın organizasyon sistemini de etkilemektedir. Bilgi sistemleri bir işletmenin örgüt esnekliğini artırarak daha şeffaf bir organizasyon olmasını sağlamaktadır. Lojistik firmalarının yetkinlikleri birbiri ile ilintili olarak üç kategoriden oluşmaktadır. Bu kategoriden biri bilgi sistemleridir. Diğer ikisi ise “eylem” ve “uzmanlık”tır. Eylem, lojistik faaliyetlerinin nasıl planlandığı ve yapılan işlemlerin etkinliği ile alakalıdır. Uzmanlık ise eylemle ilintili olarak yöntemi, kuralları, teknolojileri ve mühendislik konuları ile alakalıdır. Bilgi sistemi ise lojistik firmalarının en tepedeki yönetimini temsil etmektedir. Lojistik firmaları müşteri isteklerini karşılamaktan fazlasını yaparak farklılıklarını ortaya koymuşlardır. Örneğin; sipariş veren birçok işletmenin verdikleri az miktarda ki ürünleri tek seferde teslimat noktasına ulaştırmaktadır. Bu anlamda

bilgi sistemlerini kullanan işletmeler rakiplerine üstünlük sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle; bilgi sistemleri, firmaların, müşterinin yaptığı ödemeyi, siparişi ve envanteri kayıt altına alması ve takibini yapması faaliyetlerin daha hızlı şekilde gerçekleştirmesini sağlamaktadır. Bilgi sistemlerinin en faydalı olan alanlar; yük birleştirme, ambalajlama, etiketleme çapraz sevkiyat vb. bu alanlarda bilgi sistemlerin etkin şekilde kullanılmasıyla fayda sağlayacaktır (Çağlar, 2014: 43).

Bilgi sistemleri tedarik zinciri aşamalarının her birinde ve 3PL ile iletişimi sağlayarak tedarik, üretim, perakende, tüketici olarak oluşturulan zincirde firmaların çalıştığı tedarikçi sayısının düşmesine ve mevcut çalışılan tedarikçilerle ilişkilerinin daha uzun olmasına olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda bilgi sistemleri bilgi akışını yönlendirmede ve tedarik zincirinin her aşamasında oluşan maliyetleri, kaliteyi, teslimatı ve esnekliği etkilemektedir. Bilgi sistemleri, tedarik zinciri yönetiminin tamamlayıcısı olması ve tedarik zinciri yönetiminin her aşamasında kullanılmasına rağmen bu sistemin tedarik zinciri performansına doğrudan etkisinin olup olmadığı belli değildir. Bu sebeple bilgi sistemleri tedarik zincirinin her aşamasındaki performansına etkisini incelemek önemlidir (Bülbül vd. 2014: 96).

1.4. Taşıma Modları

Küresel dünyada, taşıma sistemlerin yetersiz olması sosyal yaşantının ve ekonominin canlı kalmasını sağlamak mümkün değildir. Bu sebeple kıt kaynakların israf edilmeden kullanılması, ürünlerin hızlı bir şekilde dağıtılması, ulusal ve uluslararası ticaretin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu da sadece ulaştırma sisteminin daha titiz bir şekilde organize edilmesi ve ulaştırma ağının daha düzgün oluşturulması ile sağlanır. Bir ülkede taşımanın kara yolu, demir yolu, hava yolu ile yapılması mümkündür. Bunun yanı sıra ülkelerin özel konumunu göz önüne aldığımızda deniz yolu ve doğal gaz vb. kaynakların taşınması için de boru hattı ulaştırma sistemleri olarak ortaya çıkmaktadır. Ulaştırma modlarının kendi içerisinde avantaj ve dezavantajları vardır. Taşımacılık bütünsel bir sistem olduğu için, ulaştırma sistemini meydana getiren alt sistemlerin, ülke amaçları, ihtiyaçları ve potansiyelleri ile örtüşecek bir biçimde birbirlerini tamamlayacak şekilde olması gerekmektedir (Akay, 2016: 41).

Tablo 1.1 Taşıma Modları Arası Karşılaştırma

<p>Kara Yolu Taşımacılık</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kapıdan kapıya taşımacılıkta en elverişli taşıma türüdür. • Diğer taşıma türlerine göre altyapı yatırım gereksinimleri az olmaktadır. • Terminale ihtiyacı yoktur. Karayolunun olduğu her yere ulaşım imkanı sağlamaktadır. • Coğrafi koşulların uygun olduğu ortamlarda ulaşım ağının sınırsızdır. • Hızlı servis imkanı sağlamanın yanında 7/24 sefer yapılabilir. 	<p>Deniz Yolu Taşımacılık</p> <ul style="list-style-type: none"> • Çok büyük miktarlardaki yükler denizyoluyla taşınır. • En düşük maliyetlere sahip olan taşıma modudur. • Çıkış - varış limanları arasında herhangi bir transit geçişin ve gümrük işleminin olmaması. • Diğer taşıma modlarına kıyasla yatırım gereksinimleri azdır. • Hız kriterinin önemsiz olduğu düşük değerli malların taşınması esnasında daha çok kullanılmaktadır.
<p>Hava Yolu Taşımacılık</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yükleme ve boşaltmaların sık aralıklarla yapıldığı güvenli ve esnek bir taşıma yöntemidir. • Taşıma süresi kısadır • Yüklerin elleçlenmesi ve taşınması esnasında güvenlik düzeyinin yüksekliği. • Taşıma araçlarında seçeneğin (hava yolları şirketlerinin) olması, esnek planlama yapabilme. • Hassas ve kırılabilir kargoların taşınmasında hasar oranı en azdır. 	<p>Demir Yolu Taşımacılık</p> <ul style="list-style-type: none"> • Büyük tonajlardaki yüklerde ve uzun mesafeli taşımalarda demiryolu ulaştırması en uygun sistemlerden biridir. • Diğer taşıma türleriyle kıyaslandığında daha güvenilirdir. • Hava koşulları ve trafik kısıtlamaları az derecede etkiler. • Ülke girişlerinde geçişler karayoluna kıyasla daha kolaydır.
<p>Çok Modlu Taşımacılık</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eşya ve malların iki veya daha fazla taşıma modu kullanılmasıdır. • Gümrük geçişlerinin basit bir şekilde yapılabilir, • Yasal düzenlemelerin standartizasyonunu sağlar. • Taşıma türlerinde koordinasyonun artmasını sağlar. 	

Taşıma modları arasında seçim yaparken, sadece taşıyıcı firmalar arasında rekabet yoktur, bunun yanında taşıma modları arasında da rekabet söz konusudur. Ürün gönderen işletmeler belli uzaklıkta olan alıcıya ürünü gönderirken hangi taşıma modunu kullanacağı konusunda karar vermek zorundadır. Bu uzaklık deniz/okyanus ise iki alternatifini değerlendirmeli yükünü, gemilerle veya uçakla gönderebilir. Karada ise, karayolunu, demir yolunu veya hava yolunu tercih edebilir. Taşıma modu kendi aralarında çeşitli her bölgelerde rekabet eder. Bazen yük taşımacılığında yalnızca bir taşıma modunun kullanıldığı görülmektedir bu duruma ilişkin bir örnek vermek gerekirse elektronik, değeri yüksek olan ürünler (telefon, bilgisayar vb.) sadece hava yolu taşımacılığının kullanılması uygundur. Bunun dışında doğal gaz gibi kaynaklar boru hattı taşımacılığı ile sağlanabilmektedir. Fakat genel olarak birçok pazar alanında taşıma modu seçimi yapma şansı vardır (Erdumlu, 2006: 41).

Firmalar yapılan lojistik faaliyetlerin temel ögesi olarak taşıma modunu görmektedir. Taşıma, firmaların tedarik edecekleri hammaddeleri, üretilecek olan yere getirilmesi, daha sonra üretilen ürünlerin depolamak amacıyla ambarlara götürülmesini, son olarak depolardan perakendecilere oradan da tüketiciye ulaştırılmasını kapsamaktadır. Karar faktöründe önemli olan; taşıma faaliyetinin maliyetleri, sürekliliği, zamanı, kapsadığı alan, taşınacak ürünün

uygunluğu faktörlerdir. Temelde taşımacılık, karayolu, denizyolu, demiryolu ve havayolu taşımacılığı ve boru hatları şeklinde gerçekleşmektedir (Çevik ve Gülcan, 2011: 37).

Tablo 1.2 Taşıma Modlarına Göre İhracat Değerleri

Taşıma Modu	İHRACAT (Milyon ABD Doları), Genel İçindeki Payı (%)				
	YIL				
	2014	2015	2016	2017	2018
Denizyolu	86.304 (%54,8)	78.037(%54,9)	148.655(%55)	91.315(%58,2)	105.514(%62,8)
Karayolu	55.271(%35,1)	46.709(%32,5)	37.800(%31,4)	45.810(%29,2)	46.676(%27,8)
Havayolu	14.103(%9,0)	17.276(%12,0)	34.286(%12,5)	16.992(%10,8)	13.754(%8,2)
Demiryolu	923(%0,6)	807(%0,6)	1.178(%0,4)	684(%0,4)	727(%0,4)
Diğer	1.009(%0,5)	1.010(%0,7)	11.879(%0,7)	2.192(%1,4)	1.262(%0,8)
TOPLAM	157.610	143.839	233.798	156.993	167.934

Kaynak: Dış Tic. Bakanlığı (2019) <https://www.ticaret.gov.tr/>

2014-2018 yılları arası taşıma modlarına göre ihracat değerleri bakıldığında, 2014 yılında toplam 157.610 milyon dolar olan ihracat değeri 2015 yılında 143.839 milyon dolara düşmüştür. 2016 yılında ise 233.798 milyon dolara yükselerek en yüksek ihracatın yapıldığı yıl olduğu görülmektedir. 2017 yılında 156.993 milyon dolar ile bir düşüş yaşanmıştır. 2018 yılına gelindiğinde 167.934 milyon dolar ile bir önceki yıla göre artış söz konusudur. Genel olarak 2014–2018 yılı arasındaki, ihracat değerlendirildiğinde bir istikrarsızlığın yani dalgalanmaların olduğu görülmektedir. Modlar arası bir değerlendirme yapacak olursak yıl içerisindeki payı ele aldığımızda 2014-2018 yıllarının hepsinde en yüksek payın deniz yolu taşımacılığında olduğu, yıllar içerisinde paylarda bir artış olduğu görülmektedir. Aynı şekilde 2. sırada yer alan kara yolu taşımacılığında ise yıllar içerisindeki payında düşüş yaşandığı görülmüştür. 3. sırada yer alan hava yolu taşımacılığı ise 2014-2016 yıllarında payında bir artış olduğunu 2017- 2018 yıllarında ise düşüş yaşandığı görülmüştür. En son sırada yer alan demir yolu taşımacılığında ise 2016 yılında bir düşüş olduğu ve 2018 yılına kadar sabit kaldığı görülmüştür.

Tablo 1.3 Taşıma Modlarına Göre İthalat Değerleri

Taşıma Modu	İTHALAT (Milyon ABD Doları), Genel İçindeki Payı (%)				
	YIL				
	2014	2015	2016	2017	2018
Denizyolu	141.381(%58,4)	124.440(%60)	129.184(%53,3)	136.672(%63,6)	146.699(%65,8)
Karayolu	37.301(%15,4)	34.364(%16,6)	34.307(%14,7)	37.800(%16,2)	35.408(%15,9)
Havayolu	24.697(%10,2)	20.003(%9,7)	22.970(%9,8)	34.286(%14,7)	28.517(%12,8)
Demiryolu	1.207(%0,5)	1.170(%0,6)	1.428(%0,6)	1.178(%0,5)	1.237(%0,6)
Diğer	37.591(%15,5)	27.258(%13,2)	10.688(%4,6)	23.862(%5,1)	11.187(%0,5)
TOPLAM	242.177	207.234	198.577	233.800	223.047

Kaynak: Dış Tic. Bakanlığı (2019) <https://www.ticaret.gov.tr/>

2014-2018 yılları arası taşıma modlarına göre ithalat değerleri bakıldığında, 2014-2016 yılları arasında 242.177 milyon dolar olan ihracat değeri 2015 yılında 207.234 milyon dolara, 2016 yılında ise 198.577 milyon dolara düştüğü görülmektedir. 2016-2018 yılında ise 198.577 milyondan 2017 de en yüksek ithalat yapıldığı yıl olarak görülen 233.800 milyon dolara bir artış gerçekleşmiştir. 2018'e gelindiğinde bu değer 223.047 düştüğü gözlemlenmiştir. Genel olarak 2014-2018 yıllarına bakıldığında ihracatta olduğu gibi bir istikrarsızlık söz konusudur. Modlar arası bir değerlendirme yapacak olursak, yıl içerisindeki paylara bakıldığında ihracatta olduğu gibi 1. Sırada deniz yolu taşımacılığı yer almaktadır. 2014-2018 yılları arasında ise deniz yolu taşımacılık payında bir istikrarsızlık söz konusudur. 2. sırada yer alan kara yolu taşımacılığına bakıldığında 2014-2018 yılları arasında deniz yolu taşımacılığı gibi bir istikrarsızlık vardır. Hava yolu taşımacılığında ise 2014 yılı hariç diğer yıllarda 3. sırada yer alıp, 2015-2018 yılları arasındaki payı istikrarsız olduğu görülmektedir. 2014 yılında ise diğer taşımacılık modu 3. sırada yer almaktadır. Sonuncu sırada yer alan demir yolu taşımacılık ise 2014-2018 yılları arasında da ki payı istikrarlı bir şekilde artış gösterdiği görülmektedir.

1.4.1. Karayolu Taşımacılığı

Karayolu taşımacılığı, sanayi devriminden sonra ticaretin hız kazanmasıyla en kullanışlı taşıma modu olup, lojistik faaliyetlerin neredeyse hepsinde yer almıştır. Kara yolu taşımacılığı kapıdan kapıya taşıma sistemine en uygun olanıdır. Ayrıca karada yapılacak olan her türlü taşımada kullanılabilirliği ve pazar alanının geniş olması ile üstünlük kazanmaktadır. Bunun yanında, taşıma noktalarına yapılan maliyetler diğer taşıma modlarına göre daha azdır. Kara yolunun bu artılarının yanında yüklerin ağır olması, boyutların kara yoluna uygun olmayacak kadar büyük olması, iklim koşullarından ve trafik sorunlarından etkilenmesi ise eksik yönleridir. Rekabetin en fazla olduğu taşıma modu olan kara yolu malların toplanmasında ve dağıtılmasında kullanılmaktadır (Erdumlu, 2006: 43-44). Karayolu taşımacılığında yaşanan gelişmeler içerisinde, var olan yolun geometrik standardının artırılması, karayolu mevzuatında yenilikler yapılması, trafik sisteminde ve yolu kullananı bilgilendirmek amacıyla bilgi sisteminden faydalanılması, planlanan otoyolların hizmete açılması gibi konuları içermektedir (Akgüngör ve Demirel, 2004: 428).

Karayolu taşıma modu, bir malı bir yerden başka bir yere para karşılığında taşınması ve bunu yaparken malı taşıyan ve malı gönderen firmaların arasında bir sözleşmenin olmasını sağlayan bir taşıma modu olarak ifade edilmektedir. Bu ifadeden yola çıkarak karayolu taşıma modunun unsurları, taşınması gereken bir malın olması, taşıma işi karşılığında bir ücret

alınması son olarak taşıma modu olan karayolunun seçilmesidir (Çancı ve Erdal, 2009: 35). Karayolu taşıma moduna üretim ve müşteri talebi ilişkisine bağlı olarak destek veren firmalar için, “rota veya alternatif yollar, terminal ve gümrükler, sınırlar ile ara geçiş noktaları, araç ve işletmelerin sayısı” önem arz etmektedir. Bu anlamda taşıma faaliyetleri öncelikle teknoloji, iletişim, ekonomi gibi unsurlardan önemli derecede etkilenmektedir. Ülkemizde karayolu taşıma modunun taşımacılık içerisinde ki payı diğer taşıma modlarına göre fazladır. Bu pay diğer ekonomi yapısı güçlü olan ülkelere göre oldukça fazladır. Ülkemizin karayolu taşımacılığın oranı %93 iken AB ülkelerinde %43’tür (Aydın vd., 2014: 49-50).

Stoklama yapmak, depolama, ulaştırma, ambalajlama ve son olarak taşıma lojistik faaliyetlerin sürdürülebilirliğini sağlayan en önemli unsurlar olmakla birlikte araların da en maliyetli olan kalem taşıma faaliyetidir. Fakat Türkiye’de lojistik kapsamında yapılan taşımacılık sistemine bakıldığında, taşıma modları arasında en çok tercih edilen ve kullanılan mod kara yolu taşımacılık modu olduğu görülmektedir. Aslında iç kesimlerde yapılan taşımacılıkta, demir yolu taşıma modunun tercih edilmesi konusunda önemli bir beklenti vardır. Çünkü demir yolu taşımacılığı, karayolu taşımacılığına göre daha az maliyetli olup taşıma hacminin fazla olmasıyla kara yoluna göre daha avantajlıdır. Fakat karayolu taşımacılık “kapıdan-kapıya” taşıma sistemi ile sektörü tercih edilir konuma getirmektedir (Çekerol ve Nalçakan, 2011: 323).

Karayolu taşımacılığı, lojistik faaliyetlerin neredeyse hepsinde kullanılan yaygınlaşmış bir taşıma modudur. Günümüz dünyasında, gelişmeye yönelik olan ülkelerin yanında gelişmiş ülkelerde de karayolu taşımacılığı iç ve dış ticarete yönelik taşımalarda en fazla kullanılan taşıma modudur. Fakat tüm ülkelerde, 2030 yılına kadar karayolu taşımacılığının %30’unun, 2050’ye kadar ise %50’nin üstünde bir pay, demiryolu ve denizyolu taşımacılık modlarına doğru kaydırılması amaçlanmaktadır (Bayraktutan ve Özbilgin, 2013: 82-83).

1.4.2. Denizyolu Taşımacılığı

Denizyolu taşımacılığı ile tek seferde çok miktarda yük, düşük maliyetle taşınabilmektedir. En büyük dezavantajı ise uzun sürede nakliyedir. Denize sahip olan ülkelerin sıklıkla faydalanması gereken bir taşımacılık türü olup, altyapı gereksinimi oldukça düşüktür. Çevresel etkileri ve kaza oranlarının da oldukça düşük olması avantajları arasında yer almaktadır. Denizyolu taşımacılığı avantajları,

- Tek seferde çok fazla mal ulaştırması,
- Güvenli bir taşıma modu olup, sınır aşma probleminin olmaması,
- Ürünlerin zarar görme derecesinin az olması,

- Diğer kayıpların neredeyse hiç olmaması,
- Hava yolu, karayolu ve demiryoluna göre daha uygun olması (Turan, 2014: 13).

Dezavantajı ise,

- Malları ulaştırma açısından en yavaş taşıma türü olması,
- Hizmet alanının sınırlı olması,
- Taşıma sisteminin alt yapı sorunu ve liman yapımının maliyetli olması,
- Taşımacılıkta tek başına az tercih edilmesi,
- Mevsim koşullarından en fazla etkilenen taşıma türü olması (Saçar, 2018: 16).

Denizyolu taşıma modu, dış ticarete en fazla tercih edilen taşıma türüdür. Denizyolu taşıma sistemi iki şekilde değerlendirilebilir. Birincisi tarifeli taşıma modu, ikincisi tarifersiz taşıma modudur. Ülkelerde uluslararası ticaret hacminin neredeyse üçte ikisi, miktar cinsinden ise dörtte biri denizyolu taşıma modu ile tarifeli şekilde taşınmaktadır. Bunun sebebi, tarifeli şekilde yapılan taşımacılığın, taşınan ürünlerin değerli olması ve verilen hizmetin tarifersiz denizyolu taşımacılık moduna nazaran daha iyi ve düzenli şekilde olmasıdır. Denizyolu taşıma sistemi ile çok fazla kuru malla birlikte konteyner ile likit ve gaz gibi kaynaklarında taşınmasını sağlar. Bunun yanında, hızın önem arz etmediği ve çok değerli olmayan malların taşınmasında da denizyolu taşımacılığı tercih edilmektedir (Erbirlik, 2008: 14).

Türkiye, denizcilik açısından avantajlı olan 8.333 kilometrelik kıyı şeridi uzunluğu ve Avrupa, Orta Asya ve Ortadoğu arasındaki doğal bir köprü konumuyla önemli bir denizcilik potansiyeline sahiptir. Aynı zamanda Cebelitarık Boğazı ile Atlas okyanusuna, Süveyş Kanalı ile Arap yarımadası ve Hint okyanusuna, Türk boğazlarının Karadeniz-Ege ve Akdeniz bağlantılarıyla Avrasya'ya uzanan bir deniz yolu ulaşım merkezi konumundadır. Dış ticaretimizde denizyolu diğer taşıma türlerine göre, bir seferde taşınan yük miktarı fazlalığı ve daha düşük maliyetler nedeniyle daha çok tercih edilmektedir (Topal, 2013: 23).

