

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞL-DR-2019-177

TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK
FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLEREK DEPO YERİNİN
SEÇİMİ

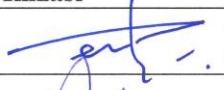




HAZIRLAYAN
Emre DANIŞMAN

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

AYDIN-2019

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Emre DANIŞMAN tarafından hazırlanan “Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yerinin Seçimi” başlıklı tez, 02/09/2019 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı ve Soyadı	Kurumu	İmzası
Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS	Adnan Menderes Üniversitesi	
Doç. Dr. Arzu ORGAN	Pamukkale Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Elif ÖZGÖRMÜŞ	Pamukkale Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Gülşah SEZEN AKAR	Adnan Menderes Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Engin ÇAKIR	Adnan Menderes Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun tarih sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ahmet Can BAKKALCI

Enstitü Müdürü

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Adı Soyadı : Emre DANIŞMAN

İmza :

ÖZET

TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLEREK DEPO YERİNİN SEÇİMİ

Emre DANIŞMAN

Doktora Tezi, İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

2019, xxvii + 212 sayfa + 46 Ek

Tehlikeli madde depolarında ürünlerin, lojistik faaliyetlerde doğru yer ve zamanda, istenilen şekilde bulunması hayati öneme sahiptir. Bu nedenle, seçimi yapılacak olan depo yerlerine ait alternatiflerin sayıca fazla olması istenmektedir. Alternatifler, tehlikeli maddelerin niteliğine uygun depolama yapılmasını sağlayan, lojistik açıdan en az maliyet sunan, emniyet ve güvenlikte en çok fayda sağlayan, tüm taşıma türlerinin bir arada kullanılmasını sağlayacak çok modlu ulaşımına imkan tanımalıdır. Tehlikeli madde depo yeri seçiminde çok sayıda niteliksel ve niceliksel kriterlerin olması, çok kriterli karar verme yöntemleriyle karar alınması gerekliliğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada öncelikle kriterler AHP yöntemiyle ağırlıklandırılmış, daha sonra tehlikeli madde depo yerlerinin değerlendirilmesinde TOPSIS ve WASPAS yöntemleri kullanılarak en uygun tehlikeli madde depo yeri belirlenmiştir. Önerilen modelin özel ve kamu kuruluşlarında, başta tehlikeli maddeler olmak üzere tüketilebilen ve tüketilemeyen diğer ürünlere ait depo yerlerinin seçiminde kullanılması amaçlanmaktadır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Tehlikeli Madde, Tehlikeli Madde Deposu, AHP, TOPSIS, WASPAS.

ABSTRACT

SELECTION OF STORAGE LOCATION BY EVALUATING RISK FACTORS IN HAZARDOUS MATERIAL LOGISTICS

Emre DANIŞMAN

Doctoral Thesis, DEPARTMENT OF BUSINESS ADMINISTRATION

Supervisor: Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

2019, xxvii + 212 pages + 46 Additional

It is crucial to store hazardous materials in the right place, right time and in the desired way in logistics activities. That's the fundamental reason of multiple alternatives. Alternatives must allow multi-mode transportation to ensure storage in accordance with the nature of hazardous substances, with minimum logistic costs, maximum utilization and safety. Since there are many qualitative and quantitative criteria in the selection of hazardous materials storage location, multi criteria decision making model is proposed.

In this study, initially the weights of criteria are calculated by AHP method. Then, in the evaluation of hazardous material storage areas, TOPSIS and WASPAS methods are used to select the most appropriate hazardous material storage location. It is considered that the proposed model can be projected for the selection of storage places in private and public institutions, especially for hazardous materials, which can be consumed and not consumed.

KEYWORDS: Hazardous Material, Hazardous Material Store, AHP, TOPSIS, WASPAS.

ÖNSÖZ

Karar vermenin tarihsel süreç içinde her seviyede önemli olduğu görülmektedir. Günümüzde ve gelecekte de en değerli şey olan zamanın etkin kullanılması, karar vermedeki tutarlılık ve doğruluk ile mümkün olabilecektir. Doğru karar vermek için var olan kriterlerin değerlendirilmesinin yanısıra yeni kriterlerin de bu değerlendirmeye dahil edilmesi zorunluluktur. Yeni kriterler olarak ifade edilen hususa karar vericilerin sezgileri ve tecrübeleri de dahildir.

Tehlikeli madde depoları için yer seçerken kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve en iyi alternatifi önerecek etkili bir model oluşturulması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın amaçlarından biri de AHP ile yapılan ağırlıklandırmadan sonra yapılacak yer seçiminde TOPSIS ve WASPAS sonuçlarının farklılık gösterip göstermediğini ortaya koymaktır.

Bu çalışma ile stratejik yatırım kararlarından biri olan tehlikeli madde depo yeri seçimini etkileyecek kriterleri belirleyen ve onları değerlendiren AHP, TOPSIS ile WASPAS karar verme yöntemlerini bir arada kullanan model sunulmuştur. Önerilen model ile depolama yapılan tehlikeli maddelerin risklerini minimum seviyeye getirecek depo yeri seçimi kriterleri doğrultusunda konusunda uzman kişilerin tecrübeleri dahil edilerek literatürün genişletilmesi sağlanmıştır. Modelin, konusunda uzman kişilerin değerlendirmelerindeki performansı ortaya koyarak, gerçek şartlarda uygulanabilecek projelere kaynak olmasıyla birlikte, özel ve kamu kaynaklarının etkin ve verimli şekilde kullanılmasına imkan tanıyacağı değerlendirilmektedir. Depo yeri seçimindeki doğru kararların, insan sağlığı ve çevre güvenliğini korumasının yanısıra toplam lojistik maliyetleri optimize edeceği değerlendirilmektedir.

Bu doktora tez çalışmasının tamamlanmasında ilgisini daima hissettiğim, bilgi ve tecrübesini aktararak destek olan, gerekli yer ve zamanda bilgilerini paylaşarak tezin hazırlanmasında yol gösteren, bilimin temel esaslarından biri olan araştırmaya dair yaptığı teşvik ve yönlendirmeler sayesinde bilimin temel prensiplerine olan farkındalığımı artıran danışman hocam sayın Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS'a, bilgisinden yararlandığım ve katkıları sayesinde zamanı etkin olarak kullanmamda her zaman destek olan tez izleme komitesi üyesi hocalarım sayın Dr. Öğr. Üyesi Gülşah AKAR ve Dr. Öğr. Üyesi Engin ÇAKIR'a, dekanımız sayın Prof. Dr. Mehmet Erdemir GÜNDOĞMUŞ'a, sayın Doç. Dr. Ece ARMAĞAN'a, araştırma sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ilgili kamu

kurumunun değerli çalışanlarına, sabrın ve çalışmanın erdemini öğreten, hayatımda daima örnek aldığım, daima yanımda olduğunu hissetiğim sevgili anneme ve rahmetli babama, biricik sevgili kızım Damla DANIŞMAN'a, fikirleriyle destek olan biricik kardeşim zge DANIŞMAN ÇELİK'e, bir an olsun bile yanımdan ayrılmayan her zaman motivasyonumu sağlayan akademik hayatımda yer alan arkadaşlarıma, tüm dostlarıma gösterdikleri emsalsiz çabalarından dolayı çok teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
ÖNSÖZ	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
FORMÜLLER DİZİNİ	xxv
EKLER DİZİNİ	xxvii
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM	4
1. KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE	4
1.1. Lojistik Kavramının Genel Çerçevesi	4
1.1.1. Lojistik Faaliyetler	9
1.1.1.1. Talep Tahmini	11
1.1.1.2. Stok Yönetimi	13
1.1.1.3. Depolama	14
1.1.1.4. Müşteri Hizmetleri	15
1.1.1.5. Ambalajlama	16
1.1.1.6. Elleçleme	17
1.1.1.7. Taşıma	18
1.1.1.8. Diğer lojistik faaliyetler	19
1.1.2. Lojistikte Depolama	21
1.1.2.1 Depo Sınıflandırması	23
1.1.2.1.1 Mülkiyet Yapılarına Göre Depoların Sınıflandırılması	24
1.1.2.1.2 Sundukları Hizmet ve Amaçlarına Göre Depoların Sınıflandırılması	25

1.1.3. Lojistik Faaliyetlerin Önemi	28
1.2. Tehlikeli Maddeler ve Tehlikeli Madde Lojistiği	30
1.2.1. Tehlikeli Maddeler.....	30
1.2.2. Tehlikeli Maddelerin Sınıflandırılması.....	32
1.2.2.1. Patlayıcı madde ve nesnelere	34
1.2.2.2. Gazlar	37
1.2.2.3. Yanıcı sıvılar	39
1.2.2.4. Yanıcı katı maddeler	40
1.2.2.5. Oksitleyiciler	42
1.2.2.6. Zehirli ve Bulaşıcı Maddeler.....	43
1.2.2.7. Radyoaktif Maddeler.....	44
1.2.2.8. Aşındırıcı (Asidik) Maddeler	45
1.2.2.9. Farklı Tehlikeler İçeren Madde ve Nesnelere.....	46
1.2.3. Tehlikeli Madde Lojistiği	46
1.2.4. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Ortaya Çıkabilecek Riskler	50
1.3. Tehlikeli Maddelerin Depolanmasında Kuruluş Yerinin Seçimi.....	51
1.3.1. Depo Yeri Seçimi ve Depo Yeri Seçim Kriterleri	53
1.3.2. Tehlikeli Madde Depo Yeri Seçiminde Etkili Olan Faktör ve Kriterler	58
2. BÖLÜM	62
2. TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE DEPO YERİNİN SEÇİMİNDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER.....	62
2.1. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilmesi.....	62
2.2. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri.....	65
2.2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci – AHP (Analytic Hierarchy Process) Yöntemi	73

2.2.2. İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma – TOPSIS (Technique For Ordered Preference by Similarities to Ideal Solution) Yöntemi	83
2.2.3. Bütünleşik Ağırlıklı Toplam ve Çarpım Tekniği – WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment).....	87
3. BÖLÜM.....	92
3. TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLEREK DEPO YERİNİN SEÇİMİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA...	92
3.1. Tehlikeli Madde Lojistiği İcra Eden Kamu Kurumu Hakkında Bilgilendirme.....	92
3.1.1. Kamu Kurumunun Tanıtılması.....	92
3.1.2. Depolanan Tehlikeli Maddelerin Risk Faktörleri.....	93
3.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Tehlikeli Madde Depo Yerinin Seçimi	95
3.2.1. Çalışmanın Amacı, Önemi ve Kısıtları	95
3.2.2. Çalışmanın Yöntemi.....	96
3.2.3. Kriterlerin Belirlenmesi ve Ağırlıkların Hesaplanması.....	100
3.2.3.1. Karar Vericilerin, Kriterlerin Belirlenmesi ve Kriter Değerlendirme Anketinin Yapılması.....	100
3.2.3.2. AHP Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesine İlişkin Uygulama ...	105
3.2.4 ÇKKV Yöntemleri ile Alternatif Depo Yerlerinin Değerlendirilmesi ve Seçimi	154
3.2.4.1 TOPSIS Yöntemiyle Alternatif Depo Yerlerinin Seçimine İlişkin Uygulama.....	162
3.2.4.2. WASPAS Yöntemiyle Alternatif Depo Yerlerinin Seçimine İlişkin Uygulama.....	183
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	198
KAYNAKÇA	203
EKLER	214
ÖZGEÇMİŞ.....	259

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

$<$	Küçüktür
$>$	Büyüktür
Σ	Toplam
W	Öncelikler Vektörü
E_i	Öncelikler Matris Değeri
λ	Öncelikler Matris Değerinin Ağırlıklara Bölünmüş Değeri
CI	Uyum İndeksi
CR	Uyum Oranı
RI	Rasgele Tutarlılık İndeks Değeri
a_{ij}	Matris Elemanı
V_{ij}	Ağırlıklı Standart Karar Matris Elemanı
C_i^+	İdeal Çözüme Göreli Yakınlık Değeri
C_i^-	Negatif İdeal Çözüme Göreli Yakınlık Değeri
S_i^+	Pozitif İdeal Ayırım Değeri
S_i^-	Negatif İdeal Ayırım Değeri
Q_i	Alternatifin Toplam Göreli Önemi
Min	Minimum
Max	Maksimum
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
KV	Karar Verici
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
TOPSIS	İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralama Yöntemi (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution)
WASPAS	Bütünleşik Ağırlıklı Toplam ve Çarpım Tekniği (Weighted Aggregated Sum Product Assessment)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Birbirine Bağlı Lojistik Faaliyetler	11
Şekil 1.2 Kitle Halinde Patlama Özellikli Tehlikeli Madde ve Nesnelere Risk Etiketleri	34
Şekil 1.3 Parça Tesirli Tehlikeli Madde ve Nesnelere Risk Etiketleri	35
Şekil 1.4 Patlama Esnasında ve Sonrasında Yangın Çıkarma Riski Olan Tehlikeli Madde ve Nesnelere Risk Etiketleri	35
Şekil 1.5 Belli Karakteristiği Olmayan ve Patlama Etkisi Paket ile Sınırlı Olan Tehlikeli Madde ve Nesnelere Risk Etiketleri	36
Şekil 1.6 Kütle Halinde Patlama Riski Taşıyan Ancak Patlaması Zor Tehlikeli Madde ve Nesnelere Risk Etiketleri	37
Şekil 1.7 Kütle Halinde Patlama Riski Olmayan Duyarsız Tehlikeli Madde ve Nesnelere Risk Etiketleri	37
Şekil 1.8 Yanıcı Gazlar Risk Etiketleri	38
Şekil 1.9 Yanıcı Ancak Zehirli Olmayan Gazların Risk Etiketleri	39
Şekil 1.10 Zehirli Gazlar Risk Etiketleri	39
Şekil 1.11 Yanıcı Sıvılar Risk Etiketleri	40
Şekil 1.12 Yanıcı Katı Maddeler Risk Etiketleri	41
Şekil 1.13 Kendiliğinden Tepkimeye Girerek Yanan Katı Maddeler Risk Etiketleri	41
Şekil 1.14 Islandığında Yanan veya Yanıcı Gaz Üreten Katı Maddeler Risk Etiketleri	42
Şekil 1.15 Oksitleyici Tehlikeli Maddeler Risk Etiketleri	42
Şekil 1.16 Organik peroksitler risk etiketi	43
Şekil 1.17 Zehirli Maddeler Risk Etiketleri	44
Şekil 1.18 Bulaşıcı Maddeler Risk Etiketleri	44
Şekil 1.19 Radyoaktif Maddeler Risk Etiketleri	45
Şekil 1.20 Aşındırıcı-Asidik Maddeler Risk Etiketleri	45
Şekil 1.21 Farklı Tehlikeler İçeren Maddeler Risk Etiketleri	46
Şekil 2.1 Hiyerarşik Yapı-Model	77
Şekil 3.1 İnfilak Dalgasının Zamana Bağlı Değişimi	95
Şekil 3.2 Çalışma İş Akış Planı	100
Şekil 3.3 Tehlikeli Madde Depo Yeri Seçimi Hiyerarşik Yapısı	105
Şekil 3.4 KV-1'in Anket Yanıtları	107

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Lojistiğin Gelişim ve Dönüşümü.....	7
Çizelge 1.2 Tehlikeli Madde Sınıflandırması	33
Çizelge 2.1 Risk Değerlendirme Fonksiyonları.....	66
Çizelge 2.2 Kriterler İçin İkili Matris Oluşturulması	79
Çizelge 2.3 İkili Karşılaştırma Önem-Değer Skalası	80
Çizelge 2.4 Random Gösterge Değerleri (RI)	82
Çizelge 3.1 Ana Kriterler.....	102
Çizelge 3.2 Ana Kriterlere Ait Alt Kriterler	103
Çizelge 3.3 Belirlenen Tehlikeli Madde Depo Yerleri	104
Çizelge 3.4 KV 1'in Karşılaştırma Matrisi.....	108
Çizelge 3.5 KV 1'in Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi	109
Çizelge 3.6 KV 1'in Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri.....	112
Çizelge 3.7 KV 1'in Uyum İndeksi ve Uyum Oranı	112
Çizelge 3.8 Geometrik Ortalaması Alınarak Oluşturulmuş Karşılaştırma Matrisi.....	114
Çizelge 3.9 Normalize Edilmiş Bütünleştirme Matrisi.....	115
Çizelge 3.10 Ana Kriterler Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri.....	117
Çizelge 3.11 Ana Kriterler Uyum İndeksi ve Uyum Oranı	117
Çizelge 3.12 KV 1'in K1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisi.....	119
Çizelge 3.13 KV 1'in K1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi	120
Çizelge 3.14 KV 1'in K1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri.....	122
Çizelge 3.15 KV 1'in K1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı	122
Çizelge 3.16 KV 1'in K2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisi.....	123
Çizelge 3.17 KV 1'in K2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi	124
Çizelge 3.18 KV 1'in K2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri.....	126

Çizelge 3.19 KV 1'in K2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı	126
Çizelge 3.20 KV 1'in K3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisi	127
Çizelge 3.21 KV 1'in K3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi	128
Çizelge 3.22 KV 1'in K3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri	131
Çizelge 3.23 KV 1'in K3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı	131
Çizelge 3.24 KV 1'in K4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisi (Alt Kriterler)	132
Çizelge 3.25 KV 1'in K4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Alt Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi	133
Çizelge 3.26 KV 1'in K4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri	135
Çizelge 3.27 KV 1'in K4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı	135
Çizelge 3.28 KV 1'in K5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisi	135
Çizelge 3.29 KV 1'in K5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi	136
Çizelge 3.30 KV 1'in K5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri	138
Çizelge 3.31 KV 1'in K5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı	139
Çizelge 3.32 KV 1'in K6 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisi	139
Çizelge 3.33 KV 1'in K6 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi	140
Çizelge 3.34 KV 1'in K6 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri	142
Çizelge 3.35 KV 1'in K6 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı	142
Çizelge 3.36 Geometrik Ortalaması Alınarak Oluşturulmuş Karşılaştırma Matrisi	144
Çizelge 3.37 Normalize Edilmiş Bütünleştirme Matrisi	145

Çizelge 3.38 Ana Kriter 1'in Alt Kriterlerinin Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri	147
Çizelge 3.39 Ana Kriter 1'in Alt Kriterlerinin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı.....	147
Çizelge 3.40 Ana Kriter 2'nin Alt Kriterler Sıralı Bütünleştirme İşlemleri	148
Çizelge 3.41 Ana Kriter 3'ün Alt Kriterler Sıralı Bütünleştirme İşlemleri	149
Çizelge 3.42 Ana Kriter 4'ün Alt Kriterler Sıralı Bütünleştirme İşlemleri	150
Çizelge 3.43 Ana Kriter 5'in Alt Kriterler Sıralı Bütünleştirme İşlemleri	151
Çizelge 3.44 Ana Kriter 6'nın Alt Kriterler Sıralı Bütünleştirme İşlemleri	152
Çizelge 3.45 Alt Kriterlerin Ağırlık Değerleri ve Sıralaması.....	153
Çizelge 3.46 KV 1'e Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Değerlendirme Anketi	157
Çizelge 3.47 KV 1'e Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Karar Matrisi Verileri.....	158
Çizelge 3.48 Karar Vericilere Ait Bütünleşik Karar Matrisi	161
Çizelge 3.49 Normalize Edilmiş Matris	164
Çizelge 3.50 Ağırlıklandırılmış Normalize Matris	167
Çizelge 3.51 İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri.....	170
Çizelge 3.52 İdeal Noktalara Olan Uzaklık Değerleri.....	172
Çizelge 3.53 Negatif İdeal Noktalara Olan Uzaklık Değerleri.....	177
Çizelge 3.54 İdeal ve Negatif İdeal Ayırım Değerleri.....	181
Çizelge 3.55 İdeal Çözüme Göreli Yakınlık Değerleri ve Sıralaması.....	182
Çizelge 3.56 Bütünleşik Normalize Edilmiş Matris	184
Çizelge 3.57 Alternatiflerin Ağırlıklandırılmış Toplam Modelde (WSM) Göreli Önem Değerleri.....	188
Çizelge 3.58 Alternatiflerin Ağırlıklandırılmış Çarpım Modelde (WPM) Göreli Önem Değerleri.....	191
Çizelge 3.59 Alternatiflerin Toplam Göreli Önem Değerleri.....	195
Çizelge 3.60 Depo Yeri Seçim Yöntemleri ve Bu Yöntemlere Göre Depo Yeri Sıralamaları	197

FORMÜLLER DİZİNİ

Formül 2.1 Teknik-Geleneksel risk	79
Formül 2.2 Matris Köşegeni Altında Kalan Bileşen Değerlerini Hesaplama Formülü.....	80
Formül 2.3 B sütün Vektörü Hesaplama Formülü.....	81
Formül 2.4 Kriterlerin Yüzdesel Önem Dağılımlarını Hesaplama Formülü	81
Formül 2.5 Temel Değerler Hesaplama Formülleri	82
Formül 2.6 Tutarlılık Göstergesi Formülü.....	82
Formül 2.7 Standart Karar Matrisi Bileşenleri Hesaplama Formülü.....	86
Formül 2.8 İdeal Çözümlerin Hesaplanması Formülü	87
Formül 2.9: İdeal Uzaklıkların Hesaplanması Formülü	87
Formül 2.10 İdeal Çözüme Göreli Yakınlık Hesaplama Formülü	88
Formül 2.11 Kriterlerin Normalizasyonu Formülleri	91
Formül 2.12 Alternatiflerin Göreli (nisbi) Önemlerini Hesaplama Formülleri	92
Formül 2.13 Ortak Genelleştirilmiş Kriter Değerlerinin Hesaplanması Formülü.....	92
Formül 2.14 Alternatiflerin Toplam Göreli Önem Değerlerinin Hesaplanması Formülü.....	92

EKLER DİZİNİ

Ek 1	Ana Kriterlerin Değerlendirme Anketi	213
Ek 2	Alt Kriterlerin Değerlendirme Anketi (KV-1'in Anket Yanıtları).....	216
Ek 3	Jeolojik Rapor – Zemin Etüdü	221
Ek 4	Diğer KV'lerin Ana Kriter Karşılaştırma Matrisi	222
Ek 5	Diğer KV'lerin Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrislerinin Normalize Edilmiş Matrisleri	224
Ek 6	Diğer KV'lere Ait E_i, W_i, λ Değerleri	226
Ek 7	Diğer KV'lere Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisleri	228
Ek 8	Diğer KV'lere Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisleri	235
Ek 9	Diğer KV'lere Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matris Değeri Ve λ Değeri, Uyum İndeksi ve Uyum Oranı	242
Ek 10	Depo Yeri Seçimi Değerlendirme Anketi	254
Ek 11	Diğer KV'lere Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Karar Matrisi Verileri.....	257

GİRİŞ

Üretim ve tüketime ait tüm ürünler için değer yaratılmasını amaç edinen lojistik faaliyetlerde tüm maliyet unsurlarını azaltmak, kayıpları en düşük seviyede tutmak, öngörülebilir olarak taktik ve stratejik yaklaşımlarla değişken giderler kadar sabit giderlerin de azaltılması öncelikli konulardandır.

Tehlikeli maddeler; üretim, elleçleme, kullanım, taşıma ve depolama sırasında dikkatsizlik, bilgisizlik ya da yeterli ilgi eksikliği nedeniyle gözardı edilen prensiplerin uygulanmaması sonucu insan ve çevre güvenliğini tehlikeye düşürerek zarar verebilecek katı, sıvı ve gaz halinde olan maddelerin tanımlandığı kavramdır. Üretim sonucu zararsız ürünlerin elde edileceği hammadde ve yarı mamuller tehlikeli madde kapsamına girebilmektedir. Lojistiği özel ihtisas ile sağlanabilen ürün grupları tehlikeli madde kavramı içinde değerlendirilebilir. Günümüzde üretim ve lojistiğin dışında, tehlikeli maddelerin hammadde ya da yarı mamul olarak çevremizde yer aldığı görülmektedir. Türkiye’de ve dünyada teknolojinin gelişimine bağlı olarak tehlikeli maddelerin üretim türünde ve miktarında artış yaşandığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Çeşitli ürünler için duyulan önem ve öncelikler tehlikeli maddelerin lojistiğinde alt sıralarda yer alabilmektedir. Tehlikeli maddeler lojistiğinde önem ve öncelik emniyetin sağlanmasıdır. Öncelik insan ve toplum yaşamına, çevreye ve maddi kaynaklara zarar vermeyecek şekilde üretim metodlarıyla üretilen tehlikeli maddeler, güvenlik sağlayan çözümlerle nem, güneş ışığı, zemin hareketleri, rüzgar gibi doğal etkilere uzaklaştırılmalı ya da bu etkilerin tesirini azaltacak tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu tedbirlere ilave olarak uzmanlık ve tecrübe gerektiren tehlikeli maddeler lojistiğinde özellikle insana yatırım yapılması stratejik bir adımdır. Daha sonra ekipman ve sisteme yatırım önceliği verilmesi gerekmektedir. Bu yatırım içinde lojistiğin önemli bir faaliyet sahası olan depolama için yeterli nitelikte, mevcut riskleri en aza indirebilecek koşullara sahip ve yeterli sayıdaki depoların lojistik zincirde önemli bir halka olduğu bilinmelidir.

Günümüzde seçeneklerin artmasıyla karar vermenin önceki dönemlere göre daha zor olduğu ve bu zorluk derecesinin gelecekte artacağı değerlendirilmektedir. Bu zorluk derecesi, çok kriterli karar verme tekniklerinin faydayı maksimize eden yaklaşımlarıyla aşılabilecektir.

Alternatiflerin değerlendirilmesi, yöntemlerin kullanılmasında kriterler ve bu kriterlerin ağırlıkları önemli olmaktadır. Literatürde kriter ağırlıklarını belirleyen AHP yöntemini kullanmış çalışmalar bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, tehlikeli madde sınıflandırmasında riskleri ve risklerin doğurduğu sonuçlar bakımından tehlikeli maddeler lojistiğinde en önemli yere sahip tehlikeli madde 1 sınıfındaki tehlikeli maddelerin depolamasında optimal çözüm gerektiren depo yerlerinin belirlenmesidir. Karar verilecek olan uygun depo yeri seçimi uzun vadeli bir karar olduğundan stratejik bir karardır. Kapasite artırımı sorununa çözüm olarak görülen yeni depoların inşası stratejik bir yatırım olduğundan uygun depo yerinin belirlenmesi modeline ihtiyaç duyulmaktadır. Modelin oluşturulmasında depo yeri seçiminde birinci sınıf tehlikeli maddelerin niteliği, miktarı ve etkilere karşı gösterebileceği tepkilerinin dikkate alındığı kriterler ile bu doğrultuda konusunda uzman kişilerin değerlendirmelerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Elde edilen veriler Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma (TOPSIS), Bütünleşik Ağırlıklı Toplam ve Çarpım Tekniği (WASPAS) olan çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmiştir.

Karar verilerek inşa edildikten sonra yanlış karar nedeniyle geriye dönüşü yüksek maliyetli olan tehlikeli madde depolarının yer seçimi, problem konusudur. Başta insan sağlığını ve çevre güvenliğini tehdit eden bu durum zaman kaybına ve yatırım zararına neden olmaktadır.

Tedarik, ulaşım, dağıtım, depolama sorunlarının yaşandığı tehlikeli madde lojistiğinde depo yerinin optimal olması çözüm için önem taşımaktadır. Bugüne kadar edinilmiş tecrübeler ve literatür doğrultusunda oluşturulacak depo yeri seçimi modeli ile çözüme ulaşılabilecektir. Tehlikeli madde depolanmasında en önemli sorun emniyet ve güvenliğin sağlanmasıdır. Bu tespitten hareketle depo yeri seçimlerinde aranacak kriterlerin belirlenmesinde bu iki esas üzerine temellendirilecek çok yönlü bir bakış açısı gerekmektedir.

Seçeneklerin ve seçim kriterlerinin artması nedeniyle karar vermenin zorlaştığı tehlikeli madde depo yeri seçimi çalışmasında analitik düşünme sürecine başvurulmuştur. Niteliksel ve niceliksel kriterlerin bütünleştirilerek beklenen faydaların en çoklanırken, olası zararların en düşüklümesine katkı sağlayacak çok kriterli karar verme yöntemleri ile etkili bir model oluşturulmuştur ve literatüre katkı sağlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde lojistik, tehlikeli maddeler ile ilgili temel kavramlar ele alınmış, bu temel kavramlarla birlikte tehlikeli maddeler lojistiği hakkında bilgi verilmiştir. Tehlikeli maddeler sınıflandırması, tehlikeli maddeler lojistiği esasları, tehlikeli maddeler lojistiğinde olası risk durumları, tehlikeli maddelerin depolandığı depo yerinin seçimi hakkında kısaca bilgiler verilmiştir. Depo yeri seçimi ile ilgili literatürde yer alan ve tehlikeli maddelerin depolandığı depoları etkileyen kriterlere yer verilmiştir.

Depo yeri seçiminde literatürde yer alan kriterler dışında uzman kişilerin tecrübelerinin de dikkate alınarak belirlenen kriterlerin olması niteliksel ve niceliksel kriterleri birlikte değerlendirme olanağı sunan depo yeri seçim yöntemlerinden faydalanmaya yönelmiştir. Rasyonel karar almak için uzman kişilerin tecrübeleri, öngörülleri ile birlikte analitik olarak değerlendirmeler yapılmıştır. Nitel ve nicel değişkenler ölçülerek kurumun yerleşkesi analiz edilmiş ve model oluşturulmuştur. Oluşturulan model, çok kriterli karar verme teknikleri ile yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde tehlikeli maddelerin risk değerlendirmesi ve tehlikeli madde lojistiğinde çok kriterli karar verme teknikleri hakkında bilgi verilmiştir. Tezin uygulama bölümünde kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP, TOPSIS ve WASPAS yöntemleri hakkında literatüre yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde ise tehlikeli madde lojistiğinde depo yerinin seçilmesine yönelik uygulamada risk faktörleri değerlendirilmiş ve AHP, TOPSIS ve WASPAS yöntemleri kullanılarak alternatif depo yerleri sıralaması yapılmıştır. Geliştirilen model, tehlikeli madde lojistiğinde depo yeri seçimi yapacak tüm özel ve kamu kuruluşlarının karar alırken faydalanmalarını sağlayacaktır.

Uygulama bölümünde; Karar Vericilerin Belirlenmesi ve Karar Matrisinin Oluşturulması, Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi, Alternatif Depo Yerlerinin Değerlendirilmesi aşamalarına yer verilerek çalışma yürütülmüştür.

Çalışmanın uygulamasına ilişkin yapılan değerlendirme ve önerilere sonuç bölümünde yer verilmiştir.

1. BÖLÜM

1. KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Lojistik Kavramının Genel Çerçevesi

Kavramsal olarak 20. yüzyılın başlarında kullanılmaya başlayan lojistik, tarihsel süreçte askeri literatürde sıkça kullanılan ve günümüzde de iş dünyası açısından oldukça önemli bir yere sahip kavramlar arasında yer almaktadır. Ticaretin küreselleşmesi ile birlikte artan rekabet koşulları; üretim araçlarının, hammadde, stok, mamul veya bilginin çıkış noktasından, son kullanıcıya kadar etkin ve en düşük ve/veya optimal maliyetler ile ulaşabilmesini zorunlu kılmış ve lojistik kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Gümüş, 2009:98).

Etimolojik kökeni Latince olan lojistik, logic (mantık) ve statics (istatistik) kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuş ve esas itibari ile askeri bir terimdir. Kavramın etimolojik kökenine göre anlamı “mantıklı hesap işleri” olarak ifade edilebilir. Kavram 20. yüzyılın başlarında kullanılmaya başlasa da, gerçek anlamda II. Dünya Savaşı sonrasında ABD’de faaliyet gösteren firmalarca kullanılmaya ve önem vermeye başlanmış, gelişen süreçte lojistik, bilimsel olarak ele alınmıştır (Özcan, 2008:277). Başlangıçta da belirtildiği üzere askeri bir kavram olan lojistik; orduya ait veya askeri birlikler tarafından kullanılan malzeme ve personelin taşınması, ikmali, tedarik edilmesi, haberleşme, tıbbi destek ve geride muharebe birliklerini destekleme amacıyla yürütülen her türlü hizmetlerin bütünü olarak ifade edilmektedir (Baki, 2004:1). Kavramın askeri tanımı irdelendiğinde, lojistik; gerek malzeme ve araç ve gerekse insan kaynaklarının temin edilmesi, bir yerden bir yere taşınması, birlikler arasındaki iletişim, koordinasyon ile kullanılan malzeme, araç ve personelin etkin bir şekilde çalışabilmesi amacıyla verilen her türlü hizmetler bütünü olarak ifade edilmektedir. Ayrıca lojistik kavramının askeri tanımından da anlaşılacağı üzere, lojistik ve lojistik faaliyetlerin tarihsel sürecinin oldukça eski olduğunu söylemek mümkündür.

Türk Dil Kurumu (TDK) lojistik kavramını “geri hizmet” ve “geri hizmetle ilgili” bir kavram olarak ifade ederken, kavramı; “mal ve hizmetlerin sağlanmasına yönelik etkinliklerin yönetimi, örgütlenmesi ve planlaması bilimi” olarak tanımlamaktadır (TDK, 2017). Türk Dil Kurumunun tanımı irdelendiğinde kavramın örgütlenme, planlama ve

yönetim bilimi olarak açıklandığını söylemek mümkündür. Ancak tanımda vurgulanan “mal ve hizmetlerin sağlanması” ifadesi ile lojistik kavramının sadece mal ve hizmetlere ilişkin ele alındığını, insan faktörünün lojistik kapsamı dışında tutulduğu görülmektedir. Bu bağlamda TDK’nın tanımının daha dar kapsamlı bir tanım olduğunu söylemek mümkündür.

Uluslararası Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals)’ne göre lojistik; “müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak veya cevap verebilmek amacıyla ürün, hizmet veya bilginin tedarik zincirinde, çıkış noktası ile nihai kullanım noktası arasındaki çift yönlü akışının etkin şekilde planlandığı, uygulandığı ve kontrol edildiği tedarik zincirinin parçalarından biridir” (Tseng vd., 2005:1658). Kavram literatürde 7D (yedi doğru-7Rs) ile ifade edilmekte olup; ürün, miktar, zaman, şekil, yer, maliyet ve müşteri için ulaşılabilirliği olarak da tanımlanmaktadır (Mutlu ve Sönmez, 2017:101). Bu bağlamda lojistik, doğru ürünün belirlenmesinden başlayan ve doğru müşteriye kadar bir süreç olarak nitelendirilmektedir denilebilir.

Gümüş (2009:101)’e göre lojistik; gerek malzeme ve gerekse iş gücünün tedarik edilmesi, sürdürülebilirliğinin sağlanması ve yeniden yerleştirilmesi faaliyetidir. Gümüş’ün tanımında lojistik, insan ve malzeme (hammadde, makine, teçhizat, vb.) temelinde ele alınıp, bunların sürekliliğinin sağlanması ve gerektiğinde yeniden bu unsurların sürece dahil edilmesi faaliyeti olarak tanımlanmaktadır. Oysa lojistik sadece insan ve malzeme ekseninde sınırlanamayacak kadar kapsamlı ve sistematik bir süreçtir. Nitekim Çancı ve Erdal (2003:35)’in, lojistik, “doğasında öngörü, planlama, örgütleme, organizasyon ve kontrol unsurları taşıyan faaliyetlerdir” tanımlaması, lojistiğin sadece insan ve malzeme tedariki, sevk ve idaresi ile gerektiğinde yeniden yerine konması olmadığını destekler niteliktedir. Bu bağlamda lojistik; mal ve hizmetlerin üretilmesi ve dağıtılması noktasında gereken her türlü maddi temelli işlevleri sevk ve idare etmek olarak tanımlanabileceği gibi aynı zamanda temelinde işletmelerin varlığını sürdürebilmesi için kalite, fiyat, zaman ve hizmet gibi piyasa değişkenlerine karşı dayanıklı hale getirme ve rekabet gücü yaratma amacı taşıyan bir süreç olarak da tanımlanabilir (Çancı ve Erdal, 2009:35).

Günümüzde lojistik kavramı iş dünyasında daha geniş ve komplike bir kavram olarak ele alınmakta, geçmişte önem verilen tedarik işlevinin yerini almıştır. Kavram tedarik ile birlikte, tüm üretim süreçleri ile ürün ve hizmetlerin nihai tüketiciye (müşteriye) ulaştırılma sürecinde; her türlü hammadde ve malzeme, bilgi ve finans akışının yönetilmesi ile bunlara ilişkin kayıtların tutulması ile işlevler olarak kabul edilmektedir. Ayrıca lojistik; tedarik

zinciri içerisinde gerçekleştirilen depolama faaliyetlerini de kapsayan bir faaliyetler bütünüdür (Küçük, 2011:27). Depolamanın dağıtımın icrasında önemli bir yeri vardır. Depo yerinin lojistik faaliyetlerin icrasında önemli bir yeri olan depolama için doğru belirlenmesi gereklidir. İşletmenin faaliyette bulunduğu pazarda faaliyette bulunmasına ve rekabet etmesine depo yerinin tesiri fazladır (Memiş ve Keskin, 2016:84).

Küçük (2011)' ün lojistik tanımında da anlaşılacağı üzere depolama faaliyetleri ve buna bağlı olarak depo yerinin seçimi de lojistik faaliyet olarak kabul edilmektedir. Özellikle hammadde, yardımcı madde ve malzemelerin zamanında, hızlı ve sorunsuz bir şekilde alıcıya ve/veya müşterilere ulaştırılmasında, depo yerinin önem taşıdığı gerçeği dikkate alındığında, depolama faaliyetlerinin lojistik kapsamında ele alınmasının gerektiği açıktır.

Kavramın tanımları arasındaki farklılıklardan da anlaşılacağı üzere, uygulama alanlarına veya diğer bir ifade ile kullanıldığı disipline göre lojistik kavramının farklı şekillerde tanımlandığı, diğer bir ifade ile oldukça fazla sayıda lojistik tanımının olduğu söylenebilir. Kavrama ilişkin çok sayıdaki tanıma yer vermek yerine, bu tanımların ortak noktasının ortak noktalarının ortaya konması, kavramı daha anlaşılır kılacaktır. Nitekim kavramın tanımları incelendiğinde, lojistiğin planlama, uygulama ve kontrol unsurlarını da içeren bir süreç olduğu görülmektedir. Ancak sürecin başından sonuna kadar mutlak suretle doğru adımlar atılarak izlenmesi ve sonucunda zaman, maliyet, yer ve kârlılık gibi kazanımları sağlaması gerekmektedir.

İnsanlık tarihi kadar eski olduğu ifade edilen lojistik kavramı; 20. yüzyıl başlarında ortaya çıkan I. Dünya Savaşı ile birlikte askeri anlamda oluşmaya başlamış, bu dönemde taşıma, stoklama ve dağıtım işlerinin optimizasyonu ve sistemli bir şekilde kontrolü önem kazanmaya başlamıştır (Baki, 2004:7). Bir başka ifade ile I. Dünya Savaşı ile askeri anlamda kullanılmaya başlayan ve bu süreçte ana hatları ortaya çıkan lojistik ve lojistik yönetimi kavramları, yaşamın pek çok alanında gelişen ve giderek önem kazanan bir bilimsel yapıya dönüşmüştür denilebilir. Literatür incelendiğinde, lojistik kavramının 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkışından günümüze kadar geçen süreçteki gelişimi beş ana tarihsel süreçte ele alındığı ve incelendiği görülmektedir (Baki, 2004:10; Özcan, 2008:279; Gümüş, 2009:98).

Her ne kadar askeri literatürde lojistik kavramı kullanılsa da, iktisat biliminde lojistiğin hammadde ve ürünlerin taşınması konusunda ele alındığı söylenebilir. Özellikle II. Dünya Savaşı sürecinde lojistik askeri anlamda etkin bir şekilde kullanılırken, yine bu süreçte yeni lojistik biçimleri de ortaya çıkmıştır. Gerek II. Dünya Savaşı ve gerek sonrasında pazarlama yöneticileri, yeni lojistik tekniklerini artan taleplerin karşılanmasında kullanırken, 1958 yılında ortaya çıkan ekonomik durgunluk ile birlikte işletmelerin karlılıklarındaki azalma, maliyet unsurlarının azaltılmasını yönelik araştırmaların başlatılmasına yol açmıştır (Baki, 2004:11). Ancak gerek iktisadi anlamda ve gerekse iş dünyasının lojistiğe bakış açısının yönelmesinde, Peter F. Drucker'ın Fortune Dergisinde 1962 yılında yayınlanan “mob in the shipping room” başlıklı makalesi etkili olmuştur (Klaus ve Müller, 2012:8). Klaus ve Müller'in de belirttiği gibi lojistik, 1960'lı yıllara kadar daha çok taşıma veya nakliye sorunlarının çözümüne yönelik bir yaklaşımla ele alınmış bir kavramdır. Drucker'ın makalesi ile birlikte lojistik kavramı yeni bir disiplin veya diğer bir ifade ile bilimsel bir kavrama dönüşme sürecine girmiştir. Orhan (2003:10)'a göre Drucker makalesinde lojistiğin, “firma verimliliği açısından yönetimin gözünde son sınır taşı olduğu” vurgusunu yaparak, iş dünyasının dikkatlerini lojistiğe yönelttiğini belirtmektedir. Dolayısı ile lojistik kavramının ve lojistik performans standartlarının gelişim sürecinin başlangıcının 1960'lı yıllar olarak kabul edildiğini söylemek mümkündür. Alan yazında lojistiğin ve lojistik standartlarının gelişiminin; “1960-1969”, “1970-1979”, “1980-1989”, “1990-1999” ve “2000 sonrası” olmak üzere beş dönemde ele alındığı görülmektedir (Baki, 2004; Gümüş, 2009; Klaus ve Müller, 2012).

Lojistiğin tarihsel sürecinin çok eskilere dayanıyor olması, literatürde belirtilen gelişim süreci sınıflandırmasının tam anlamıyla yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Nitekim Russel (2007) tarafından yapılan “Supply Chain Management: More Than Integrated Logistics- Tedarik Zinciri Yönetimi: Entegre Lojistikten Daha Fazlası” başlıklı çalışmada, lojistik kavramının gelişimi; 20. yüzyıl öncesi ve 20. yüzyıldan günümüze kadar geçen süreç olarak ele alınmıştır. Bu bağlamda lojistiğin gelişim sürecinin Russel tarafından belirtildiği şekilde incelenmesi gerektiği söylenebilir. Lojistiğin gelişim süreci, bu süreçteki lojistik faaliyetlere ilişkin bilgiler ve dönüşümü aşağıdaki Çizelge 1.1'de sunulmuştur.

Çizelge 1.1 Lojistiğin Gelişim ve Dönüşümü

1945 öncesinde	Lojistik; askeri anlamda kullanılan ve genellikle orduların savaşa girdikleri dönemlerde ikmal sağlama amacıyla kullandıkları tüm yöntemler olarak nitelendirilmektedir.
1945-1950 dönemi	Lojistik; halen askeri anlamda kullanılan ve askeri güçlerin savaş desteği olarak nitelendirilen faaliyetler bütünü. Ancak özellikle II. Dünya Savaşı sürecinde yeni lojistik yöntemleri geliştirilmiş ve lojistik faaliyetler savaşta orduların en önemli desteği olarak görülmüştür.
1950-1960 dönemi	Halen askeri alanda ön planda olan lojistik, bu dönemde lojistikte etkinlik ve verimlilik sağlanabilmesine yönelik önemli adımlar atılmıştır.
1960-1970 dönemi	Lojistiğin bir bilim olduğu yönünde inanışların ortaya çıktığı, mühendislik, sayısal bilimler ve strateji yönetiminin bir alanı olarak görüldüğü dönemdir. Bu dönemde lojistik iş dünyası tarafından da önem verilen bir konuya dönüşmeye ve askeri lojistik uygulamaları özel sektör tarafından da kullanılmaya başlamıştır. Yine bu dönemde bütünlük lojistik ilkeleri geliştirilmiştir. Satış ve pazarlama alanında lojistik ön plana çıkarken; depolama, stok denetimi ve ulaştırmanın etkinliği konuları ön plana çıkmıştır.
1970-1980 dönemi	Lojistik faaliyetler için sistem yaklaşımı uygulanmaya başlamıştır. Bu dönemde lojistik merkezileştirilirken; toplam maliyet yönetimi, süreç optimizasyonu ve müşteri hizmetleri kavramları önem kazanmaya başlamıştır. Lojistiğin rekabette avantaj sağladığı bu dönemde daha belirgin hale gelmiştir.
1980-1990 dönemi	Özel sektör işletmeleri lojistiği, kendilerini diğer işletmelerden farklılaştıran bir araç olarak görmeye başlamıştır. Talep yönetimi, stratejik kaynak kullanımı, taşımacılık, envanter yönetimi, malzeme elleçleme, depolama, paketleme, sipariş yerine getirme, müşteri hizmetleri lojistiğin bileşenleri olarak ortaya çıkmıştır. Lojistik planlama, tedarik zinciri stratejileri, işletme faaliyetleri ve süreç kanalları ile bütünlük bu dönemde gerçekleşmiştir.
1990-2000 dönemi	Stratejik tedarik zincirinin önemli olduğu görüşü yaygınlaşmış, extranet (bilgi teknolojileri) teknoloji kullanımı olanaklarının yaygınlaşmasına bağlı olarak işletmeler tedarikçileri ve paydaşları ile veri ve bilgi paylaşımı yapmaya başlamışlardır. Yine bu dönemde tedarik zinciri toplam kalite yönetimi işbirliği gelişmeye başlamıştır.
2000 sonrasında	Bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişmeye bağlı olarak tedarik zinciri yaygın şekilde kullanılmaya başlanmış, süreçlerin yalınlığı ön plana çıkmış, stratejik anlaşma ve ortaklıklar gelişmiştir.

Kaynak: Russel, 2007:62; Gümüş, 2009:99.

Çizelge 1.1'deki bilgiler incelendiğinde; lojistiğin gelişim ve dönüşümünün, özellikle 1980 ve sonrası dönemde olduğunu, 1990 sonrasında bilişim teknolojilerindeki

gelişmelere bağlı olarak gelişim sürecinin hızlandığını söylemek mümkündür. Bu bağlamda lojistiğin iş dünyası tarafından benimsenmesi ve özel sektör işletmeleri tarafından kullanılmaya başlandığı 1960 dönemi, gelişim sürecinin başlangıcı olarak kabul edilebilir. Bu doğrultuda 1960-1980 dönemi; lojistiğin bütünleşik olmayan bir şekilde ve lojistik faaliyetlerin ayrı ayrı yapıldığı “parçalanma dönemi” olarak nitelendirilmektedir. 1980-2000 dönemi ise, lojistik faaliyetlerin; madde ve malzeme yönetimi ile fiziksel dağıtım bağlamında ele alındığı “birleşme dönemi” olarak nitelendirilmektedir. 2000’den günümüze kadar olan dönem ise; bütünleşik-entegre lojistik olarak nitelendirilen, parçalanma ve birleşme dönemindeki lojistik faaliyetlerin birleştirilerek tek bir çatı altında toplandığı “toplam bütünleşme” dönemi olarak nitelendirilmektedir (Özcan, 2008:279). Günümüzde ise, üretimden ziyade satış ve pazarlamanın daha önemli hale gelmesi, müşteri odaklılık ve pazar merkezli hareketler daha fazla önem taşımaktadır. Bu nedenle üretim sürecinin hammaddeden son müşteriye ulaşan akış zinciri, tedarik zinciri (Supply Chain) olarak adlandırılmakta (Çancı ve Erdal, 2009:51), lojistik dendiğinde “tedarik zinciri yönetimi” akla gelmektedir.

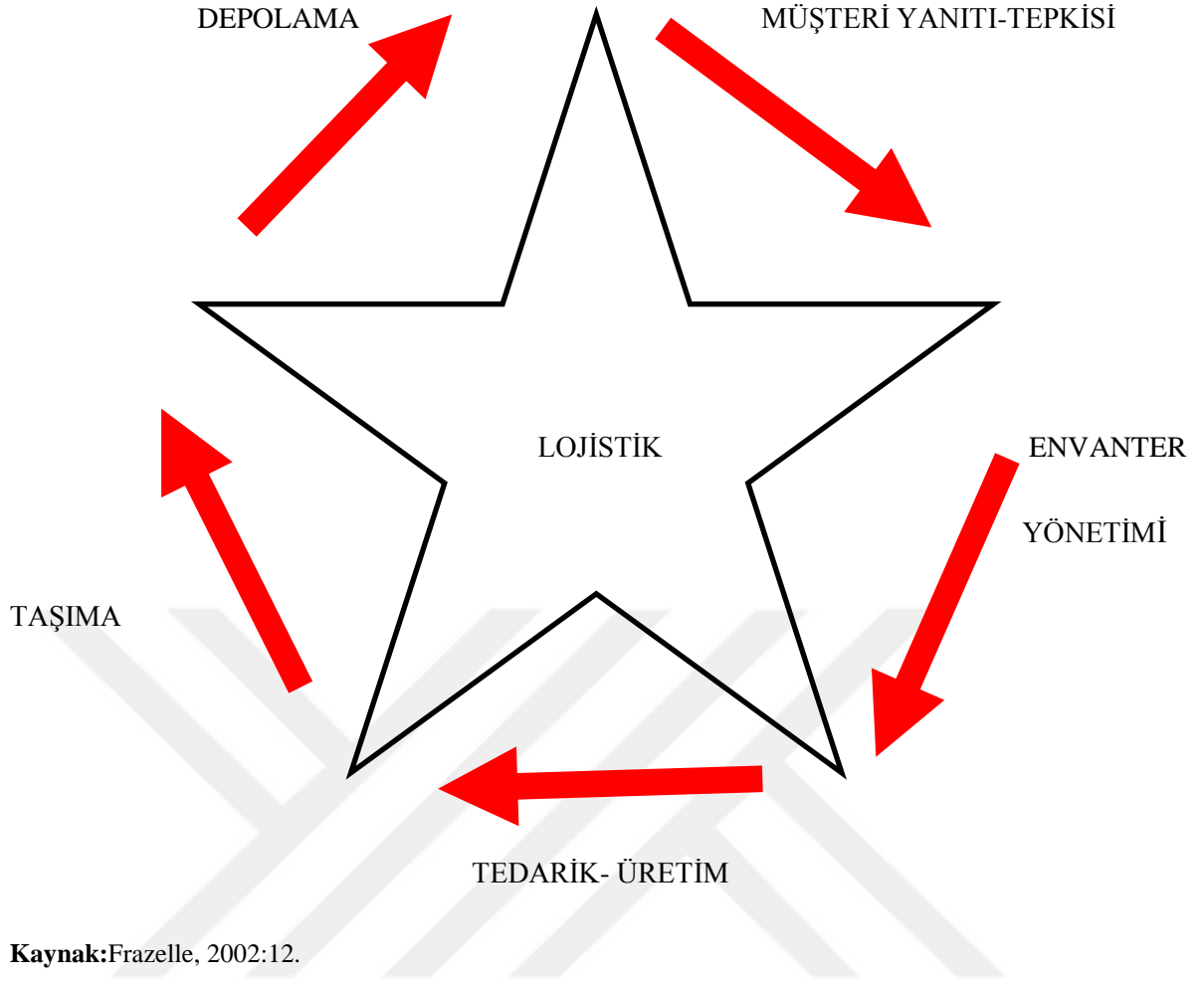
Küreselleşmeye bağlı ekonominin ve ticaretin gelişimi ile lojistiğin gelişiminin paralellik gösterdiği söylenebilir. Ancak 21. yüzyılın başından itibaren teknolojideki hızlı gelişime bağlı olarak bilgi teknolojilerinin hayatın her alanına girerek kullanılması, küreselleşme, ulaşım kanalları ve araçlarındaki gelişme, merkezi depolama tesislerinin artması, elleçleme yapan makine ve ekipmanların çoğalması ve modernleşme gibi faktörlerin de etkisi ile lojistik, küresel ticaretin hızlanmasına ve gelişmesine ciddi katkılar sağlamaktadır (Başlangıç, 2015:6).