1.4.3. Demiryolu Taşımacılığı

Demiryolu taşıma sistemi, mesafelerin uzun olduğu ve büyük, ağır olan yüklerin deniz yolu taşıma sistemiyle birlikte en etkin taşıma seçeneklerini ortaya koyan taşımacılık türüdür. Demir yolu taşıma sistemi, maliyet açısından avantaj sağlayan ve zaman sınırının olmadığı hacimli malların taşınmasını sağlayan bir taşıma sistemidir. Demir yollu istasyonlarının az olması nedeniyle verdiği hizmetlerin sınırlı olduğu bilinmektedir. Demir yolu taşıma sisteminde kullanılan araçların hızı, demiryolu alt yapısı sistemi ile doğru orantılıdır. Demir yolu taşımacılığıyla yer altı kaynaklarından olan kömürün, demirin yanı sıra tarım ve orman

yüklerinin istenilen alanlara aktarımı sağlanabilmektedir. Çevreye duyarlı bir taşıma sistemi olan demir yolu taşımacılığı, mesafesi uzun olan taşımalarda ciddi maliyet avantajı sağlamaktadır (Akay, 2016: 46).

Avantajları (Saçar, 2018: 23),

- Büyük ve hacimli olan malların taşınmasına elverişli olup az maliyetli olan bir taşıma türüdür.
- Güvenli bir taşıma türüdür.
- Uzun mesafelerde taşıma maliyeti düşüktür.
- Çevre dostu, az enerji harcayan bir taşıma türüdür.
- İklim koşullarından etkilenme düzeyi düşüktür.
- Karayolu ile karşılaştırıldığında gümrük geçişleri hızlı ve kolaydır.

Dezavantajları (Saçar, 2018: 23),

- Düzenli bir seferin bulunması zordur, yüklemenin yapıldığı süreler kısıtlıdır.
- Başlangıç yatırım maliyetleri oldukça yüksektir.
- “Kapıdan-kapıya” teslimde başlangıç noktasından bitişe kadar olan mesafe için karayolu taşımacılığa ihtiyaç vardır.
- Özel sektörde pek tercih edilen/ kullanılan bir taşıma türü değildir.
- Taşınacak yükün cinsine göre istenilen tarzda vagon ve yükleme malzemelerinin bulunması zordur.

Ülkemizde yolcu ve yük taşımacılığı bağlamında karayollarının ardından ikinci sırada demiryolları gelmektedir. Demiryollarının karayollarına göre az tercih edilmesinin sebebi esnek ve hızlı olmamasıdır.

1.4.4. Havayolu Taşımacılığı

Havayolu taşımacılığı kişilerin veya bir malın (kargo, posta vb.) zaman açısından avantajlı olacak şekilde herhangi bir hava aracıyla havadan bir yerden bir yere taşınması olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle taşınacak olan malların veya kişilerin yer değiştirme olayı hava yolu ile gerçekleşmişse hava yolu taşımacılığı içerisinde yer alır. Bu olay sadece kar amaçlı yapılan hava taşımaları değil, bunun yanında şahsi amaçlar için olan uçuşları da kapsamaktadır. Özetle yapılan taşımaların (kişileri, malları) amacı ne olursa olsun bir hava aracıyla yapılması hava taşımacılığıdır (Gerede, 2011: 31).

Havayolu kısa süre içerisinde çok hızlı teknolojiksel ve yapısal değişiklikler gösteren bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. Havayolu taşımacılığı sektöründe kapasite bakımında geniş, yakıt bakımında tasarruflu, düşük gürültü ve emisyon seviyelerine sahip olan uçaklar

geliştirilmekte böylece havayolu işletme faaliyetlerinin hizmet kalitesi ve kapsamı genişlemektedir. Havayolu sektörü serbestleşme ve özelleştirme sonucu daha ticari bir yapıya dönüşerek iş birliklerinin oluşmasına sebebiyet vermiş ve bu da sektörün yapısının değişmesine ve sektörde tüketicilerin hâkim olduğu bir pazara dönüştürmüştür. Havayolu taşımacılığı sektörü, küresel rekabetin sürekli artmasıyla birlikte gelişim göstermektedir. İnsanlar, seyahat amaçlı ya da iş amaçlı olarak istedikleri yerlere en hızlı ve en güvenli yoldan ulaşabilmek için hava taşımacılığını kullanmaktadırlar. Havayolu en hızlı ve en güvenilir taşıma türü olarak görülmektedir (Aksoyek, 2018: 7-8).

Taşıma modları arasında az tercih edilen ve en yeni olan hava yolu taşıma modu, hava limanları arsında gerçekleşen, hızın ve zaman faktörünün önemli olduğu bir taşıma şeklidir. Önemli olan malların, özellikle elektronik ürünlerin, çok büyük boyutta olmayan ürünleri ve ambalajlanmış şekilde taşınmasıdır. 500 kilometre ve daha uzun mesafeler için uygundur. Yapılan ilk yatırım ve firma maliyetleri fazladır. Onun dışında havayolu taşımacılığın tanıdığı hız ve zaman avantajı maliyetleri azaltıcı bir faktör olarak nitelendirilebilir (Erdumlu, 2016: 47).

Bugünkü anlamıyla havayolu taşımacılığı diğer taşıma modlarına kıyasla çok daha dikkat çekmekte ve tercih edilmektedir. Taşımacılık, özellikle hava yolu sektöründe ilk yapılan taşımacılıktan günümüze kadar bir değişim süreci içerisinde. Sanayi devrimi ile birlikte ülkelerin birbiri ile rekabet içerisine girmeleri, ekonomik savaşlar, ülkeler arasındaki sosyal, politik, ekonomik farklılıklar ve son olarak ülkeler arasındaki ilişkiler bütün dünyada ki sektörleri etkilediği gibi havayolu sektörünü de etkilemiştir.

1.4.5. Çokmodlu Taşımacılık

Çok modlu taşımacılık “insan veya yüklerin taşımacılığının aralıksız bir şekilde içeriği değişmeksizin birden fazla taşımacılık modunun kullanılması” olarak tanımlanmıştır. Sanayi devrimi hammadde, ara ürün ve son ürünlerin kıtalar, ülkeler ve bölgeler arası taşınmasına olan ihtiyacı giderek arttırmıştır. Çok modlu taşımacılığın tanımı en az iki ya da daha fazla taşıma modunun her bir modun avantajını kullanırken aynı zamanda dezavantajlarını da minimize edecek şekilde, tek bir taşımacılık modunda birleştirilerek taşıma işleminin gerçekleşmesi şeklinde yapılmaktadır. Uluslararası veya şehirlerarası gibi mesafenin uzun olduğu taşımacılıklarda, ulaştırma problemlerini içeren lojistik uygulamalarda fayda sağlaması çok modlu taşımacılığın önemini arttırmıştır (Çancı ve Türkay, 2007: 238).

Ulaştırma modları arasında da yoğun bir rekabet ortamı vardır. Çünkü her bir ulaştırma modunun maliyet, hız, güvenilirlik, yetenek, kapasite ve esneklik anlamında

kendilerine göre avantajları bulunmaktadır. Günümüzde küreselleşmenin etkisiyle kıtaları aşan ticaret ihtiyacı, her bir ulaştırma modunun en verimli biçimde kullanılmasına imkan veren çok modlu taşımacılığa olan ihtiyacı arttırmış ve böylece kullanımı giderek yaygınlaşmıştır (Vural vd., 2014: 76).

Çok modlu taşımacılık gibi taşıma modlarının birbiriyle entegre oldukları ve başka isimle ortaya çıkmış taşıma türleri de mevcuttur. Bunlar; modlar arası taşımacılık ve kombine taşımacılığdır (Vural vd., 2014: 77). Modlar arası taşımacılık bir konteynerın ya da başka bir donanımın bir modun aracından diğer modun aracına içeriği değişmeksizin tekrardan yüklendiği veya dağıtımının yapıldığı bir taşıma biçimidir. Kombine taşımacılık ise modlar arası taşımacılıkta taşımanın büyük bir çoğunluğunun denizyolu veya demiryolu ile yapıldığı ve karayoluyla sadece teslimimin gerçekleştiği taşıma türüdür. (Şeker, 2016: 90-91).

Rekabetin artması ile uluslararası ticaret kapsamındaki lojistik uygulamalar önem kazanmaya başlamış, bu nedenle de lojistik faaliyetler daha düşük masraflarla ve daha hızlı yapılmaya başlanmıştır. Ayrıca rekabetin artması taşıma modları ve taşıma araçlarının teknolojik olarak gelişimine, gümrük geçişlerinin basitleştirilmesine, yasal düzenlemelerin standartlaştırılmasına ve taşıma modları arasında koordinasyonun artmasına neden olmuştur.

İKİNCİ BÖLÜM

TAŞIMA MODU SEÇİMİNDE KULLANILAN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Günümüzde teknolojinin devamlı ilerlemesi, küreselleşme etkilerinin yoğun olarak görülmesi ve sürekli değişen rekabet ortamı işletmeleri yeni atılımlar yapmak ve değişik stratejiler kullanmak zorunda bırakmaktadır. Rekabet ortamında yaşamını sürdürmek ve kar elde etmek isteyen firmalar lojistik faaliyetlere başvurmaktadır. İşletmelere hem rekabet avantajı hem de katma değer sağlayan lojistik faaliyetlerin amaçlarına ulaşması ancak yedi doğru olarak adlandırılan; doğru ürünü, doğru miktarda, doğru zamanda, doğru koşullar altında, doğru yerde, doğru maliyet hesaplamasıyla ve en önemlisi doğru müşteriye ulaştırmakla mümkündür. Ayrıca lojistik faaliyetlerinin başarılı olmasında tesis yeri, taşıma modu ve güzergah seçimi gibi çeşitli seçim süreçlerinin de doğru yapılması gerekmektedir. Lojistik yönetimi mal ve hizmetlerin tedarik edilmesi, taşınması ve dağıtımını gibi çeşitli faaliyetleri kapsadığından bu tarz faaliyetler arasında yakın ilişkiler olması gerekmektedir (Ünlü, 2017: 50). Lojistik sistemi, hammaddelerin nihai ürünlere dönüştürülmesindeki etkinliği ve verimliliği, ayrıca müşterilere sunulan hizmeti doğrudan etkilemekte ve dağıtım faaliyetlerinde büyük bir rol oynamaktadır (Kumru ve Kumru, 2014: 975) . Hem dağıtım hem de tedarik prosedürleri etkili ve sistemli bir taşıma yöntemiyle işletmelerin toplam dağıtım maliyetlerinde önemli ölçüde bir azalma sağlanabilmektedir (Şeker, 2007: 31).

Günlük yaşamın vazgeçilmez bir unsuru olan seyahat, ulaşım türü, taşıma modu seçimi ve güzergah seçimi karar vericilerin verdiği kararlar sonucu biçimlenmektedir. Özellikle lojistik operasyonları yürüten kişilerin yaptıkları taşıma modu ve güzergah seçimleri, seyahatlerinin süresi ve maliyeti üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Hayatımızda zaman kavramının yeri önemli olduğundan, özellikle trafik yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde, güzergah seçimi, yol kullanıcılarının amaçlarına ulaşabilmek için dikkatli vermeleri gereken bir karar haline gelmektedir. Taşıma modu ve güzergah seçiminde en genel yaklaşım, kullanıcıların tüm taşıma modlarını ve ona bağlı olarak seçilecek güzergah masraflarını genel olarak değerlendirerek, masraflarda en düşük ve seyahat süresinde en kısa olanı verecek güzergahı seçmesidir (Uludağ, 2005: 12).

2.1. Taşıma Modu Seçimi

Yük taşıma esnasında belirlenen güzergah doğrultusunda minimum maliyet ile maksimum hizmet kalitesini verecek taşımacılık türünü belirlemek önemlidir. Her bir taşıma

türünün diğer taşıma türlerine göre avantajları ve farklı türlerin kullanımından doğan ek maliyetleri mevcuttur. Bu nedenle, sunulan hizmet ile ortaya çıkan maliyetler arasındaki optimum denge noktasının belirlenmesi gereklidir.

Optimum maliyetlerle taşıma modunu belirleyebilmek lojistik faaliyetlerin ana problemlerindedir. Nakliyecilerin performansı dahi şirketlerin tüm lojistik işlevlerinin verimliliğini etkilediğinden, taşıma faaliyetlerinde etkin ve verimli olabilmek için taşıma modu seçiminin dikkatli yapılması gerekmektedir. Her bir taşıma türünün diğer taşıma türlerine göre avantajları ve dezavantajları mevcuttur (Köfteci ve Gerçek, 2010: 5089). Taşıma modu seçimi ambalajlama, elleçleme ve depolama gibi birçok lojistik faaliyeti de etkilediğinden, firmalar için en elverişli mod seçilmelidir. Aşağıda yer alan Tablo 2.1’de taşıma türlerinin özelliklerine göre karşılaştırmaları yer almaktadır.

Tablo 2.1 Taşıma Türlerinin Kıyaslanması

Taşıma Türü	Maliyet	Hız	Hizmet Alanı	Tarife Seferlerin Sıklığı
Karayolu	Yüksek	Hızlı	Çok Geniş	Yüksek
Denizyolu	Çok Düşük	Yavaş	Sınırlı	Çok Düşük
Havayolu	Çok Yüksek	Çok Hızlı	Geniş	Yüksek
Demiryolu	Orta	Orta	Orta	Düşük
Boru Hattı	Düşük	Yavaş	Çok Sınırlı	Orta

Kaynak: Vural vd., 2014: 76

Buna göre;

- Havayolu taşıma türünün hız bakımından en avantajlı olmasına karşın maliyet bakımından ise en dezavantajlı olduğu görülmektedir.
- Denizyolu taşıma türünün maliyet bakımından en az olmasına karşın hız, hizmet alanı ve tarife seferlerinin sıklığı bakımından avantajlı olmadığı görülmektedir.
- Karayolu taşıma türünün maliyetleri bakımından nispeten yüksek olduğu ancak hız, hizmet alanı ve tarife sefer sıklığında iyi olduğu görülmektedir.

Tablo 2.1’den hareketle her bir taşıma türünün diğer taşıma türlerine göre artıları ve eksileri vardır. Bundan dolayı işletmeler, taşıma alternatiflerini kendileri ve müşterileri açısından değerlendirerek her, iki taraf içinde en verimli taşıma modunu seçmeleri gerekmektedir.

Taşıma modu seçim problemi güzergaha etki edebilecek birçok faktörün sistematik şekilde değerlendirilmesini, bu kriterlere göre alternatiflerin belirlenmesini ve en uygun taşıma modunun seçilmesini içeren karmaşık bir süreçten oluşmaktadır.

İşletmelerin toplam lojistik maliyetlerinin yarısından fazlasını dağıtım maliyetleri oluşturduğundan dağıtım ekipmanın ve personelinin etkili ve verimli bir şekilde kullanılması işletme yöneticilerinin önem verdiği bir konudur. Dağıtımdan kaynaklı maliyetlerin azaltılabilmesi ve müşterilere sunulan hizmet kalitesinin arttırılabilmesi için en düşük maliyetlerle, en az sürede en kısa mesafeyi verecek olan taşıma türünün bulunması son derece önemlidir (Karahana, 2003: 64). Tüm işletmelerin ve lojistik hizmet sağlayıcıların en kısa sürede, en kısa yolu takip ederek ve en güvenli şekilde operasyonlarını tamamlamaları ve hedef noktaya varmaları, kompleks, stokastik ve çok amaçlı/kriterli bir karar vermeyi gerektirmektedir (Murat ve Kulak, 2005: 425).

Taşıma modu belirlenirken farklı yöntem ve kriterler kullanılabilir. İncelenen çalışmalarda firmalar için en önemli kriterlerin maliyet ve süre olduğu görülmektedir. Bu iki kriter ek olarak güvenilirlik odaklı düşünerek belirlenen taşıma modu seçim kriterlerinin olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; Tuzkaya ve Önüt (2008); Wang ve Yeo (2018); Pham vd. (2018); Bolesovic vd., (2018) süre ve maliyetin yanında güvenilirlik kriterini de baz alarak taşıma modu alternatifleri arasından seçim yapmak istemişlerdir. Kimisi çevre kirliliği ve politik riskleri hesaba katarak kriterlerini belirler (Anton ve Grau (2004); Şah (2010); Kosijer vd. (2012)). Kimisi de kaliteden taviz vermeyerek taşıma modu seçim kriterlerini belirlemiştir (Kim ve Jung, 2006; Qu ve Chen, 2008).

2.2. Çok Kriterli Karar Verme

Karar verme, çeşitli sayıda kriter ve karar alıcıların beklentilerine bağlı olarak en iyi çözümü elde edecek alternatiflerin tanımlanması ve seçilmesi sürecidir. Her karar mevcut bilgi, alternatifler, değerler ve tercihlerin toplanması olarak tanımlanan bir karar ortamında alınmaktadır (Aytaç ve Gürsakal, 2015: 243). Karar vermeyi zorlaştıran hususlardan biri alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan birbirinden farklı karakteristiğe sahip çok sayıda kriterin birlikte değerlendirilmesiyken bir başka husus ise birden fazla kriterin bulunması ve bu kriterlerin birbirleri ile çelişmesidir. Karar verme sürecinde bu tarz zorlukların üstesinden gelmek için “Çok Kriterli Karar Verme” (ÇKKV) metodolojileri geliştirilmiştir.

ÇKKV problemleriyle günlük hayatımızın her anında karşılaşırız. Örneğin yeni bir araba satın almak gibi basit bireysel karar verme süreçlerinde bile fiyat, yakıt tüketimi,

konfor, vb. gibi konu ile alakalı çok sayıda kriter göz önüne alınmakta ve aile bireyleri bu kriterleri kendi ihtiyaçları ve zevk tercihleri doğrultusunda farklı değerlendirebilmekte, değerlendirmeler birbirleri ile çelişebilmektedir. Dolayısıyla birden fazla kriterin ve alternatifin olduğu durumlarda en iyi seçeneğin belirlenmesi esasına dayanarak karar verme problemine çözüm üretmektedir (Çiçek, 2013: 25).

Zeng vd., (2013: 2) çok kriterli karar verme yöntemleri insanların farklı boyutlarını kapsayan karmaşık kararlarla ilgilendiğinden, kriter ile alternatif sayısının fazla olduğu problemlerde daha iyi seçim yapmalarına yardım etmek için tasarlanmıştır şeklinde ifade ederken Yüce (2018: 7) ise genellikle çelişen kriterleri dengelemek veya kriterlerin niteliklerine göre karar seçeneklerinden en iyisini seçmek, sıralamak ya da sınıflandırmak için ilgili yöntemlerin analizi olarak tanımlamıştır.

ÇKKV 'nın temel amacı; karar verme sürecinde kompleks çok sayıda bilginin organize edilmesi ve alınan karardan pişman olma potansiyelini minimize edecek şekilde tüm kriterleri ve faktörleri dikkate alabilme hususunda karar vericiye yardımcı olmaktır (Aytaç ve Gürsakal, 2015: 244). Alınacak kararın etkisini anlamak ve değerlendirmek için, kriterlere ait bilgiyi sayısallaştırarak ölçülebilen bir duruma dönüştürmektedir. Böylece alternatiflere ait skorlar üreterek, karar vericiye en iyi alternatif hakkında bilgi sunarak doğru kararlar vermesini sağlamaktadır (Paksoy, 2017: 1).

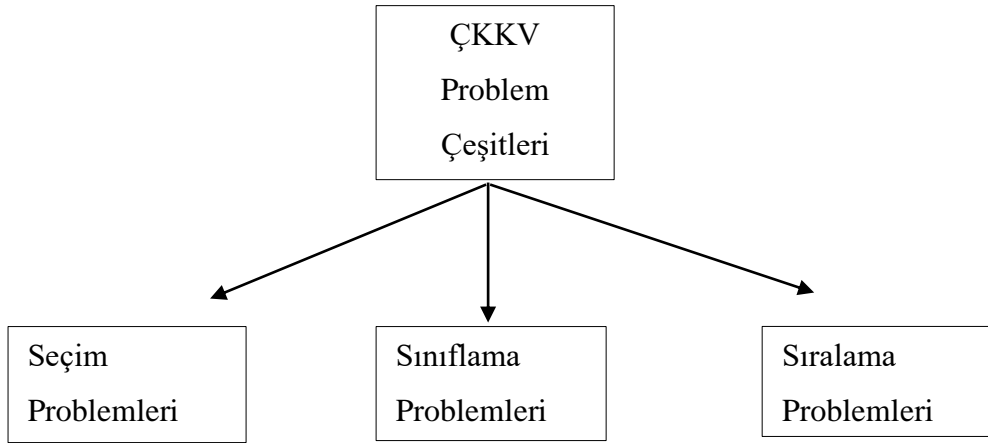
ÇKKV problemleri sosyal, kültürel, finansal, politik, ticari ve mali gibi geniş bir kullanım alanına sahip olmasına rağmen, özünde sadece 30 yıllık bir geçmişe sahiptir şeklinde ifade etmek yanlış olmayacaktır. Çünkü ÇKKV tekniklerinin gelişmesi bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile yakından ilişkili olup bilgisayar teknolojisinin son yıllarda hızla ilerlemesi sayıları giderek artan birçok ÇKKV tekniklerinin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Yeni geliştirilen teknikler ve bu tekniklerin basit hesaplama programları ile bilgisayarda rahatça uygulanabilirliği sayesinde ÇKKV' nın kompleks karar problemlerinin analizi de kolaylaşmıştır (Karaatlı vd., 2015: 216).

ÇKKV tekniklerinin hızlı gelişimi ve çeşitliliğinin artması, alternatif tekniklerden hangisinin seçileceği sorusunu ortaya çıkarmaktadır. Uygun olan ÇKKV tekniğinin seçilmesinde net bir kural olmadığından dolayı, problemin yapısı ile kullanılacak tekniğin özelliklerinin örtüşmesine dikkat edilmesi gerekmektedir. En iyi alternatifin seçilmesi, sınıflandırılması veya sıralanmasında ÇKKV yöntemleri farklı algoritmalara sahip olduğundan, aynı probleme uyan birden fazla teknik kullanarak karşılaştırma yapmak, yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Karar verme, karar vericinin hangi şartlar altında karar vereceğine bağlı olarak değişiklik gösteren bir süreçtir ve bu süreçte

kullanılan tekniklerin yanı sıra, kararın verildiği şartların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Taha, 2000: 511).

2.2.1. Çok Kriterli Karar Verme Problemleri

ÇKKV problemlerinin çözümünde kullanılan tekniklerin tamamında ulaşılmak istenen hedef ilgili tüm kriterler arasından en çok memnuniyeti sağlayan en iyi alternatifin seçilmesidir (Chatterjee ve Chakraborty, 2012: 385). ÇKKV problemleri seçim, sınıflama ve sıralama olarak üç başlık altında incelenebilir.



Şekil 2.1 Çok Kriterli Karar Verme Problem Çeşitleri

Kaynak: (Vassilev vd., 2005: 4).

- Seçim Problemleri

Seçim problemlerinde istenilen asıl amaç, belirlenen kriterler çerçevesinde en fazla fayda sağlayan alternatifin belirlenmesi veya birçok alternatifin oluşturduğu birbirleriyle mukayese edilmesi zor veya birbirlerine yakın etkide olan bir grup içerisinde doğru tercihin yapılmasını sağlamaktır (Turan, 2014: 18). Bir ailenin yeni bir araba satın almak istediğinde aile fertleri tarafından yaşanacak görüş ayrılıkları gibi basit bireysel karar verme problemi bile bu tür problemlere bir örnek olarak gösterilebilir. Buradaki amaç mevcut problem için, doğru kriterler sonucunda belirlenen alternatifin, alternatif kümesi içerisinde seçilebilmesidir.

- Sınıflama Problemleri

Bu tür durumlarda alternatifler, belirli kıstas ya da tercihlere göre gruplanır ve birbirine yakın nitelikleri gösteren alternatifler bir gruba dahil edilerek sınıflama yapılır (Arısoy, 2019: 21). Bir lojistik işletmesinin çalıştığı tedarikçilerinin performanslarını yüksek,

orta ve zayıf olarak belirleyip, buna göre tedarikçileri değerlendirmesi bir sınıflama problemine örnek olarak gösterilebilir.

- Sıralama Problemleri

Alternatiflerin iyiden kötüye doğru sıralandığı ya da açıklanabilir bir şekilde sınıflandığı bu problem türünde sıralama işlemi değişik şekillerde çok çeşitli olabilir (Arısoy, 2019: 21). Örneğin, Dünya Bankasının ülkelerin lojistik performansını sıralamasında göz önüne aldığı kriterler bu çok parçalı yapıya örnektir.

2.2.2. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Günümüzde karmaşık problemlerde karar verme sürecini kolaylaştıran ve ÇKKV problemlerinin çözümünde kullanılan çok sayıda teknik bulunmaktadır. Ayrıca hızla ilerleyen teknoloji ile beraber bu teknikleri uygulamak için oluşturulan bilgisayar programları problem çözmeye çalışan araştırmacılara, yöneticilere ve karar vericilere büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu tekniklerde genel anlamda, çok sayıda kriter ve alternatifin çözümlenerek uzlaşık çözümlerin belirlenmesine odaklanılmıştır (Aytaç ve Gürsakal, 2015: 19; Zopounidis ve Pardalos 2010: 25).

Belirtilen problem türlerine göre geliştirilmiş olan teknikler Tablo 2.2 üzerinde gösterilerek bir tasnif yapılmıştır (Ishizaka ve Nemery, 2013: 4).

Tablo 2.2 Çok Kriterli Karar Verme Problemleri ve Teknikleri

Seçim Problemleri	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri
AHP ANP PROMETHEE ELECTRE I TOPSIS MACBETH VIKOR I-II TODIM MOORA DEMATEL WASPAS BWM	AHP ANP PROMETHEE ELECTRE III TOPSIS MACBETH TODIM BWM	AHPSort UTADIS FlowSort ELECTRE-Tri WASPAS VIKOR ARAS TOPSIS SMAA

Yukarıdaki tablo genel bir bilgi vermesi için oluşturulmuş olup, geliştirilmiş ya da geliştirilecek olan yeni teknikler tablonun genişletilmesine engel teşkil etmeyecektir. ÇKKV problemlerinin temelleri eskilere dayandığından, karar verme problemlerinin çözümünde çok çeşitli yöntemler kullanılmıştır. ÇKKV disiplini, diğer bilim dalları ile etkileşime girerek yeni

yaklaşım ve yöntem bilimleri geliştirmeyi sürdürmekte, hızla ilerleyen teknoloji ve bilimsel araştırmalar bu yöntemlerin sayısını daha da arttırmaktadır.

Tablo 2.3’de literatürde en sık kullanılan ÇKKV yöntemlerine yer verilmeye çalışılmıştır.

Tablo 2.3 Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

YIL	REFERANS	ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ
1948	Claude E. Shannon	Entropi Yöntemi (The Entropy Method- ENTROPY)
1957	Farrel	Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis- DEA)
1966	Benayoun Roy	Electre Yöntemi (Elimination and Choice Translating Reality English- ELECTRE)
1970	Thomas Saaty	Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic hierarchy process- AHP)
1972	Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü, Bilim ve İnsan İlişkileri Programı	Dematel Yöntemi (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory- DEMATEL)
1981	Hwang ve Yoon	Topsis Yöntemi (Technique for Order Preference by Similarity Ideal Solution- TOPSIS)
1982	J.P. Brans	Promethee Yöntemi (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation- PROMETHEE)
1982	J. Deng	Gri İlişkisel Analiz (Grey relational analysis- GRA)
1990	Costa, Vansnick ve De Corte	Macbeth Yöntemi (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique- MACBETH)
1992	Monica M.P.P. Lima, Luiz Flavio Autran Monteiro Gomes	Todim Yöntemi (An Acronym in Portuguese of Interactive and Multiple Attribute Decision Making- TODIM)
1996	Thomas Saaty	Analitik Hiyerarşi Süresi (Analytic network process- ANP)
1998	S Opricovic	Vikor Yöntemi (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje- VIKOR)
1998	Lahdelma	Stokastik ÇKKV (Stochastic multicriteria acceptability analysis- SMAA)
2006	W.K., M. Brauers E. K. Zavadskas	Oran Analizi Yaklaşımı (Multi-Objective Optimization on basis of Ratio Analysis- MOORA)
2010	Z. Turskis E. K. Zavadskas	Katkı Oran Değerlendirmesi (Additive Ratio Assessment- ARAS)
2010	Keršulienė, Zavadskas ve Turskis	Swara Yöntemi (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis- SWARA)
2012	Zavadskas E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., Zakarevicius	WASPAS Yöntemi (Weighted Aggregated Sum Product Assessment- WASPAS)
2015	Jafar Rezaei	En İyi-En Kötü Yöntemi (Best and Worst Method- BWM)
2015	Keshavarz Ghorabae, Zavadskas, Olfat and Turskis	Ortalama Çözüm Uzaklığına Göre Değerlendirme (Evaluation based on Distance from Average Solution- EDAS)

2.2.3. Çok Kriterli Karar Vermenin Avantajları

Çok kriterli karar vermenin yararlarından bazılarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür. (Belton ve Stewart, 2002: 5).

- Çok kriterli karar verme birbiriyle çelişen kriterleri doğrudan değerlendirerek karar vermede yardımcı olmaktadır.
- Çok kriterli karar verme süreci, sorunu anlayıp çözüme yardım sağlar.
- Çok kriterli karar verme kavramsal olarak basit ve şeffaftır.
- Çok kriterli karar verme karmaşık olan problemleri etkin olarak çözmektedir.
- Çok kriterli karar verme tekniklerinin pek çok önemli konuda tercih edilmesinin sebebi çözümleme süresinin fazla zaman almamasıdır.

2.3. Taşıma Modu Seçiminde Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle İlgili Literatür Taraması

Taşıma modu ve güzergah seçiminin doğru yapılması, bir şirketin tüm lojistik işlevinin verimliliğini etkilemektedir. Şirketler taşımacılık için tespit edilen güzergahı seçerken sadece güzergah türünü değil, güzergah seçimini etkileyen etmenleri de göz önünde bulundururlar. Örneğin güzergah üzerinde doğal afet, trafik durumu, otoyol üzerindeki bakım çalışmaları, kaza trafik hacmi, hava koşulları, teknik sorunlar, siyasi ve gümrük sorunları gibi nedenlerle meydana gelen aksamlar ulaştırma ağının güvenilirlik ve verimliliğini önemli ölçüde etkileyebilmektedir.

Ülkeler arası, şehirlerarası hatta şehir içi yol ağlarında bile güzergah ve taşıma modu seçim işlemi belirsizlikler içermektedir. İşletmelerin en kısa zamanda, en az maliyetle ve en güvenli bir şekilde hedef noktaya varmak istemeleri çok amaçlı bir karar vermeyi gerektirmektedir. Çünkü çok fazla amacın olmasıyla ve bunların aynı anda gerçekleştirmek istenmesiyle problem zor hale gelmektedir. (Murat ve Kulak, 2005: 425). Bu problemlerin çözümünde kullanılan yöntemlerden bir tanesi de ÇKKV teknikleridir.

Taşıma modu seçimini etkileyen kriterleri belirlemek ve bu kriterleri analiz etmek için taşıma modu seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı geçmiş çalışmalar incelenmiştir. Yapılan literatür taraması Tablo 2.4'te ortaya konmuştur.

Tablo 2.4 İncelenen Makalelerde Kullanılan Taşıma Modu Seçim Kriterleri ve ÇKKV Yöntemleri

Makaleler	Taşıma Modu Seçiminde Kullanılan Kriterler/Ölçütler	Kullanılan ÇKKV Yöntemleri
Rilett ve Park, 2001	Ulaştırma Süresi Seyahat Süresinin Güvenilirliği Mesafe Trafik Tıkanıklığı Rotanın Zorluk Derecesi	ENTROPY
Anton ve Grau, 2004	Yatırım Maliyetleri Seyahat Süresi Potansiyel Kullanıcılar Çevresel Etkiler	ELECTRE
Banai, R. 2006	İş Merkezlerine Hareket Sayısı Düşük Gelirli Mobilite İşletme Maliyeti Transit Yönelimli Kalkınma Sermaye Maliyeti Paylaşılan Hakların Kullanımı Trafik Sıkışıklığı Hassas Alanlar Üzerindeki Etki	AHP
Kim ve Jung, 2006	Maliyet Kalite Süre	AHP
Tuzkaya ve Önut, 2008	Ürün Karakterleri Esneklik Güvenilirlik Hız İzlenebilirlik Maliyetler Güvenlik Sorunları Risk	FUZZY ANP
Qu ve Chen, 2008	Toplam Taşıma Maliyeti <ul style="list-style-type: none"> • Taşıma Maliyeti • Depolama Maliyeti • Yük Boşaltma Maliyeti Toplam Taşıma Süresi <ul style="list-style-type: none"> • Taşıma Süresi • Depolama Süresi • Yük Boşaltma Süresi Taşıma Kalitesi <ul style="list-style-type: none"> • Hasarsız Navlun Oranı • Zamanında ve Sağlam Teslimat Taşıma Araçları <ul style="list-style-type: none"> • Taşıma Yapan Aracın Güvenilirliği • Taşıma Yapan Aracın Kapasitesi Taşımacılıkta Kullanılan Servis <ul style="list-style-type: none"> • Prosedürü Etkin Kullanım • Trafik Bilgisi • Transfer Sırasında Servis Sosyal Fayda <ul style="list-style-type: none"> • Trafik Yoğunluğu Etkisi • Sosyal Etki 	FUZZY AHP ANN TOPSIS
Niaraki ve Kim, 2009	Trafik Yoğunluğu Hava Koşulları Güvenlik Tesis sıklığı	AHP

Makaleler	Taşıma Modu Seçiminde Kullanılan Kriterler/Ölçütler	Kullanılan ÇKKV Yöntemleri
Şah, N., 2010	Maliyet <ul style="list-style-type: none"> • Taşıma Kapasitesi • Taşıma Maliyeti • Fire ve Hasarlar Süre <ul style="list-style-type: none"> • Taşıma Süresi • Bekleme Süresi • Taşıma Süresi Tutarlılığı Politik <ul style="list-style-type: none"> • Sınırlamalar • İşlem Kolaylıkları • Güvenlik ve Risk Çevre <ul style="list-style-type: none"> • Hava Kirliliği • Deniz Kirliliği • Görüntü Kirliliği • Trafik Yoğunluğu 	ANP
Kosijer vd., 2012	Yatırımlar İşletme Maliyetleri Kapasite Mekansal Gelişme Üzerindeki Etkiler Çevre Üzerindeki Etkiler	VIKOR
Toker ve Görener, 2013	Ekonomik Özellikler Servis Özellikleri Maliyetler İzlenebilirlik Çevre Güvenilirlik Esneklik Hız Ürün Karakteristikleri	AHP TOPSIS
Lee vd., 2013	Taşıma Mesafesi Taşıma Süresi Taşıma Maliyeti	ENTROPY TOPSIS
Kumru ve Kumru, 2014	Maliyet Zaman Güvenilirlik Güç Gereksinimi Erişilebilirlik Ürün Koruması	AHP
Ütücüler, 2015	Maliyet Hız Güvenilirlik Taşıma Kapasitesi Yakıt Fiyatı Teslimat Esneklik	AHP
Saat ve Aguilar Serrano, 2015	Yatırımlar Toplam Nüfus Gayri Safi Yurt içi Hasıla	ELECTRE I
Moon vd., 2015	Nicel Kriterler <ul style="list-style-type: none"> • Taşıma Mesafesi • Taşıma Süresi • Taşıma Maliyeti Nitel Kriterler <ul style="list-style-type: none"> • Taşıma Hizmeti 	TOPSIS

Makaleler	Taşıma Modu Seçiminde Kullanılan Kriterler/Ölçütler	Kullanılan ÇKKV Yöntemleri
	<ul style="list-style-type: none"> Güvenlik Farkındalık 	
Vashist ve Dey, 2016	Taşıma Süresi Direkt Maliyetler Ekstra Maliyetler Güvenirlilik Kapasite Katma Değerli Hizmetler Kusursuz Elverişlilik	AHP
Nedevska vd., 2017	İnşaat Yatırımları Yönetim ve Bakım Maliyeti Kapasite İnşaat İşlerinin Süresi Çevre Üzerindeki Etkiler	WSM AHP VIKOR
Rahman ve Pereda, 2017	Taşıma Süresi Maliyet Güvenirlilik Güvenlik	TOPSIS ENTROPY
Wang ve Yeo, 2018	Toplam Maliyet <ul style="list-style-type: none"> Nakliye Masrafları Taşıma ve Depolama Maliyeti Boş Konteyner İade Oranı Toplam Süre <ul style="list-style-type: none"> Ulaştırma Süresi Transit Geçiş Zamanı Gümrükleme Süresi Güvenirlilik <ul style="list-style-type: none"> Nakliyecilerin Performansı Diğer Kargolar İle Konsolidasyon Devlet Kurumları Arasında İşbirliği Bilgi Sistemi Güvenlik <ul style="list-style-type: none"> Navlun Hasar Oranı Tesis Kıtlığı Oranı Ulaştırma Yeteneği <ul style="list-style-type: none"> Demiryolu Yük Kapasitesi Aylık Nakliye Güzergahı Sayısı 	FUZZY DELPHI FUZZY ELECTRE I
Pham vd., 2018	Ulaşım Süresi Ulaşım Maliyeti Güvenirlilik Rota Özellikleri	FUZZY TOPSIS
Chen vd., 2018	Depolama Maliyeti Taşıma Maliyeti Nakliye süresi Teslim Süresi Tedarik Fiyatı	AHP
Bolesevic vd., 2018	Maliyet Demiryolu Hizmet Kalitesi Güvenirlilik Ulaştırma Politikası Ekonomik ve Çevresel Etkiler	FUZZY VIKOR ENTROPY

Taşıma modu seçimi, birçok kriteri ve alternatifi içinde barındıran bir karar verme problemidir. Literatür araştırması yapıldığında taşıma modu ve güzergah seçimi ile ilgili birçok karar verme tekniği uygulama çalışmasına rastlanmaktadır. Özellikle 2000’li yıllarda yapılmış olan bu çalışmalar, taşıma modu seçiminin ne kadar önemli olduğunun bir kanıtıdır.

Rilett ve Park (2001) Amerika’nın Texas eyaletinde akıllı ulaşım sistem verileri kullanılarak, taşıma modu seçimini yapılması için belirlenen kriterleri bulanık mantık yöntemiyle çözümlendikten sonra Entropi metoduyla derecelendirilmiştir. Sonuçlara göre en önemli faktör süre olarak tespit edilmiştir.

Tuzkaya ve Önüt (2008), Türkiye-Almanya arasında ulaşım modu seçimi üzerine yaptığı çalışmada alternatif ulaştırma modlarını değerlendirilmesinde birbiriyle etkileşime giren nitel kriterler bir grup karar verici tarafından belirlenmiştir. Kriterlerin çözümlenmesinde bulanık ANP yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda demiryolu taşımacılığı en uygun alternatif olarak tespit edilmiştir.

Qu ve Chen (2008) çalışmada Çin’de çok modlu taşımacılık (Multimodal) yapan firmalar için alternatif rotalar arasından en uygun rotayı seçilebilme bağlamında kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterler bulanık AHP yöntemi kullanılarak derecelendirilmiştir. Yapılan analizin doğruluğunu güçlendirmek için yapay sinir ağları yöntemi kullanılmış ve böylelikle hibrit bir ÇKKV yöntemi önerilmiştir. Çalışmanın sonucunda toplam taşıma maliyeti en önemli faktör olarak belirlenmiştir.

Şah (2010) Mersin-Torino şehirleri arası kargo taşımacılığı için alternatif güzergahlar belirlemiştir. Güzergah alternatifleri değerlendirilirken çok fazla kriter var olması sebebiyle Super Decision programı kullanılmış ve bu nedenle limit matrisini elde ederken herhangi bir sorunla karşılaşmamıştır. Değerlendirilen kriterlerin birbirinden bağımsız olmaması ve alt kriterlerle etkileşim halinde olduklarından ANP tekniği tercih edilmiştir. Değerlendirmenin sonucunda ülkemizde Mersin-Torino arası en çok tercih edilen taşımacılık türü karayolu ardından sırasıyla denizyolu (Ro-Ro ve Konteyner) ve demiryolu gelmektedir.

Kosijer vd. (2012) demiryolu rota planlaması için yapılan çalışmada Pan-Avrupa Koridoru X’ten Sırbistan’a kadar olan dört demiryolu güzergahı alternatifi arasından en uygun alternatifi seçebilmek bağlamında üç kantitatif ve iki kalitatif olmak üzere toplam beş kriter oluşturmuştur. Kriterleri derecelendirmek için VIKOR yöntemi kullanılmıştır.