1.1.1. Lojistik Faaliyetler

Lojistik faaliyetler dendiğinde ilk akla gelen hammadde ve malzemenin depolanması ve taşınması olsa da, bu görüşün günümüzde geçerli olmadığını söylemek yanlış olmayacaktır. Günümüzde, hammadde ve malzemenin depolanması ve taşınmasının yanı sıra; depo yerinin seçimi, stok yönetimi, paketleme, elleçleme, sipariş süreci, talep tahmini, üretim planlama, satın alma, müşteri hizmetleri, satış sonrası destek, tersine lojistik ve yeşil lojistik gibi çok farklı ve çeşitli faaliyetler, lojistik faaliyetler kapsamına girmektedir (Baki, 2004:21; Tek ve Özgül, 2005:539). Bu bağlamda lojistik faaliyetler; mal ve hizmet üretiminin her aşamasında üretici, tedarikçi ve müşterilerin dahil olduğu, birbiriyle bağıntılı faaliyetlerdir demek mümkündür. Lojistiğin sistematik ve doğru adımlar gerektiren bir süreç

olduğu dikkate alındığında, her sürecin sonunda başarıya ulaşmanın temel koşulunun, lojistik kapsamında yürütölen faaliyetlerin etkinliği olduğu söylenebilir. Lojistik faaliyetlerin temel amacı; üretimde kullanılacak ilk madde ve malzeme ile yarı mamul ve mamullerin zaman, miktar açısından doğru ve kullanılabilir bir halde en düşük maliyet ve en hızlı şekilde alıcıya teslim edilmesidir. Dolayısı ile lojistik faaliyetler; doğru zaman, doğru miktar, düşük maliyet ve en hızlı şekilde alıcıya teslimi sağlayan faaliyetlerdir. Yukarıda belirtilen lojistik faaliyetler ile birlikte; kuruluş yerinin seçimi, işletme içi sevk ve müşterilerden geri dönen ürünlerin yönetimi gibi faaliyetler de, işletmeler tarafından lojistik faaliyetler kapsamında ele alınmaktadır (Tek ve Özgöl, 2005:539).

Lojistik faaliyetlerin amacına ulaşabilmesinde, yürütölen tüm faaliyetlerin tek bir performans sistemi (bütünleşik lojistik) içinde ele alınması gerekmektedir. Diğer bir ifade ile tek bir performans sistemi veya bütünleşik lojistik sisteminin olmadığı bir işletme veya sistemde lojistik faaliyetlerin; üretimde kullanılacak ilk madde ve malzeme ile yarı mamul ve mamullerin zaman, miktar açısından doğru ve kullanılabilir bir halde en düşük maliyet ve en hızlı şekilde alıcıya teslim edilmesini sağlaması mümkün olmayacaktır. Bu bağlamda ortaya çıkan bütünleşik lojistik kavramı ise; işletmelerde ayrı ve sistemsiz bir şekilde yürütölen lojistik ve dağıtım faaliyetlerinin, tek bir performans sistemi içinde ve bütünleşik bir şekilde uygulanması (Gümüş, 2009:103) olarak tanımlanabilir. Dolayısı ile lojistik faaliyetler, lojistiğin temel amacına ulaşabilmek için birbirine bağlı faaliyetler olarak nitelendirilebilir. Frazelle (2002) birbirine bağlı olan lojistik faaliyetleri beş ana başlık altında toplamaktadır. Şekil 1.1'de, Frazelle tarafından beş ana başlık altında toplanan temel lojistik faaliyetleri görmek mümkündür.



Şekil 1.1 Birbirine Bağlı Lojistik Faaliyetler

Frazelle'nin birbirine bağlı lojistik faaliyetler şemasında görüleceği üzere lojistik faaliyetler; tedarik-üretim, taşıma, depolama, müşteri yanıtı-tepkisi ve envanter yönetimi olmak üzere beş ana başlıkta toplanmaktadır (2002:12). Ancak, literatür incelendiğinde lojistik faaliyetlerin; talep tahmini, stok yönetimi, depolama, müşteri hizmetleri, paketleme-ambalajlama, elleçleme, taşıma ve diğer olmak üzere daha geniş bir sınıflandırma ile ele alındığı görülmektedir (Stock ve Lambert, 2001:19; aktaran Gümüş, 2009:102; Tek ve Özgül, 2005:539). Bu çalışmada lojistik faaliyetler; talep tahmini, stok yönetimi, depolama, müşteri hizmetleri, paketleme-ambalajlama, elleçleme, taşıma ve diğer sınıflandırması esas alınarak incelenmiştir.

1.1.1.1. Talep Tahmini

Lojistiğin temeli veya diğer bir ifade ile lojistik operasyonlarının planlanmasında, ana faktör müşteri taleplerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesidir. Firma ile pazar arasındaki

bağlantının sağlanması, müşteri taleplerinin doğru tahmin edilebilmesi ile mümkündür. Etkin ve başarılı bir lojistik operasyonunun koordinasyonu için, müşterilerden gelebilecek taleplerin tahmin edilmesi ve planlama sürecinin detaylandırılması gerekmektedir (Ergün ve Şahin, 2017:470-472). Üretim sürecinin aksamadan kesintisiz bir şekilde devamlılığı için, müşteri ihtiyaçlarının eksiksiz ve doğru bir şekilde belirlenmesi, eş zamanlı olarak ulaşılan tespitlerin tedarikçilerle paylaşımının sağlanması, üretim süreçlerine kesintisiz hammadde ve malzeme akışının sağlanmasında ise talep tahmininin doğru yapılması gerekmektedir. Dolayısı ile sorunsuz, eksiksiz ve kesintisiz bir üretim süreci açısından talep tahmini en önemli lojistik faaliyetler arasında yer almaktadır.

Genel anlamda talep tahmini müşterilerin, gelecekte hangi miktarlarda mal ve hizmete ihtiyaç duyacakları veya talep edeceklerinin öngörülmesi (Ergün ve Şahin, 2017:472) iken, lojistikte talep tahmini; işletmenin üretim süreçlerinde kullandığı girdileri sağlayan tedarikçilere sipariş edilecek girdi kalemlerinin miktarı, üretilmiş ürünlerin ne kadarlık kısmının sevk edileceği veya elde tutulacağını belirlenmesidir (Lambert vd. 1998:17; aktaran Uludağ, 2013:63). Bu bağlamda lojistik faaliyetlerden talep tahmini işletmelerin, kendi üretim ve pazarlama süreçlerine ilişkin bir tahmin yapması olduğu söylenebilir. Talep tahmini işletmelerin geleceğe yönelik planlamalarında yaygın olarak kullandıkları yöntemlerden biridir. İşletmeler talep tahmini ile gereksiz stoklama maliyetlerinden kurtulurken aynı zamanda ürünlerin eskimesine bağlı ortaya çıkacak maliyetlerinden de kurtulmaktadır. Talep tahmini; işletmelerin taşıma işlemlerinin daha iyi yönetilmesine, fiyatlandırma ve ürünün pazarda tutundurulması faaliyetlerinin geliştirilmesine, tedarikçiler ile etkin bir ilişkiye ve müşteri memnuniyetinin arttırılmasına katkı sağlamaktadır (Baki, 2004:23).

Lojistiğin en temel koşulunun veya lojistik operasyonların başarısının temelinde, etkin bir talep tahmini ve planlamanın olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Etkin bir talep tahmini ve planlama ise, (Kobu, 2006:89):

- a) Bilginin toplanması,
- b) Talep tahmin aralığının belirlenmesi,
- c) Uygulanacak tahmin yönteminin belirlenmesi ve kabul edilebilir hata payının hesaplanması ile

d) Ulaşılan tahmin sonuçlarının geçerliliğinin test edilmesi olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilebilmektedir.

Her ne kadar talep tahmini ve bu doğrultuda yapılacak planlamanın belirli aşamaları olsa da; talep tahmininin kimler tarafından ve ne şekilde yapıldığı da, etkin bir tahmin için hayati öneme sahiptir. Bir işletmede talep tahminini yapacak uzman sorumlu kişi veya departmanın bulunmaması, analitik desteğin yetersizliği, her konu, alan veya duruma göre farklı tahmin yöntemleri yerine tek bir talep tahmin yönteminin kullanılması, üretim ve satış departmanları arasında iletişim ve koordinasyonun düzensizliği gibi eksiklikler veya hatalar, başarısız bir talep tahmini ve planlamanın yapılmasına neden olacaktır (Copacino, 1997:98-99).

1.1.1.2. Stok Yönetimi

Stok, ürünlerden ziyade üretim süreçlerinde kullanılan hammadde, yarı mamul, bileşen ve mamuller olarak tanımlanabilir. Elder ve Tsoukalas (2006)'e göre stok; “kullanma amacıyla depolarda hazır olarak tutulan hammadde, yarı mamul, bileşen ve mamullerdir (2006:155). Stok; üretim süreçleri sonunda ortaya çıkan ve kullanılan ürün ve hizmetlere dolaylı ve dolaysız olarak katılan her türlü fiziksel varlıklar ile ürünün kendisini kapsamaktadır. Stok yönetimi; üretim süreçlerinde kullanılan fiziksel girdilerin tedarikinden, tüketilmeye hazır ürünlerin dağıtılmasına kadar olan süreçteki lojistik faaliyetler olarak nitelendirilebilir. İşletmelerin gerek finansal ve gerekse operasyonel performansları, stok yönetimi ile doğrudan ilişkili olduğu gibi etkin bir stok yönetim sürecinin bulunmaması, finansal ve operasyonel açıdan önemli kayıplara yol açabilmektedir (Gattorna, 2002:188).

Lambert (1998:115)'e göre, stok yönetimi işletmelere; “ölçek ekonomisi avantajı elde etme, arz ve talebi dengeleme, uzmanlaşma, talep ve sipariş belirsizliklerinden korunma ve dağıtım kanalları ile ilgili beklenmeyen risklere karşı tampon görevi yapma” gibi beş temel fayda sağlamaktadır (aktaran Şekkeli, 2016:32). Üretim süreçlerinde daha az kullanılan fiziksel varlıkların fazlaca stoklanması haline işletme finansal anlamda maliyete katlanmak zorunda kalacağı gibi tam tersi oldukça fazla kullanılan fiziksel varlıkların stoklarındaki yetersizlik durumunda, tedarik sürecinde oluşabilecek gecikmelere bağlı olarak üretimde aksaklıklar veya gecikmeler ortaya çıkabilecektir. Dolayısı ile etkin bir stok yönetimi ile hem işletmenin finansal kaynaklarının optimum kullanımı sağlanmış olacak hem de

kesintisiz ve sorunsuz üretim yapılarak operasyonel maksimizasyon sağlanabilecektir. Stok yönetimi aynı zamanda işletmelere, stoklardaki fiziksel varlıkların miktarının, maliyetinin ve toplam değerinin takip edilmesini sağlayarak, anlık durum değerlendirme olanağı sunmaktadır.

Etkin bir stok yönetimi, işletme stoklarının dengelenmesi ile mümkündür. Bu nedenle stoklar planlanırken; siparişlerin ne zaman ve ne miktarda verileceği ile mevcut stokların kontrolü gibi temel değişkenlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Stoklardaki herhangi bir hammadde, yardımcı madde veya malzemenin sipariş zamanı beklenirken, tedarikçilerin yüklemeyi ne zaman yapacağını bilmesi gerekmektedir. Olası aksilikler veya gecikmelere maruz kalmamak için yükleme zamanının önceden planlanması, aksilik veya belirsizlik durumunda ise, üretim süreçlerinde kesinti yaşanmaması için güvenlik stoku bulundurulması ve bunun kullanılması gerekmektedir (Lambert, 1998:169; aktaran Şekkeli, 2016:34).

1.1.1.3. Depolama

Lojistik dendiğinde akla ilk gelen kavramlar veya faaliyetlerin arasında depolama gelmekte olup, lojistiğin temel bileşenlerinden ve günümüzde üzerinde önemle durulan lojistik faaliyetlerden biridir. Lojistikte depolama; gelecekteki herhangi bir zaman diliminde üretim süreçlerinde kullanılmak veya tüketilmek amacıyla edinilen malların stoklanarak, zaman ve yer faydası yaratan faaliyetlerdir (Çavuşlar, 2007:9). Bu bağlamda depolama, üretim süreçlerinde kullanılacak hammadde, malzeme ve yarı mamuller ile nihai kullanıcılar tarafından tüketilecek ürünlerin, tedarik zincirinin herhangi bir aşamasında korunması ve bekletilmesi faaliyeti olarak tanımlanabilir. Dolayısı ile depolama, üretimden-tüketime kadar olan faaliyetler zincirinin gerçekleştirilmesinde stratejik öneme sahip ara nokta veya bekleme, koruma ve stoklama noktasıdır. Stock ve Lambert (2001:390)'e göre, depolama; bütünleşik lojistik faaliyetlerin ve dolayısı ile lojistik sisteminin tamamlayıcı parçalarından biridir. Depolama; işletmelere üretim süreçlerinde kullanılan hammadde, yarı mamul, malzeme ve bitmiş ürünlerin korunması ve bunlara ilişkin bilgilerin üst yönetime iletilmesini sağlayan bir süreçtir (aktaran; Şekkeli, 2016:30). Depolama; üretilmiş ürünlerin gelecekte ihtiyaç duyulması durumunda kalitesinin korunarak saklanması faaliyetidir. Malları depo içinde korumak, mallar paketlenerek depo içinde yönetimini sağlayarak stokların takibi gibi faaliyetlerin tümüne depolama faaliyeti denir (Sargın ve Okudum, 2014:114).

Çalışma konusunun depo yeri seçimi olması nedeniyle, ilerleyen başlıklarda ve bölümlerde depo, lojistikte depolama ve depo yeri seçimi ayrıntılı olarak ele alınacağından, konuya bu başlık altında kısaca değinilmesinin yeterli olacağı düşünülmektedir.

1.1.1.4. Müşteri Hizmetleri

Her ticari faaliyetin veya işletmelerin temel amacı, ürettikleri mal ve hizmetleri satacak pazarlara, dolayısı ile müşterilere ulaşabilmek ve müşterileri ile ticari ilişkisini uzun süreli sürdürebilmektir. Dolayısı ile müşteri hizmetleri, lojistik yönetimi içinde oldukça önemli ve hayati bir faaliyet olarak kabul edilmekte, lojistik yönetiminde başarıya ulaşabilmek için diğer tüm lojistik faaliyetlerin müşteri hizmetleri amaçları doğrultusunda ve bu amaçları destekleyecek şekilde planlanmasını gerektirmektedir (Voortman, 2004:20). Kuşkusuz müşteri hizmetlerinin bu derecede hayati öneme sahip olmasında; ekonomik, teknolojik ve sosyal anlamda meydana gelen değişim ve gelişmeler yatmaktadır. Küreselleşme ile birlikte artan rekabet koşulları, teknolojideki gelişmelere bağlı iletişim kanallarının artması ve iletişimin gelişmesi, bireysel ve toplumsal bilincin gelişmesi gibi çok sayıda faktör, işletmeleri müşteri odaklı çalışmaya zorlamaktadır. Ayrıca rekabet koşullarında yeni müşteri kazanmanın getireceği maliyeti azaltma amacıyla işletmelerin müşterileri ile olan ilişkilerini uzun vadeli sürdürme arzuları, sadık müşteri portföyü oluşturmayı gerekli kılmakta ve işletme karlılıklarını etkilemektedir. Bu nedenlerle lojistik yönetimi içinde müşteri hizmetinin önemli bir lojistik faaliyet olarak kabul edildiğini söylemek mümkündür.

Aydın (2007:68)'a göre, lojistiğin ana işlevi; müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin en uygun maliyet ile optimum düzeyde gerçekleştirmektir. Dolayısı ile lojistik yönetiminin temeli müşteri ilişkilerini korumak ve geliştirmek üzerine kurulu faaliyetlerden oluşmakta ve müşteri ilişkilerini, lojistik yönetiminin önemli bir bileşeni kılmaktadır. Günümüzde her birey veya işletme, günlük hayatın akışı içerisinde aynı zamanda bir müşteridir. Dolayısı ile müşteri hizmetleri, işletmeler açısından bir kalite göstergesi ve işletmenin dışa açılan yüzüdür. Lojistik yönetiminde müşteri hizmetleri; işin her aşamada doğru ve müşteri odaklı yapılarak, müşteriler nezdinde pozitif bir işletme algısı oluşturulması hedefi ve faaliyetleri olarak kabul edilmektedir (Alan, 2014). Bu bağlamda lojistikte müşteri ilişkileri, müşteri ihtiyaç ve beklentilerinde eksiksiz, zamanında ve en doğru şekilde cevap verebilmek ve ürün ve hizmetlerin satışından sonra da müşterilere gereken teknik destek ve ilgiyi göstermek olarak ifade edilebilir. Lojistik faaliyetlerde müşteri beklentileri öncelikli olarak;

güvenilirlik, güvenlik, istek ve taleplere hızlı cevap verebilme, ulaşılabilirlik, kesintisiz ve etkin iletişim, dürüstlük, nezaket, yeterli teknik desteğin sağlanması ve müşterinin iyi tanınmasıdır. Bu doğrultuda etkin bir lojistik yönetimi için bir işletmenin müşteri ilişkilerini; güvenilirlik, uygunluk, zaman, iletişim ve dürüstlük olmak üzere beş temel nokta üzerinden planlaması gerekmektedir (Voortman, 2004:26-29). Dolayısı ile lojistikte müşteri hizmetleri; lojistik yönetimi fonksiyonları doğrultusunda müşteri beklentilerinin belirlenmesi ve uygun standartların oluşturulması faaliyetlerini kapsamaktadır demek mümkündür. İşletmelerin karlılığı ve devamlılığı açısından, müşteri memnuniyeti ve tatmininin sağlanması gerekmektedir. Müşteri memnuniyeti ve tatmininin sağlanabilmesi ise, etkin ve başarılı bir müşteri ilişkileri sisteminin kurulabilmesi ile mümkündür. Bu açıdan lojistik faaliyetlerde müşteri ilişkileri hem önemli hem de lojistik faaliyetlerin ana bileşenlerinden biri demek mümkündür.

1.1.1.5. Ambalajlama

Bir ürünün; düzenli bir şekilde durması, dış etkenlere karşı korunması veya belirli miktarlarda satışa hazır hale getirilebilmesi amacıyla, metal, cam, karton, plastik, kumaş, vb. gibi malzemelerden üretilmiş kap, örtü, vb. koruyucusu ambalaj olarak adlandırılmaktadır. Lojistik yönetimi sürecinde ilk çıktı olarak görülen ambalajlama; üretim süreci sonucunda ortaya çıkan ürün, malzeme veya materyallerin zarar görmesini engelleme, depolamada kolaylık ve verimlilik sağlama, elleçleme yapılabilmesi, taşınabilmesi için yapılması zorunlu bir faaliyet türüdür. Ambalajlama; pazarlama açısından ürünün sunumunu kolaylaştıran, müşterilere ürün hakkında bilgi veren ve kullanımına ilişkin talimatlar barındıran bir işleve de sahiptir (Dönmez ve Akgül, 2006:4). Bununla birlikte ambalajlamanın maliyet düşürme, ürünlerin teslim sürelerini kısaltma ve işletmelerin lojistik performanslarını artırma gibi pozitif yararları bulunmaktadır (Klevas, 2006:269). Ambalajlama, hem ürünlerin korunması hem de pazarlanması amacıyla yürütülen bir lojistik faaliyettir.

Lojistik sürecinde ambalajlama; hammadde, yarı mamul, malzeme ve tüketime hazır ürünlerin taşınması, korunması, etiketlenmesi ve pazarlanması amacıyla uygulanan bir faaliyet olarak nitelendirilebilir. Ancak bu noktada ambalajlamayı, tüketime yönelik ve endüstriyel olarak ikiye ayırmak gerekmektedir. Tüketime yönelik ambalajlama; nihai tüketicilerin kullanımına sunulacak ürünler için, müşteri beğenisini kazanacak ve satın almayı cazip kılacak şekilde tasarlanmış, pazarlama odaklı bir ambalajlamayı ifade

etmektedir. Buna karşın endüstriyel ambalajlama ise; depolama, elleçleme ve taşıma işlemlerinin sorunsuz ve kolay bir şekilde yapılabilmesine olanak sağlayan ambalajlamayı ifade etmektedir (Waters, 2003: 302-303).

1.1.1.6. Elleçleme

Elleçleme veya diğer bir ifade ile elden geçirme; en basit ifade ile hammadde, yarı mamul, malzeme ve ürünlerin buldukları ortamdaki hareketleri olarak tanımlanabilir. Lojistik faaliyet kapsamında elleçleme ise; fabrika veya depolardaki ürünlerin (hammadde, yarı mamul, malzeme ve ürün) gerek görüntüleri ve gerekse teknik özellikleri değiştirilmeksizin yüklenmesi, boşaltılması ve buldukları ortamda hareket ettirilmesinin genel adıdır (Şekkeli, 2016:35). Elleçleme, ürüne herhangi bir değer katmayan ancak elleçleme faaliyetlerinde yaşanacak sorunlara veya hatalara bağlı olarak ürünlerin değerinde kayıplara yol açabilecek lojistik faaliyettir (Waters, 2003:297). Kavramın tanımından da anlaşılacağı üzere elleçleme; fiziki ve teknik yapısında değişiklik yaratmayan, ürüne herhangi bir artı değer katmayan, bulunduğu ortamda (fabrika veya depo) bir yerden alınıp başka bir yere taşınması, istiflenmesi, türlerine göre ayrılması, seçilmesi, ambalajlanması, vb. gibi faaliyetlerdir.

Taşlıyan vd. (2016)'ya göre elleçleme; depolanmış ürünlerde herhangi bir fiziki veya teknik zorlama yapılmaması koşulu ile aynı durumda korunmalarını sağlamak üzere, Gümrük İdaresinin izin ve denetlemesi altında yapılan bir takım işlemler (aktaran Taşlıyan, Çiçeklioğlu ve Yılmaz, 2016:44) olarak tanımlanmaktadır. Taşlıyan vd. (2016)'nin tanımı incelendiğinde, elleçleme faaliyetlerinin Gümrük İdaresinin izni ve denetimine tabi işlemler olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu durumun sadece ithalat yolu ile antrepolara getirilmiş veya ihraç edilmek üzere antrepolara konulmuş ürün veya malzemeler için geçerli olduğunu (Esmer, 2010:20) söylemek mümkündür. Nitekim 4458 Sayılı T.C. Gümrük Kanununun (1999) 22. Maddesinde; “gümrük gözetimi altındaki eşyanın asli niteliklerini değiştirmeden istiflenmesi, yerinin değiştirilmesi, büyük kaplardan küçük kaplara aktarılması, kapların yenilenmesi veya tamiri, havalandırılması, kalburlanması, karıştırılması ve benzeri işlemleri” elleçleme olarak tanımlanması, yukarıdaki ifadeyi destekler niteliktedir.