Toker ve Görener (2013) İtalya - Türkiye arası yük taşımacılığı gerçekleştiren bir firmanın farklı ulaştırma modları alternatiflerinin değerlendirilmesi için yapılan çalışmada kriterler uzman kişiler tarafından seçilmiştir. Seçilen kriterlerin önem derecelerini belirlenmesinde AHP yöntemi, alternatif ulaştırma modu seçeneklerinin değerlendirilmesinde

ise TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Buna göre en önemli kriter taşıma maliyeti olurken, karşılaştırılan taşıma türleri arasından ise karayolu - denizyolu - karayolu intermodal taşıma modu taşıma alternatifi olarak belirlenmiştir.

Lee vd. (2013) Kore ve Avrupa ülkeleri arasındaki denizyolu güzergah alternatiflerini değerlendirerek en uygun rotayı seçmek amacıyla yapılan çalışmalarında belirlenen üç güzergah alternatifini Entropi yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır. Ardından TOPSIS yöntemi kullanılarak sonuçlar yeniden analiz edilmiştir. Buna göre en önemli faktör maliyet olarak çıkmıştır. Moon vd. (2015) ise aynı güzergah kriterlerini nicel ve nitel olarak ayırmışlar ve TOPSIS yöntemiyle derecelendirmişlerdir.

Kumru ve Kumru (2014), Türkiye’de bir lojistik şirketi için taşıma modu alternatifleri arasından en uygun olanı seçmek için yapılan çalışmada AHP yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada belirlenen karayolu, demiryolu ve kombine taşıma modu alternatiflerinin değerlendirilmesinde kullanılan altı kriterler yöntemle analiz edilmiş ve sonuç olarak demiryolu taşımacılığı ve kombine taşımacılığının karayolu taşımacılığına istinaden alternatif bir ulaşım aracı olma özelliğini taşıdığını göstermektedir.

Ütücüler (2015) çalışmasında Türkiye’de lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir firma için, uluslararası taşımacılıkta alternatif taşıma modları arasından en uygun taşıma modunun seçimine karar verebilmek için AHP yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada belirlenen havayolu, denizyolu ve karayolu taşıma modları üzerinde yapılmış, taşıma modu seçiminde kullanılan kriterler; maliyet, hız, güvenilirlik, taşıma kapasitesi, yakıt fiyatı, teslimat ve esneklik olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda en önemli kriterin güvenlik ve en uygun taşıma modunun havayolu taşımacılığı olduğu belirlenmiştir.

Anton ve Grau (2004) ile Saat ve Aguilar (2015), yüksek hızlı tren hattı seçimi için ELECTRE yöntemini kullanarak alternatif rotalar arasından seçim yapmak istemişlerdir. Anton ve Grau (2004) İspanya’nın Madrid ve Valencia şehirleri arasındaki yüksek hızlı tren hattının rotasını seçmek için belirlemiş oldukları dört ana kriteri, üç alternatif rotaya uygulayarak en uygun rotayı bulmak istemişlerdir. Saat ve Aguilar (2015), ise çalışmasını Malezya’daki yüksek hızlı tren hattı rota seçimi için yapmış ve üç kriteri kullanarak üç rota alternatifini değerlendirmiştir.

Vashist ve Dey (2016) Hindistan’ın, Delhi ve Chennai bölgesinde kullanılan yüzey taşıma modlarının seçimi üzerine yapılan bu çalışmada lojistik firmalarında çalışan uzman ve üst düzey yöneticileri ile belirlenen kriterlerin önem ağırlık dereceleri AHP yöntemiyle belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, emniyet ve güvenilirlik kriterleri tüm endüstriler için en önemli kriter olarak belirlenmiştir.

Rahman ve Pereda (2017), en iyi taşıma modunu ve ona bağlı olarak en uygun güzergah seçimi için Entropi yöntemiyle TOPSIS yöntemini birlikte kullanmıştır. Entropi yöntemiyle ile kriter ağırlıkları belirlenmiş alternatiflerin sıralanması ise TOPSIS yöntemiyle yapılmıştır. Çalışmada taşıma süresi ve maliyet kriterleri en önemli kriter olarak tespit edilmiştir.

Nedevska vd. (2017) Makedonya’da bir demiryolu projesinin planlanması ve tasarımında alternatif rota seçimi için bir uygulama önermişlerdir. Belirledikleri rota seçimi kriterlerini AHP yöntemiyle ağırlıklandırmışlardır. Yapılan yöntemin sonuçlarını doğrulamak için hem WSM yöntemi hem de VIKOR yöntemini kullanarak sonuçları karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre üç yöntemde aynı sonucu verdiği görülmüştür.

Wang ve Yeo (2018) Kore’den Orta Asya’ya kargo taşımacılığı yapan firmalar için çokmodlu güzergah alternatiflerini değerlendirmek ve uzmanların görüşleri doğrultusunda kriterleri belirlemek amacıyla Delphi tekniği kullanılmıştır. Elde edilen kriterler bulanık ELECTRE yöntemiyle ağırlıklandırılarak sıralama yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre lojistik firmalarının güzergah alternatifi seçerken beş ana faktör arasından en önemli kriterin toplam maliyet ikinci önemli kriterin ise güvenilirlik olduğu tespit edilmiştir.

Bolesevic vd. (2018) Sırbistan’da bir demiryolu ağının yeniden inşa projesi kapsamında ele alınan çeşitli rota alternatif kriterlerini belirlemek amacıyla anket yoluyla veri toplanmıştır. Anket sonucu belirlenen kriterler bir ÇKKV tekniği olan Entropi metoduyla ağırlıklandırılarak önem derecelerine göre sıralama yapılmıştır. Yapılan sıralamayı doğrulamak için alternatif güzergah kriterleri bulanık VIKOR yöntemiyle yeniden analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre maliyet en önemli faktör olarak tespit edilmiştir.

Chen vd. (2018) çalışmasının ana odağı, Tayvan’da ki tahıl işleme endüstrisinin tahıl kargolarını ithal etmek için farklı nakliye modları kullanma memnuniyetini ölçmek için dikkate aldıkları kriterleri araştırmak ve bu kriterlerin önem ve memnuniyet derecelerini analiz etmektir. Yazarlar uygun kriterleri bulmak için tahıl ambar endüstrisindeki yöneticilere danışarak belirlemiş ve daha sonra bu kriterleri AHP yöntemini kullanarak derecelendirmişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre tahıl ithalatçılarının dökme yük taşıma konusundaki memnuniyet dereceleri, konteynerla taşıma yöntemine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Pham vd. (2018) Hong Kong ile New York arasındaki üç güzergah alternatifini (Panama Kanalı, Süveyş Kanalı ve Amerika Intermodal sistem) değerlendiren bu çalışmada belirlenen güzergah kriterleri TOPSIS yöntemiyle derecelendirilmiştir. Bu çalışmaya göre

güzergah kriterleri arasından seçim yapıldığında en önemli faktörün ulaşım maliyeti olduğu anlaşılmıştır.

2.4. En İyi – En Kötü (Best and Worst) Yöntemi

En İyi – En Kötü yöntemi Rezaei (2015) tarafından çok kriterli karar verme yöntemi olarak geliştirilen en yeni yöntemlerden bir tanesidir. Bu metotta en iyi (en önemli, en çok istenen) ve en kötü (en önemsiz, en az istenen) kriterler karar verici tarafından tanımlanmakta olup kriterlerin ağırlıklarını ve alternatiflerin puanlarını belirlemek için ikili karşılaştırma vektörü kullanılmaktadır. Her bir alternatif ve kriter setlerine vektör ağırlık değerleri tanımlanarak son puanlar belirlenmekte ve en iyi alternatif seçilmektedir (Işıldar, 2018: 38).

En İyi – En Kötü yönteminin avantajlardan bazıları şunlardır (Stevic, vd. 2017: 5):

- ÇKKV yöntemlerinden en sık kullanılan AHP yöntemiyle kıyaslandığında, karşılaştırılabilir ağırlık katsayılarını belirlemek için daha az sayıda ikili karşılaştırma yapmak gerekir. Çünkü n kriter arasından AHP yönteminde, $n(n - 1) / 2$ iken, En İyi – En Kötü yöntemi için karşılaştırma sayısı $(2n - 3)$ 'tür,
- Böylece, En İyi – En Kötü yöntem kullanılarak belirlenen ağırlık katsayıları daha güvenilir sonuçlar verir, çünkü bu yöntemdeki karşılaştırmalar AHP yöntemine göre daha yüksek bir tutarlılık derecesi ifade eder,
- Çoğu ÇKKV modelinde, kriterlerin karşılaştırılmasının tutarlı olup olmadığı kontrol edilmesi gerekirken, En İyi – En Kötü yöntemde elde edilen çıktılar her zaman tutarlı olduğu için sadece tutarlılık seviyesini belirlemek için kullanılır.
- Kriterlerin ikili olarak karşılaştırılması için En İyi – En Kötü yöntem de tamsayı değerleri yeterliyken, çoğu ÇKKV yöntemlerinde kesirli sayı değerleri de gereklidir.

En İyi – En Kötü yönteminin, lojistik faaliyetlerle ilgili araştırmalarda kullanımı, Tablo 2.5'te yer almaktadır.

Tablo 2.5 En İyi - En Kötü Yönteminin Uygulama Alanları

Uygulama alanları:	<ul style="list-style-type: none"> • Tedarik Zinciri Sürdürülebilirliğini Etkileyen Dış Kuvvetlerin Değerlendirilmesi, (Sadaghiani vd. 2015). • Tedarikçi seçimi, (Rezaei vd. 2016) • Risk yönetiminin değerlendirilmesi, (Torabi vd. 2016) • Hindistan da ki küçük ve orta ölçekli işletmelerde teknolojik inovasyon kullanma oranlarını belirleme, (Gupta ve Barua, 2016) • Lojistik şirketinin iç taşımacılığında vagon seçimi, (Stevic vd. 2017) • Kentsel atık su arıtma teknolojilerinin sürdürülebilirlik değerlendirmesi, (Ren vd. 2017) • Yeşil tedarikçi seçimi, (Gupta ve Barua, 2017) • Lojistik istasyon kurulumu, (Rezaei vd. 2017) • Lojistik performans endeksi kriterlerinin değerlendirilmesi, (Rezaei vd. 2018) • Tedarikçi risk değerlendirme, (Kara ve Fırat, 2018) • Havaalanı değerlendirme ve sıralama, (Shojaei vd. 2018) • Dönel kavşak yeri seçimi, (Stevic vd. 2018) • Havayolu hizmet kalitesinin değerlendirilmesi, (Gupta, 2018). • 3PL servis sağlayıcının seçimi, (Pamucar vd., 2019 ; Boakai, 2016)
---------------------------	---

Tezin ana konusunu oluşturan yöntemler, literatürde pek çok yazar tarafından farklı alanlara uygulanmıştır.

Öncelikle En İyi – En Kötü yöntemi, Sadaghiani vd. (2015) tarafından petrol ve gaz endüstrisinde tedarik zinciri sürdürülebilirliğini etkileyen dış kuvvetlerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Rezaei vd. (2016) tedarikçi seçiminde kullanırken, Gupta ve Barua (2017) yeşil tedarikçi seçiminde En İyi – En Kötü ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini bir arada kullanarak probleme çözüm aramıştır. Torabi vd. (2016), işin sürekliliği için geliştirilmiş bir risk denetim değerlendirme sisteminde kullanarak probleme çözüm bulmaya çalışmıştır. Gupta ve Barua (2016), Hindistan’da ki küçük ve orta ölçekli işletmelerde teknolojik inovasyon kullanma oranlarını belirlemek için kullanılmıştır. Stevic vd. (2017), bir lojistik şirketinin iç taşımacılığında vagon seçimini ele alırken En İyi – En Kötü ve SAW yöntemlerine dayalı yeni bir yaklaşım önermiştir. Ren vd. (2017) kentsel atık suyun arıtılması için bulunan farklı teknolojiler arasından sürdürülebilir teknolojiyi seçmek bağlamında kriterleri En İyi – En Kötü yöntemiyle derecelendirdikten sonra SWM, TOPSIS ve Digrapg yöntemlerini birlikte kullanarak en iyi alternatifi sıralamıştır. Rezaei vd. (2017), taşıyıcıların belirledikleri istasyon için hangi konfigürasyonun en uygun olduğuna karar vermeleri için maliyet, yükleme süresi ve kalite kriterlerini baz alarak Schiphol Havaalanı'ndaki KLM havayolu merkezine

uygulamıştır. Rezaei vd. (2018), lojistik performans endeksi kriterlerini değerlendirmesinde En İyi – En Kötü yöntemi kullanılarak kriterler derecelendirilmiş ve farklı ülkelerden 107 uzman katılımcıya anket düzenlenmiş ve elde edilen sonuçlar kıyaslanarak ülkelere lojistikteki yerlerini en verimli şekilde nasıl geliştirebilecekleri hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmıştır. Kara ve Fırat (2018), ağır makine sektöründe çalışan bir şirketin tedarikçilerini risk faktörüne göre değerlendirmek için belirledikleri 17 nicel ve nitel kriteri faktör analiziyle dört faktöre dönüştürmüş ardından En İyi – En Kötü yöntemiyle profillerine göre sınıflandırmayı amaçlamıştır. Shojaei vd. (2018), havaalanlarının hizmetinin değerlendirilmesini ve hizmet kalitesine göre sıralamasını amaçlayan bu çalışmada Taguchi kayıp fonksiyonu, En İyi – En Kötü ve VIKOR yöntemi birlikte kullanılmıştır. Stevic vd. (2018), dönel kavşak yapım yeri seçiminde En İyi – En Kötü yöntemiyle kriter ağırlık dereceleri belirlenmiş WASPAS yöntemiyle en uygun alternatif belirlenmiştir. Pamucar vd. (2019) ve Boakai (2016), üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı seçiminde kullanmışlardır.

En İyi – En Kötü yönteminde karşılaştırmalar iki kategoriye ayrılır (Nispeling 2015: 32).

1. Referans karşılaştırmaları

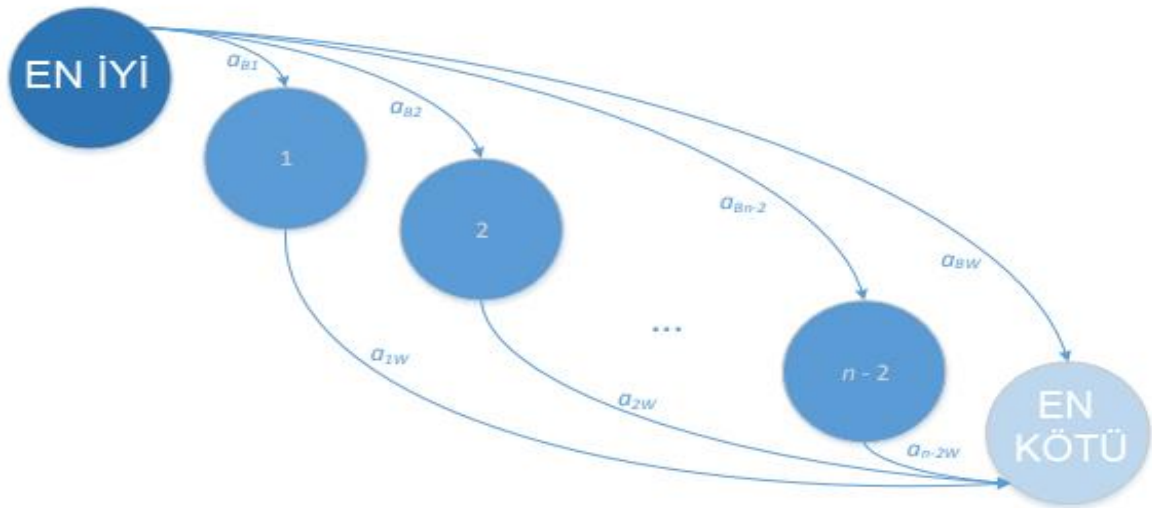
a_{ij} , i kriteri eğer en çok istenen, en önemli veya en iyi kriter ise ya da j en az istenen, en önemsiz veya en kötü kriter ise referans karşılaştırma olarak adlandırılır.

2. İkincil karşılaştırmalar

a_i , ne i ne de j 'nin en iyi veya en kötü ölçüt olmadığı ve $a_{ij} > 1$ olması durumunda ikincil bir karşılaştırmadır.

En İyi – En Kötü yöntemde en çok referans karşılaştırmaları tercih edilmektedir. Çünkü referans karşılaştırmalarında karmaşıklığın nispeten az olması ikincil karşılaştırmalara göre daha tutarlı sonuçlar vermektedir.

En İyi – En Kötü yöntemin referans karşılaştırmaları Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 En İyi – En Kötü Referans Karşılaştırma

Kaynak: Nispeling, 2015: 33

En İyi – En Kötü yöntem adımları aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir (Rezaei 2015: 51-52).

Adım 1. Uzmanlar tarafından karar kriterlerinin belirlenmesi.

Karar problemine etki eden kriterler c_1, c_2, \dots, c_n belirlenir.

Adım 2. Kriterler arasından en iyi (örneğin en çok istenen, en önemli) ve en kötü (en az istenen, en önemsiz) kriterlerin belirlenmesi. Uzmanlar en iyi veya en kötü olarak iki veya daha fazla kriterle karar verirse, en iyi ve en kötü kriterler keyfi olarak seçilir.

Karar vericinin genel olarak en iyi ve en kötü kriterleri belirlediği bu aşamada karşılaştırma yapılmaz.

Adım 3. Diğer kriterlere göre en iyi kriterin tercihini 1 ile 9 arasında bir sayı kullanılarak belirlenmesi.

Burada 1, kriterlerin eşit derecede önemini belirtirken, 9, en iyi kriterin, söz konusu kriterle karşılaştırıldığında çok daha önemli olduğu anlamına gelir.

Sonuç olarak, diğerleri için en iyi karşılaştırma vektörü aşağıdaki gibi elde edilir:

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$$

Burada, a_{Bj} kriter j üzerinde en iyi kriterin (B) tercihini belirtir. $a_{BB} = 1$ olduğu anlamına gelir.

Adım 4. Diğer kriterlere göre en kötü kriterin tercihini 1 ile 9 arasında bir sayı kullanılarak belirlenmesi.

Diğerleri için en kötü karşılaştırma vektörü aşağıdaki gibi elde edilir:

$$A_w = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T$$

Burada a_{jW} j kriterinin en kötü kriter olan (W) ye göre tercih edildiğini belirtir. Ayrıca en iyi kriterin durumu ile aynı olduğundan, en kötü kriterin kendisiyle karşılaştırılan değeri 1'e eşittir yani;

$$a_{WW} = 1 \text{ dir.}$$

Adım 5. Kriterlerin optimum ağırlıkların bulunması ($w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$).

Kriterler için en uygun ağırlık, her bir w_B/w_j ve w_j/w_w çifti için $w_B/w_j = a_{Bj}$ ve $w_j/w_w = a_{jW}$ değerleridir.

Tüm j nin koşullarını yerine getirmek için, maksimum mutlak farklılıkların minimize edildiği $\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|$ ve $\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jW} \right|$ bir çözüm bulunmalıdır. Ağırlıkların toplam koşuluna ve negatif olmama durumuna bakıldığında, aşağıdaki problem ortaya çıkmaktadır:

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jW} \right| \right\} \quad (1)$$

kısıtları altında

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0 \text{ (tüm } j \text{ değerleri için)}$$

Denklem doğrusal hale aşağıdaki gibi çevrilebilir:

$$\min \xi \quad (2)$$

$$\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi, \text{ (tüm } j \text{ değerleri için)}$$

$$\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jW} \right| \leq \xi, \text{ (tüm } j \text{ değerleri için)}$$

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0 \text{ (tüm } j \text{ değerleri için)}$$

Bu modelin çözümü ile kriter ağırlıkları ve ξ elde edilir.

Adım 6. Karşılaştırmaların tutarlılığını kontrol etmek için Tablo 2.6'da yer alan tutarlılık endeks formülü uygulanır. Eğer, $a_{Bj} \times a_{jW} = a_{BW}$ tüm j kriterleri şartını sağlıyorsa karşılaştırmalar tamamen tutarlıdır (Rezaei, 2015: 52).

Tablo 2.6 Tutarlılık Endeks Değerleri

a_{BW}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tutarlılık Endeksi (maks ξ)	0.00	0.44	1.00	1.63	2.30	3.00	3.73	4.47	5.23

Tutarlılık oranı, ξ^* ve yukarıda verilen ilgili tutarlılık endeks değeri kullanılarak hesaplanabilir:

$$\text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\xi^*}{\text{Tutarlılık Endeksi}} \quad (3)$$

Değer sıfıra yaklaştıkça tutarlılık artar. Birin altındaki değerlerin yeterli bir tutarlılığa sahip olduğu kabul edilir (Nispeling, 2015: 35).

2.5. WASPAS Yöntemi

WASPAS yöntemi (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) 2012 yılında Zavadskas vd. tarafından önerilmiştir. WASPAS “Ağırlıklı Toplam Modeli” ve “Ağırlıklı Çarpım Modeli” olmak üzere iki farklı modelin sonuçlarını birleştiren ve son dönemlerde Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinde başvurulan yaygın bir yöntem haline gelmiş bir yaklaşımdır (Zavadskas vd., 2012: 3-4). Bu iki modelin sonuçlarına göre birleşik optimal kriterlerin değeri hesaplanmakta ve ona göre alternatifler sıralanmaktadır. Ayrıca yöntemin işleyişine duyarlılık analizi yapılarak çıkan sonucun tutarlılığı kontrol edilebilmektedir (Rençber ve Avcı, 2018: 171).

WASPAS yönteminin, lojistik faaliyetlerle ilgili araştırmalarda kullanımı, Tablo 2.7'de gösterilmiştir.

Tablo 2.7 WASPAS Yönteminin Uygulama Alanları

Uygulama alanları:	<ul style="list-style-type: none"> • Kamu ve ticari binaların cephelerinin sıralanması (Zavadskas vd., 2013). • İş güvenlik çözümlerinin değerlendirilmesi, (Dejus ve Antucheviciene, 2013) • Alışveriş merkezi yeri seçimi, (Zolfani vd., 2013) • Üretim süreci seçimi, (Chakraborty ve Zavadskas, 2014) • İran'da kurulacak güneş enerjisi sistemi için bölge belirlenmesi, (Vafeipour vd., 2014) • Dairenin en uygun iç mekanını seçmek (Zavadskas vd., 2016). • Endüstriyel robot seçimi, (Karande vd., 2016; Mathew, vd. 2017) • Yeşil tedarikçi değerlendirilmesi, (Ghorabae vd.,2016) • 3PL servis sağlayıcının değerlendirilmesi, (Ghorabae vd.,2017) • Tedarikçi seçimi, (Tayalı, 2017; Adalı ve Işık, 2017) • Yazılım seçimi, (Yurdoğlu ve Kundakçı, 2017) • Yenilenebilir enerji seçimi, (Karaca ve Ulutaş, 2018) • Dönel kavşak yeri seçimi, (Stevic vd., 2018) • Sürdürülebilir Kentsel Tarım, (Kolagar M.,2019) • 3PL servis sağlayıcının seçimi, (Pamucar vd.,2019) • Türkiye de İllerin yaşanabilirliğinin değerlendirilmesi, (Özbek,2019)
---------------------------	---

Literatürde WASPAS yöntemi ise kolaylığı sebebiyle birçok karar verme probleminin çözümünde uygulanmıştır.

Zavadskas vd. (2013), kamu ve ticari dört binanın ön cephe alternatiflerini WASPAS ve oran yöntemi, referans noktası yöntemi ve çarpımsal sisteme dayanan MOORA yöntemi ile değerlendirmiştir. Dejus ve Antucheviciene (2013), inşaat sahasında sağlık ve güvenlik çözümlerinin değerlendirilmesini ele alan çalışmada uzmanlar tarafından belirlenen kriterlerin göreceli önemini belirlemek için ENTROPI yöntemi uygulanmıştır ve alternatiflerin sıralanmasında WASPAS yöntemi kullanılmıştır. Zolfani vd. (2013), alışveriş merkezi yer seçimi değerlendirmesinde SWARA ve WASPAS yöntemlerine dayanan bütünleştirilmiş bir yöntem önermiştir. Bu çalışmada SWARA, kriter ağırlıklarının hesaplanmasında, WASPAS ise potansiyel alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Chakraborty ve Zavadskas (2014), üretimde ortaya çıkan sekiz gerçek seçim problemini WASPAS yöntemi ile çözmüştür. Vafeipour vd. (2014), İran'da kurulacak 25 güneş enerjisi sisteminin bölgesini belirlemek için hibrit bir yaklaşım olarak öncelikle belirlenen kriterleri SWARA yöntemiyle derecelendirmiş ardından WASPAS yöntemiyle şehirleri sıralamıştır. Kullanılan entegre yaklaşım ile enerji sektöründeki karar vericiler yol gösterici olmuştur. Zavadskas vd. (2016), dairenin en uygun iç mekanını altı alternatif arasından seçmek için WASPAS yöntemini kullanmıştır. Mathew vd. (2017) ve Karande vd. (2016), endüstriyel robot seçiminde

WASPAS yöntemini kullanmışlardır. Ghorabae vd. (2016), yeşil tedarikçi değerlendirmesinde kullanmış; Tayalı (2017) ve Adalı ve Işık (2017) ise tedarikçi seçiminde WASPAS yöntemiyle problemlerine çözüm aramıştır. Ghorabae vd. (2017), 3PL servis sağlayıcının değerlendirilmesinde WASPAS yöntemini kullanırken, Pamucar vd. (2019) ise 3PL servis sağlayıcının seçiminde kullanmıştır. Stevic vd. (2018), dönel kavşak yapım yeri seçiminde En İyi-En Kötü yöntemiyle kriter ağırlık dereceleri belirlenmiş WASPAS yöntemiyle en uygun alternatif belirlenmiştir.

WASPAS işlem adımları aşağıdaki gibidir;

WASPAS yönteminde problemi ilk olarak $m \times n$ boyutunda bir matris formatında ele alınmaktadır. Matriste m seçenekleri ($A_i, i = 1, 2, \dots, m$) ve n ise ölçütleri ($K_j, j = 1, 2, \dots, n$) gösterirken, w_j ölçütlerin ağırlığını ifade etmektedir.

WASPAS yöntemi 8 adımdan oluşmakta ve bütün ÇKKV yöntemleri gibi karar matrisi ile başlamaktadır. Yönteme ait bu 8 adım sırasıyla aşağıda yer almaktadır (Zavadskas vd., 2012; Özbek, 2019).

Adım 1: İlk olarak seçeneklerin kriterlere göre performanslarını gösteren karar verme matrisi (X) oluşturulur. Aşağıdaki Eşitlik (4) ile bu matris gösterilmiştir. Bu matriste x_{ij} ; i . seçeneğin j . ölçüte göre performansını göstermektedir.

$$X = [X_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Adım 2: Ölçütlerin maliyet ya da fayda yönlü oluşlarına göre doğrusal normalizasyon yöntemiyle karar matrisi normalize edilir. Kriterlerin fayda yönlü olduğu durumda (5), maliyet yönlü olduğu durumda ise (6) numaralı Eşitlik kullanılır.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (5)$$

$$x_{ij}^* = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (6)$$

Adım 3: Bu adımda seçeneklerin göreceli performansı, WSM (Ağırlıklandırılmış Toplam Model) yöntemiyle her bir ölçüte göre seçenek değerlerinin ağırlıklı toplamı olarak belirlenir. Bu durum Eşitlik (7) ile formüle edilmiştir.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n x_{ij}^* w_j \quad (7)$$

Adım 4: Bu adımda seçeneklerin göreceli performansı, WPM (Ağırlıklandırılmış Çarpım Modeli) yöntemiyle her bir ölçüte göre seçeneğin performans değerinin aynı indisli ölçüt ağırlığı kadar kuvvetinin çarpımı alınarak belirlenir. Bu durum Eşitlik (8) ile gösterilmiştir.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (x_{ij}^*)^{w_j} \quad (8)$$

Adım 5: Seçeneklerin genel sıralamadaki pozisyonları gösteren nihai performansı Q_i Eşitlik (7) ve (8)'e göre hesaplanan göreceli performanslarının toplanmasıyla bulunur. Eşitlik (9) ile bu durum ifade edilmiştir.

$$Q_i = 0.5Q_i^{(1)} + 0.5Q_i^{(2)} \quad (9)$$

Karar verme sürecinin etkinliğini ve doğruluğunu artırmak için Eşitlik (10) kullanılabilir. λ , 0 ile 1 arasında değer alabilen bir parametredir. WASPAS yöntemi, $\lambda=0$ olarak belirlendiğinde WPM yöntemine; $\lambda=1$ olarak belirlendiğinde ise WSM yöntemine dönüşmektedir. Karar verici, λ değerini istediği gibi belirleyebilmektedir. Zavadskas vd. (2012) λ değeri için 0,5 değerini belirlemiş ancak λ için en uygun değerini hesaplanmasını önermektedir.

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)} \quad (10)$$

Adım 6: Seçeneklerin nihai sıralamalarını belirlemek için Q_i değerleri azalan düzeyde sıralanır. İlk sıradaki seçenek en uygun alternatif olarak belirlenir.

Adım 7: Farklı λ değerleri için duyarlılık analizi yapılır ve alternatiflerin sıralamadaki değişiklikleri incelenir.

Adım 8: Eşitlik (11)'e göre optimal λ bulunarak sıralamanın doğruluğu kontrol edilir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^m Q_i^{(2)}}{\sum_{i=1}^m Q_i^{(1)} + \sum_{i=1}^m Q_i^{(2)}} \quad (11)$$

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KAYSERİ İLİNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR LOJİSTİK FİRMASININ TAŞIMA MODU SEÇİMİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Literatür taramasından görüleceği üzere taşıma modu ve güzergah seçim problemi hakkında birçok ÇKKV çalışması yapılmış olup elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Çalışmalar incelendiğinde AHP, TOPSIS, ENTROPI ve ANP gibi yöntemlerin en çok kullanılan yöntemler olduğu görülmüştür. ANN, ELECTRE, VIKOR, ise az tercih edilen yöntemler olmuştur. Bu çalışmaların hiçbirinde ne ayrı ayrı ne de birlikte En İyi - En Kötü yöntemi ve WASPAS yöntemi kullanılmamıştır. Yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda çalışmanın sonucuna göre kriterler ağırlandırılarak taşıma modu ve güzergah alternatifleri sıralanmıştır. Bu bulgulardan hareketle, bu tez çalışması kapsamında Kayseri ilinde faaliyet gösteren ve ihracat yapan bir lojistik firmasının taşıma modu seçim probleminin çözümü için bir uygulama yapılmış ve öncelikle literatürde bu problemin çözümünde daha önce uygulanmamış yöntemlerden biri olan En İyi- En Kötü yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenmiş olup bir diğer yöntem olan WASPAS yöntemiyle de alternatifler arasından en iyisi değerlendirilmiş ve taşıma modu seçimi problemine çözüm aranmıştır.

3.1. Kriterlerin Belirlenmesi

Kriterlerin belirlenmesi için öncelikle literatür taraması yapılmıştır. Literatürde yer alan “güzergah ve ulaştırma modu seçimi” ve “çok kriterli karar verme teknikleri” anahtar kelimelerine sahip yayınlar incelenerek çeşitli kriterler belirlenmiştir. İşletmede lojistik ve tedarik departmanındaki uzmanlarla yapılan karşılıklı görüşmeler ve literatür taraması sonucu tespit edilen taşıma modu seçim kararına etki eden kriterler değerlendirilmiş ve uygulama için toplamda 13 tane kriter seçilmiştir. Seçme işlemi yapılırken çalışmanın amacına uygun olarak taşımacılık modu seçiminde doğrudan etkisi olabilecek kriterler ile rota veya güzergah seçiminde kullanılan kriterler seçilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada belirlenen tüm kriterler Tablo 3.1’de kriter açıklamaları ise aşağıda verilmiştir:

Tablo 3.1 Çalışmada Kullanılan Kriterler

1. Süre
2. Taşıma Maliyeti
3. Güvenilirlik
4. Depolama Maliyeti
5. Ambalajlama
6. Nakliye Seferlerinin Sıklığı
7. Farklı Ebatla/Ağırlıkta Ürünleri Taşıyabilme Esnekliği
8. Rotada Esneklik
9. Taşınan Ürün Sayısında Esneklik
10. Teslimat Noktasında Esneklik
11. Çevre Üzerindeki Etkiler
12. Nakliye Sırasında Oluşabilecek Hasar Oluşumu
13. Zaman Çizelgesinin Değişebilirliği

- Süre: Lojistik faaliyetler arasında rekabet avantajı yaratabilecek en önemli öge süre olarak görülmektedir. Süre kriterinde önemli olan taşıma süresi ve bekleme süresinin en az olmasıdır. Taşıma süresi ürünün yüklendiği andan itibaren varış noktasına kadar geçen süre olarak tanımlanmakta ve taşıma kapasitesi, fire ve hasar, taşıma maliyeti, bekleme süresi, trafik yoğunluğu ile ilişkilidir. Bekleme süresi ise; yüklerin elleçlenmesi sırasında yaşanan beklemeler, gümrüklerdeki beklemeler, vs. olarak açıklanabilir.
- Taşıma Maliyeti: Ürünün yüklendiği andan itibaren varış noktasına varana dek oluşan maliyetleri kapsamaktadır. Taşıma maliyetini etkileyen faktörlere bakıldığında taşımının yapılacağı yerin uzaklığına ve taşınan ürünün özelliğine (türü, ağırlığı, ebatı) bakılarak taşıma modu türünün seçilmesi işletmelere maliyet avantajı sağlamaktadır. Örneğin uluslararası bir taşımacılık gerçekleşecekse denizyolu, demiryolu ve havayolu modlarından biri veya bir kaçının seçilmesi; taşınan ürünün ağırlığına, türüne, miktarına ve değerine göre bakılarak karar verilmesi gerekmektedir. Mal ve hizmet fiyatını belirleyen en önemli etkenler arasında taşıma maliyeti yer almaktadır. Taşıma modları arasında en pahalı taşıma türü hava taşımacılığıdır. Hava yolu taşımacılığı küçük ebatlı veya hızlı bir şekilde yapılması gereken taşımalar için uygunken, denizyolu taşımacılığında ağır hacimli yüklerin taşınması daha az maliyetli olmaktadır (Ünlü, 2017: 72).
- Güvenilirlik: Taşıma modunda güvenilirlik özellikle gönderici ile alıcı arasında taahhüt edilen teslimat sürelerine tam anlamıyla uyulması gerektirir. Taşıma modunun servis hizmetini yerine getirme konusunda gösterdiği güvenilirliktir. (Hall ve

Wagner 1996: 235) bu kriter için “zamanında alım ve teslimat” değerlerini kullanmışlardır. Normal olarak, karayolu ve demiryolu ulaşım modları için güvenilirliğin iyi olduğu değerlendirilmektedir (Kumru ve Kumru, 2014: 976).

- Depolama Maliyeti: Ürünlerin saklanması ve korunması amacıyla depolarda veya benzeri yerlerde bekletilmesi esnasında oluşan maliyetler olarak tanımlanmaktadır. Bu maliyetler depolama sürecinde oluşan kira giderleri, sigorta, soğutma vb. gibi faaliyetlerden oluşmaktadır. Depolama maliyetlerinin, bazı firmalar için fazla maliyetli olması ya da depolama yapacak uygun yerlerinin olmaması firmaları depolama faaliyetini dışarıdan tedarik etmesine sebebiyet vermektedir.
- Ambalajlama: Ürünlerin üreticiye veya tüketiciye ulaştırılması aşamasında dış tehlikelerden korumak, bozulmasını önlemek ve tüketim süresini arttırmak üzere yapılan kaplama işlemleridir. Ambalajlama faaliyetlerinin doğru yapılması ile taşıma, depolama ve elleçleme maliyetleri düşürülebilmektedir. Ambalajlama faaliyetlerinden bazıları başka bir ek müdahale gerektirmeden ürünleri dış etkenlerden korunmasını sağladığından özellikli taşıma araçlarına ihtiyaç duyulmamasından kaynaklı ek maliyet oluşmasını engellemektedir. Ayrıca ambalajlamanın yanlış yapılmasıyla ürünler hem hasar görebilir hem de yanlış yere teslimatları gerçekleştirilebilir bu da firmalara ek maliyet oluşturabilir (Kayabaşı, 2010: 108).
- Nakliye Seferlerinin Sıklığı: Bu kriter ürünlerin istenilen zamanda taşınmasının önemini vurgulamakta ve taşıma modlarında sefer sayılarının sıklığını ifade etmektedir. Lojistikte doğru zaman kavramı ürünün istenilen zamanda alıcıya teslim edilmesini anlamına gelmektedir. Bir firmanın ürünü çok bekletmeden alıcıya ulaştırması gerektiğinden nakliye programlarının (seferlerinin) sıklığı oldukça önemlidir. Taşıma mod türüne göre sefer sıklığı değişmektedir örneğin karayolları taşımacılığında sık sefer programlarına rastlanırken, denizyolunda ya da havayolunda daha az sefer programları bulunmaktadır. (Vural vd., 2014: 76).
- Farklı Ebat/Ağırlıkta Ürünleri Taşıyabilme Esnekliği: Bu kriter taşıma modlarında farklı ağırlık ve ebattaki ürünlerin taşınabilme esnekliğini ifade etmektedir (Kundu vd., 2017: 3058). Üretilen ürünler boyut ve ağırlık olarak aynı değildir ve gönderilen ürünlerin miktarı talebe göre zamanla değişim gösterebilmektedir. Bazı taşıma araçlarında taşınabilen belirli ürünler boyut ve ağırlık kapasite bakımından yetersiz kalabilmektedir. Taşıma modları kapasite büyüklüğü bakımında farklılık gösterir örneğin denizyolu ve demiryolu taşımacılığında birim başına düşen hacim miktarı

fazladır. Ürünlerin tek bir seferde ve aynı taşıma aracıyla teslimatının sağlanması ürünün takip edilebilirliğini kolaylaştırmaktadır.

- **Rotada Esneklik:** Rota, taşıma modunun kullandığı yol olarak ifade edilmektedir. İstenilen ürünün doğru zamanda ve doğru yerde teslimatının gerçekleşmesi önemlidir ancak piyasada arz ve talebin farklı şekilde karşılanması gereken durumlarda taşıma modunun hat güzergahının dışına çıkması firmalara rekabet avantajı sağlayabilmektedir. Rotada esneklik, bir taşıma modunun nakliye sırasında kullandığı yolu herhangi bir sebepten dolayı değiştirilebilmesi olarak tanımlanabilir (Kundu vd., 2017: 3058). Demiryolu, denizyolu ve havayolu ile yapılan taşımacılıklarda rotada esneklik payı oldukça azdır sebebi ise belirli noktalarda ve sınırlı sayıda terminallere sahip olmasıdır. Ancak karayolu ve çok modlu taşımacılıkta esneklik payı yüksektir.
- **Taşınan Ürün Sayısında Esneklik:** Taşıma modunda taşınabilen ürün miktarının kapasitesinin arttırılabilmesidir. Arz ve talebe göre taşıma sayılarında farklılıklar olabilmekte ve bazı araçların kapasiteleri bakımından bu farklılıklar karşısında taşıyabileceği ürün sayıları sınırlı kalabilmektedir. Böyle durumlarda taşıma modunun taşıyabileceği ürün sayısındaki esneklik oldukça önemli olmaktadır. Havayolu taşımacılık türünde taşınan ürün sayısında değişiklik yapabilmek oldukça zordur.
- **Teslimat Noktasında Esneklik:** Ürünlerin teslim edildiği yerler teslimat noktası olarak adlandırılır. Teslimat noktasındaki esneklik ise, ürünün son varış yerini herhangi bir sebepten dolayı değiştirebilme ihtimaline karşı ani cevap verebilmesidir (Arencibia vd., 2015: 254). Küreselleşmeyle artan ve sürekli değişen pazarlar taşıma modlarının teslimat noktalarında esneklik durumunu önemli hale getirmiştir. Karayolu modu hariç diğer modlarda sınırlı sayıda sahip olunan terminal sayısı nedeniyle teslimat noktaları sınırlı olabilmekte buda herhangi bir esneklik durumuna müsaade etmeyebilmektedir.
- **Çevre Üzerindeki Etkiler:** Taşımacılık ve lojistik alanında gelişmeler sürekli artmakta artan gelişmeler beraberinde yeni sorunları da karşımıza çıkartmaktadır. Bu sorunların en yaygın olanı doğal çevreye verilen tahribatlardır. Hava kirliliğine araçların havaya yaydıkları gazları, deniz kirliliğine deniz taşımacılığında kullanılan gemilerin denizlere bıraktıkları katı ve sıvı atıkları ve görüntü kirliliğine trafik yoğunluğu ve trafik kazaları ile oluşan hava kirliliğini örnek olarak gösterebiliriz.
- **Nakliye Sırasında Oluşabilecek Hasar Oluşumu:** Taşıma süresince ürünler zarar görebilmekte veya çalınabilmektedir. Taşıma modlarında güvenlik önlemlerinin yeteri kadar alınmaması, ürünün eksik veya yanlış paketlenmesi, hava şartlarından doğrudan etkilenmesi taşıma süresince meydana gelebilecek zarar ve çalıntı riskini

arttırmaktadır. Dış koşullardan en çok etkilenen karayolu taşımacılık türünde bu tür riskler daha fazladır. Bu tür durumlarda firmalar ekstra maliyete katlanmak zorunda kalabilmektedir.