Lojistik kapsamında elleçleme, verimliliği artırma ve maliyetleri düşürmeyi amaçlayan faaliyetlerdir. Bu kapsamda elleçleme; yükleme ve boşaltma, bir noktadan başka bir noktaya kadar olan hareketler ve siparişlerin hazırlanması olmak üzere üç temel faaliyeti

ifade etmektedir. Elleçlemede temel amaç verimliliği arttırmak ve maliyetleri düşürmek olsa da, elleçleme faaliyetleri ile depolama faaliyetlerindeki iş yükünü azaltmak, etkin bir depolama ve depo kullanımı da sağlanmaktadır (Waters, 2003:279-280). Dolayısı ile elleçleme, lojistik faaliyetlerin sağlıklı ve sorunsuz yürütülebilmesi için gerekli ve aynı zamanda lojistik yönetiminin etkinliğini arttırıcı faaliyetler olarak nitelendirilebilir.

1.1.1.7. Taşıma

Lojistik faaliyetlerin başarıya ulaşmasında en etkili faaliyet olarak (Baki, 2004:21) kabul edilen taşıma; herhangi bir şeyin bulunduğu yerden kullanılacağı yere, özelliğini kaybetmeden ve miktarında azalma olmadan götürme işlemi olarak tanımlanmaktadır (Dursun ve Erol, 2012:370). Başka bir tanımda ise taşıma; hammadde ve yardımcı maddelerin üretildikleri yerden, bitmiş ürünlerin ise üretildikleri yerden tüketildikleri yere kadar fiziksel hareketleri olarak tanımlanmaktadır (Gattorna, 2002:169). Tarihsel süreçte taşımacılık ağırlıklı olarak insan ve hayvan gücü ile veya bunlar ile çalışan vasıtalar aracılığı ile gerçekleştirilse de, teknolojiye gelişmeler ile birlikte motor gücünün taşımacılıkta kullanılması, taşımacılık türlerinin de artmasını sağlamıştır. Günümüzde taşımacılık; karayolu, havayolu, deniz-suyolu, demiryolu ve boru hattı olmak üzere beş farklı şekilde gerçekleştirilmektedir (Dursun ve Erol, 2012:370).

Lojistiğin basit anlamda uygulandığı dönemlerde, lojistiğin tedarik ve taşıma olarak kabul edildiği dikkate alındığında, taşıma veya taşımacılığın lojistikte ana faaliyetlerden biri olduğunu söylemek mümkündür. Ekonominin küreselleşmesi ve ticari faaliyetlerin yaygınlaşmasına bağlı olarak üretim, tedarik ve pazarlar arasındaki uzaklıkların artması, beraberinde taşımacılığı daha önemli kılmıştır. Kuşkusuz bu durum taşıma maliyetlerinin artmasına, dolayısı ile taşımacılığın da lojistik faaliyetler bütçesi içinde önemli bir paya ulaşmasına yol açmıştır (Baki, 2004:22). Stock ve Lambert (2001)'e göre, taşımacılık sadece işletmelerin maliyetlerini etkileyen bir lojistik faaliyet olmayıp, ürünlerin zamanında, eksiksiz ve hasarsız gönderilmesine bağlı olarak müşteri memnuniyeti üzerinde de etkilidir. İşletmelerin taşıma faaliyetlerine ilişkin trafiklerini etkili yönetebilmeleri, hem karlılıklarının hem de etkinliğinin artmasına katkı sağlayacaktır (aktaran Şekkeli, 2016:22).

Lojistikte taşıma veya taşımacılığı bu denli önemli kılan ve dolayısı ile taşımacılığı etkileyen faktörleri şu şekilde sıralamak mümkündür (Frazelle, 2002:173-174):

- a) Teslim edilecek veya teslim alınacak ürünün bulunduğu lokasyon, taşıma maliyetleri üzerinde etkilidir.
- b) Tercih edilen taşıma türü (kara, deniz, hava, vb.), stok miktarını veya ihtiyacını etkilemektedir.
- c) Seçilecek taşıma türü, ürün veya hammaddenin paketlenme ihtiyacı ve biçimi üzerinde etkilidir.
- d) Ürün miktarı ve lokasyon, taşıma fiyatı ve hızı üzerinde etkilidir.
- e) Tercih edilen taşıma türü, ürün teslim sürecinde yükleme ve boşaltmada kullanılacak ekipmanlar üzerinde etkilidir.
- f) Yüksek miktartlı siparişler, taşıma birim fiyatlarının düşmesinde etkilidir.
- g) Müşteri beklenti ve istekleri, ürün tesliminde seçilecek taşıma biçimi üzerinde etkilidir.

Rekabetin arttığı ve karlılık oranlarının giderek azaldığı günümüz ekonomisinde, gerek tedarik süreçlerinde ve gerekse dağıtım süreçlerinde maliyetlerin optimal bir düzeyde yürütülmesi gerçekliği, işletmelerin entegre sistemleri kullanılmalarını zorunlu hale getirmiştir. Bu nedenle lojistik faaliyetler arasında en fazla maliyet getiren ve lojistik süreçlerinin sağlıklı ve sorunsuz bir şekilde yürütülmesinde etkili olan taşıma faaliyeti, giderek daha da önemli ve profesyonel anlamda yürütülmesi gereken bir faaliyet koluna dönüşmüştür. Kuşkusuz işletmelerin taşıma işlemini hangi yoldan yapacağı, kime yaptıracığı ve taşıma sürecinde hangi rotayı kullanacağı gibi seçimleri, hem rekabet gücü hem etkinliği hem de karlılığı üzerinde etkili olacaktır. İşte bu noktada lojistikte taşıma faaliyeti oldukça önemli, sistematik ve profesyonelce yapılması gereken bir faaliyet olarak ortaya çıkmaktadır.

1.1.1.8. Diğer lojistik faaliyetler

Yukarıda yedi alt başlık altında incelenen lojistik faaliyetler, temel lojistik faaliyetler olarak kabul edilmekle birlikte; alınan siparişlerin işlenmesi, satış sonrası teknik servis desteği verilmesi, fabrika depo yeri seçimi, her türlü tedarik (satın alma) faaliyetleri ile

gümrükleme işlemleri de, lojistik faaliyetler kapsamında ele alınmaktadır (Özcan, 2008:284).

Lojistik yönetiminde temel amaçlar arasında yer alan müşteri ihtiyaçlarını zamanında ve eksiksiz karşılama hedefinin başarıya ulaşmasında, müşteri taleplerinin veya diğer bir ifade ile müşteri siparişlerinin bir süreç içinde ele alınarak, müşteriye hazır hale getirilmesi etkilidir. Dolayısı ile siparişlerin alınması ve taleplerin değerlendirilerek müşterinin istediği miktar ve niteliklerde hazırlanması, sipariş işleme olarak adlandırılmaktadır. Sipariş işleme lojistik faaliyeti, müşteri ihtiyaç ve taleplerinin alınmasıyla başlayan, bir dizi işlemler sonrasında siparişlerin en uygun kanallar ile müşteriye teslimi ile son bulan bir süreçtir (Özdemir, 2004:92). Satın alma veya diğer ifade ile tedarik; işletmelerin mal ve hizmet üretmesürecinde ihtiyaç duydukları her türlü mal ve hizmeti en uygun fiyat, kalite, hız ve güvenilir tedarikçilerden temin etmelerini ifade eden bir lojistik faaliyettir (Özcan, 2008:288). Satın alma veya tedarik faaliyeti; işletmenin kaynaklarını, faaliyetlerini ve karlılığını etkileyen bir özellik taşımaktadır. Dolayısı ile satın alma veya tedarik sürecinin ne derecede etkin ve optimal yürütüldüğü, işletme açısından oldukça önemlidir.

Benzer şekilde ürün satışından sonra, üründe meydana gelebilecek arıza veya sorunların çözümüne yönelik teknik destek ve servis hizmetinin sunulması da lojistik faaliyetler kapsamında değerlendirilmektedir (Gümüş, 2009). Kuşkusuz teknik destek ve servis hizmeti, doğrudan müşteri memnuniyeti üzerinde etkisi olan ve yetersiz hizmet sunumuna bağlı müşteri memnuniyetsizliği yaratarak, lojistik faaliyetlerin nihai amacını olumsuz etkileyecek bir etkiye sahiptir. Ticaretin küreselleşmesi ile birlikte, gerek hammadde ve malzemeler ve gerekse çeşitli yarı mamul ve mamullerin uluslararası tedarikçilerden temin edilmesini zorunlu ve gerekli kılmıştır. Ancak ülkeler arasındaki ithalat veya ihracat mevzuatlarındaki farklılıklar, tedarikçilerin farklı gümrük mevzuatlarını bilme ve mevzuatlara hakim olmalarını gerektirmektedir. Ortaya çıkan bu yasal zorunluluklar, gümrük işlemlerinde uzmanlaşmayı zorunlu kılarken beraberinde gümrük işlemlerini lojistik faaliyetler kapsamında hizmet olarak sunan, uzman işletmelerin kurulmasını sağlamıştır. Gümrük işlemleri veya gümrükleme lojistik bir faaliyet olarak sunulurken, gümrükleme hizmeti alan işletmeler zaman ve maliyet kayıplarına yol açabilecek riskler ile gümrük mevzuatına aykırılıktan kaynaklanabilecek yasal yaptırımlardan kurtulabilmektedir (Uludağ, 2013:73).

Fabrika ve depo yerinin seçimi de lojistik faaliyetler kapsamında ele alınan faaliyetleridir. Çalışmanın ilerleyen başlıklarında depo yeri seçimi ayrıntılı olarak ele alınacağından, burada detaylandırılmamıştır.

1.1.2. Lojistikte Depolama

Depolama; insanlık tarihi kadar eski bir faaliyet olup, tarihsel süreçte insanların temel ihtiyaç maddelerini doğa ve çevre koşullarından koruma amacıyla yaptıkları bir işlev olarak yerine getirilmiştir. Ticaretin ortaya çıkması ile birlikte üretimde kullanılan hammadde ve malzeme ile üretilmiş mamullerin korunması, saklanması, üretim süreçlerine ve tüketiciye ulaşana kadar stoklanması amacıyla depolama yapılmıştır. Günümüzde lojistik faaliyetler arasında önemli bir yere sahip olan depolama; belirli yer veya noktalardan gelen her türlü hammadde, yarı mamul, malzeme ve bitmiş ürünlerin teslim alınarak, belirli bir süre korunduktan sonra, kullanılacağı veya tüketileceği nokta veya yerlere gönderilmek üzere hazırlanması olarak ifade edilmektedir (Keskin, 2012:97). Tanımdan da anlaşılacağı üzere depolama, üretim süreçlerinde kullanılan her türlü malzeme veya ürün ile üretilmiş ürünlerin, korunaklı ve belirli esaslara göre oluşturulmuş alanlarda bulundurulmasıdır.

Birçok doğrunun icrası olarak tanımlanan lojistiğin ifadesinde yer bulan doğru miktardaki doğru malzemenin doğru zaman ve doğru yerde, doğru fiyatla, doğru şekilde ulaşmasında ortak bileşen depolama kavramıdır (Durmuş, 2010:105) Lojistik yönetiminde depolama; zaman ve yer faydası sağlayan, aynı zamanda katma değerli hizmet sunan bir faaliyet türüdür (Görener, 2014:174). Gerek hammadde ve malzeme ve gerekse ürünlerin kullanımına kadar uygun ve güvenli bir şekilde korunması depolamanın mekan faydası iken, kullanıcı veya müşterilerin bu malzeme ve ürünlere en uygun teslim süresi içinde ulaşabilmesi ise, depolamanın zaman faydasıdır. Elleçleme, etiketleme, paketleme, mal bölme veya birleştirme, kitting, hafif montaj veya demontaj, vb. gibi depolama sürecinde gerçekleştirilen işlemler ise, depolamanın katma değerli hizmetleri arasında yer almaktadır. Farklı tedarikçilerden gelen malzeme ve ürünlerin ürün karması yapılarak aynı müşteriye sevk edilmesi ve konsolide taşıma yolu ile taşıma maliyetlerinin azaltılması ise depolamanın lojistik faydalarıdır (Tanyaş ve Baskak, 2012:2). Lojistikte depolama; bölme ve birleştirme olmak üzere iki temel fonksiyona sahip olmakla birlikte çeşitli fonksiyonları yerine getirmektedir. Lojistik depolama fonksiyonlarını şu şekilde özetlemek mümkündür (Ertek, 2012:3-5):

- a) Bölme-yığın bölme; yüksek montajlı bir ürün veya malzemenin, birden fazla alıcıya dağıtılmak üzere bölünerek sevk edilmesidir. Bu fonksiyon, düşük montajlı siparişlerin bölünmek suretiyle daha düşük maliyetli taşıma araçları ile alıcılara sevk edilmesini sağlamaktadır.
- b) Birleştirme-konsolidasyon; farklı göndericilerden gelen farklı yüklerin depolarda birleştirilerek tek bir araç ile sevk edilmesi fonksiyonudur. Birleştirme veya konsolidasyon da, taşıma-sevk maliyetlerini düşüren bir depolama fonksiyonudur.
- c) Tedarik ve talebi koordine etmek; talebin az olduğu dönemlerde veya üretim süreçlerindeki değişken durumlarda ihtiyaç duyulmayan ürünleri depolamak suretiyle, ihtiyaç duyulduğu anda yeniden kullanabilme veya sevk edebilmektir.
- d) Ürüne değer katmak; etiketlendirme, fiyatlandırma, ürün kombinasyonları oluşturma, montaj, demontaj, vb. gibi işlemler ile ürünlere katma değer yaratılması.

Yukarıda belirtilen fonksiyonların yanı sıra depolama; müşterilerden gelecek ürün veya diğer malzemelere ilişkin taleplerin sevk sürelerinin kısaltılması, ürünlerin özelliklerine göre uygun bir şekilde korunması, stok ve ürün bilgileri gibi verilerin üretici-tedarikçi firmalara zamanında ve doğru bir şekilde iletilerek üretim, tedarik ve satış süreçlerine yönelik doğru kararların alınmasına katkı sağlamaktadır (Tanyaş ve Baskak, 2012:2).

Fazla ve değişen bilginin yer aldığı yapı, küreselleşmenin etkisiyle farklı yeni ekonomik gelişmeleri beraberinde getirmiştir. İşletmelerin maliyetlerini düşürmesine ve müşterilerin isteklerinin karşılanmasına duyulan ilgi, lojistiğe verilen değer artmasına neden olmuştur. Lojistik faaliyetler arasında “Depolama” en önemlilerinden biridir. Ürünlerin doğru şekilde yer değiştirmesi ve depolama alanında fazla yer kaybının olması, işletmede depolama faaliyetlerinin önemli olduğunun göstergesidir (Gül ve Eren, 2017:1).

Lojistikte, depolama faaliyetinin çeşitli fonksiyonları olmakla birlikte, zaman ve maliyet avantajı yaratması nedeniyle taşıma veya sevkiyat fonksiyonu, depolamanın en önemli fonksiyonu olarak kabul edilmektedir (Ertek, 2012:3). Ancak lojistikte depolama; çeşitli operasyonların veya faaliyetlerin yürütüldüğü, zaman ve maliyet avantajı ile işletme faaliyetlerinde etkinlik gibi kazanımların elde edilmesine olanak sağlayan bir faaliyetler bütünüdür (Berge ve Zijm, 1999:521). Lojistik faaliyetlerin temel amacının işletme

maliyetlerini düşürme, faaliyet süreçlerinde etkinlik ve müşteri memnuniyetinin sağlanması olduğu dikkate alındığında, depolama faaliyetlerinin de sistematik ve etkin bir şekilde yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Lojistikte depolama faaliyeti altında yürütülen işler veya süreçleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Görener, 2014: 174-175):

1. Tedarikçilerden veya müşterilerden gelen ürünlerin depoya alınması
2. Hammadde, malzeme ve ürünlerin kalite, miktar, vb. gibi nitelik ve özelliklerinin kontrolü
3. Ürünlerin kabul edilmesi ve depoya yerleştirilmesi
4. Stoklama ve envanter takibi
5. Paketleme, ambalajlama, kit hazırlama, etiketleme, monta-demontaj gibi katma değer yaratabilecek faaliyetlerin veya işlemlerin yapılması
6. Ürünlerin depoya alınmadan müşterilere sevkiyatının (çapraz sevkiyat) yapılması
7. Hazırlanan ürünlerin taşınacakları araçlara atanması, yüklenmesi ve taşınması
8. İthalat- ihracat amaçlı faaliyetlerin yürütülmesi
9. İzleme, müşteri taleplerinin alınması, irsaliye ve faturalama işlemleri
10. Risk yönetimi, performans ölçümü, paydaşlar ile bilgi akışının sağlanması

Depolama faaliyetleri veya süreçlerine ilişkin bilgiler incelendiğinde; depolama sürecinde yapılan tüm işlemlerin, hammadde, malzeme ve ürünlerin depolanmasından ziyade sistematik ve etkin bir şekilde akışının sağlanmasının amaçlandığı açıktır. Ayrıca müşteri talep ve istekleri doğrultusunda ürünlerin doğru miktarda, bozulmadan, hasarsız ve zamanında müşteriye sevk edilmesi ve tedarikçi ile müşteri arasında bilgi akışının sağlanması da lojistik depolama faaliyetinin önemli işlevlerindedir.

1.1.2.1 Depo Sınıflandırması

Lojistikte depo sınıflandırması; genel olarak mülkiyet yapısına, işletme fonksiyonlarına, depolanan ürünlerin nitelik ve özelliklerine, saklama birimine, depolarda kullanılan otomasyon düzeyine, deponun dış cephe tipine, bulunduğu coğrafi konuma ve

üretim sürecine göre sınıflandırılmaktadır. Ayrıca ithalat-ihracat işlemlerinde kullanılan ve genel olarak gümrüklü sahalarda kurulmuş antrepolar da depo sınıflandırmasında yer almaktadır (Çancı ve Erdal, 2009: 82; Tanyaş ve Baskak, 2012:2). Her ne kadar depo sınıflandırması, depolama faaliyetinde gözetilen amaç veya deponun konumu, ürün ve hizmetlerin nitelik ve özellikleri ile depo mülkiyet yapısına göre yapılırsa da, bu çalışmada depolar mülkiyet yapılarına, sundukları hizmet ile amaçlarına ve diğer depo sınıflandırması olmak üzere üç alt başlıkta sınıflandırılarak ele alınmış ve incelenmiştir.

1.1.2.1.1 Mülkiyet Yapılarına Göre Depoların Sınıflandırılması

Mülkiyet yapılarına göre depolar; özel, genel, sözleşmeli ve lisanslı depolar olmak üzere dört tipe sınıflandırılmaktadır. Mülkiyet yapılarına göre depoları kısaca aşağıdaki şekilde açıklamak mümkündür (Tanyaş ve Baskak, 2012:5):

- i. *Özel depolar*; kendi ürünlerini depolama amacıyla kişi veya kurumlar tarafından işletilen depolar özel depo olarak adlandırılmaktadır. Depo yatırım (arazi, bina ve ekipman) maliyetleri ile depo operasyonları ve bu operasyonlara ilişkin her türlü gider ve sorumluluk (işçilik, vergiler, sigorta, maliyet, risk, yönetim, vb.) doğrudan depo sahibi kişi veya kurumun sorumluluğundadır. Özellikle yüksek hacim ve miktarda depolanacak ve taşınacak ürüne sahip kişi veya işletmelerin, depolama maliyetlerini azaltma amacıyla kendi depolarını kurmakta ve işletmektedir.
- ii. *Genel depolar*; genel olarak depolama ve depoculuk konularında uzmanlaşmış kişi veya kurumlar tarafından işletilen ve çok sayıda müşteriye ücret karşılığında hizmet veren depolardır. Günümüzde en yaygın ve işletmeler tarafından tercih edilen depo türü olan genel depolar, kullanıcılar açısından maliyet avantajı sağladığı gibi işletmeciye operasyonel maliyet ve verimlilik avantajı sağlamaktadır.
- iii. *Sözleşmeli depolar*; genel depolar ile benzeşen sözleşmeli depolar, müşteri veya müşteriler tarafından deponun bir bölümü veya tamamının belli bir sözleşme dahilinde kiralandığı ve risklerin mülk sahibi ile kiracı arasında paylaşıldığı depolardır. Sözleşmeli depolar lojistik depolama faaliyetlerinin, mülk sahibi veya kiracı tarafından yapılmasının mümkün olduğu, aynı zamanda elleçleme, paketleme, montaj, depolama, stok kontrol, bilgi akışı, sevkiyat, vb. gibi özelleştirilmiş ve uzmanlık isteyen depolama faaliyeti hizmeti sunabilmektedir. Sözleşmeli depolar da genel depolar gibi, müşteriye sabit depo maliyetlerinden kurtulma avantajı sağladığı gibi, aynı zamanda müşteri pazarlarına yakın

depo veya depoların seçimi ile hizmet sunum kalitesi, üretim süreçlerinde zaman faydası gibi faydalar sağlamaktadır.

- iv. *Lisanslı depolar*; işletmelerin ürettikleri ürünlerin kalitesinin ve vasfının bozulmadan güvenli bir şekilde saklanmasına olanak sağlayan depolardır. Lisanslı depo müşterileri, depolarda muhafaza ettikleri ürün karşılığı aldıkları belge ile kredi başvurusunda bulunabilecekleri gibi, aynı zamanda ürünlerini depodan çıkarmadan da satabilme ve sevkiyatını yapabilme avantajlarına sahiptir.

1.1.2.1.2 Sundukları Hizmet ve Amaçlarına Göre Depoların Sınıflandırılması

Sundukları hizmet ve amaçlarına göre depoların sınıflandırılması; genel olarak işletme fonksiyonlarına ve ürünün türü ve özelliklerine göre iki alt başlıkta yapılabilir (Tanyaş ve Baskak, 2012:3-5):

- i. İşletme fonksiyonlarına göre depo sınıflandırması: İşletme fonksiyonlarına göre depolar; geleneksel depolar, dağıtım merkezi, toplama merkezi, aktarma merkezi, sipariş işleme merkezi ve terminal depo olmak üzere altı türe ayrılmaktadır.

a) *Geleneksel depolar*; üretim ve satışı destekleme amacıyla oluşturulmuş, genel olarak giriş-çıkış hareketlerinin düşük düzeyde olduğu, işletmenin üretim tesisleri veya satış noktalarının içinde veya yakınında bulunan, ürünlerin ihtiyaç duyulacağı zamana kadar kaldıkları depolardır.

b) *Dağıtım merkezi depoları*; müşteri talep ve siparişlerinin kısa sürede karşılanması ve perakende satışa desek amaçlı kurulmuş, büyük ölçekli ve hızlı sevkiyat kabiliyetine sahip depolardır. Dağıtım merkezleri çok sayıda ürünün bulunduğu, düşük stok seviyesi ile çalışan ancak stokların devir hızının yüksek olduğu, genel olarak lojistik depolama faaliyetlerinin yapıldığı depolardır. Ürünler dağıtım merkezlerine toplu halde gelirken, küçük parçalar halinde veya adet bazında çıkışı yapılmaktadır.

c) *Toplama merkezi depoları*; tedarikçilere yakın bölgelerde kurulan ve üretim süreçlerini destekleme amacıyla faaliyet gösteren depolardır. Toplama merkezi tipindeki depolarda farklı tedarikçilerden gelen çok sayıda ve farklı nitelikteki ürünler, ürün birleştirme yöntemi ile üreticilere sevk edilmektedir. Üreticilere nakliye avantajı sunan toplama merkezi depoları, dağıtım merkezi depoları gibi düşük stok ancak yüksek stok

devir hızı ile çalışmaktadır. Toplama merkezi depoları, üretici işletmelere nakliye ve stok maliyeti avantajı sağlayan depolardır.

d) *Aktarma merkezi depoları*; farklı taşıma kanalları (deniz, hava, kara, vb.) veya aynı taşıma kanalı ile farklı araçlarla taşınan ürünlerin, kısa süreli olarak kaldığı ve başka taşıma kanalı veya araçlarına aktarımının yapıldığı depolama tesisleridir. Çapraz sevkiyat olarak adlandırılan ve ürünlerin kısa süreli bekleme sonrasında sevk edilecekleri noktalara aktarımı olarak adlandırılan lojistik taşıma faaliyetinin gerçekleştirildiği aktarma merkezleri, işletmelere zaman ve taşıma maliyeti sunan depolardır. Günümüzde kargo firmalarının yaygın olarak kullandıkları depolar, aktarma merkezi depolarına örnek olarak verilebilir.

e) *Sipariş işleme merkezi depoları*; tek bir firmanın olabileceği gibi farklı firmaların çeşitli ürünlerinin, bireysel müşteri siparişleri doğrultusunda ambalajlanarak sevkiyatının yapıldığı depolardır. E-ticaretin yaygınlaşması ile birlikte önem kazanan sipariş işleme merkezleri, internet veya telefon üzerinden alınan tüketici-müşteri ürün taleplerinin karşılandığı depolardır.

f) *Terminal depo*; büyük ölçeğe sahip piyasa merkezlerinde kurulan, genel olarak büyük ölçek ve alana sahip, üretici, tedarikçi, dağıtıcı ve lojistik faaliyet gösteren firmalara hizmet veren depolardır. Terminal depolar; alan, altyapı, teknoloji anlamında yeterli olanaklara sahip, ulaşım kanallarına yakın veya bağlantılı, 7/24 faaliyet gösterebilen, her türlü olanağa sahip depo ve ofislerin yer aldığı ve her türlü depolamanın yapılabildiği yüksek kalite ve nitelikli depolardır.

ii. Ürünün türü ve özelliklerine göre depo sınıflandırması: Ürünün türü ve özelliklerine göre depolar; gıda depoları, soğuk hava depoları, ilaç ve ecza depoları ile tehlikeli madde depoları, ev-ofis eşyası depoları, askılı ürünler depoları, akışkan ürünler depoları belge-dokümantasyon depoları olarak ayrılmaktadır (Tanyaş ve Baskak, 2012:6-7):

a) *Gıda depoları*; her türlü işlenmiş ve işlenmemiş gıdaların, hijyen ve sağlık koşullarına uygun bir şekilde korunabilmesine olanak sağlayacak şekilde bina, teknik, donanım ve işletme koşullarında oluşturulmuş depolardır. Gıda depoları ürünün özelliklerine göre ısı, havalandırma, raf sistemi, taşıma, depolama, istifleme, vb. gibi bir arada bulunduran depolardır.

b) *Soğuk hava depoları*; hava, sıcaklık, nem gibi koşullara bağlı bozulma veya kalitesini kaybetme riski içeren ürünlerin depolanmasına olanak sağlayan ve genel olarak soğuk zincirin kırılmaması amacıyla sürekli ısı kontrolünün yapılabildiği, donmuş veya soğuk ürünlerin depolandığı kapalı alanlardır. Daha çok et, balık, süt ve süt ürünleri, sebze, meyve, vb. gibi ısı ile temas ettiğinde kolaylıkla bozulabilecek ürünler ile ilaç, vb. gibi bozulabilir ürünlerin depolandığı soğuk hava depoları, ürünlerin raf ömürlerini uzatmak ve ticari değer kaybını önlemek amacıyla kullanılan depolardır.

c) *İlaç ve ecza depoları*; ilaç ve kozmetik ürünlerinin talep edileceği ana kadar saklandığı, talep edildiğinde sağlık kuruluşları, eczaneler ve kozmetik satıcılarına toplu veya parça siparişler bazında sevk edildiği depolardır. İlaç ve ecza depoları; bazı ilaç ve kozmetik ürünlerin ısı, hava, nem, vb. gibi koşullarda bozulabilme riski taşıması nedeniyle, bünyelerinde soğuk hava depolarının da yer aldığı depolardır.

d) *Tehlikeli madde depoları*; tehlikeli madde sınıflandırmasına giren her türlü katı, sıvı ve gaz maddelerin, insan ve çevreye zarar vermesini engelleyecek şekilde depolanmasına uygun olarak üretilmiş ve her türlü güvenlik önemlerinin alındığı depolardır. Tehlikeli madde depolaması çalışmanın 1.2.5. başlığı altında ele alınacağından, bu başlık altında detaylandırılmamaktadır.