- Zaman Çizelgesinin Değişebilirliği: Taşıma modu seferlerinde herhangi bir sebepten ötürü yapılan sefer esnekliğini ifade etmektedir. Talep edilen ürün ve hizmetin istenilen zamanda alıcıya ulaşma süreci önemlidir ancak bazı durumlarda taşıma modu seferlerinin sabit olması ve zaman çizelgesinin dışına çıkamaması bu süreci zorlaştırmaktadır. Karayolu taşımacılığı diğer modlara kıyasla zaman çizelgelerini değiştirme ve kalkış-varış süreleriyle oynama bakımından avantajlıdır.

3.2. En İyi- En Kötü Yöntemi ile WASPAS yönteminin Bütünleştirilmesi

Bir taşıma modu seçiminde optimal taşıma türünü belirleyebilmek, zor ve karmaşık bir karar verme sürecidir. Taşıma modunun sunduğu hizmet ile ortaya çıkardığı maliyetin optimum denge noktasını belirlemek gerekmektedir. Yükün hangi taşıma moduyla yapılması gerektiği sorusuna ilişkin araştırmalar yaklaşık 50 yıldır devam etmekte ve bu seçim probleminin çözümüne ilişkin sistemler geliştirilmiş ve bunlara göre modeller ortaya konmuştur. Bu modellerin ortak amacı; taşıma maliyetlerini ve taşıma esnasında oluşabilecek riskleri minimum seviyelere düşürmek ve sunulan hizmet kalitesini maksimum yaparak taşımayı gerçekleştirmektir.

En İyi-En Kötü yöntemi, son yıllarda çok kriterli karar verme problemleri için önerilmiş bir yöntemdir. AHP gibi ikili karşılaştırma esasına dayanmaktadır ancak daha az ikili karşılaştırma yapmakta ve daha tutarlı sonuçlar ürettiği belirtilmektedir (Rezaei, 2015). WASPAS yöntemi ise diğer analizlere kıyasla daha doğru sonuçlar verme kabiliyetine sahip olması, son yıllarda etkin bir karar verme aracı olarak kabul edilmesine neden olmuştur (Chakraborty vd., 2015: 5).

Bu bağlamda taşıma modu seçim problemini öncelikle çok kriterli karar verme tekniklerinden olan En İyi - En Kötü yöntemiyle kriterlerin önem dereceleri belirlenecek daha sonra WASPAS yöntemiyle de alternatifler arasından en uygun taşıma modu seçilmeye çalışılacaktır.

Adım 1: İlk adımda karar vericiler, kriterler ve alternatifler (taşıma modları) belirlenerek ilgili veriler toplanmıştır. Hem lojistik şirketlerinden hem de üniversiteden oluşan beş karar vericinin görüşlerine dayanarak kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterler: K_1 : Süre, K_2 : Taşıma Maliyeti, K_3 : Güvenilirlik, K_4 : Depolama Maliyeti, K_5 : Ambalajlama, K_6 : Nakliye Sefer Sıklığı, K_7 : Farklı Ebatta/Ağırlıkta Ürünleri Taşıyabilme Esnekliği, K_8 : Rotada

Esneklik, K_9 : Taşınan Ürün Sayısında Esneklik, K_{10} : Teslimat Noktasında Esneklik, K_{11} : Çevre Üzerindeki Etkiler, K_{12} : Nakliye Sırasında Hasar oluşumu, K_{13} : Zaman Çizelgesinin Değişebilirliği.

Adım 2: Düzenlenen anket formu ile karar vericilere en iyi ve en kötü kriterleri belirlemelerini, daha sonra Tablo 3.2’de verilen ölçeği kullanarak belirledikleri en iyi ve en kötü kriteri diğer kriterlere göre kıyaslayarak puanlamaları istenmiştir.

Tablo 3.2 Kriterler Arası Karşılaştırma Ölçeği

Ölçek	1	3	5	7	9	2, 4, 6, 8
Değer Tanımı	Eşit	Orta	Güçlü	Çok Güçlü	Mutlak Üstün	Ara Değerler

Adım 3: Kriter ağırlıkları En İyi - En Kötü yöntemi kullanılarak hesaplanır. Her karar vericinin bağımsız değerlendirmesi nedeniyle, her karar vericinin belirlediği kriter ağırlığı bulunur. Daha sonra bu kriter setlerinin aritmetik ortalaması çalışma için kullanılmıştır.

Her karar vericinin en iyi ve en kötü kriteri ve bu kriterlerin diğerlerine karşı ikili olarak karşılaştırılması Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.3 En İyi Kriter ve Diğer Kriterler Arasındaki İkili Karşılaştırma

Karar Vericiler	En İyi	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}
KV_1	K_2	3	1	3	5	3	5	5	7	8	5	8	7	5
KV_2	K_2	3	1	5	1	3	7	5	9	3	4	8	5	4
KV_3	K_2	3	1	3	3	5	4	5	9	7	2	9	2	2
KV_4	K_1	1	2	3	2	4	2	5	5	5	6	9	3	4
KV_5	K_3	3	3	1	5	3	4	3	6	4	5	7	9	5

K_1 -Süre, K_2 -Taşıma Maliyeti, K_3 -Güvenilirlik, K_4 -Depolama Maliyeti, K_5 -Ambalajlama, K_6 -Nakliye Sefer Sıklığı, K_7 -Farklı Ebatta/Ağırlıkta Ürünleri Taşıyabilme Esnekliği, K_8 -Rotada Esneklik, K_9 -Taşınan Ürün Sayısında Esneklik, K_{10} -Teslimat Noktasında Esneklik, K_{11} -Çevre Üzerindeki Etkiler, K_{12} -Nakliye Sırasında Hasar oluşumu, K_{13} -Zaman Çizelgesinin Değişebilirliği.

Tablo 3.3’e göre Karar Verici-1 için örnek vermek gerekirse belirlenen kriterler doğrultusunda en iyi kriteri yani taşıma seçimi problemi için en önemli olan kriteri K_2 Taşıma Maliyeti’ni seçmiştir. Daha sonra seçtiği en iyi kriteri diğer kriterlere göre kıyaslayarak puan vermiştir. K_2 kriterini K_1 ile kıyasladığında 3 puanını vermiştir yani seçtiği K_2 kodlu Taşıma Maliyeti K_1 kodlu Süre kriterinden 3 kat daha önemlidir şeklinde yorumlamıştır.

Tablo 3.4 En Kötü Kriter ve Diğer Kriterler Arasındaki İkili Karşılaştırma

	KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5
Kriterler	En Kötü: K_{11}	En Kötü: K_{11}	En Kötü: K_{11}	En Kötü: K_{11}	En Kötü: K_{12}
K_1	7	7	7	9	6
K_2	9	9	9	8	8
K_3	5	5	8	8	5
K_4	7	5	6	7	5
K_5	3	3	6	6	5
K_6	5	6	3	5	4
K_7	3	4	8	4	8
K_8	4	5	7	3	8
K_9	5	5	5	4	7
K_{10}	8	7	6	5	6
K_{11}	1	1	1	1	5
K_{12}	7	4	9	7	1
K_{13}	5	6	8	6	6

Tablo 3.4'e göre Karar Verici-1 için örnek vermek gerekirse belirlenen kriterler doğrultusunda en kötü kriteri yani taşıma seçimi problemi için en az önemli olan kriteri K_{11} Çevre Üzerindeki Etkiler'i seçmiştir. Daha sonra seçtiği en kötü kriteri diğer kriterlere göre kıyaslayarak puan vermiştir. K_{11} kriterini K_1 ile kıyasladığında 7 puanını vermiştir yani seçtiği K_{11} kodlu Çevre Üzerindeki Etkiler K_1 kodlu Süre kriterinden 7 kat daha az önemlidir şeklinde yorumlamıştır.

Her karar vericiye ait puanlamalar eşitlik (2) kullanılarak çözümlenir ve ölçüt ağırlıkları bulunur. Örneğin, en iyi ve en kötü ikili karşılaştırma vektörlerini sırasıyla Tablo 3.3'de ilk satır ve Tablo 3.4'te ilk sütun kullanılarak Karar Verici 1 (KV-1) için model aşağıda verilmiştir:

min ξ

Kısıtlar

$$\left| \frac{w_2}{w_1} - 3 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_3} - 3 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_4} - 5 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_5} - 3 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_6} - 5 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_7} - 5 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_8} - 7 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_9} - 8 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_{10}} - 5 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_{11}} - 8 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_{12}} - 7 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_{13}} - 5 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_1}{w_{11}} - 7 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_2}{w_{11}} - 9 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_3}{w_{11}} - 5 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_4}{w_{11}} - 7 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_5}{w_{11}} - 3 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_6}{w_{11}} - 5 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_7}{w_{11}} - 3 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_8}{w_{11}} - 4 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_9}{w_{11}} - 5 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_{10}}{w_{11}} - 8 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_{12}}{w_{11}} - 7 \right| \leq \xi$$

$$\left| \frac{w_{13}}{w_{11}} - 5 \right| \leq \xi$$

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 + w_7 + w_8 + w_9 + w_{10} + w_{11} + w_{12} + w_{13} = 1$$

$w_j \geq 0$ tüm j değerleri için

Yukarıdaki modeli çözerken, ölçüt ağırlık seti KV-1 için $w_1^* = 0.091$, $w_2^* = 0.310$, $w_3^* = 0.047$, $w_4^* = 0.091$, $w_5^* = 0.047$, $w_6^* = 0.037$, $w_7^* = 0.036$, $w_8^* = 0.029$, $w_9^* = 0.037$, $w_{10}^* = 0.110$, $w_{11}^* = 0.026$, $w_{12}^* = 0.091$, $w_{13}^* = 0.037$ ve $\xi^* = 3.59$ olarak bulunur.

Tutarlılık oranı aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$\text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\xi^*}{\text{Tutarlılık Endeksi}}$$

Karar Verici-1 için tutarlılık oranı: $3.59 / 4.47 = 0.80$ 'dir.

Diğer karar vericiler için de aynı hesaplamalar yapılmış ve sonuçlar Tablo 3.5'te verilmektedir.

Tablo 3.5 Hesaplanan Ağırlık ve Tutarlık Oranları

KV	w_1^*	w_2^*	w_3^*	w_4^*	w_5^*	w_6^*	w_7^*	w_8^*	w_9^*	w_{10}^*	w_{11}^*	w_{12}^*	w_{13}^*	ξ^*	R
KV_1	0.09	0.31	0.04	0.09	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.11	0.02	0.09	0.03	3,59	0,80
KV_2	0.10	0.28	0.04	0.07	0.04	0.07	0.03	0.04	0.04	0.10	0.02	0.03	0.07	3,12	0,69
KV_3	0.12	0.14	0.13	0.11	0.11	0.01	0.12	0.03	0.05	0.02	0.01	0.05	0.04	4,22	0,80
KV_4	0.13	0.12	0.12	0.10	0.07	0.08	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	0.10	0.07	2,12	0,40
KV_5	0.09	0.11	0.08	0.07	0.08	0.07	0.11	0.04	0.10	0.07	0.02	0.00	0.07	3,85	0,73
w_j^*/n	0.107	0.192	0.086	0.089	0.072	0.058	0.069	0.038	0.056	0.068	0.02	0.057	0.059		

Her bir kriter puanlarının aritmetik ortalaması alınır. Ölçüt ağırlıklarının ortalama değerlerine dayanarak, ölçütlerin önem sırası;

$$w_2 > w_1 > w_4 > w_3 > w_5 > w_7 > w_{10} > w_{13} > w_6 > w_{12} > w_9 > w_8 > w_{11}$$

olup, (K2) Taşıma Maliyeti > (K1) Süre > (K4) Depolama Maliyeti > (K3) Güvenilirlik > (K5) Ambalajlama > (K7) Farklı Ebatta/Ağırlıkta Ürünleri Taşıyabilme Esnekliği > (K10) Teslimat Noktasında Esneklik > (K13) Zaman Çizelgesinin Değişebilirliği > (K6) Nakliye sefer sıklığı > (K12) Nakliye Sırasında Hasar Oluşumu > (K9) Taşınan Ürün Sayısında Esneklik > (K8) Rotada Esneklik > (K11) Çevre Üzerindeki Etkiler şeklinde yorumlanabilir. Bu sonuçtan hareketle en önemli kriterin en büyük puana sahip olan K_2 ile Taşıma maliyeti olduğu ve en az önemli olan kriterin de K_{11} ile Çevre üzerindeki etkiler olduğu görülmektedir.

Adım 4: En İyi - En Kötü yöntemiyle hesaplanan kriter ağırlıkları (Tablo 3.5), dikkate alınarak WASPAS yöntemi uygulanacaktır. WASPAS yöntemi için yine aynı kriterlerle, aynı karar vericilere, seçilen 4 taşıma modu (Alt-1 Karayolu, Alt-2 Demiryolu, Alt-3 Havayolu, Alt-4 Çokmodlu Taşımacılık) alternatifleri aşağıda yer alan Tablo 3.6'ya göre puanlamaları istenmiştir.

Tablo 3.6 Alternatifler Arası Karşılaştırma Ölçeği

Puan	1	2	3	4	5	6	7
Değer	Çok Kötü	Kötü	Biraz Kötü	Orta	İyi	Biraz İyi	Çok İyi

Adım 5: WASPAS çözümünde kullanılacak anket örneği her bir karar verici tarafından doldurulmuş ve bir karar vericinin puanladığı anket örneği Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7 Birinci Karar Vericiye Ait Örnek Anket Değerleri

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}
A_1	6	4	3	5	6	7	7	7	7	7	1	4	7
A_2	2	6	4	4	3	5	7	3	7	3	4	3	3
A_3	7	1	7	3	6	3	2	2	3	3	1	7	3
A_4	5	3	5	6	4	5	5	5	5	5	3	4	4

Adım 6: Beş karar vericinin vermiş oldukları puanların geometrik ortalaması alınarak, Tablo 3.8'deki karar matrisine ulaşılmıştır.

Tablo 3.8 Grup Kararı Sonucu Elde Edilen Karar Matrisi

Geo Ort.	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}
Kriterin Özelliği	Min	Min	Maks	Min	Min	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Min	Min	Maks
A_1	5,14	4,10	2,99	4,62	3,84	6,15	4,45	7,00	4,21	7,00	1,15	2,17	6,38
A_2	3,29	6,38	5,33	5,30	4,82	2,83	5,12	1,93	5,47	2,67	3,95	4,64	2,70
A_3	6,79	1,00	6,35	1,64	2,79	4,32	1,32	2,00	1,89	1,93	4,00	6,35	2,99
A_4	4,48	3,44	3,68	3,25	3,13	4,32	3,90	4,13	4,13	4,57	3,52	3,31	4,37

Adım 7: Kriterlerin maliyet ya da fayda yönlü oluşlarına göre doğrusal normalizasyon yöntemiyle karar matrisi normalize edilir (Tablo 3.9). Kriterlerin fayda yönlü olduğu durumda (5), maliyet yönlü olduğu durumda ise (6) numaralı Eşitlik kullanılır.

Tablo 3.9 Normalize Karar Matrisi

Kriterler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}
Kriterin Ağırlığı	0,107	0,192	0,086	0,089	0,072	0,058	0,069	0,038	0,056	0,068	0,02	0,057	0,059
Alternatifler													
A_1	0,64	0,24	0,47	0,36	0,72	1,00	0,87	1,00	0,77	1,00	1,00	1,00	1,00
A_2	1,00	0,16	0,84	0,31	0,58	0,46	1,00	0,28	1,00	0,38	0,29	0,47	0,42
A_3	0,48	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	0,26	0,29	0,35	0,28	0,29	0,34	0,47
A_4	0,73	0,29	0,58	0,51	0,89	0,70	0,76	0,59	0,75	0,65	0,33	0,65	0,69

Adım 8: Tablo 3.9 kullanılarak, Ağırlıklı Toplam Modeline (WSM) göre alternatiflere ait $Q^{(1)}$ değerleri hesaplanmıştır. Bunun için öncelikle En İyi - En Kötü yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları ile normalize karar matrisindeki her bir alternatif değeri çarpılmış ve daha sonrasında alternatifler düzeyinde toplama işlemi yapılmıştır (Eşitlik 7). Böylelikle Tablo 3.10'da gösterilen $Q^{(1)}$ değerlerine ulaşılmıştır.

Tablo 3.10 Ağırlıklı Toplam Modeli (WSM) ile Alternatiflerin Toplam Görelî Önemlerinin Hesaplanması

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}	$Q^{(1)}$
A_1	0,07	0,05	0,04	0,03	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04	0,07	0,02	0,06	0,06	0,64
A_2	0,11	0,03	0,07	0,03	0,04	0,03	0,07	0,01	0,06	0,03	0,01	0,03	0,02	0,52
A_3	0,05	0,19	0,09	0,09	0,07	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,65
A_4	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,02	0,04	0,04	0,01	0,04	0,04	0,58

Adım 9: Tablo 3.9'daki normalize karar matrisindeki veriler üzerinden Eşitlik 8 yardımıyla her bir alternatife ait $Q^{(2)}$ değerleri hesaplanmış ve Tablo 3.11 elde edilmiştir.

Tablo 3.11 Ağırlıklı Çarpım Modeli (WPM) ile Alternatiflerin Toplam Görelî Önemlerinin Hesaplanması

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}	$Q^{(2)}$
A_1	0,95	0,76	0,94	0,91	0,98	1,00	0,99	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,59
A_2	1,00	0,70	0,99	0,90	0,96	0,96	1,00	0,95	1,00	0,94	0,98	0,96	0,95	0,45
A_3	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,91	0,95	0,94	0,92	0,98	0,94	0,96	0,60
A_4	0,97	0,79	0,95	0,94	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,98	0,98	0,98	0,57

Adım 10: Eşitlik 9 kullanılarak ($\lambda = 0,5$ olarak alınmıştır), alternatiflerin görelî ve toplam önem düzeyleri Q_i hesaplanmış ve elde edilen skorlar sıralamaya tabi tutulmuş ve Tablo 3.12'de gösterilmiştir.

Tablo 3.12 Alternatiflerin Görelî ve Toplam Önem Düzeyleri

	$Q^{(1)}$	$Q^{(2)}$	Q_i	Sıralama
A1	0,64	0,59	0,62	2
A2	0,52	0,45	0,49	4
A3	0,65	0,60	0,63	1
A4	0,58	0,57	0,58	3

Burada Q_i , WASPAS yöntemine göre i . alternatifin toplam nisbi önemini göstermektedir. λ ise $[0, 1]$ aralığında değişen ve karar verme probleminin duyarlılığını ifade eden bir kontrol parametresidir. $\lambda=0$ ve $\lambda=1$ olarak alındığında WASPAS yöntemi, sırasıyla WPM ve WSM yöntemlerine dönüşmektedir. Burada λ değerinin seçimi, karar vericiye bağlıdır. λ değerinin ne olacağı konusunda Zavadskas vd. (2012), optimal λ 'nın hesaplanmasını önermektedir. WASPAS yönteminde alternatiflerin sıralaması, Q_i değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Q_i değeri en yüksek olan i alternatifi, en iyi alternatif olarak seçilmektedir.

Buna göre Tablo 3.12'ye bakıldığında taşıma modu seçiminde en iyi alternatifin havayolu taşımacılığı olduğu, ikinci sırada karayolu taşımacılığın, üçüncü sırada çokmodlu taşımacılığın, dördüncü ve son sırada ise demiryolu taşımacılığın olduğu görülmektedir.

Adım 11: Bir önceki adımda hesaplanan alternatiflerin nisbi önemleri (Q_i) için, Eşitlik (10) yardımıyla duyarlılık analizi yapılarak alternatiflerin sıralamadaki değişiklikleri incelenir. Elde edilen duyarlılık analizinin sonucu Tablo 3.13'te gösterilmiştir. Buna göre λ değerinin değiştirilmesi Adım 8'de elde edilen alternatif sıralamasını Alt-3>Alt-1>Alt-4>Alt-2 değiştirmemektedir. Dolayısıyla λ değerinin seçimi sonucu etkilemediğinden $\lambda=0,5$ değeri seçilmiştir.