Ürünün türü ve özelliklerine göre diğer depolar; Genel olarak tekstil ürünlerinden ütülenmiş ve ütülü olarak kalması gereken ürünlerin saklandığı depolar, “askılı ürün depoları” olarak adlandırılmaktadır. Akışkan veya sıvı özelliklere sahip (petrol, yağ, vb.) ürünlerin korunması veya saklanmasına yönelik üretilmiş depolar, “akışkan ürünler depoları” olarak adlandırılmaktadır. Yasal mevzuat gereği belirli sürelerde saklanması zorunlu olan belgeler ile işletme veya kurumlar açısından saklanması önem taşıyan belgelerin saklandığı, kayıt altına alındığı, tarama ve imhasının yapıldığı depolar, “belge-dokümantasyon depoları” veya yaygın olarak kullanıldığı hali ile “arşiv” olarak adlandırılmaktadır. Ürün türü ve özelliklerine göre depo türleri arasında yer alan bir diğer depo türü ise; her türlü ev ve ofis mobilyalarının belirli süreyle korunması amacıyla ve özellikle mobilya depolamasına olanak sağlayacak şekilde dizayn edilmiş depolar, ev-ofis eşyası depolarıdır.

1.1.2.1.3 Diğer Depo Türleri

Diğer depo türleri sınıflandırması içine;

- i. Hammadde, yarı mamul, ürün ve teknik malzeme gibi aynı tür ve nitelikte ürünlerin depolanması için yapılmış (üretim sürecine göre) depolar,
- ii. Açık hava, betonarme, çelik konstrüksiyon, yer altı, tanker, vb. gibi yapıldığı malzemenin türü veya yapıldığı alan-yere göre adlandırılan (dış cephe tipine göre) depolar,
- iii. Ürünlerin saklanması durumuna göre (dökme ve parça mal depoları) depolar,
- iv. Deponun bulunduğu konuma göre (merkezi, bölgesel ve cep depoları) depolar,
- v. Deponun sahip olduğu teknik ekipman ve teknolojiye göre (otomasyon) düşük irtifalı, yüksek irtifalı ve otomatik depolar,
- vi. Gümrüklü sahalarda kurulmuş ve ithalat-ihracat mallarının korunmasına olanak sağlayan antrepolar girmektedir.

Yukarıdaki sınıflandırmaya dikkat edildiğinde, belirtilen depo türlerinin (Antrepolar hariç); ürünün türü ve nitelikleri ile işletme fonksiyonlarına göre depo sınıflandırması içinde değerlendirilebilecek depo türleri olduğunu söylemek mümkündür. Antrepolar ise; bulunduğu ülkenin Gümrük Mevzuatına tabi ve gümrük idarelerince işletilen depolardır. Antrepolara giren veya çıkan ürün ve malzemelerin hareketleri resmi yetkililer gözetimi altında gerçekleşmekte olup, ithalat veya ihracat amaçlı ürünler depolanabilmektedir. Antrepoda bulunan ürünler ulusal pazarlara dağıtılincaya kadar devlet kontrolünde olup; korunması ve sevkiyatı ilgili Gümrük Mevzuatı hükümleri çerçevesinde yapılmaktadır.

1.1.3. Lojistik Faaliyetlerin Önemi

Lojistik faaliyetlerin ve dolayısı ile lojistik yönetiminin temelinde; üretim süreçlerinde kullanılacak her türlü malzemenin ilk kaynağından alınarak ürün haline gelinceye kadar işleneceği süreçlerde ve nihai tüketiciye ulaşana kadar geçen aşamalarda, bütünleşik bir yaklaşım içerisinde planlı ve koordine bir anlayışla faaliyetlerin yürütülmesi yatmaktadır. Dolayısı ile lojistik yönetimi; tedarik, üretim süreci, dağıtım ağı ve pazarlar arasındaki koordinasyonun kurularak, en düşük maliyet ve en yüksek kalitede ürün ve hizmetin

üretilek müşterilere sunulmasını amaçlayan faaliyetler bütündür. Bu bağlamda lojistik faaliyetler işletmeler açısından maliyet, kalite, karlılık ve müşteri memnuniyeti sağlama ve sektördeki diğer rakip işletmelere karşı rekabet avantajı elde etme açısından önem taşımaktadır.

Kuşkusuz işletmeler açısından lojistik faaliyetleri bu denli önemli kılan küresel ve ekonomik faktörler bulunmaktadır. Gerek ticaretin küreselleşmesi, gerek teknolojiadaki gelişmeler ve gerekse müşteri ihtiyaç ve beklentilerindeki değişiklikler, lojistik faaliyetlerin önemini giderek arttırmıştır. Bunlarla birlikte rekabete bağlı pazar daralması, sık sık yaşanan ekonomik krizler, üretim süreçlerindeki ve ürün yelpazesindeki çeşitlilik, taşıma maliyetlerindeki artış, yüksek nitelik ve değerdeki ürünlerin artması, yasaların getirdiği yükümlülük ve yaptırımlar, iletişim kanallarının yaygınlaşması, vb. (Özcan, 2008: 295) gibi çok sayıdaki faktör de lojistik faaliyetlerin önemini arttırmış aynı zamanda lojistik faaliyetlerin bütünleşik ve sistematik bir şekilde yürütülmesini zorunlu kılmıştır.

Gelişim süreci çok eskilere dayanmamakla birlikte günümüzde lojistik faaliyetler, işletmelerin üretim süreçlerine ve dolayısı ile faaliyetlerine pozitif katkı sağlamanın yanı sıra işletme etkinliği ve verimliliğinin de artırılmasını sağlamaktadır. Lojistik faaliyetler, müşteri memnuniyeti başta olmak üzere işletmenin amaç ve hedeflerine ulaşmasında kullanılan bir araç olarak kabul edilebilir. Özellikle yüksek rekabet koşullarının ve hızlı bir değişimin yaşandığı ekonomik faaliyetlerde, işletmelerin başarısı tedarik zinciri ve lojistik yönetimi faaliyetlerinin etkinliğine bağlıdır (Kayabaşı ve Özdemir, 2008:196).

Kayabaşı'na göre lojistiği önemli kılan veya diğer bir ifade ile lojistik faaliyetlerin fonksiyonlarının önem taşıdığı noktalar veya unsurlar aşağıdaki gibidir (2010:85-91):

- a) Lojistik faaliyetler; şekil, zaman, mekan ve sahiplik faydaları ile işletmelere rekabet avantajı yaratmaktadır.
- b) Lojistik faaliyetler pazarlama fonksiyonu ile işletmelerin karlılıkları, tedarikçiler ve müşterilere azami zaman ve yer faydası sağlamaktadır. Pazarlama fonksiyonu ile lojistik faaliyetler işletmelere; müşteri memnuniyeti sağlama, etkin pazarlama tekniklerinin kullanılarak satışların artırılması ve üretim etkinliği gibi pazarlarda ayrıcalık ve avantaj sağlayabilmektedir.

c) Lojistik faaliyetler sadece işletmeler açısından avantaj sağlamakla kalmayıp aynı zamanda ülke ekonomilerine de değer katmaktadır. Tedarik zinciri sürecinde üretim noktalarından, tüketim noktalarına doğru mal ve hizmetlerin dağıtımı ile ortaya çıkan katma değer, ülkelerin GSMH içinde önemli bir paya sahiptir. Bununla birlikte lojistik faaliyetlerin faiz oranları, enflasyon, verimlilik, enerji maliyetleri ve enerjiye ulaşılabilirliği üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Sonuç olarak lojistik; gerek içerdiği faaliyetler ve gerekse işletmelerin karar verme, planlama, koordinasyon, bilişim sistemleri, proje yönetimi, vb. gibi çeşitli faaliyetleri ile olan ilişkisi ve bu faaliyetleri kapsama özelliği ile günümüz ekonomi dünyasında oldukça önemli bir pozisyona ulaşmış ve giderek daha da önem kazanan bir yapıya bürünmüştür denilebilir. Günümüzde gerek hizmet ve gerekse üretim işletmelerinin faaliyetlerindeki başarıları ve karlılıkları, dolayısı ile işletmelerin varlıklarını sürdürebilmelerinde, lojistik faaliyetleri ve lojistik yönetimini ne derecede etkin uyguladıkları ile yakından ilgilidir.

1.2. Tehlikeli Maddeler ve Tehlikeli Madde Lojistiği

Günlük yaşamın her alanında ve her anında karşımıza çıkması muhtemel olan veya farkında olmadan karşılaştığımız tehlikeli maddeler; evlerimizde veya çalıştığımız işyerlerindeki kullandığımız temizlik maddelerinden araçlarımızda kullandığımız yakıtlara, sağlık sektöründeki tıbbi tedavi süreçlerinde kullanılan malzeme ve uygulamalarda, tarımda, madencilikte, askeri faaliyet ve birliklerde ve pek çok ürünün üretiminde, kısacası hayatımızın her alanında ve anında bizlerdedir. İnsanın yaşamının her alanında yer alan tehlikeli maddeler, günlük yaşam sürecinde lojistik faaliyetler kapsamında yer alan taşımacılık ve depolama faaliyetleri ile dünyanın her yerinde ve durmaksızın taşınmakta ve depolanmaktadır. Çalışmanın bu başlığı altında tehlikeli maddeler ve tehlikeli maddelerin lojistiği ayrıntılı bir şekilde ele alınarak incelenmiş, tehlikeli madde lojistiğinin riskleri ortaya konulmuştur.

1.2.1. Tehlikeli Maddeler

Kavramsal olarak tehlikeli madde en basit ifade ile insana, doğaya ve diğer canlılara zarar verme olasılığı olan veya zarar veren maddeler olarak tanımlanabilir. Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE) tarafından 1957 yılında düzenlenen ve 1968 yılında yürürlüğe giren, 2010 yılında Türkiye'nin taraf olduğu ADR (Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması)'de

(TMGD,2013) tehlikeli maddeler; “kimyasal ve fiziksel yapısı itibariyle elde edilmesi, işlenmesi, saklanması, paketlenmesi, kullanılması, atılması ve taşınması çevreye, insanlara ve doğal hayata zararlı olabilecek tüm maddelere tehlikeli maddeler denir” olarak tanımlanmaktadır (ADR, 2017). ADR'nin tanımı dikkate alındığında tehlikeli madde veya maddeler, insanlara, hayvanlara ve doğaya zarar verebilecek nitelikte kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip maddeler olarak ifade edilmektedir.

Avustralya Hükümeti tarafından yayınlanan Tehlikeli Maddeler Yönetmeliğinde; içeriğinde tehlikeli kimyasallar, maddeler, mallar, atık maddeler ve radyoaktif maddelerden birini veya daha fazlasını barındıran maddeler, tehlikeli madde olarak sıralanmaktadır. Yönetmelikte tehlikeli maddeler; fiziksel, kimyasal veya akut toksisite özellikleri ile insanlara, canlılara ve doğaya anında bir tehlike oluşturması muhtemel maddeler olarak tanımlanmaktadır (Australian Government, 2016:3-5). Gerek ADR ve gerekse Avustralya Hükümeti tarafından yayınlanan yönetmelikteki tanımlar incelendiğinde; tehlikeli maddelerin benzer şekilde tanımlandığını söylemek mümkündür. Bu durumu; tehlikeli maddelere ilişkin uluslararası anlamda ortak bir görüş birliğinin olduğu, Birleşmiş Milletler Alt Komisyonu tarafından hazırlanan anlaşmayı tüm dünya devletlerinin ortak bir çerçeve olarak benimsedikleri şeklinde açıklamak mümkündür. Nitekim 22 Mart 2010 tarihinde Türkiye’de ADR Anlaşmasına taraf ülke olarak (UTİKAD, 2010), tehlikeli maddelere ilişkin uluslararası görüş ve eylem birliğinin bir parçası olmuştur.

Maddeleri, organizmaları ve en önemlisi insanları olumsuz yönde etkileyebilen katı, sıvı veya gaz haldeki radyoaktif, toksik, boğucu, yanıcı ve patlayıcı maddeler "Tehlikeli Materyaller" olarak adlandırılır. Tehlikeli madde taşımacılığı ve depolaması, diğer nakliye operasyon türlerine ek olarak risk faktörlerini taşır. Ayrıca, uygun depo seçimi, riskli koşullara dikkat eden birden fazla ölçütün değerlendirildiği sorunlu bir konudur (Sezer vd. 2016:63). Tehlikeli maddeler içerikleri veya fiziksel yapıları gereği üretim, taşıma, depolama, kullanım ve bertaraf edilmeleri sürecinde canlılara ve doğaya zarar verme riski bulunan veya zarar veren maddeler olarak tanımlanmaktadır. Örneğin sağlık hizmetlerinde yaygın olarak kullanılan enjektör, kullanımdan önce olası bir risk taşımazken kullanımdan sonra kan yolu ile bulaşan hastalıkları başka canlılara bulaştırma riski nedeniyle tehlikeli madde atığı olarak kabul edilebilir. Buna karşın savunma sanayiinde kullanılan silah ve mühimmatlar, radyoaktif madde içeren piller, günlük yaşamda temizlik amacıyla kullanılan asidik özellikteki kimyasallar, vb. gibi maddeler ise, canlılar ve doğa için doğrudan risk

içerdikleri için tehlikeli madde olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda tehlikeli maddeleri, içerdikleri risklere göre sınıflandırılan, çevreye ve canlılara zarar verme potansiyeline sahip maddeler olarak da tanımlanabilir.

1.2.2. Tehlikeli Maddelerin Sınıflandırılması

Uluslararası alanda tehlikeli maddeler taşıdıkları risklere veya diğer bir ifade ile maddelerin içerdikleri risk kriterlerine göre sınıflandırılmakta olup, bu sınıflandırma genel kabul görmüş bir sınıflandırma biçimidir. Tehlikeli maddeler içerdikleri yanma, patlama, bulaşıcı, vb. gibi içerdikleri risklere göre dokuz ana grupta sınıflandırılırken, taşıdıkları düşük, orta ve yüksek risk düzeyine göre kademelendirilmektedir. Tehlikeli maddeler içerdikleri risk bakımından; patlayıcı, gazlar, yanıcı sıvılar, yanıcı katı maddeler, oksitleyiciler, zehirli ve bulaşıcı maddeler, radyoaktif maddeler, aşındırıcı asidik maddeler ve farklı tehlikelere sahip maddeler olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Ayrıca tehlikeli maddeler taşıdıkları risk düzeyleri düşük ise Paketleme Grubu I, risk düzeyi orta ise Paketleme Grubu II ve yüksek risk düzeyindeki maddeler ise Paketleme Grubu III olarak belirtilmektedir. Benzer şekilde bazı tehlikeli maddelerin, içerdikleri risk ve kimyasal özelliklerine göre kendi içlerinde de birinci sınıf ve ikinci sınıf olarak ayrılmaktadır. Örneğin tehlikeli maddelerden gazlar kendi içlerinde yanıcı ve zehirli gazlar olarak ayrılmakta ve bu ayırım doğrultusunda sınıflandırılmaktadır. Benzer şekilde patlayıcı maddeler de kendi içlerinde kütle halinde patlayıcılar, parça tesirli patlayıcılar, yangın çıkaran patlayıcılar, vb. gibi ayrılmaktadır (ADR, 2013:113-270).

Tehlikeli maddelerin sınıflandırılmasında, her tehlikeli madde grubu için bir alt sınıf numarası, bir harf ve bir kimlik numarası (UN) verilmektedir. Aşağıdaki Çizelge 1.2'de tehlikeli maddelerin sınıflandırması ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Çizelge 1.2 Tehlikeli Madde Sınıflandırması

UN Sınıfı	Tehlikeli Madde Türü	Alt Sınıf	Sınıf İsmi
1	Patlayıcı Maddeler	1.1- 1.6 arasında alt sınıfa ayrılmıştır	1.1 kütle halinde patlama özellikli maddeler 1.2 parça tesirli patlama özellikli maddeler 1.3 yangın çıkarma riski olan maddeler 1.4 belli bir karakteristiği olmayan maddeler 1.5 kütle haline patlama riski olan çok duyarsız maddeler 1.6 kütle halinde patlamayan duyarsız maddeler
2	Gazlar	2.1- 2.3 arasında alt sınıfa ayrılmıştır	2.1 yanıcı gazlar 2.2 yanıcı ve zehirli olmayan gazlar 2.3 zehirli gazlar
3	Yanıcı Sıvılar	3.1- 3.3 arasında alt sınıfa ayrılmıştır	3.1 zehirli yanıcı sıvılar 3.2 aşındırıcı yanıcı sıvılar 3.3 patlayıcı yanıcı sıvılar
4	Katılar	4.1- 4.3 arasında alt sınıfa ayrılmıştır	4.1 yanıcı katı maddeler 4.2 kendiliğinden tepkimeye giren yanıcı katı maddeler 4.3 ıslanığında yanıcı gaz üreten katı maddeler
5	Oksitleyiciler	5.1 ve 5.2 arasında alt sınıfa ayrılmıştır	5.1 oksitleyici maddeler 5.2 organik peroksitler
6	Zehirli ve bulaşıcı maddeler	6.1 ve 6.2 arasında alt sınıfa ayrılmıştır	6.1 zehirli maddeler 6.2 bulaşıcı maddeler
7	Radyoaktif maddeler	Alt sınıfa ayrılmamıştır	
8	Aşındırıcı maddeler	Alt sınıfa ayrılmamıştır	
9	Diğer tehlikeli maddeler	Alt sınıfa ayrılmamıştır	

Kaynak: ADR, 2013:113-253.

Bu çalışmada tehlikeli maddeler, Birleşmiş Milletler Alt Komisyonu (ADR) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre ele alınmış ve alt başlıklar halinde incelenmiştir. Birleşmiş Milletler Alt Komisyonu tarafından yapılan sınıflandırmada yer alan tüm tehlikeli

maddelere ilişkin tanım ve açıklamalar, ADR anlaşması esas alınarak ve anlaşmaya atıf yapılarak bu çalışmada ele alınmıştır (ADR, 2013:113-271).

1.2.2.1. Patlayıcı madde ve nesnelere

Tehlikeli madde sınıflandırmasının I. Sınıfında yer alan patlayıcı maddeler ve nesnelere; içerdikleri kimyasal maddelere bağlı olarak ısı, basınç ve diğer faktörlerin bir araya gelmesine bağlı olarak patlama, yanma ve yangın çıkarma özelliği olan maddelerdir. Patlayıcı madde ve nesnelere, kendi içlerinde patlama özellikleri ve patlamanın açığa çıkış şekillerine bağlı olarak altı sınıfa ayrılmaktadır. Alt sınıflandırmada her patlayıcı madde ve nesne, bağlı bulunduğu sınıf ve bölüm numarası ile gösterilmektedir. Patlayıcı madde ve nesnelere ilişkin alt sınıflandırma ve her bölümde yer alan patlayıcı maddeler aşağıdaki gibidir.

Tehlikeli madde ve nesnelere sınıflandırmasında 1.1 sınıf ve bölüm numarası ile numaralandırılan patlayıcı maddeler; kütle halinde patlama tehlikesi olan madde ve nesnelere olup, kütle halinde patlama bir anda ve hemen hemen tüm yükü etkileyebilecek patlama olarak tanımlanmaktadır. Bu gruptaki maddelere TNT ve dinamit örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta kütle halinde patlama riski olan madde ve nesnelere aşağıdaki Şekil 1.2'deki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.2 Kitle Halinde Patlama Özellikli Tehlikeli Madde ve Nesnelere Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

Tehlikeli madde ve nesnelere sınıflandırmasında 1.2 sınıf ve bölüm numarası ile numaralandırılan patlayıcı maddeler; kütle halinde patlama özelliği olmayan buna karşın patlama ile parça tesirli ve fırlama tehlikesi olan patlayıcılardır. Bu gruptaki patlayıcı

maddelere el bombası örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta parça tesirli patlama riski olan madde ve nesnelere aşağıdaki Şekil 1.3'teki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.3 Parça Tesirli Tehlikeli Madde ve Nesnelere Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

Tehlikeli madde ve nesnelere sınıflandırmasında 1.3 sınıf ve bölüm numarası ile numaralandırılan patlayıcı maddeler; genel olarak patlama esnasında ve sonrasında yangın çıkarma riski olan ve kısmen parça tesirli patlama özelliğine sahip patlayıcı madde ve nesnelere olarak tanımlanmaktadır. Bu gruptaki patlayıcı maddelere sıvı yakıt içeren patlayıcılar örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta patlama esnasında ve sonrasında yangın çıkarma riski olan madde ve nesnelere aşağıdaki Şekil 1.4'teki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.4 Patlama Esnasında ve Sonrasında Yangın Çıkarma Riski Olan Tehlikeli Madde ve Nesnelere Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

Tehlikeli madde ve nesnelere sınıflandırmasında 1.4 sınıf ve bölüm numarası ile numaralandırılan patlayıcı maddeler; genel olarak taşıma esnasında tutuşma veya tepkimeye

bağlı patlama riski taşıyan, buna karşın patlamanın etkisinin sadece tehlikeli maddenin taşındığı paket ile sınırlıdır. İşaret roketi, hava yastığı ve maytap bu gruptaki tehlikeli maddelere örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta belli bir karakteristiği olmayan, patlama etkisi taşındığı paket ile sınırlı olan madde ve nesnelere aşağıdaki Şekil 1.5'teki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.5 Belli Karakteristiği Olmayan ve Patlama Etkisi Paket ile Sınırlı Olan Tehlikeli Madde ve Nesnelere Etiket

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

Tehlikeli madde ve nesnelere sınıflandırmasında 1.5 sınıf ve bölüm numarası ile numaralandırılan patlayıcı maddeler; genel olarak kütle halinde patlama riski taşıyan, ancak normal koşullarda taşınması, tepkimenin başlaması veya yanma halinde patlama hassaslığı ve riski oldukça düşük düzeyde olan, diğer bir ifade ile çok duyarsız tehlikeli madde ve nesnelere. İfadelerden de anlaşılacağı üzere bu gruptaki maddeler, dış etkilerden bağımsız ve bu etkilere bağlı olarak patlama riski düşük tehlikeli maddelerdir. Uluslararası taşımacılıkta kütle halinde patlama riski taşıyan buna karşın patlama olasılığı oldukça düşük tehlikeli madde ve nesnelere aşağıdaki Şekil 1.6'daki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.6 Kütle Halinde Patlama Riski Taşıyan Ancak Patlaması Zor Tehlikeli Madde ve Nesnelere Etiket

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

Tehlikeli madde ve nesnelere sınıflandırmasının son sırasında yer alan 1.6 sınıf ve bölüm numarası ile numaralandırılan patlayıcı maddeler; kütle halinde patlama tehlikesi bulunmayan ve aşırı derecede düşük hassasiyete sahip, duyarsız madde nesnelere dir. Bu gruptaki maddeler genel olarak bir patlamayı tetikleyici maddeler olup, kaza sonucu patlama riskleri bulunmamaktadır. Uluslararası taşımacılıkta kütle halinde patlama riski olmayan duyarsız tehlikeli madde ve nesnelere aşağıdaki Şekil 1.7'deki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.7 Kütle Halinde Patlama Riski Olmayan Duyarsız Tehlikeli Madde ve Nesnelere Risk Etiket

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

1.2.2.2. Gazlar

Tehlikeli maddeler sınıflandırmasında sınıf 2 başlığı; “saf gazlar veya gaz karışımları ile bir veya birden fazla madde-nesne içeren gaz ve gaz karışımlarını” kapsamaktadır. Ayrıca 50 °C ‘de 3.0 bardan daha fazla buhar basıncı veya 20 °C’de ve standart 1.01 bar basınçta tamamen gaz olan maddeleri ifade etmektedir.

Bu sınıfta yer alan madde ve nesnelere (aerosoller ve basınç altındaki kimyasallar hariç), taşıdıkları tehlikeye göre; A-Asfiksant, O-Yükseltgen, F-Alevlenir, T-Zehirli, TF-

Zehirli, Alevlenir, TC-Zehirli, Aşındırıcı, TO-Zehirli, Yükseltgen, TFC-Zehirli, Alevli, Aşındırıcı ve TOC-Zehirli, yükseltgen, aşındırıcı, olarak gösterilmektedir. Gazların ve gaz karışımlarının tehlike özelliklerine göre gruplandırıldığı bu kodlamada, T harfi ile gösterilen gazlar ve gaz karışımları en tehlikeli gazlar olarak nitelendirilirken, F harfi ile gösterilen gazlar ve gaz karışımları A ve O harfi ile gösterilen gazlar ve gaz karışımlarına göre öncelikli tehlikeli madde olarak nitelendirilmektedir.

Gazlar kendi içinde yanıcı, yanıcı ve zehirli olmayan ve zehirli gazlar olmak üzere üç alt sınıfa ayrılmaktadır. Alt sınıflandırmada her gaz, bağlı bulunduğu sınıf ve bölüm numarası ile gösterilmektedir. Tehlikeli gazlar sınıflandırmasının birinci sırasında yer alan yanıcı gazlar 2.1 bölüm numarası ile gösterilmektedir. Yanıcı veya alevlenir gazlar 1.01 bar basınç ve 20 °C derecedeki gazlardır. Bu grupta yer alan gazlar hava ile temas ettiklerinde (en az %12 hava karışımında) veya 1.01 bar basınç altında yanma özelliğine sahiptirler. Günlük yaşamda kullanılan doğalgaz, LPG, kaynak işlerinde kullanılan hidrojen, metan, karbon monoksit ve asetilen gibi gazlar, yanıcı gazlara örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta yanıcı gazlar aşağıdaki Şekil 1.8'deki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.8 Yanıcı Gazlar Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

Tehlikeli gazlar sınıflandırmasının ikinci sırasında yer alan yanıcı ancak zehirleme özelliği olmayan gazlar 2.2 bölüm numarası ile gösterilmektedir. Basınçlı, sıvılaştırılmış, basınç altında soğutulmuş sıvılaştırılmış, çözelti içinde sıkıştırılmış ve okside edilmiş gazlar, yanıcı ancak zehirli olmayan gazlar olarak nitelendirilmektedir. Argon, Helyum, Karbondioksit, Hava Gazı, Oksijen bu gruptaki gazlara örnek olarak verilebilir (Polat, 2018). Uluslararası taşımacılıkta yanıcı ancak zehirli olmayan gazlar aşağıdaki Şekil 1.9'deki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.9 Yanıcı Ancak Zehirli Olmayan Gazların Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

Tehlikeli gazlar sınıflandırmasının üçüncü ve son sırasında zehirli gazlar yer almakta ve 2.3 bölüm numarası ile gösterilmektedir. Genel olarak insan ve diğer canlılar üzerinde etkisi olan, sağlığı ve yaşamı tehdit eder niteliğe sahip gazlar zehirli gaz olarak nitelendirilmektedir. Bazı gazların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri kanıtlanmamış olsa da, hayvanlar üzerinde yapılan testlerde LC50 değeri 5000 ml/m³ olan gazlar da zehirli gaz olarak kabul edilmektedir. Amonyak, Flor, Prüssik Asit, Klorit, Karbon monoksit (Polat, 2017) gibi gazlar zehirli gazlara örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta zehirli gazlar aşağıdaki Şekil 1.10'daki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.10 Zehirli Gazlar Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

1.2.2.3. Yanıcı sıvılar

Tehlikeli maddeler sınıflandırmasında sınıf 3 başlığı yanıcı sıvılardır. Yanıcı sıvılar; “sıvı-sıvı karışımları, solüsyon veya süspansiyon içinde katı içeren (boya, vernik, vb. gibi ancak içerdiği tehlike özelliği nedeniyle başka sınıflarda olan maddeler hariç) ve 60 °C’de

yanan veya 37.8 °C'de parlayan sıvılar olarak tanımlanmaktadır (Akyürek, 2015:12). Gazolin, mürekkep, parfüm, boya, kerosen, alkol ve yapıştırıcılar yanıcı sıvılara örnek olarak verilebilir. Yanıcı sıvılar sıvının özelliğine göre; zehirli, aşındırıcı ve patlayıcı yanıcı sıvılar olmak üzere üç alt sınıfa ayrılmaktadır. ADR'nin sınıflandırmasında 3.1 sınıf ve bölüm numarası ile gösterilen zehirli yanıcı sıvılar; genel olarak 60 °C'de yanan ve yanma sonucunda zehirli buhar çıkaran sıvılardır. Alkol, pestisit (arsenikal, civa esaslı, vb.) ve izosiyantlar ile izosiyant çözeltileri zehirli yanıcı sıvılara örnek olarak verilebilir. Sınıflandırmada 3.2 ile sınıf ve bölüm numarası ile gösterilen aşındırıcı yanıcı sıvılar; yanma ve bulunduğu ortam veya zemin üzerinde aşındırma tehlikesi bulunan sıvılardır. Boya, vernik, emaye, renklendirici, lake, cila, parlatma sıvı dolgu ve sıvı vernik dahil bazı sıvılar, aşındırıcı yanıcı sıvılara örnek olarak verilebilir. Sınıflandırmada 3.3. sınıf ve bölüm numarası ile gösterilen yanıcı ve patlayıcı sıvılar ise; hem yanma hem de tepkimeye bağlı patlama riski taşıyan sıvılardır. İçeriğinde %30'dan az nitrogliserin bulunan sıvılar bu gruba örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta yanıcı sıvılar aşağıdaki Şekil 1.11'deki risk etiketleri ile belirtilmektedir.



Şekil 1.11 Yanıcı Sıvılar Risk Etiketleri

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

1.2.2.4. Yanıcı katı maddeler

Tehlikeli maddeler sınıflandırmasının 4. sınıfında yer alan yanıcı katı maddeler; 4.1 yanıcı maddeler, 4.2 kendiliğinden tepkimeye giren yanıcı katı maddeler ve 4.3 ısılandığında yanıcı gaz üreten katı maddeler olmak üzere üç alt sınıfta toplanmaktadır. 4.1 sınıf ve bölüm numarası ile ifade edilen yanıcı katı maddeler; sürtünme sonucu yanabilen, dışarıya ısıveren tepkimelerde kendiliğinden reaksiyona giren katı maddelerdir. Etkisi yeterince azaltılmamış, buna karşın hassasiyeti azaltılmış patlayıcılar da yanıcı katı maddeler grubundadır. Kuru ot,

saman, mangal kömürü (Polat, 2017) bu gruptaki katı maddelere örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta yanıcı katı maddeler aşağıdaki Şekil 1.12'deki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.12 Yanıcı Katı Maddeler Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

4.2 sınıf ve etiket numarası ile gösterilen kendiliğinden tepkimeye giren yanıcı katı maddeler; ortam koşullarına bağlı olarak kendiliğinden ısınarak veya hava ile temasa bağlı olarak ısınmaya bağlı yanabilen katı maddelerdir. Alüminyum Tozu, Sellüloid, Naftalin, Kırmızı Fosfor, Filmler, Neft Yağı ve Kuru Lifler vb.(Polat, 2017) gibi katı maddeler, kendiliğinden tepkimeye giren yanıcı maddelere örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta kendiliğinden tepkimeye giren yanıcı katı maddeler aşağıdaki Şekil 1.13'teki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.13 Kendiliğinden Tepkimeye Girerek Yanan Katı Maddeler Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

4.3 sınıf ve bölüm numarası ile gösterilen ıslandığında yanıcı gaz üreten katı maddeler, etiket adından da anlaşılacağı üzere su ile temas etmesi halinde yanabilen, yanıcı gaz ve gaz buharı çıkartan katı maddelerdir. Bu gruptaki katı maddelere; Alkalin alaşımlar, Baryum, Karpit, Ferro Silisyum, Natriyum ve Magnezyum (Polat, 2017) örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta ıslandığında yanan veya yanıcı gaz üreten katı maddeler aşağıdaki Şekil 1.14'teki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.14 Islandığında Yanan veya Yanıcı Gaz Üreten Katı Maddeler Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

1.2.2.5. Oksitleyiciler

Tehlikeli madde sınıflandırmasının 5. sınıfında yer alan oksitleyici maddeler veya oksitleyiciler; kendi içlerinde yanıcı olmamalarına rağmen, içerdikleri oksijeni açığa çıkarmak suretiyle başka maddelerin yanmalarını kolaylaştıran veya yanmalarını sağlayan maddelerdir. Nitrat, suni gübre, amonyum sülfat ve baryum klorat oksitleyici maddelere örnek olarak verilebilir. Oksitleyiciler kendi içlerinde 5.1 oksitleyiciler ve 5.2 organik peroksitler olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. Uluslararası taşımacılıkta oksitleyici tehlikeli maddeler aşağıdaki Şekil 1.15'teki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.15 Oksitleyici Tehlikeli Maddeler Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

5.2 bölüm ve sınıf numarası ile gösterilen organik peroksitler; yapılarında yanıcı madde olan karbon ve hidrojen ile oksijeni birlikte bulunduran, yanmaları için oksijene veya hava temasına gerek duymayan maddelerdir (ADR, 2013:183). Organik peroksitlerde yanma; sıcaklık, katkı maddeleri ile temas, sürtünme veya çarpma ile (exotermik çözülme) başlayabilmektedir. Organik peroksitlerde yanma bazı durumlarda patlama şeklinde gerçekleşebildiği gibi, aşırı ısınmaya bağlı çok yanıcı ve zehirli buhar açığa çıkabilmektedir. Ayrıca bazı organik peroksitler çok aşındırıcı olabildikleri gibi, çok istikrarsız maddelerdir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan politen, polyester reçinesi, PVC ve fiberglas gibi ürünlerin üretiminde kullanılan sentetik maddeler, peroksit grubundaki maddelerdir (URL_1, 02.2018). Uluslararası taşımacılıkta organik peroksitler aşağıdaki Şekil 1.16'daki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.16 Organik peroksitler risk etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

1.2.2.6. Zehirli ve Bulaşıcı Maddeler

Tehlikeli madde sınıflandırmasının 6. sınıfında yer alan tehlikeli maddeler; zehirli ve bulaşıcı maddeler olarak adlandırılmakta ve kendi içinde zehirli ve bulaşıcı maddeler olmak üzere iki alt bölüme ayrılmaktadır. 6.1 sınıf ve bölüm numarası ile gösterilen zehirli maddeler; maddenin yutulması, madde ile temas veya çıkardığı buharın solunması sonucunda insanların ve hayvanların ölümüne neden olabilecek maddelerdir (ADR, 2013:200). Arsenik, Anilin, Baryum Oksit, Fenol, Nikotin, Kurşun, Siyanür, Cıva ürünleri, zehirli tehlikeli maddelere örnek olarak verilebilir (Polat, 2018). Uluslararası taşımacılıkta zehirli maddeler aşağıdaki Şekil 1.17'deki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.17 Zehirli Maddeler Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

6.2 sınıf ve grup numarasında yer alan bulaşıcı maddeler; içeriğinde patojen bulunan, insan ve hayvanların hastalanmasına neden olabilen virüs, mikrop ve bakteri ve mantar gibi mikro organizmalar ihtiva eden maddelerdir. Bulaşıcı maddeler genel olarak maddenin içeriğinde bulunabileceği gibi çeşitli nedenler veya dış faktörler sonucu yapısında bunları bulundurabilmektedir. Kan, kan tozu, et ve kemik atıkları, tıbbi atıklar bulaşıcı tehlikeli maddelere örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta bulaşıcı maddeler aşağıdaki Şekil 1.18'deki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.18 Bulaşıcı Maddeler Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

1.2.2.7. Radyoaktif Maddeler

Tehlikeli madde sınıflandırmasının 7. sınıfında yer alan radyoaktif maddeler; çevreye alfa, beta, gama ve X ışın yayan maddelerdir. Radyoaktivite; doğadaki bazı maddelerin atom çekirdek yapılarının bozulması sonucu parçacık ve enerji yaymasıdır (Akbulut, 2009:1). Çekirdek tepkimesi sonucu ortaya çıkan enerji, gerek canlılar ve gerekse

pek çok nesnenin içinden geçebilmekte ve canlı organizmalar üzerinde ölümcül etkilere yol açabilmektedir. Alüminyum, uranyum, toryum, kurşun, osmiyum, paladyum, vb. gibi maddeler radyoaktif maddelere örnek olarak verilebilir. Radyo aktif maddeler aktivite derecelerine göre üç gruba ayrılmakta ve uluslararası taşımacılıkta aşağıdaki Şekil 1.19'daki risk etiketleri ile belirtilmektedir.



Şekil 1.19 Radyoaktif Maddeler Risk Etiketleri

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

1.2.2.8. Aşındırıcı (Asidik) Maddeler

Tehlikeli madde sınıflandırmasının 8. sınıfında yer alan aşındırıcı veya diğer bir ifade ile asidik maddeler; sızıntı veya temas halinde çevreye ve canlılara zarar veren, canlı dokularda tahrişe, yanmaya neden olan, solunduğunda ölüme neden olabilecek kadar tehlikeli maddelerdir. Sülfürik asit, nitrik asit (kezzap), hidroklorik asit (tuz ruhu) ve amonyak aşındırıcı maddelere örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta aşındırıcı-asidik maddeler aşağıdaki Şekil 1.20'deki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.20 Aşındırıcı-Asidik Maddeler Risk Etiketleri

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

1.2.2.9. Farklı Tehlikeler İçeren Madde ve Nesnelere

Tehlikeli madde sınıflandırılmasının son sınıfında; sınıflandırmanın ilk sekiz grubunda yer alan maddelerin risklerini içermeyen, buna karşın canlılar ve çevre açısından risk içeren maddeler yer almakta ve 9 sınıf etiketi gösterilmektedir. Asfalt, asbest ve lityum pil farklı tehlikeler içeren maddelere örnek olarak verilebilir. Uluslararası taşımacılıkta farklı tehlikeler içeren maddeler aşağıdaki Şekil 1.21'deki risk etiketi ile belirtilmektedir.



Şekil 1.21 Farklı Tehlikeler İçeren Maddeler Risk Etiketi

Kaynak: Net Kurumsal, 2018.

1.2.3. Tehlikeli Madde Lojistiği

Yapısal özellikleri nedeniyle gerek insan, gerek diğer canlılar ve gerekse çevre açısından risk teşkil eden maddeler; tehlikenin ortaya çıkma biçimi, tehlikenin boyutu ve etkilerine bağlı olarak uluslararası kurallar dahilinde taşınabilmektedir. Ancak tehlikeli madde lojistiği dendiğinde, sadece tehlikeli maddenin bir yerden bir yere taşınması değil, aynı zamanda tehlikeli maddelerin depolanması, elleçlenmesi ve taşınabilmesi için ambalajlanması da akla gelmelidir. Diğer bir ifade ile tehlikeli madde lojistiği; lojistik faaliyetlerden depolama, ambalajlama, elleçleme ve taşıma faaliyetlerinin bir arada yürütüldüğü bir süreçtir. Tehlikeli madde lojistiğinde depolama faaliyeti, çalışmanın 1.2.5 başlığı altında ayrıntılı olarak ele alınacağından, bu başlık altında verilmemiştir.

Tehlikeli madde lojistiği uzmanlık ve oldukça dikkat gerektirmektedir. Tehlikeli madde sınıflandırmasının her sınıfındaki maddelerin taşınması için; kullanılacak taşıma biçimine (araç ve güzergah koşulları), taşınacak maddelerin özelliklerine ve ne tür işlem göreceklarine bağlı olarak farklı ambalaj türleri olduğu gibi, bu ambalajların da belirli kurallar ve standartlarda üretilmiş olması gerekmektedir. Tehlikeli maddelerin hangi tür malzemeler, kaplar ve koşullarda ambalajlanması gerektiği ve bu ambalajların üretim standartları Birleşmiş Milletler Teknik Komisyonu tarafından düzenlenmektedir. Uzun yıllar boyunca uzmanlar tarafından yapılan araştırma ve testler sonucu ortaya konan tehlikeli maddelerin ambalajlanmasına ve ambalajların üretilmesine ilişkin kurallar ve standartlar, Birleşmiş Milletler Teknik Komitesi tarafından “Orange Book” adlı kitapta toplanmakta ve periyodik olarak bu standartlar güncellenmektedir (Erberk, 2010:34). Tehlikeli maddelerin taşınabilmesi için kullanılacak ambalaj veya paketlerin, en iyi kalitede ve taşıma koşullarına uygun bir şekilde üretilmiş olmaları gerekmektedir. Kullanılacak ambalajların, taşıma sürecinde ortaya çıkabilecek olağan durumlara (arpma, sarsıntı, ısınma, sürtünme, vb.) karşı dayanıklı olmaları, ayrıca ambalajların basınç, nem, sıcaklık, titreşim vb. gibi etkenlere karşı dayanıklı ve bu faktörlerden etkilenmeyecek nitelikte olmaları gerekmektedir.

Tehlikeli madde taşımacılığında kullanılacak ambalajların standartlara uygunluğu, üzerlerinde UN işareti taşıması ile anlaşılmaktadır. Tehlikeli maddenin riskine bağlı belirli testler sonucu üretilen ambalajlar, riskin derecesine göre numaralandırılmıştır (URL_2, 22.10.2016). Birleşmiş Milletler Teknik Komitesi tarafından oluşturulan ambalaj standartlarına göre; sınıf 1, 2, 5.2, 6.2, 7 ve 4.1’ de yer alan tehlikeli maddelerden, kendiliğinden reaktif maddeler dışında kalan maddelerin tehlike düzeylerine (ADR, 2013) göre atandıkları ambalaj veya paketleme grupları aşağdaki şekilde belirtilmektedir (Soy, 2015:4):

- a) Yüksek düzeyde risk içeren maddeler (Paketleme Grubu I-X ile gösterilir)
- b) Orta düzeyde risk içeren maddeler (Paketleme Grubu II-Y ile gösterilir)
- c) Düşük düzeyde risk içeren maddeler (Paketleme Grubu III-Z ile gösterilir)

Tehlikeli maddelerin risk düzeylerine göre ambalaj gruplarının yanı sıra, kullanılan ambalajların cinslerine ve ambalajın yapımında kullanılan materyalin türüne göre de belirli kodlamalar bulunmaktadır. Ambalaj cinslerine göre kodlama 1-6 arasında bir sayı iken,

kullanılan malzeme ve materyale ilişkin harfli kodlama bulunmaktadır.¹ Örneğin düşük düzeyde risk taşıyan bir maddenin (Z), plastik (H) bir varilde (1) taşınması halinde, ambalajının üzerinde UN Z/1/H kodu bulunacaktır. Bu kod, hem ambalajın Birleşmiş Milletler Teknik Komitesinin standartlarına uygun olarak üretildiğini, hem maddenin düşük düzeyde tehlikeli olduğunu, hem ambalajın cinsini hem de ambalajın üretildiği materyalin türünü gösterecektir.

Tehlikeli maddelerin ambalajlanması ve ambalajlama sürecinde standartlara uygun bir şekilde kodlanması veya etiketlenmesi, tehlikeli madde lojistiğinin güvenli bir şekilde yürütülmesi bakımından oldukça büyük önem taşımaktadır. Ambalajın üzerindeki bu kodlar, lojistik sürecinde maddenin yüklemesini, boşaltmasını, depolamasını ve nakliyesini yapan kişilere, ambalajın içeriği hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca ambalajın standardı, varsa özel yükleme-boşaltma koşulları ve tehlikeli maddenin risk düzeyi gibi ayrıntılar da bu kodlar sayesinde anlaşılabilir. Tehlikeli maddelerin ambalajlanması ve doğru şekilde etiketlenmesi göndericinin sorumluluğunda iken, bunların doğruluğunun kontrolü ise taşıyıcının sorumluluğundadır (ADR, 2013).

Tehlikeli madde lojistiğinin bir diğer önemli aşaması ise, standartlara uygun ambalajlanmış, etiketlenmiş ve işaretlenmiş maddelerin taşınmasıdır. Her ne kadar tehlikeli madde sınıflandırmasında ADR'nin Karayolu ile Tehlikeli Madde Taşımacılığı esasları dikkate alınmış olsa da, tehlikeli maddeler sadece karayolu ile taşınmayıp hava, deniz, demiryolu ve su yolu ile de taşınmaktadır. Ancak radyoaktif maddeler hariç tüm tehlikeli madde türlerinin, her türlü taşıma türü ile taşınmasında, Birleşmiş Milletler Uzmanlar Alt Komitesi tarafından oluşturulan taşıma prosedürleri (Recommendations on Transport of Dangerous Goods-Model Regulations) dikkate alınmakta ve uygulanmaktadır (United Nations, 2011). Radyoaktif nitelikli tehlikeli maddelerin taşınması ise; Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) tarafından oluşturulan ve tüm taşıma tür ve biçimleri için tavsiye niteliğindeki (Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (IAEA, 2012, SSR-6) yönetmelik hükümleri dahilindedir (IAEA, 2012).

¹ Ambalajın cinsine göre; 0= Hafif alaşımlı metal paketler, 1=Varil-Silindir, 2= Ahşap fıçı, 3=Galon, 4= Sandık-Kutu, 5= Torba, 6= Kompozit (birden çok bileşeni olan) paket.
Ambalajın üretildiği malzemeye göre; A= Çelik, B=Alüminyum, C= Doğal ahşap, D= Kontrplak, F= Yeniden işlenmiş ağaç, G= Fiber levha, H= Plastik materyal, L= Tekstil, M= Kağıt-Katı mukavva, N= Metal (çelik veya alüminyum hariç), P= Cam, porselen veya taş (ADR, 2013).

Tehlikeli maddelerin havayolu ile taşınmasında, Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu (International Civil Aviation Organization-ICAO) tarafından belirlenen kurallar geçerli olup, ICAO'ya üye tüm ülkeler tarafından uygulanmaktadır (ICAO, 2001). ICAO tarafından hazırlanan tehlikeli maddelerin güvenli taşınmasına ilişkin teknik kurallar (Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air) talimatnamesinin esas alınarak Uluslararası Havayolu Taşıyıcıları Birliği (IATA) tarafından hazırlanan Tehlikeli Madde Kuralları (Dangerous Goods Regulations) ise, tehlikeli maddelerin havayolu ile taşınmasında geçerlidir (Turkhis Cargo, 2018).

Maliyet açısından diğer taşıma türlerine göre ucuz, buna karşın taşıma süresi bakımından uzun süren denizyolu taşımacılığı ile tehlikeli maddelerin taşınması, Uluslararası Denizcilik Organizasyonu (International Maritime Organization-IMO) tarafından düzenlenen International Maritime of Dangerous Good (IMDG) sözleşmesi veya diğer bir ifade ile tehlikeli maddelerin denizyolu ile taşınması kurallarına göre yapılmaktadır. IMDG sözleşmesinde veya mevzuatında tehlikeli maddelerin sınıflandırması genel olarak ADR mevzuatı ile benzeşmekle birlikte, sınıflandırma sayısı daha fazladır. Ancak petrol ve petrol türevi ürünler, dökme yük kapsamında değerlendirildiği ve özel gemiler (tanker) ile taşınabildiğinden, bu tehlikeli maddelerin taşınması IMO tarafından oluşturulmuş; “Uluslararası Dökme Kimyasal Yük Taşıma Kuralları” ve “Uluslararası Petrol Ürünleri Taşıyıcı Kuralları” kapsamında taşınabilmektedir (Resmi Gazete, 2015).