Tablo 3.13 Farklı λ Değerleri İçin Yapılan Duyarlılık Analizi

	λ Değerleri	Alt-1	Alt-2	Alt-3	Alt-4
$Q_i(1)$		0,63	0,51	0,64	0,57
$Q_i(2)$		0,58	0,45	0,59	0,56
$Q_{0,1}$	0,1	0,59	0,46	0,60	0,56
$Q_{0,2}$	0,2	0,59	0,46	0,60	0,56
$Q_{0,3}$	0,3	0,60	0,47	0,61	0,56
$Q_{0,4}$	0,4	0,60	0,47	0,61	0,56
$Q_{0,5}$	0,5	0,61	0,48	0,62	0,57
$Q_{0,6}$	0,6	0,61	0,49	0,62	0,57
$Q_{0,7}$	0,7	0,62	0,49	0,63	0,57
$Q_{0,8}$	0,8	0,62	0,50	0,63	0,57
$Q_{0,9}$	0,9	0,63	0,50	0,64	0,57
Q_1	1	0,63	0,51	0,64	0,57

Onbirinci adımda, En İyi – En Kötü yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak, alternatiflerin değerlendirilmesi ve sıralanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda en uygun taşıma modu belirlenmiştir. WASPAS yönteminde alternatiflerin sıralaması, Q_i değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. En yüksek Q_i değerine sahip alternatif, en iyi alternatif olarak seçilmiştir. Dolayısıyla firma için en uygun taşıma modunun, Alt-3 olan havayolu taşımacılığının olduğu tercih edilmesi gereken en son ki taşıma modu ise Alt-2 olan demiryolu taşımacılığı olduğu tespit edilmiştir.

Adım 12: Denklem (Eşitlik 11)'e göre optimal λ bulunarak sıralama kontrol edilir.

Tablo 3.14 Optimal λ Değerleri

Alternatifler	Optimal λ	Alternatiflerin Göreceli Önemi
Alt-1	0,479	0,6040
Alt-2	0,469	0,4781
Alt-3	0,480	0,6140
Alt-4	0,496	0,5650
Alternatiflerin Sıralanması	Alt-3>Alt-1>Alt-4>Alt-2	

Her bir alternatif için optimal λ değerleri incelendiğinde Alt-3>Alt-1>Alt-4>Alt-2 olan sıralamanın değişmediği görülmekte ve bundan hareketle yöntemlerin tutarlı sonuçlar verdiği görülmektedir.

SONUÇ

Ekonomik anlamda ülkelerarası sınırların her geçen gün kalktığı ve küresel pazarın çok hızlı büyüdüğü günümüzde işletmeler iyi bir dağıtım ağı ile tüm dünyaya satış yapabilmektedir. Bu durumda ortaya çıkan en önemli faktörlerden biri ulaştırma hizmetidir. Sipariş edilen bir ürünün doğru zamanda doğru yerde olması ve istenilen hammaddenin gerektiği zaman sağlanabilmesi amacıyla ulaştırma ve dağıtım gibi faktörler lojistik sektörü içinde büyük önem kazanmaktadır. İşletmeler hızla değişim gösteren rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmek, rakiplerinin önüne geçebilmek ve pazar payını büyütebilmek için işletmenin toplam maliyetleri içerisinde önemli bir paya sahip olan lojistik ve dağıtım maliyetlerini, en düşük seviyelere getirmek durumundadırlar. Bu da uygun bir ulaştırma ağının oluşturulmasıyla gerçekleştirilebilir.

Taşımacılık için belirlenen güzergahlar üzerinde trafik durumu, hava koşullarının elverişsizliği, teknik bakımdan yaşanabilecek sorunlar, siyasi sorunlar ve terör riski gibi nedenlerle meydana gelebilecek aksamalar ulaştırma ağının güvenilirlik ve verimliliğini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu sebeple önceden belirlenen nakliye rotasında bir aksama olması halinde karar vericiler açısından nakliyeciyeye taşıyıcı firma maliyet ve zaman etkin hızlı alternatif yük rotaları sunulabilmesi taşımacılık sisteminin sorunsuz çalışmasını sağlamada önemli bir hedefdir.

Ülkenin ekonomik gelişmişliğinin göstergelerinden biri de taşımacılık sektörüdür. Üç tarafı denizlerle çevrili olan, doğu-batı ve kuzey-güney doğrultusunda önemli bir genişliğe sahip olan ülkemiz, taşımacılık sektörünün gelişmişliği bakımından ne yazık ki istenilen düzeyde değildir. Bu durumun sebepleri olarak denizlerin yeterli etkinlikte kullanılamaması, demiryollarının altyapı bakımından yetersiz kalması, havayolu taşımacılığının pahalı olması ve bütün bu nedenlere bağlı olarak zaten altyapısı ve teknolojisi yetersiz olan karayolu ulaştırma türüne gereğinden fazla yüklenilmesi, bunun sonucunda da karayollarında aşırı yoğunluk, can ve mal hasarına sebep olan kazalar gösterilebilir. Türkiye’de bulunan lojistik işletmelerin birçoğu sadece nakliye işlemi yapmakta bu da büyük ve dış piyasaya açılmak isteyen işletmelerin ihtiyaçlarını tam olarak karşılayamamaktadır. İşletmelerin çoğu lojistik konusunda ya tecrübesiz olduğundan ya da sermaye yatırımının olmamasından kaynaklı yabancı ortaklıklarda bulunmaktadır. Lojistik programların ülkemizdeki üniversitelerde artmasıyla lojistik bilimi giderek önem kazanmaya başlamış, dolayısıyla işletmelerde de lojistik kavramı önemli olmaya başlamıştır.

Yapılan çalışmada, lojistik ve taşıma modları ile çok kriterli karar verme açıklanmıştır. Çok kriterli bir karar verme problemi olan taşıma modu seçim probleminin kriterleri ve alternatifleri başlangıçta, literatür taramasıyla elde edilen sonuçlar doğrultusunda belirlenmiştir. Sonrasında belirlenen kriterler ve alternatifler uzman karar verme grubuna iletilmiştir. Karar verme grubu; çalışma kapsamındaki firmanın genel müdür yardımcısı, ihracat-ithalat departman müdürü ve lojistik firmasının bölge operasyon yöneticisi ile iki akademisyenden oluşmaktadır. Uzman grubun görüşleri doğrultusunda, alternatifler ve kriterler revize edilmiş ve son şeklini almıştır. Belirlenen kriterler (süre, taşıma maliyeti, depolama maliyeti, güvenilirlik, ambalajlama, nakliye seferlerinin sıklığı, farklı ebatta/ağırlıkta ürünleri taşıyabilme esnekliği, rotada esneklik, taşınan ürün sayısında esneklik, zaman çizelgesinin değişebilirliği, teslimat noktasında esneklik, nakliye sırasında oluşabilecek hasar oluşumu, çevre üzerindeki etkiler) ve alternatifler (karayolu, demiryolu, havayolu ve çokmodlu taşıma türleridir).

İlk olarak En İyi- En Kötü yöntemi kullanılarak kriterlerin önem dereceleri belirlenmiş daha sonra WASPAS yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlar sıralanmıştır. Belirlenen kriterler doğrultusunda alanlarında uzman kişilere yapılan anketlerde taşıma modu seçimi için en önemli kriter nedir diye sorulduğunda her uzman soruyu kendi çalıştığı sektör üzerinden değerlendirmiş ve ona göre belirlediği en önemli kriteri diğer kriterlere göre kıyaslama yoluyla puanlamıştır.

Yapılan analizler sonucu $w_2 > w_1 > w_4 > w_3 > w_5 > w_7 > w_{10} > w_{13} > w_6 > w_{12} > w_9 > w_8 > w_{11}$ kriter önem sıralaması elde edilmiştir, (K2) Taşıma Maliyeti > (K1) Süre > (K4) Depolama Maliyeti > (K3) Güvenilirlik > (K5) Ambalajlama > (K7) Farklı Ebatta/Ağırlıkta Ürünleri Taşıyabilme Esnekliği > (K10) Teslimat Noktasında Esneklik > (K13) Zaman Çizelgesinin Değişebilirliği > (K6) Nakliye sefer sıklığı > (K12) Nakliye Sırasında Hasar Oluşumu > (K9) Taşınan Ürün Sayısında Esneklik > (K8) Rotada Esneklik > (K11) Çevre Üzerindeki Etkiler. Bu sonuçtan hareketle en önemli kriterin en büyük puana sahip olan K_2 ile Taşıma maliyeti olduğu ve en az önemli olan kriterin de K_{11} ile Çevre üzerindeki etkiler olduğu görülmektedir. Öte yandan analizler sonucu bulunan alternatiflerin önem sıralaması Alt-3>Alt-1>Alt-4>Alt-2 şeklinde olup taşıma modu seçiminde en önemli taşıma türü sırasıyla havayolu taşımacılığı, karayolu taşımacılığı, çokmodlu taşımacılık ve demiryolu taşımacılığı olarak tespit edilmiştir.

Çalışmadan da anlaşılacağı gibi taşıma modu seçim kriterleri çok çeşitlidir ve bu kriterler sektörden sektöre, firmadan firmaya hatta yöneticilerden yöneticilere bile değişiklik gösterebilmektedir. Firmalar için doğru taşıma modu seçimi ancak kriterlerin doğru bir

şekilde belirlenmesiyle ve kriterlerin analiz yapılacağı yöntemlerinde güvenilir ve tutarlı sonuçlar vermesiyle mümkündür. Küreselleşme ve gelişen teknolojiyle birlikte taşıma modu seçim kriterleri değişebilir ve çeşit çoğaldıkça karar vermek zorlaşabilir. Çalışma, farklı karar verme teknikleri kullanılarak ve farklı taşıma modu alternatifleri seçilerek geliştirilebilir. Diğer çok kriterli karar verme teknikleri ile problem çözülüp mevcut sonuçlar ile karşılaştırma yapılabilir. Ayrıca, karar vericilerin kesin olmayan yargılarının dikkate alınabileceği bulanık mantık destekli modeller oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

- Adalı, E. A. ve Işık, A. T. (2017). “Bir Tedarikçi Seçim Problemi İçin Swara ve Waspas Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı”. *International Review of Economics and Management*, 5(4): 56-77.
- Adaş S. T. (2015). *Perakende lojistiği ve Trakya Bölgesi'nde bir çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Edirne.
- Akay, D. (2016). *Uluslararası Lojistikte Taşıma Modu Seçimini Etkileyen Faktörler Türkiye Uygulaması ve Bir Model Önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Karatay Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Akçay, Vildan H. (2005). *Lojistikte Demiryolu Taşımacılığının Önemi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Akgüngör, A. P., ve Demirel, A. (2004). “Türkiyedeki Ulaştırma Sistemlerinin Analizi ve Ulaştırma Politikaları”. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(3): 423-430.
- Aksoyek, M. (2018). *Havayolu Taşımacılığında Uzun Menzilli Düşük Maliyetli Taşıyıcılarda Uçak ve Hat Seçimi*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Eskişehir.
- Akyıldız, M. (2004). “Lojistik Dış Kaynak Kullanımının Gelişimi ve Türkiye'deki Kullanım Biçimleri”. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 6(3): 1-22.
- Anton, J. M. ve Grau, J. B. (2004). “Madrid–Valencia High-Speed Rail Line: A Route Selection”. *In Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport*, 157(3): 153-161.
- Arencibia, A. I., Feo-Valero, M., García-Menéndez, L. ve Román, C. (2015). "Modelling Mode Choice for Freight Transport Using Advanced Choice Experiments". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 75: 252- 267.
- Arısoy, E. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Promethee*. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Aydın, G. T., ve Ögüt, K. S. (2008). “Avrupa ve Türkiye’de Lojistik Köyleri”, 2. *Uluslararası Demiryolu Sempozyumu, İstanbul*, 2(1): 1471-1481.
- Aydın, S., Bitlisli, F. ve Pala, Y. (2014). “Karayolu Yük Taşımacılığı Yapan İşletmelerin Müşteri Memnuniyetini Arttırma Çabalarının Tespiti: Bir Araştırma”. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9): 46-58.
- Aytaç, M. ve Gürsakal, N. (ed.). (2015). *Karar Verme*. Dora Yayıncılık, Bursa.

- Babacan, M. (2012). *İlkeler ve İşlevlerle İşletme*, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Banai, R. (2006). "Public Transportation Decision-Making: A Case Analysis of The Memphis Light Rail Corridor and Route Selection With Analytic Hierarchy Process". *Journal of Public Transportation*, 9(2): 2-8.
- Bamyacı, M., (2008). *Modern Lojistik Yönetimi: Organize Lojistik Bölgeleri İçin Bir Yer Seçim Modeli*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Batur, B S. (2008). *Hava Yolcu ve Kargo Taşımacılığı; Dünyada ve Türkiye'de Uygulamalar*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Bayraktutan, Y. ve Özbilgin, M. (2013). "Türkiye'de İller Düzeyinde Karayolu Yük Trafiği Dağılımının Analizi". *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(2): 81-92.
- Belošević, I., Kosijer, M., Ivić, M., ve Pavlović, N. (2018). "Group Decision Making Process For Early Stage Evaluations of Infrastructure Projects Using Extended VIKOR Method Under Fuzzy Environment". *European Transport Research Review*, 10(2): 1-14.
- Belton, V. ve Stewart, T. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Springer Science and Business Media, London.
- Boakai, S. (2016). *A Fuzzy Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method For Third Party Logistics Provider Selection*. Yüksek Lisans Tezi. Kadir Has Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bolat, H. B., Bayraktar, D., Öztürk, M., ve Turan, N. (2011). "Yeşil Lojistik Zincirinde Araç Rotalama Problemi İçin Bir Model Önerisi". *XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu*. 23-24 Haziran 2011, İstanbul s. 536-548.
- Bölükbaş, Ö. (2016). *Türkiye'de Lojistik Sektörü ve Lojistik Köyler*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Bumstead, J., ve Cannons, K. (2002). "From 4PL to Managed Supply-Chain Operations". *Logistics and Transport Focus*, 4(4): 18-24.
- Bülbül, H., Özçifçi, V., & Özoğlu, B. (2014). "Tedarik Zinciri ve İşletme Performansına Bilişim Teknolojilerinin Etkisi". *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(1): 95-106.
- Chakraborty, S. ve Zavadskas, E. K. (2014). "Applications of WASPAS Method in Manufacturing Decision Making". *Informatica*, 25(1): 1-20.
- Chatterjee, P., ve Chakraborty, S. (2012). "Material Selection Using Preferential Ranking Methods". *Materials and Design*, 35: 384-393.

- Chen, H. L., Shih, S. Z., ve Lirn, T. C. (2018). "The Study of Grain Importers Transport Mode Choice Behavior". *International Symposium on Logistics Big Data Enabled Supply Chain Innovations*, 23: 377-391.
- Çağlar, B. (2014). "Lojistik İşletmelerinde Bilişim Teknolojilerinin Kullanımı, Müşteri Memnuniyeti ve İşletme Performansı İlişkisi: Bir Araştırma". *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32): 41-55.
- Çakırlar, H. (2009). *İşletmelerin Lojistik Faaliyetlerinde Dış Kaynak Kullanımı: Trakya Bölgesinde Faaliyet Gösteren İşletmeler Üzerinde Bir İnceleme*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Trakya.
- Çancı, M. ve Erdal, M. (2009). *Lojistik yönetimi*, Utikad Yayınları. İstanbul.
- Çancı, M. ve Türkay, M. (2007). "Marmaray'da Yük Taşımacılığı ve Çok Modlu Sistemle Entegrasyonu". *Ulaştırma Kongresi*, 1: 237-246
- Çekerol, G. ve Nalçakan, M. (2011). "Lojistik Sektörü İçerisinde Türkiye Demiryolu Yurtiçi Yük Taşıma Talebinin Ridge Regresyonla Analizi". *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 31(2): 321-344.
- Çevik, O. ve Gülcan, B. (2011). "Lojistik Faaliyetlerin Çevresel Sürdürülebilirliği ve Marco Polo Programı". *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, (1): 35-44.
- Çiçek, H. (2013). *Filo Seçim Problemlerine Optimizasyon Teknikleri İle Yaklaşım*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi, İstanbul.
- Daniela, N. I. ve Ovidiu, R. (2014). "Why Do Logistics and Transport Matter for Development". *The Annals of The University Of Oradea*, 1: 34- 39.
- Déjus, T. ve Antuchevičienė, J. (2013). "Assessment of Health and Safety Solutions at a Construction Site". *Journal of Civil Engineering and Management*, 19(5): 728-737.
- Er Kara, M. ve Oktay Fırat, S. (2018). "Supplier Risk Assessment Based on Best-Worst Method and K-Means Clustering: A Case Study". *Sustainability*, 10(4): 1-25.
- Erbirlik, G.(2008). *Türk Lojistik Sektöründe Denizyolu Tasımacılığının Önemi ve Sorunları*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İzmir.
- Erdal, M., Görçün, Ö. F., Görçün, Ö. ve Saygılı, M. S. (2008); *Entegre Lojistik Yönetimi*. Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul
- Erdumlu, R. M. (2006). *Kentsel Lojistik ve Lojistik Köy Uygulaması*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

- Gerede, E. (2011). "Türkiye'nin İkili Havayolu Taşımacılığı Anlaşmalarının Havayolu Yönetimine Etkileri Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Bir Ölçek Önerisi". *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(3): 29-50.
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., ve Esmaceli, 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.
- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Kazimieras Zavadskas, E., ve Antuchevičienė, J. (2017). "Assessment of Third-Party Logistics Providers Using a CRITIC–WASPAS Approach With Interval Type-2 Fuzzy Sets". *Transport*, 32(1): 66-78.
- Gupta, H. (2018). "Evaluating Service Quality of Airline Industry Using Hybrid Best Worst Method and VIKOR". *Journal of Air Transport Management*, 68: 35-47.
- Gupta, H. ve Barua, M. K. (2016). "Identifying Enablers of Technological Innovation For Indian Msmes Using Best–Worst Multi Criteria Decision Making Method". *Technological Forecasting and Social Change*, 107: 69-79.
- Gupta, H. ve Barua, M. K. (2017). "Supplier Selection Among Smes on The Basis of Their Green Innovation Ability Using BWM and Fuzzy TOPSIS". *Journal of Cleaner Production*, 152: 242-258.
- Gülen, K. G. (2005). "Lojistik Hizmetlerde Dış Kaynak Kullanımının Yaygınlaşması ve Tedarikçi İşletmelerde Gelişim Stratejileri". *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(8): 29-48.
- Gülenç, İ.F. ve Karagöz, B., 2008. "E-Lojistik ve Türkiye’de E-Lojistik Uygulamaları", Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dergisi 15(1): 73-91.
- Gökçalp, F. (2007). "Gıda Ürünleri Satın Alma Davranışında Ambalajın Rolü". *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 7(1): 79-97.
- Hall, P. K. ve Wagner, W. B. (1996). "Tank Truck Carrier Selection by Bulk Chemical Shippers: an Empirical Study". *Logistics and Transportation Review*, 32(2): 231-245.
- Ishizaka, A. ve Nemery, P. (2013). *Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software*. John Wiley and Sons, New Jersey.
- Işıldar, A. (2018). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Katı Atık Bertaraf Yöntemi Seçimi*. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Budak, İ., ve Dağ, O. (2015). "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yaşanabilir İllerin Sıralanması". *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33): 215-228.