Gerek havayolu ve gerekse karayolu taşımacılığına göre daha ucuz olan demiryolu taşımacılığı, demiryolu ağının her ülkede ve her noktada yeterli düzeyde olmamasına bağlı olarak çok yaygın kullanılamayan bir taşımacılık türüdür. Buna karşın tehlikeli maddelerin taşınmasında demiryolu, kullanımı az olmakla birlikte olanaklar dahilinde tercih edilen bir taşıma türüdür. Demiryolu ile tehlikeli madde taşımacılığında, Uluslararası Demiryolu Taşımacılığı Örgütü (OTIF) tarafından hazırlanan Tehlikeli Maddelerin Demiryolu ile Taşınmasına Dair Yönetmelik (RID) hükümleri uygulanmaktadır (OTIF, 2018). Yukarıda açıklanan tehlikeli madde taşıma türlerine ilaveten, petrol ve doğalgaz gibi maddelerin taşınmasında boru hatları, giderek kullanımı yaygınlaşan bir taşıma türüdür. Boru hatları ile tehlikeli maddelerin taşınmasında Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu tarafından oluşturulan standartlar ve kurallar uygulanmaktadır (United Nations, 2011).

1.2.4. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Ortaya Çıkabilecek Riskler

Tehlikeli madde lojistiğinde; uluslararası taşıma standartlarına uyulmaması veya insan faktöründen kaynaklanan yükleme, boşaltma, depolama, vb. süreçlerde yapılabilecek hatalardan kaynaklanan çeşitli riskler ortaya çıkmaktadır. Genel olarak tehlikeli maddenin türü ve riskin ortaya çıkmasına bağlı olarak hem insan sağlığı hem de çevreye yönelik tehditler içeren tehlikeli maddelerin depolanmasından taşınmasına, kullanımından bertaraf edilmesi veya atık depolaması süreçlerinde, ulusal ve uluslararası standartlara uyulması ve tüm süreçlerde azami özen ve dikkatin gösterilmesi gerekmektedir. Tehlikeli maddelerin risklerini; insan sağlığı, doğa veya çevre ve diğer canlılar üzerinde olmak üzere üç grupta incelemek mümkündür. Ancak, insan dışındaki canlıların genel olarak doğa ile iç içe olduğu dikkate alındığında, risk sınıflandırmasını insan sağlığı ve çevreye yönelik riskler olarak iki gruba indirmek mümkündür.

Tehlikeli maddelerin taşınmasına ilave olarak depolama ve paketleme gibi diğer lojistik operasyonlar da önem taşımaktadır. Katı, sıvı veya gaz halinde bulunabilecek tehlikeli maddeler doğal koşulları nedeniyle üretim, kullanım, taşıma, depolama veya nakliye süreçlerinde ihmal / kazadan sonra çevre ve insan güvenliğini tehlikeye atabilir, çevre ve canlı organizmalar üzerinde olumsuz etkilere neden olabilecek büyük risklere sahiptir. Patlama, yanma, çevreye sızdırma ve yayma gibi riskler tehlikeli madde depolaması sırasında ortaya çıkar (Sezer vd., 2016:63).

Günümüzde yaşamın her alanında sık sık karşılaştığımız ve çoğu zaman kullandığımız tehlikeli maddelerin, kendiliğinden insan sağlığı, canlılar ve çevreye yönelik risk oluşturması veya tehlike yaratması çok nadir görülebilecek bir durumdur. Genel olarak lojistik süreçte tehlikeli maddeler taşıma ve depolama sürecindeki aksaklıklar, ihmal, ciddiyetsizlik, bilgisizlik ve maliyet düşürme amaçlı yapılan yanlış uygulamalar gibi insan faktörüne bağlı hatalardan ortaya çıkmaktadır (Sattayaprasert vd., 2008:75-76). Tehlikeli maddelerin taşınması ve depolanması sürecinde ortaya çıkabilecek riskler sonucu insan sağlığı üzerinde görülebilecek olumsuzluklar veya zararları şu şekilde özetlemek mümkündür (T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2016):

1. Tehlikeli maddeler genel olarak ten ve göz üzerinde doğrudan olumsuz etki yaratırken, bu maddelerin solunması ve yutulması halinde akciğerler, mide, bağırsak gibi organlar kısmi zarar görmektedir. Bu maddelere bağlı olarak yanma, tahriş, asidik

etkiye bağlı erime, zehirlenme, solgun ve cilt hassasiyeti, eşey h¼cre mutajeni, ¼reme ¼zerine olumsuz etkiler veya anne karnındaki bebeklerin gelişimini bozması gibi sağlık problemleri ile birlikte zaman i¼erisinde kanser gibi ¼eřitli sağlık problemleri ortaya ¼ıkmaktadır.

2. Patlayıcı tehlikeli maddelere bağlı sağlık riskleri ise en hafif şekilde yaralanma olarak ger¼ekleřebileceđi gibi, organ kaybı ve ¼l¼me varan sonu¼lara da neden olabilmektedir.

Tehlikeli maddelerin lojistik s¼recinde ¼evre ¼zerine olumsuz etkileri veya riskleri ise şu şekilde ¼zetlenebilir (T.C. ¼alıřma ve Sosyal G¼venlik Bakanlığı, 2016; ¼abuk, 2016):

1. Tehlikeli maddelerin taşınması ve depolanması s¼recinde meydana gelebilecek risklere bağlı, bu maddelerin toprak ve hava ile teması ka¼ınılmazdır. ¼zerinde insan, hayvan ve bitkilerin yaşadığı toprak, hem yer altı su kaynakları hem de hava (atmosfer) ile bağlantılıdır. Nehir, ırnak, g¼l gibi y¼zey sularını ise yer altı su kaynakları ve atmosfer ile bağlantılı olduğundan, tehlikeli maddelerin toprak veya hava ile teması toprağın, yer altı ve yer ¼st¼ sularının ve atmosferin kirlenmesine neden olarak, hem doğal yapının bozulmasına hem de canlı varlıkların (insan, hayvan ve bitki) yaşamlarına tehdit oluşturacaktır.
2. Tehlikeli maddelerin hava veya atmosfer ile teması aynı zamanda stratosferik ozon tabakasının yapısı ve/veya fonksiyonu i¼in de risk teşkil etmektedir.

1.3. Tehlikeli Maddelerin Depolanmasında Kuruluş Yerinin Se¼imi

Tehlikeli maddelerin canlı organizmalara ve doğaya karşı potansiyel olumsuz etkileri nedeniyle depo se¼imi genlik a¼ısından ¼nem taşıyan lojistik operasyonları b¼y¼k dikkat ve ciddi eğitim gerektirir. Depo se¼imi, lojistik sistem optimizasyonunda en ¼nemli ve stratejik kararlardan biridir. Uzun vadeli bir karar olarak, nicel ve nitel fakt¼rlerden etkilenmektedir. Depo se¼imi ile ilgili ¼ok Kriterli Karar Verme Y¼ntemi yaklaşımı da kullanılmaktadır (Sezer vd. 2016:64). Tehlikeli maddelerin insan ve canlı varlıkların sağlığı ile ¼evreye olabilecek olumsuz etkileri dikkate alındığında, taşınması kadar bu maddelerin depolanması da olduk¼a dikkat edilmesi ve belirli standartlar dahilinde y¼r¼t¼lmesi gereken bir faaliyettir. Tehlikeli maddelerin depolanmasında ¼ncelikli olarak dikkat edilmesi gereken nokta, gerek ¼evresel fakt¼rler ve gerekse tehlikeli maddelerin ¼zelliklerine bağlı tepkimeye

girmelerini önleyecek şekilde sınıflandırılması ve bu sınıflara uygun bir şekilde depolanmasıdır (T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2016:1).

Tehlikeli madde sınıflandırmasında yer alan her gruptaki tehlikeli maddeler, belirli kurallar ve koşullara göre depolanmak zorundadır. Tehlikeli maddenin türü ve niteliğine göre farklı mevzuat ve standartlar olup, bazıları aşağıdaki gibidir (Allianz Sigorta, 2018):

1. Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İş Yerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkındaki Tüzük,
2. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik,
3. Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarının (LPG)- Depolama Kuralları - TS 1446
4. Gaz Oksitleyici Maddelerin Depolanması – TS 11369

Yanıcı sıvıların depolanmasına ilişkin standartlar ele alındığında; temel olarak bu tehlikeli maddelerin yanma veya tutuşma derecelerine göre ayrı ayrı sınıflandırılmaları ve aynı sınıfa giren tehlikeli maddelerin birlikte depolanmaları gerektiği kuralı öne çıkmaktadır. Bununla birlikte depo içerisinde her türlü ikaz alarm ve dedektörlerinin bulunması gerektiği, depo içerisindeki cihazların elektrik bağlantılarının ve topraklamasının önemli olduğu, vb. gibi teknik ve güvenlik önlemleri dikkat çekmektedir. Depolanacak tehlikeli sıvının türüne göre deponun yer altında veya yer üstünde olacağı belirtilmektedir. Örneğin kimyasal maddeler, solvent ve yakıtların yer üstü depolarda (tank) depolanabilmekte ve depo binaları bağımsız ve yangına en az 120 dakika dayanabilecek şekilde yapılmak zorundadır (Allianz Sigorta, 2018).

Patlayıcı maddeler, çevresel koşullara dayanıklı ve korunaklı, her türlü riske ve tehlikeye karşı önlem alınmış “patlayıcı depolarında” korunmalıdır. Tehlikeli madde sınıflandırmasının 1. sınıfında yer alan patlayıcı maddelerin depolanması da, patlayıcının türü ve niteliğine göre sınıflandırılması esasına dayanmaktadır. Örneğin kapsül halindeki patlayıcı maddelerin yaş ve nemli yerlerde alevlenebilir olması, bu nitelikteki patlayıcıların kuru alanlarda depolanmasını gerektirmektedir. Benzer şekilde dinamit, barut, kapsül, fişek, nitrogliserin gibi patlayıcıların kesinlikle bir arada veya başka patlayıcılar ile birlikte depolanmaması gerekmektedir. Patlayıcı maddelerin depolanmasında, patlayıcı maddelerin doğrudan zemine temas etmemesi, hava akımını sağlayacak şekilde yerden zemin ile patlayıcı arasında belirli (10 cm) bir mesafe sağlayacak bir satıh (kalasa, palet, ızgara, vb.)

üzerine, üretim tarihlerine göre konulmalıdır. Yine patlayıcı maddelerin çok uzun süre depolanması, bazı patlayıcıların buldukları ortamda risk teşkil etmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle patlayıcının depoya giriş tarihi dikkate alınarak, ilk giren ilk çıkar (FIFO) ve son giren son çıkar (LIFO) ilkesi doğrultusunda sevkiyatının yapılması gerekmektedir (URL_3, 28.02.2018).

Depolama bölgesi belirlenmesinin tehlikeli madde için önemi uzun yıllar boyunca devam etmektedir. Tehlikeli madde deposu seçiminde ölçütlerin belirlenmesi en önemli aşamalardır. Literatürde tehlikeli madde depo seçimi ve gerekli kriter belirleme üzerine odaklanan çok az sayıda çalışma bulunmuştur (Sezer vd. 2016:65). Tehlikeli madde depolama insan ve çevre açısından önemli bir konudur. Aynı şekilde, tehlikeli madde deposu için en uygun yer belirlenmelidir (Sezer vd. 2016:71). Tehlikeli maddelerin depolanmasının uzmanlık ve aşırı dikkat gerektiren bir lojistik faaliyet olduğu açıktır. Dolayısı ile patlayıcı madde depolaması kuralları ve standartları kadar, depolamanın yapılacağı alan veya deponun yapılacağı coğrafi alanın da önemi büyüktür. İnsan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri ve taşıdığı tehlike riskleri bakımından tehlikeli madde depo yerinin seçimi de belirli kural, standartlar ve bilimsel yaklaşımlara göre yapılmak zorundadır.

1.3.1. Depo Yeri Seçimi ve Depo Yeri Seçim Kriterleri

Küresel rekabet koşullarının giderek arttığı günümüzde, işletmelerin temel amacı; en düşük maliyet ile en yüksek kalitede ürün ve hizmet sunarak kazanç elde etmektir. Gerek işletmenin faaliyet göstereceği bina, fabrika, vb. gibi tesisler ve gerekse ürünlerin depolanması için kullanılacak depoların yerinin seçimi, işletme amaçlarına ulaşmada önemli bir etkidir. Tesis veya depo yatırımlarının yüksek maliyette olması ve yatırımın yapıldıktan sonra geri dönülemez özellik taşıması, tesis veya depo yerinin seçiminin oldukça hassas ve belirli analitik yaklaşımlar sonucunda yapılmasını gerektirmektedir (Özdağoğlu, 2011:787). Lojistikte depoların, tedarik zincirinin önemli bileşenlerinden biri olması, lojistik süreçlerine ürün ve bilginin doğru aktarılmasını sağlayan kritik bir rolü bulunmaktadır. Doğru yere konumlandırılmış bir depo, hem tedarik süreçlerinin kısalmasına hem maliyetlerin düşmesine hem de sevkiyatların zamanında yapılarak, üretim-dağıtım ve satış süreçlerinin hızlanmasına ve sorunsuz bir şekilde yürütülmesine olanak sağlayacaktır.

Depo yerinin uygun şekilde seçilmesi sonucu müşteri hizmetleri ve müşteri memnuniyeti seviyeleriyle birlikte işletmelerin rekabet avantajıda artar. Depo Yer

Seçimi'nin (WLS-Warehouse Location Selection) meydana getirdiği fırsat ve tehditleri onun stratejik bir yatırım kararı olduğunu göstermektedir. Bu uzun vadeli depo yeri seçimi kararları, masraflı ve işletme organizasyonu üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. İşletmenin üst düzey yöneticilerini içeren bir komite, depo yeri seçiminde çok önemli bir rol oynamaktadır. Söz konusu komiteler, uygun depo yeri seçim kriterlerinin doğru kombinasyonunun seçilmesine büyük önem vermektedir. Seçim kriterleri, kritik, nesnel ve öznel niteliklere sahip üç kategoride geniş bir biçimde sınıflandırılabilir. Komite, en iyi depo konumunu seçmek için çeşitli kategorilerin çoklu kriterlerini / niteliklerini dikkate almaktadır. Dolayısıyla, depo yeri seçimi Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir (Dey vd., 2016:262).

Depolama faaliyeti, lojistik faaliyetler arasında önemli bir yere sahiptir. Türkiye'de, depolama alanında yapılan çalışmalar, üretim faaliyetlerinin ivmelenmesi ile hız kazanmıştır. Bu alanda sağlanan gelişmeler kamu alanındaki girişimlerle gerçekleşmiştir. Depolama faaliyetlerine yönelik yatırımlarla bu alana verilen önem son yıllarda giderek artmıştır. Depolama faaliyeti için verilen kararlardan biri de depo yeri seçimidir. Yer seçimi için verilen kararların doğruluğu taşıma maliyeti başta olmak üzere birçok maliyet kalemini dolayısıyla lojistik toplam maliyetini etkilemektedir. Türkiye'de çoğunlukla depo yer seçimi sayısal modele dayalı olarak yapılmadığından kaynaklı yanlış seçim kararları alınarak maliyetleri çoğaltıcı etki yaratarak fiyatları artırıcı ve sürdürülebilir rekabet anlayışını zedeleyici sonuçlar doğurmaktadır (Durmuş, 2010:32-33). Depo yerinin seçimi, çok sayıda faktörün dikkate alınması gereken ve çok sayıda kritere dayalı karar vermeyi gerektiren bir süreçtir. Depo yerinin seçiminde genel olarak çok sayıda faktör ve kriterin bir arada değerlendirilmesi ve bu kriterlerden, en uygun alternatiflerin belirlenerek karar verilmesi gerekmektedir. Bir başka ifade ile alternatif nokta veya lokasyonlar arasında hangisinin depo yeri olarak seçileceğine karar verilmesi, hem nitel hem de nicel kriterleri içeren çok kriterli bir karar verme problemidir (Kahraman, Ruan ve Doğan, 2003). Depo yeri seçimi karmaşık bir çok kriterli karar verme yaklaşımını oluşturmaktadır. Çok Kriterli Karar Verme aracının amacı, bir dizi uygulanabilir alternatiften en iyi alternatifini seçmektir. Seçim kriterlerinin niteliği ve önemi temel alınarak alternatifler değerlendirilmekte, sıralanmakta ve seçilmektedir. Seçim kriterleri geniş olabilmektedir ve kritik, nesnel ve öznel kriterler olmak üzere üç kategoriye göre sınıflandırılmıştır. Kriterlerin seçimi ve ağırlıklarının önemini değerlendirmesi, kararlar alınırken performans üzerinde etki yapmaktadır. Dolayısıyla, kriterlerin ağırlıklarının değerlendirilmesi metodolojinin

sonucunu doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, alternatif yerlerin doğru değerlendirilmesini sağlamak için kriter kategorilerinin kısa sürede ortaya konması gerekmektedir (Dey vd., 2016:264). Çok kriterli karar verme problemlerinden biri olan depo yeri seçiminde birden çok faktöre önem verilmelidir. Depo yeri seçimine yönelik kararlarda ekonomik ve stratejik faktörler dikkate alınması gerekmektedir. Uygulamasından sonra değiştirilmesi zor olan kararda alternatiflerin her yönüyle dikkatle değerlendirilerek faydası en çok olanın tercih edilmesi sağlanır. Doğru yapılmayan seçim işletmelerde maliyet artışı ile müşteri memnuniyetsizliği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Müşterilerinin memnuniyetini ve verilen hizmetin kısa sürede gerçekleşmesini sağlamak ile maliyetleri düşük seviyede tutarken en yüksek verimlilik derecesine erişmek işletmelerin sektöründe yaşamasını sürdürmesi için önemlidir (Özbek ve Erol, 2016:37). Depo yeri seçiminde karar verebilmek için dikkate alınması gereken kriterleri aşağıdaki gibi gruplandırmak mümkündür (Chan, Kumar, Choy, 2007:729; Aktepe ve Ersöz, 2012; Özbek ve Erol, 2016:25):

1. Tesise ilişkin özellikler
 - a) *Arazinin büyüklüğü*
 - b) *Arazinin uygunluğu*
 - c) *Araziye ilişkin yasal ve/veya yazılı kısıtlamalar*
 - d) *Binanın yapısı ve büyüklüğü*
 - e) *Genişleme veya büyütebilme olanakları*
 - f) *Arazi koşulları*
2. Beklenen maliyetler
 - a) *Kuruluş maliyetleri*
 - b) *İşletme ve operasyonel maliyetler*
3. Ulaşım kanalları ve kolaylığı
 - a) *Karayolu ağı ve otoyollara olan mesafe*
 - b) *Demiryolunun varlığı ve mesafesi*

- c) *Liman ve havaalanının varlığı ve mesafesi*
4. Piyasa koşulları ve konumsal uygunluk
- a) *Tedarikçilere uygunluk*
- b) *Müşterilere uygunluk*
- c) *Rakip işletmelere yakınlık*
- d) *İşletmelerin kendi tesislerine olan yakınlık*
- e) *Pazar potansiyeli*
5. Bölgesel koşullar
- a) *İklim koşulları*
- b) *Hava kirliliği*
- c) *Suç oranı*
- d) *Yaşam giderleri, ekonomik koşullar*
- e) *Nüfus yoğunluğu*
6. Bölgesel teşvik ve uygulamalar
- a) *Sendikalar ve iş örgütleri*
- b) *İşgücü potansiyeli*
- c) *Vergisel uygulama ve teşvikler*
- d) *Yerel kanun ve uygulamalar*

Eroğlu, Bali ve Gencer (2014) çalışmalarında tesis veya depo yeri seçiminde dikkate alınması gereken kriterleri; “ekonomik, doğal, sosyal ve diğer faktörler” olmak üzere dört ana grupta sınıflandırmaktadır. Dört ana grupta sınıflandırılan depo-tesis yeri seçim kriterleri veya faktörleri, kendi içinde alt kriterler içermekte olup aşağıdaki gibi belirtilmektedir (Eroğlu, Bali ve Gencer, 2014:832):

1. Ekonomik Faktörler; Hammadde, yatırım, dağıtım olanakları, enerji, işçilik, ulaştırma olanakları, arazi ve inşaat maliyetleri, pazara yakınlık ve alt yapı ve üst yapı hizmetleri olarak belirtilmektedir.
2. Doğal Faktörler: Doğal faktörler kendi içinde iklim ve arazi durumu olmak üzere iki ana alt faktör grubuna ayrılmıştır. İklim faktörleri; rüzgar, ısı, nem farklılıkları, vb. gibi değişkenleri ihtiva ederken, arazi durumu; deprem kuşağı, yükseklik, arazinin genişliği, konum, ulaşım kanallarına, pazara, vb. gibi noktalara uzaklık, vb. gibi değişkenleri ihtiva etmektedir.
3. Sosyal Faktörler: Gürültü, nüfus yoğunluğu, hava kirliliği, yer altı ve yer üstü su kaynaklarına etki, toplumsal tepki, fizyolojik ve psikolojik sağlık faktörleri ve bölge tarımına etki gibi değişkenler olarak belirtilmektedir.
4. Diğer Faktörler: Politik, teknoloji, esneklik, hukuksal, turizm, doğal yapı, tarihi doku, risk, vergi iadesi, teşvik, kredi olanakları, haberleşme ve güvenlik gibi değişkenler olarak belirtilmektedir.

Depo yeri seçimine ilişkin karar verme kriterleri incelendiğinde; yer seçiminde dikkate alınması gereken kriterlerin, ağırlıklı olarak maliyet azaltıcı ve pazara yakınlık gibi kriterler olduğunu söylemek mümkündür. Yine depo yeri seçiminde, seçilecek yerin faaliyet ile uygunluğu ve gelecekte iş potansiyelinin artma olasılığına bağlı depo yerinin genişlemeye uygunluğunun önemli olduğu söylenebilir. Nitekim yüksek maliyetli bir yatırım olan depo-tesis yatırımları, her ne kadar gelecekte olası büyüme senaryoları dikkate alınarak gerçekleştirilmiş olsa da, öngörülemeyen gelişme ve büyüme durumunda depo veya tesislerin büyütülmesi gerektiğinde, seçilen arazinin büyümeye elverişli olması gerekmektedir. Aksi durumda hem mevcut talebin karşılanamaması hem de ek yatırım maliyetlerine katlanması gibi olumsuzluklar yaşanacaktır. Benzer şekilde ulaşım kanallarının yetersizliği veya depo yerinin ulaşım kanallarına uzaklığı da, hem lojistik faaliyetlerin aksamasına hem de taşıma maliyetlerinin artmasına yol açacaktır.

Depo yeri seçiminde çeşitli kriterler etkili olmakla birlikte, bu kriterlerin hangisinin daha önemli olduğu veya karar vermede hangi kriterlere öncelik verileceği, deponun faaliyet konusu veya hangi sektörlere hizmet vereceği ile de bağlantılıdır (Tanyaş ve Baskak, 2012:4). Dolayısı ile depo yeri seçiminde, karar vericilerin kendi öncelikleri ve yürütecekleri faaliyetin niteliği daha belirleyici öneme sahiptir demek mümkündür. Ancak

şurası unutulmamalıdır ki, depo yeri seçimi çok kriterli bir karar verme süreci olup, analitik yaklaşımlar ile çözümlenmesi gereken bir problemdir.

İşletmelerin başarısı için doğru tespitler yapılarak yapılan depo yerlerinin belirlenmesi ve seçilmesi zorunludur. Birden fazla faktörün birbirini etkileyerek depo yeri seçimine yönelik yapılan değerlendirmeler, çok kriterli karar verme problemleri çözümlerine aittir. Değişik göstergelerden faydalanarak alternatifleri sıralama tekniği çok kriterli karar verme yöntemini ifade etmektedir. Alan yazında depo yeri seçimine yönelik yapılan çalışmalarda; bir yada birden çok ÇKKV tekniklerinin ayrı ya da birarada bütünleşik yapıda değerlendirmesinin yapıldığı belirlenmiştir (Özbek ve Erol, 2016:26) Alan yazın incelendiğinde, depo-tesis yeri seçiminde kullanılan analitik yaklaşımlar arasında; optimizasyon modeller, coğrafi bilgi sistemleri gibi genel olarak tesisin kurulması düşünülen bölge ve alternatiflerine ilişkin sayısal verilerin değerlendirildiği modeller ile çok kriterli (AHP, TOPSIS, vb.) karar verme teknikleri yer almaktadır. Kuşkusuz tehlikeli maddelerin insan ve çevre üzerinde yaratacağı tehlikeler ve taşıdığı riskler dikkate alındığında, tehlikeli madde depo yerinin seçimi daha fazla önem taşımaktadır.