- Karaca, C. ve Ulutaş, A. (2018). "Entropi ve Waspas Yöntemleri Kullanılarak Türkiye İçin Uygun Yenilenebilir Enerji Kaynağının Seçimi". *Ege Academic Review*, 18(3): 483-494.
- Karacan S. ve Kaya M. (2011). *Lojistik Faaliyetlerde Maliyetleme*. Umuttepe Yayınları, Kocaeli.
- Karadeniz ve Akpınar, E. (2011). "Türkiye'de Lojistik Köy Uygulamaları ve Yeni Bir Lojistik Köy Önerisi". *Marmara Coğrafya Dergisi* 23: 49-71
- Karagülle, A. Ö. (2012). "Green Business For Sustainable Development and Competitiveness: an Overview of Turkish Logistics Industry". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 41: 456-460.
- Karahan, A. (2003). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Faaliyetlerinin Optimize Edilmesine Yönelik Bir Model Tasarımı*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Karande, P., Zavadskas, E., ve Chakraborty, S. (2016). "A Study on the Ranking Performance of Some MCDM Methods for Industrial Robot Selection Problems". *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 7(3): 399-422.
- Kayabaşı, A. (2010). *Rakebet Gücü Perspektifinde Lojistik Faaliyetlerde Performans Geliştirme*, İstanbul Ticaret Odası, İstanbul.
- Keskin, M. H. (2014) *Lojistik Tedarik Zinciri Yönetimi*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kim, S. K. ve Jung, H. Y. (2006). "A Pilot Study of Transportation Mode Choice in Between Asia and Europe Route Considering the Eurasian Railway". *The Journal of Shipping and Logistics*, 44: 139-165.
- Koban, E. ve Keser, H. Y. (2015). *Dış Ticarete Lojistik*. Ekin Basım Yayın Dağıtım. Bursa.
- Kosijer, M., Ivic, M., Markovic, M., ve Belosevic, I. (2012). "Multicriteria Decision-Making in Railway Route Planning and Design". *Gradevinar*, 64(3): 195-205.
- Kolagar, M. (2019). "Adherence to Urban Agriculture in Order to Reach Sustainable Cities; a BWM–WASPAS Approach". *Smart Cities*, 2(1): 31-45.
- Köfteci, S. ve Gerçek, H. (2010). "Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi için Lojistik Maliyetlere Dayalı İkili Lojit Model". *İMO Teknik Dergi*, 333: 5087- 5112.
- Kumru, M. ve Kumru, P. Y. (2014). "Analytic Hierarchy Process Application in Selecting The Mode of Transport For a Logistics Company". *Journal of Advanced Transportation*, 48(8): 974- 999.

- Kundu, P., Kar, S. ve Maiti, M. (2017). "A Fuzzy Multi-Criteria Group Decision Making Based on Ranking Interval Type-2 Fuzzy Variables and an Application to Transportation Mod Selection Problem". *Soft Computing*, 21(11): 3051-3062.
- Lee, E. K., Kim, D. J., ve Moon, D. S. (2013). "A Study on Competitiveness Analysis of International Transportation Routes Between Korea and EU With Entropy-TOPSIS". *The Journal of Productivity*, 27(4): 123-149.
- Mathew, M., Sahu, S., ve Upadhyay, A. K. (2017). "Effect of Normalization Techniques in Robot Selection Using Weighted Aggregated Sum Product Assessment". *Int. J. Innov. Res. Adv. Stud*, 4: 59-63.
- Moon, D. S., Kim, D. J., ve Lee, E. K. (2015). "A Study on Competitiveness of Sea Transport by Comparing International Transport Routes Between Korea and EU". *The Asian journal of Shipping and logistics*, 31(1): 1-20.
- Murat, Y. Ş. ve Kulak, O. (2005). "Route Selection in Transportation Networks Using Information Axiom". *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 11(3): 425-435.
- Nakiboğlu, G. (2007). "Tersine Lojistik: Önemi ve Dünyadaki Uygulamaları". *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2): 181-196.
- Nedevska, I. Z., Krakutovski, Z. M., ve Zafirovski, Z. S. (2017). "Application of Different Methods of Multicriteria Analysis for Railway Route Selection". *Tehnika*, 72(6): 797-805.
- Niaraki, A. S. ve Kim, K. (2009). "Ontology Based Personalized Route Planning System Using a Multi-Criteria Decision Making Approach. *Expert Systems with Applications*", 36(2): 2250-2259.
- Nispeling, T. (2015). *Multi-Criteria Supplier Selection in the Edible Oil Industry: The Case of a New Oils and Fats Plant in China*. Doktora Tezi, Delft Teknik Üniversitesi, Hollanda.
- Novack, R. A., , Lloyd M.,W, Michael V. (1992) "Rethinking Concept Foundations In Logistics Management", *Journal of Buiness Logistics*, 13(2): .233-267.
- Ok, Ş. (2016). *Lojistik Faaliyetlerin Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Yöntemine Göre Hesaplanması: Bir Sanayi İşletmesi Model Önerisi*, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.
- Orhan, K. (2011). *Lojistik İlkeleri ve Yönetimi*. Seçkin Yayıncılık, İstanbul.

- Ölmez, S. (2017). *3pl Lojistik Hizmetlerinde İlişkisel Kalite ve İşletme Performansı*. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Gaziantep.
- Özbek, A. (2013). “Analitik Ağ Süreci Yaklaşımıyla Üçüncü Parti Lojistik (3pl) Firma Seçimi”. *Ataturk University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 27(1): 95-113.
- Özbek, A. (2019). “Türkiye’deki İllerin Edas ve Waspas Yöntemleri ile Yaşanabilirlik Kriterlerine Göre Sıralanması”. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1): 177-200.
- Öztürk, A. ve Sezgili, K. (2002). “Dış Kaynaklardan Yararlanmanın Yeni Bir Rekabet Stratejisi Olarak Kullanılması ve Uygulama Süreci”. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2): 127-142.
- Paksoy, S. (2017). *Çok Kriterli Karar Vermede Güncel Yaklaşımlar, Karahan Kitabevi, Adana*.
- Pamucar, D., Chatterjee, K., ve Zavadskas, E. K. (2019). “Assessment of Third-Party Logistics Provider Using Multi-Criteria Decision-Making Approach Based on Interval Rough Numbers”. *Computers and Industrial Engineering*, 127: 383-407.
- Pham, T., Kim, K., ve Yeo, G. T. (2018). “The Panama Canal Expansion and Its Impact on East–West Liner Shipping Route Selection”. *Sustainability*, 10(12): 4353.
- Qu, L. ve Chen, Y. (2008). “A Hybrid MCDM Method for Route Selection of Multimodal Transportation Network”. In *International Symposium on Neural Networks* 374-383.
- Ren, J., Liang, H., ve Chan, F. T. (2017). “Urban Sewage Sludge, Sustainability, and Transition For Eco-City: Multi-Criteria Sustainability Assessment of Technologies Based on Best-Worst Method”. *Technological Forecasting and Social Change*, 116: 29-39.
- Rençber, Ö. F. ve Avcı, T. (2018). “BİST’te İşlem Gören Bankaların Sermaye Yeterliliklerine Göre Karşılaştırılması: WASPAS Yöntemi ile Uygulama”. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(18): 169-175.
- Rezaei, J., van Roekel, W. S., ve Tavasszy, L. (2018). “Measuring The Relative Importance of The Logistics Performance Index Indicators Using Best Worst Method”. *Transport Policy*, 68: 158-169.
- Rezaei, J., Hemmes, A., ve Tavasszy, L. (2017). “Multi-Criteria Decision-Making For Complex Bundling Configurations in Surface Transportation of Air Freight”. *Journal of Air Transport Management*, 61: 95-105.

- Rezaei, J., Nispeling, T., Sarkis, J., ve Tavasszy, L. (2016). "A Supplier Selection Life Cycle Approach Integrating Traditional and Environmental Criteria Using The Best Worst Method". *Journal of Cleaner Production*, 135: 577-588.
- Rezaei, J. (2015). "Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method". *Omega*, 53: 49-57.
- Rilett, L. R. ve Park, D. (2001). "Incorporating Uncertainty and Multiple Objectives in Real-Time Route Selection". *Journal of Transportation Engineering*, 127(6): 531-539.
- Rushton, A., Croucher, P., ve Baker, P. (2006). *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding The Supply Chain*. Kogan Page Publishers, London.
- Saat, M. R. ve Aguilar Serrano, J. (2015). "Multicriteria High-Speed Rail Route Selection: Application to Malaysia's High-Speed Rail Corridor Prioritization". *Transportation Planning and Technology*, 38(2): 200-213.
- Saçar, Ö. (2018). *İpek Yolu Güzergahında Yapılan Lojistik Etkinliklerin Günümüz Lojistik Faaliyetleri İle Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Balıkesir.
- Sadaghiani, S., Ahmad, K. W., Rezaei, J., ve Tavasszy, L. (2015). "Evaluation of External Forces Affecting Supply Chain Sustainability in Oil and Gas Industry Using Best Worst Method". In *2015 April, International Mediterranean Gas and Oil Conference*. 1-4.
- Sadler, I. (2007). *Logistics and supply chain integration*. Sage, London.
- Sayın, T. ve Altuğ, N.(2016) "Parekende İşletmelerin Lojistik Faaliyetleri: Türkiye’de Bir Uygulama". *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 1(1): 84-99.
- Sevim, Ş., Akdemir, A. ve Vatansever, K. (2008). "Lojistik Faaliyetlerinde Dış Kaynak Kullanan İşletmelerin Aldıkları Hizmetlerin Kalitesinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir İnceleme". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(1): 1-27.
- Shojaei, P., Haeri, S. A. S., ve Mohammadi, S. (2018). "Airports Evaluation and Ranking Model Using Taguchi Loss Function, Best-Worst Method and VIKOR Technique". *Journal of Air Transport Management*, 68: 4-13.
- Stefansson, G. (2006). "Collaborative Logistics Management and The Role of Third-Party Service Providers". *International journal of physical distribution and logistics management*, 36(2): 76-92.
- Stević, Ž., Pamučar, D., Kazimieras Zavadskas, E., Čirović, G., ve Prentkovskis, O. (2017). "The Selection of Wagons For The Internal Transport of a Logistics Company: a

- Novel Approach Based on Rough BWM and Rough SAW Methods”. *Symmetry*, 9(11): 264.
- Stević, Ž., Pamučar, D., Subotić, M., Antuchevičiene, J., ve Zavadskas, E. (2018). “The Location Selection for Roundabout Construction Using Rough BWM-Rough WASPAS Approach Based on a New Rough Hamy Aggregator”. *Sustainability*, 10(8): 2817.
- Şah, N. (2010). *Analitik Serim Süreci Yöntemi ile Mersin-Torino Arasındaki Güzergâh Alternatiflerinin Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Şahin, E. (2018), *Türkiye’de Lojistik Eğitimi, Lojistik Eğitim Standartları, Mesleki Yeterlilik ve Bologna Süreci, Ab Üye Ülkeleri İle Türkiye Kıyaslaması*. Yüksek Lisans Tezi. Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Şeker, B. (2016). “Taşımacılığın Yeni Trendi Intermodal Sisteminin Türkiye’deki Konumu ve Türk Otomotiv Sektöründe Uygulanışı”. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2(1):86-102.
- Şeker, Ş. (2007). *Araç Rotalama Problemleri ve Zaman Pencere Stokastik Araç Rotalama Problemine Genetik Algoritma Yaklaşımı*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Şekelli, Z. H. (2016). *Lojistik Stratejilerinin Rekabet Avantajı ve Lojistik Performansına Olan Etkileri Üzerinde Türkiye Ölçeğinde Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Şengül, Ü. (2010). “Atıkların Geri Dönüşümü ve Tersine Lojistik”. *Paradoks Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 6(1): 73-86.
- Taha, H. A. (2000). *Yöneylem Araştırması, (Çev. Baray, Ş.A ve Esnaf Ş.)*, Literatür Yayınları, İstanbul.
- Tanyaş, M. ve Arıkan, F. (2013). *Bursa İli Lojistik Merkez Ön Fizibilite Raporu*. BEBKA, Bursa.
- Tanyaş, M. ve Düzgün, M. (2016). An Analytic Hierarchy Process (Ahp) Based Logistics Model Proposal in Line With Turkey’s Foreign Trade Targets: Turkey-Africa Application. *International Logistics and Supply Chain*, 14(1): 167-175
- Tayalı, H. A. (2017). “WASPAS Method on Supplier Selection”. *Asos Journal, The Journal of Academic Social Science*, 5: 368-380.
- Tekin, E. (2014). *E-lojistik ve İlaç dağıtımında E-Lojistik Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

- Tekin, M. (2013). *Lojistik*, Günay Ofset, Konya.
- Tekin, M. (2014). *Üretim Yönetimi*, Günay Ofset, Konya.
- Tekin, M. ve Sayın, A. A. (2017). "Lojistik Faaliyetlerde Satınalma Faaliyetinde Karşılaşılan Riskler ve Perakende Sektöründe Uygulaması". *Kesit Akademi Dergisi* 3(10): 545-569.
- Terzi, B. T. (2016). *Yeşil Lojistik Yönetiminde Dengelenmiş Skorkart ile Lojistik Performansı Ölçümü: Intermodal Lojistik Sektöründe Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Toker, K. ve Görener, A. (2013). "Lojistik Yönetimi Kapsamında Ulaştırma Modunun Seçimi: Tekstil Sektöründe Bir Uygulama". *İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 24(74): 16- 37.
- Topal, Y. K. (2013). *Lojistik Yönetiminde E-Lojistik Kullanımının Önemi, Değişen Pazar Şartlarında E-Lojistik Şirketler Üzerine Bir İnceleme*. Yüksek Lisans Tezi, Deniz Harp Okulu Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Enstitüsü. İstanbul.
- Torabi, S. A., Giahı, R., ve Sahebjamnia, N. (2016). "An Enhanced Risk Assessment Framework For Business Continuity Management Systems". *Safety Science*, 89: 201-218.
- Turan, E. (2014). *Deniz Taşımacılığının Çok Modlu Taşımacılıktaki Optimal Yerinin Türkiye Koşulları İçin Araştırılması*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Tuzkaya, U. R. ve Önüt, S. (2008). "A Fuzzy Analytic Network Process Based Approach to Transportation-Mode Selection Between Turkey and Germany: A Case Study". *Information Sciences*, 178(15): 3133- 3146.
- Türker, T. (2010). *Lojistik Gayrimenkullerinin Yer Seçim Kriterleri İstanbul Örneği*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uludağ, N. (2005). *Ulaşım Ağlarında Rota Seçim Probleminin Bulanık Mantık ile Modellenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Ünlü, D. B. (2017). *Lojistikte Taşıma Modu Seçim Kararına Etki Eden Faktörlerin Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Ütücüler, Ü. M. (2015). *Uluslararası Taşımacılık Yapan Lojistik İşletmesinin Taşıma Türünün Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Seçimi: Vestel Beyaz A.Ş.'de Uygulama*.

- Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uşak.
- Vashist, J. K. ve Dey, A. K. (2016). "Selection Criteria for a Mode of Surface Transport: An Analytic Hierarchy Process Approach". *Amity Global Business Review*, 11(1): 86- 95.
- Vassilev, V. Genova, K., ve Vassileva, M. (2005). "A Brief Survey of Multicriteria Decision Making Methods and Software Systems". *Cybernetics and Information Technologies*, 5(1): 3-13.
- Vural, D., Gencer, C., ve Karadoğan, D. (2014). "Ulaştırma Uygulamalarına Yönelik Çok Modlu Model Önerisi". *Savunma Bilimleri Dergisi*, 13(1): 75-105.
- Wang, Y. ve Yeo, G. T. (2018). "Intermodal Route Selection For Cargo Transportation From Korea to Central Asia by Adopting Fuzzy Delphi and Fuzzy ELECTRE I Methods". *Maritime Policy and Management*, 45(1): 3-18.
- Waters, C. D. J. (2003). *Logistics: an Introduction to Supply Chain Management*. Palgrave Macmillan.
- Yurdoğlu, H. ve Kundakcı, N. (2017). "Swara ve Waspas Yöntemleri ile Sunucu Seçimi". *Balikesir University Journal of Social Sciences Institute*, 20(38).
- Yüce, H.U., (2018). "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Türkiye 'de Yaşanabilecek İller sıralaması". Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü İzmir.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., ve Zakarevicius, A. (2012). "Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment". *Elektronika ir elektrotechnika*, 122(6): 3-6
- Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Šaparauskas, J., ve Turskis, Z. (2013). "Multi-Criteria Assessment of Facades' Alternatives: Peculiarities of Ranking Methodology". *Procedia Engineering*, 57: 107-112.
- Zavadskas, E. K., Kalibatas, D., ve Kalibatiene, D. (2016). "A Multi-Attribute Assessment Using WASPAS for Choosing an Optimal Indoor Environment". *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 16(1): 76-85.
- Zeng, Q. L., Li, D. D., ve Yang, Y. B. (2013). "VIKOR Method with Enhanced Accuracy For Multiple Criteria Decision Making in Healthcare Management". *Journal of Medical Systems*, 37(2): 9908.
- Zengin, E. (2017). *Yeşil Lojistik Göstergeleri ve Türkiye 'de Yeşil Lojistik Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

- Zolfani, S. H., Aghdaie, M. H., Derakhti, A., Zavadskas, E. K. ve Varzandeh, M. H. M. (2013). "Decision Making on Business Issues With Foresight Perspective; An Application of New Hybrid MCDM Model in Shopping Mall Locating". *Expert Systems With Applications*, 40(17): 7111-7121.
- Zopounidis, C. ve Pardalos, P. M. (Ed.). (2010). "*Handbook of Multicriteria Analysis*". Springer Science and Business Media, New York.

İnternet Kaynakları

- Rahman, M. A. ve Pereda, V. A. "Freight Transport and Logistics Evaluation Using Entropy Technique Integrated to TOPSIS Algorithm".
https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=xTMDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA63&dq=freight+mode+choice,+mcdm&ots=yZo4YITnAE&sig=jjrIGP2JHFZfWjpl5hkPOxN7X64&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false, (erişim tarihi: 21.04.2019).
- Deniz Ticaret Odası Lojistik Raporu (2017)
https://www.denizticaretodasi.org.tr/Shared%20Documents/Deniz%20Ticaret%20DerGisi/kasim_ek_2017.pdf (erişim tarihi: 25.05.2019).
- Dış Ticaret Bakanlığı (2019). Taşıma şekillerine göre dış ticaret,
<http://risk.gtb.gov.tr/data/572b3a8a1a79f50cd8a22b1a/y/16-Tasima%20Sekillerine%20Gore%20Dis%20Ticaret.pdf> (erişim tarihi: 23.05.2019).

EK 1- Karar Verici-1 İçin Doğrusal Programlama Modeli ve Program Çözümü

<u>En İyi</u> Min=x;	<u>En Kötü</u>
$w2-3*w1-x*w1 \leq 0;$	$w1-7*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2-3*w1+x*w1 \geq 0;$	$w1-7*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2-3*w3-x*w3 \leq 0;$	$w2-9*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2-3*w3+x*w3 \geq 0;$	$w2-9*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2-5*w4-x*w4 \leq 0;$	$w3-5*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2-5*w4+x*w4 \geq 0;$	$w3-5*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2-3*w5-x*w5 \leq 0;$	$w4-7*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2-3*w5+x*w5 \geq 0;$	$w4-7*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2-5*w6-x*w6 \leq 0;$	$w5-3*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2-5*w6+x*w6 \geq 0;$	$w5-3*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2-5*w7-x*w7 \leq 0;$	$w6-5*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2-5*w7+x*w7 \geq 0;$	$w6-5*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2-7*w8-x*w8 \leq 0;$	$w7-3*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2-7*w8+x*w8 \geq 0;$	$w7-3*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2-8*w9-x*w9 \leq 0;$	$w8-4*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2-8*w9+x*w9 \geq 0;$	$w8-4*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2-5*w10-x*w10 \leq 0;$	$w9-5*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2-5*w10+x*w10 \geq 0;$	$w9-5*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2 - 8*w11 - x*w11 \leq 0;$	$w10-8*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2 - 8*w11 + x*w11 \geq 0;$	$w10-8*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2 - 7*w12 - x*w12 \leq 0;$	$w12-7*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2 - 7*w12 + x*w12 \geq 0;$	$w12-7*w11+x*w11 \geq 0;$
$w2 - 5*w13 - x*w13 \leq 0;$	$w13-5*w11-x*w11 \leq 0;$
$w2 - 5*w13 + x*w13 \geq 0;$	$w13-5*w11+x*w11 \geq 0;$

$$w1+w2+w3+w4+w5+w6+w7+w8+w9+w10+w11+w12+w13=1;$$

Objective value: 3.594875

Variable	Value	Reduced Cost
X	3.594875	0.000000
W2	0.3101021	0.000000
W1	0.9106923E-01	0.000000
W3	0.4702168E-01	0.000000
W4	0.9106923E-01	0.000000
W5	0.4702168E-01	0.000000
W6	0.3757972E-01	0.000000
W7	0.3607988E-01	0.000000
W8	0.2926907E-01	0.000000
W9	0.3757972E-01	0.000000

W10	0.1178140	0.000000
W11	0.2674476E-01	0.000000
W12	0.9106923E-01	0.000000
W13	0.3757972E-01	0.000000

Ö Z G E Ç M İ Ő

Adı ve Soyadı	Hakan ARSLANHAN
EĞİTİM DURUMU	
Mezun Olduğu Lise	Antakya Atatürk Lisesi, 2010
Lisans Diploması	Akdeniz Üniversitesi, Alanya İşletme Fakültesi, Uluslararası Ticaret, Antalya, 2016.
Yabancı Dil	İngilizce
İŞ DENEYİMİ	
Çalıştığı Kurum	Araştırma Görevlisi / Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Bölümü