1.3.2. Tehlikeli Madde Depo Yeri Seçiminde Etkili Olan Faktör ve Kriterler

Literatür incelendiğinde, tehlikeli madde depo yeri seçimine ilişkin üzerinde ortak görüş birliği sağlanmış kriterlerin olmadığı, çalışmaların genel olarak tehlikeli maddelerin güvenli taşınması üzerine olduğu görülmüştür. Tehlikeli madde depo yeri seçimine ilişkin çalışmalar ise oldukça kısıtlı olup; Eroğlu, Bali ve Gencer (2014), Erbaş, Bali ve Turgut (2014) ve Sezer, Bali ve Gürol (2016) tarafından yürütülen çalışmalar ile sınırlıdır. Bu çalışmada, tehlikeli madde depo yerinin seçiminde etkili olan faktör ve kriterler ele alınırken yukarıda belirtilen üç çalışma referans alınmış ve bu doğrultuda tehlikeli madde depo yeri seçim kriterleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Tehlikeli maddelerin taşıdıkları riskler nedeniyle, hem geçici süreyle hem de kalıcı olarak depolanacakları tesislerin nitelik ve nicelikleri önemlidir. Dolayısı ile tehlikeli madde depo yerinin seçiminde, hem insan sağlığı hem de çevreye yönelik risklerin ortadan kaldırılması veya minimize edilebilmesine yönelik çeşitli kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Sezer, Bali ve Gürol (2016) tarafından yürütülen çalışmada; tehlikeli madde depo yeri seçim kriterlerine ilişkin literatür taraması sonucu belirlenen kriterler, yedi ana grupta toplanmıştır. Sezer, Bali ve Gürol'un çalışmalarında literatür taraması sonucu oluşturdukları tehlikeli madde depo yeri seçim kriterleri şu şekildedir (2016:65):

1. İklim ve arazi durumuna ilişkin kriterler grubunda; depo yeri olarak seçilecek bölgenin iklimi, arazi durumu, deprem riski, yağış miktarı, nem ve ısı farklılıkları ile bina kat sayısı gibi kriterler yer almaktadır. İklim ve arazi durumuna ilişkin kriterler değerlendirilirken, ulaşılabilecek sonucun (değer) maksimizasyonunun sağlanması beklenmektedir.
2. Yasal ve politik kriterler grubunda; politika, uyum, ADR ve güvenlik yönetimi gibi kriterler yer almakta olup, bu kriterlerde ulaşılabilecek sonucun (değer) da maksimizasyonunun sağlanması gerekmektedir.
3. Maliyetler kriteri grubunda; tesis kurulum maliyetleri, işgücü, nakliye, ikmal, altyapı ve üstyapı hizmetleri yer almakta olup, bu kriterlerde ulaşılabilecek sonucun (değer) minimizasyonunun sağlanması gerekmektedir.
4. Yakınlık kriteri; tehlikeli madde depo yerinin müşterilere ve pazara yakınlığı olarak belirtilmekte olup, kriterlerin değerlendirilmesi sonucu ulaşılabilecek sonucun (değer) maksimizasyonunun sağlanması gerekmektedir.
5. Erişilebilirlik kriteri; zaman ve uzaklık gibi alt kriterler olarak ifade edilmektedir. Erişilebilirlik kriteri, depo yerinin tedarikçiler, müşteriler, ulaşım kanalları ve pazarlara erişilebilirliğini ifade etmekte olup, değerlendirme sonucunda ulaşılabilecek değer (maliyet) minimizasyonunun sağlanması gerekmektedir.
6. Mesafe kriterleri; tehlikeli madde depo yerinin şehirlere, göllere, ormana, nehirlere ve sanayiden merkeze olan uzaklığı gibi kriterleri içermekte olup, bu kriterlerin değerlendirilmesi sonucu ulaşılabilecek sonucun (değer) maksimizasyonunun sağlanması gerekmektedir.
7. Nüfus kriterleri; depo yeri olarak seçilecek bölgenin nüfus yoğunluğu ve gelecekte bölgenin ulaşabileceği nüfus miktarını içermekte olup, bu kriterlerin değerlendirilmesi sonucu ulaşılabilecek değer (maliyet) minimizasyonunun sağlanması gerekmektedir.

Yukarıda belirtilen tehlikeli madde depo yeri seçim kriterleri değerlendirildiğinde; kriterlerin değerlendirilmesi sonucu ulaşılabilecek değerlerin veya bu kriterlerin depo yeri seçimi üzerindeki etkisinin bir puanlamaya tabi tutulduğu anlaşılmaktadır. Örneğin; iklim ve arazi durumunu belirlemeye yönelik kriterlerde azami fayda veya kazanımın sağlanması

beklenirken, bölgenin nüfus yoğunluğu ve gelecekteki nüfusu gibi kriterlerde asgari düzeyin gerçekleşmesi beklenmektedir. Benzer şekilde tehlikeli madde depo yerinin seçiminde bölge veya arazinin; nehirlere, şehre, ormanlık alanlara, göllere, vb. doğal yapıya azami düzeyde uzak olması gerekmektedir. Dolayısı ile tehlikeli madde depo yeri seçimine ilişkin yukarıda belirtilen kriterlerin, tehlikeli maddelerin insan sağlığı ve çevreye verebileceği zararları önlemek veya en aza indirme amacına yönelik kriterler olduğunu söylemek mümkündür.

Erbaş, Bali ve Durğut (2014) tarafından yapılan çalışmada; tehlikeli madde depo yerinin seçimine ilişkin kriterlerin belirlenmesinde, ağırlıklı olarak tehlikeli madde depolama hizmeti yapan firmaların çalışanları (uzman) ile görüşülmüş ve uzmanların direktif ve önerileri doğrultusunda kriterler oluşturulmuştur. Erbaş, Bali ve Durğut; tehlikeli madde depo yeri seçiminde dikkate alacakları kriterleri belirlerken, doğal faktörleri ön plana almışlar ve aşağıdaki kriterleri oluşturmuşlardır (2014):

1. Karayoluna yakınlık; herhangi bir risk durumunda ortaya çıkabilecek tehlikeye bağlı olarak, tehlikeli madde depo yeri olarak seçilecek bölge veya arazinin karayoluna çok yakın olmaması gerekmektedir. Depo yerinin karayoluna uzaklığı 5-10 km ise 1. öncelik sırasında, 10-15 km ise 2. öncelik sırasında, 15-20 km ise 3. öncelik sırasında değerlendirilmiştir.

2. Deprem bölgesi; depo yerinin deprem bölgesinden uzak olması veya yüksek deprem riski taşıyan bir bölge olmaması tercih edilmiştir. Depo yerinin 4. derece deprem bölgesi olması 1. öncelik sırasında iken, 2. derece deprem bölgesi olması 3. öncelik sırasında değerlendirilmiştir.

3. Nüfus yoğunluğu; tehlike durumunda depo yeri olarak seçilen bölgenin düşük nüfus yoğunluğunda olması gerekmektedir. Depo yeri olarak seçilecek bölgede nüfus yoğunluğu km^2 de 0-100 kişi arasında ise öncelik derecesi 1 olarak kabul edilmiş, km^2 de 300-400 kişi arasında ise öncelik derecesi 4 olarak belirlenmiştir.

4. Nehirlere, göllere ve ormanlık alanlara yakınlık; tehlike durumunda depo yeri olarak seçilen bölgenin nehirlere, göllere ve ormanlık alanlara uzak olması gerekmektedir. Depo yerinin belirtilen alanlara uzaklığı 20 km'den daha fazla ise, bölgenin öncelik derecesi 1 olarak belirlenmiş, 0-10 km arasında olması ise 3. derecede öncelikli olarak değerlendirilmiştir.

5. Sanayiye yakınlık; tehlikeli maddelerin genel olarak sanayi işletmelerinde kullanılmasına bağlı olarak, seçilecek depo yerinin sanayiye yakın olması tercih edilmelidir. Depo yerinin sanayiye veya sanayi bölgelerine olan uzaklığı 0-10 km arasında ise, bölgenin önem derecesi 1 olarak değerlendirilmiş, uzaklık 30-40 km arasında ise önem derecesi 4 olarak değerlendirilmiştir.

6. Arazinin eğimi; özellikle sıvı tehlikeli maddelerin yayılmasının az olması istendiğinden, depo yeri olarak seçilecek bölge veya arazinin eğiminin az olması gerekmektedir. Arazinin eğimi %0-%15 arasında ise bölgenin önem derecesi 1 olarak değerlendirilmiş, arazinin eğimi %30-%45 arasında ise önem derecesi 3 olarak kabul edilmiştir.

Eroğlu, Bali ve Gencer (2014)'in DELPHI tekniği ve Bulanık AHP yöntemi ile tehlikeli madde depo yeri seçimi çalışmalarında kullandıkları kriterler ise; genel olarak tesis yeri seçiminde kullanılan kriterlerdir. Çalışmada bu kriterler, uzman kişiler tarafından değerlendirilmiş ve ulaşılan bulgular doğrultusunda hukuki ve politik faktörlerin, tehlikeli madde depo yeri seçiminde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tehlikeli madde depo yeri seçim kriterlerine ilişkin bilgiler ve araştırma bulguları değerlendirildiğinde; genel olarak depo yerinin seçiminde, tehlikeli maddelerin taşıdığı risklerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerinin etkili olduğu söylenebilir. İnsanların yoğun olarak yaşadıkları bölgeler, ormanlık alanlar ve su kaynakları gibi riske maruz kalması halinde onarılamaz hasarların meydana gelebileceğı alanlara tehlikeli madde depolarının yapılmaması veya bu alanların depo yeri olarak seçilmemesi gerektiğı açıktır. Ayrıca arazi ve iklim koşulları, deprem riski gibi kriterler de tehlikeli madde depo yerinin seçiminde belirleyici kriterlerdir. Ancak tehlikeli maddenin türü ve yaratacağı etkilere bağlı olarak dikkat edilmesi veya daha fazla önem verilmesi gereken (ısı, nem, vb.) kriterler olabileceğı gibi yatırım maliyetleri, depo yerinin genişlemeye veya büyümeye uygunluğu gibi kriterler de depo yeri seçiminde önem taşımaktadır. Bu doğrultuda tehlikeli madde depo yeri seçiminde; tehlikeli maddenin türüne ve/veya türlerine göre konusunda uzman kişilerin görüşleri ve uluslararası belirlenmiş kriterler ile standartların dikkate alınması, tüm bu bileşenlerin analitik bir yaklaşım ile ele alınarak depo yerinin seçimine karar verilmesi gerektiğini söylemek mümkündür.

2. BÖLÜM

2. TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE DEPO YERİNİN SEÇİMİNDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER

2.1. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilmesi

İstenmeyen bir olayın gerçekleşme veya istenen bir sonuca ulaşamama olasılığı ve sonuçların gerçekleşmesi durumunda yaratacağı şiddet (Kerzner, 2013:652) olarak tanımlanan risk, bu bağlamda; istenmeyen bir olay, olayın gerçekleşme olasılığı ve olayın gerçekleşmesi durumunda yarattığı etki veya şiddet olmak üzere üç bileşenli bir olgudur. Dolayısı ile risk ölçümünün değişkenleri olasılık ve etki-şiddettir. Risk ölçümünde etki değerlendirmesi, gerçekçi bir yaklaşımla beklenebilecek en kötü sonucun gerçekleşmesi olasılığına dayandırılarak yapılmalıdır. Risk ölçüm sürecinde kalitatif ve kantitatif yöntemler kullanılarak (Kırılmaz, 2014:63) riske ait olasılık ve etki değerlendirmeleri yapılır, daha sonra ise, risk matrisi oluşturularak riskin seviyesi, büyüklüğü veya ağırlığı bulunur (Manuj ve Mentzer, 2008:137). Genel olarak bir riskin kabul edilip edilmeyeceği; riskin seviyesi, büyüklüğü ve ağırlığına göre belirlenmekle birlikte, şayet risk yasal koşullar ve gerekler ile bağdaşmıyorsa kabul edilmesi mümkün değildir. Bunun dışında risk düzeyi orta ve düşük ise, gerekli önlemler alınarak risk kabul edilebilir (Kerzner, 2013:657). Ancak tehlikeli madde lojistiği açısından risk düzeyinin kabul edilebilirlik sınırının en düşük düzey olması gerektiği söylenebileceği gibi, aynı zamanda risklerin kontrol edilebilir ve önenebilir olması da oldukça önemlidir.

Yer değişikliği yapılacak tehlikeli maddelerin tedbir alarak işlemlerinin tamamlanması gereklidir. Ambalajlarının çarpma, düşme ve sürüklemekten korunması zorunluluğu vardır (Erdal, 2018; 936). Tehlikeli madde lojistiğinde yaşanan problemlere çözüm yolları geliştirme süreci 1980'li yılların başına kadar götürülebilir. Tehlikeli madde lojistiğinde en önemli problem, taşıma sürecinde insan ve doğaya karşı oluşabilecek riskler (zararlar) olup, bu risklerin asgari düzeye indirgenmesi son derece hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle tehlikeli madde lojistiğinin yapılmasında risk analizi gerekmektedir. Risk derecesine göre taşımacılığın iptali veya riski azaltmaya yönelik tedbirler alarak, oluşabilecek zararların azaltılması sağlanabilir (Göztepe ve Bali, 2014:673). 1980'li yılların başlarında araştırmacılar, tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörlerinin belirlenmesi yönünde risk

değerlendirme modelleri ortaya koyarken, ABD Ulaştırma Bakanlığı ise risk değerlendirmesinde kullanılmasına yönelik bir dizi rehber hazırlamıştır (Barber ve Hilderband, 1980:3).

Tehlikeli madde lojistiğinde risk değerlendirmesi yönünde yapılan araştırmalarda, genel olarak risk faktörlerinin belirlenmesi ve bu faktörlerin matematiksel hesaplamalar ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Bonvicini ve arkadaşları (1998) tarafından yürütülen araştırmada, tehlikeli madde lojistiğinde kişisel ve sosyal risk modelleri araştırılmış olup, belirsizlik içeren risk faktörlerinin değerlendirilmesinde “bulanık matematik” yöntemi kullanılmıştır. Fabiano ve arkadaşları (2002) tarafından yürütülen araştırmada, tehlikeli maddelerin taşınması sürecindeki risk faktörleri ele alınmış ve faktörler; yolun karakteristik özellikleri, hava-iklim koşulları ve trafik durumu olmak üzere üç grupta toplanmıştır. Liu ve arkadaşları (2006), tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörlerini “çok seviyeli bulanık birleşik değerlendirme” ile optimize etmiş ve risk faktörlerini; yol-çevre, nüfus yoğunluğu ve trafik koşulları olmak üzere üç grupta toplamıştır. Shang ve arkadaşları (2008), tehlikeli madde lojistiğinde risk değerlendirmesinde “bulanık AHP” yöntemini kullanmış ve risk faktörlerini; insan, malzeme ve çevre olmak üzere üç grupta toplamıştır.

Tehlikeli madde lojistiğinde risk değerlendirmesine yönelik araştırmaların, genel olarak risk faktörlerinin ve risk düzeylerinin belirlenmesine yönelik olduğunu ve her araştırmacının farklı model ve yöntemler ile tehlikeli madde lojistiği risk değerlemesi yaptığını söylemek mümkündür. Kullanılan model ve yöntemler farklı olmakla birlikte genel olarak teknik risk veya geleneksel risk hesaplamasında; bir riskin ortaya çıkma olasılığı $[P(A)]$ ile ortaya çıkan sonucun $[C(A)]$ çarpımı olarak tanımlanmakta ve aşağıdaki eşitlik gibi ifade edilmektedir (Küçük, 2015:41).

$$Risk = P(A) \times C(A) \quad (2.1)$$

Bununla birlikte literatürde farklı risk değerlendirme fonksiyonları yer almaktadır. Erkut ve Ingolfsson (2005)'un çalışmalarında, farklı risk değerlendirme fonksiyonları aşağıdaki Çizelge 2.1'de sunulmuştur.

Çizelge 2.1 Risk Değerlendirme Fonksiyonları

Geleneksel (Teknik) Risk (Traditional Risk)	$TR(r) = \sum_{i \in r} p_i * C_i$
Nüfusa Etki (Population Exposure)	$PE(r) = \sum_{i \in r} D_i$
Olay Olasılığı (Incident Probability)	$IP(r) = \sum_{i \in r} p_i$
Algılanan Risk (Perceived Risk)	$PR(r) = \sum_{i \in r} p_i * C_i^q$
Anlamlılık Düzeyi (Mean Variance)	$MV(r) = \sum_{i \in r} (p_i C_i + k p_i C_i^2)$
Zararlı Oluş (Disutility)	$DU(r) = \sum_{i \in r} p_i (\exp(k C_i) - 1)$
Minimax	$MM(r) = \max_{i \in r} C_i$
Koşullu Risk (Conditional Risk)	$CR(r) = \frac{\sum_{i \in r} p_i C_i}{\sum_{i \in r} p_i}$

* p_i = Olay-Kaza Olasılığı; C_i = Çıkan Sonuç; p = Ortalama Nüfus Yoğunluğu; q = Risk Tercihi

Kaynak:Erkut ve Ingolfsson, 2005:83.

Tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörlerinin değerlendirilmesine ilişkin Çizelge 2.1’de yer alan fonksiyonlar arasında yer alan nüfusa etki; gerek tehlikeli maddelerin taşınmasında ve gerekse depolanmasında, en yaygın kullanılan tanımlamalardan biridir. Nüfusa etki; tehlikeli maddenin taşınması esnasında taşıma güzergahında veya depolanması sürecinde depo çevresinde bulunan ve olası bir kaza halinde tehlikeye maruz kalacak insanların toplam sayısını ifade etmektedir. Olası kaza durumunda, kazanın etki alanı bir çember olarak kabul edilmekte ve çemberdeki ölü sayısı; tehlikeli madde konsantrasyonun tahminine, yayılım şekline, topoğrafya, rüzgâr ve uzaklık gibi bilgilere göre tahmin edilebilmektedir (Erkut ve Verter, 1998:626-627).

Tehlikeli madde lojistiği risk faktörleri değerlendirmesinde, olay olasılığı tek başına bir risk ölçütü olarak kullanılabilir. Bu durumun temelinde ise; kaza durumunda

etkilenecek alanın bir daire olarak ele alınması ve bu dairede toplam nüfus yoğunluğunun sabit ve eşit olarak kabul edilmesi yer almaktadır (Erkut ve Ingolfsson, 2005:83). Algılanan riskte, risk tercihi (q) bir parametre olarak kullanılmakta ve $q > 1$ olduğunda, nüfusun seyrek olduğu bölgelere tercih edilmektedir. Buna karşın gerek geleneksel risk ve gerekse teknik riskte bu değerler $q=1$ olarak kabul edilmektedir. Koşullu risk ise; geçmişte meydana gelmiş bir olay (kaza) sonucunun, sonraki lojistik süreçlerinde beklenen bir sonuç olarak kabul edilmesi ile yapılan risk değerlendirmesidir (Erkut ve Verter, 1998: 629-631).

Literatürde yer alan tehlikeli madde lojistiği risk faktörleri değerlendirmesi fonksiyonları değerlendirildiğinde, temel olarak riskin ortaya çıkması halinde; riskten etkilenecek canlı (insan) ve çevre faktörlerinin önemsendiği görülmektedir. Tehlikeli madde lojistiğinde risk değerlendirmesi yönünde yapılan araştırmalardan ulaşılan bulgulardan da hatırlanacağı üzere, risk faktörleri sınıflandırmasında canlı (insan) ve çevre faktörü ortak faktörler olarak yer almaktadır. Dolayısı ile tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörlerinin değerlendirilmesinde temel amaç, insan ve çevreye verilebilecek zararı veya zararları önlemek veya asgari düzeye indirmektedir. Bu nedenle tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörlerinin belirlenmesine yönelik bilimsel yöntemlerin kullanılması ve riskin olmadığı ve/veya en düşük risk taşıyan alternatiflerin seçilmesi gerekmektedir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde tehlikeli madde lojistiğinde ve tehlikeli madde depo yeri seçiminde; risk faktörlerinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve depo yerinin seçiminde kullanılabilecek çok kriterli karar verme yöntemleri ele alınmış ve incelenmiştir.

2.2. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Matematik, hayatın her alanında olduğu gibi, sosyal bilimlerdeki problemlerin çözümü için çeşitli araç ve teknikler sunmaktadır. Bir düşünce, sistem veya nesnenin temsili ile gerçeği açıklamayı ve öngöründe bulunmayı amaçlayan matematiksel modeller, soyut anlatım biçimleri ve optimizasyon teorisinin bileşenlerindedir. Optimizasyon teknikleri; matematiksel modellerde yer alan fonksiyonların maksimum ve minimum değerlerini inceleyerek, karar verme süreçlerini yönlendirmektedir (Tayalı, 2017:69). Bir problemin veya durumun çözümüne yönelik karar verme durumunda olan kişiler; birbirleri ile ilişkili olan veya birbirini etkileyen kriterler ve alternatiflerden oluşan veri noktalarını değerlendirerek, en iyi veya optimal karara ulaşmayı amaçlamaktadır. İşte bu nedenle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren, çok kriterli problem veya durumlarda karar verebilmek için, olası alternatifler arasından en uygun tercihi belirlemeye yönelik matematiksel

modeller (Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri) tasarlanmış ve geliştirilmiştir (Vassilev vd., 2005:3). İşletmeler, maliyetleri tek kritere bağlı olduğunu açıklayan yaklaşımların verimsiz olduğunu ve değiştirilmesi gerektiğini anlamışlardır. Bu yaklaşımın benimsenmesiyle çok kriterli teknikler devreye girmiştir. Son zamanlarda maliyet, hizmet, kalite, teslimat gibi geleneksel ölçütlerle birlikte çevresel, sosyal ve kontrol edilemeyen faktörler eklendiğinden, bu çok kriterli karar verme (ÇKKV) yaklaşımları da karmaşık hale gelmiştir (Parthiban, 2013:1535). Karar verme problemlerinin çözümünün zor ve alternatifleri birbiriyle karşılaştırmanın güç olduğu hallerde çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Kriter ve alternatif sayılarının çok olduğu problemlerde doğru, hızlı ve kolay karar vermek için ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır (Akçakanat vd., 2017:286)

Modern sanayi ortamında uygun karar verme, giderek artan rekabetçi iş senaryosunda hayatta kalabilmenin anahtarıdır. Rekabet avantajlarını elde etmek için tedarik zinciri yöneticileri, bu ihtiyacı karşılamak için her zaman doğru türden bir karar destek yardımcısı ararlar. Uygun bir karar verme yardımcısı, öncelikle sorunun niteliğine, organizasyon türüne, o alanla ilgili insan uzmanlığının kalitesine bağlıdır. Uzmanlar / karar vericiler, bir vaka probleminde alternatifler ve seçim kriterleri açısından çeşitli karar değişkenlerini seçmede asıl önemli noktalardır. Karar vericiler kararların gerçekçi değerlendirilmesinden sorumludur (Dey vd., 2017:101). Birçok yöntem, çok kriterli karar verme problemleri alanında ortaya konmuştur. Söz konusu yöntemler kıyaslandıklarında karşılıklı olarak üstün ve zayıf oldukları özellikler ortaya çıkmaktadır. En doğru alternatifin seçilmesi sırasında karar verici çok kriterli karar verme yöntemlerinden en uygun olanını bulmak zorundadır. Çözüme başlarken karşılaşılabileceği problemlerden birisi de hangi yöntemin uygun yöntem olduğunun belirlenmesidir. Uygun yöntem tespit edilirken, problemin yapısı ve (süreç, özelliklerine göre kontrol edilmelidir) sayısal tespitler dikkate alınır. Birçok kritere sahip çok kriterli karar verme problemlerinde karar verici bu kriterlerden en önemlilerine odaklanarak alternatifleri üç aşama ile tespit eder. Birinci aşama, probleme ait olan kriterleri tayin ederek ağırlıklandırmasını sağlamaktır. Sıradaki aşama, ilgili kriterlerin alternatifler nezdinde karşılanma derecesini belirlemektir. Üçüncü aşama ise alternatifler arasında yapılan puan sıralamasında en yüksek olanın tespit edilmesidir (Ersöz ve Kabak, 2010: 99).

Çok kriterli karar verme yöntemleri, en iyi alternatifi seçebilecekleri çeşitli kriterlere göre farklı alternatifleri değerlendirme yeteneklerinden dolayı karmaşık gerçek zamanlı problemleri analiz etmek ve çözmek için potansiyel araçlar olarak önem kazanmaktadır.

Çok kriterli karar verme problemleri, birden fazla karşı konulmaz ve çelişen kriterin varlığı, kriterler arasında farklı ölçü birimleri ve aynı zamanda oldukça farklı alternatiflerin varlığı gibi birçok özgünlüğe sahiptir. Çok boyutlu durumları tanımlayan bu karar verme problemleri çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözülmektedir. Çok kriterli karar verme yöntemleri öncelikle mevcut alternatifleri değerlendirmeyi ve sıralamayı amaçlamaktadır. Farklı çok kriterli karar verme yöntemlerinin farklı sonuçlar verdiği birkaç durum vardır (yani, aynı alternatiflerin sıraları, kabul edilen yöntemlere bağlı olarak farklılık gösterir (Chakraborty, 2018: 1)

Çok kriterli karar verme sürecinde problemler; seçim, sınıflandırma ve sıralama problemleri olmak üzere üç temel başlık altında incelenebilir. Seçim problemleri; alternatif seçenekler arasından en iyisini belirlemek veya birden fazla alternatifin olduğu ve alternatiflerin kıyaslanmasının zor veya eşit ağırlıklara sahip alternatif grupları içinden iyi bir seçimin yapılmasını amaçlamaktadır. Bu bağlamda seçim problemleri, en doğru alternatifin, alternatif küme içerisinde seçilmesi anlamına gelmektedir. Sınıflama problemi; alternatiflerin belirli kriterlere veya tercihlere göre sınıflandırılmasıdır. Sınıflandırmada temel amaç, benzer nitelikteki veya benzer özellikler sergileyen alternatiflerin tekrar bir araya getirilmesidir. Sıralama problemi ise; alternatiflerin en iyi veya optimumdan en kötüye doğru sıralanmasıdır (Karabıçak vd. 2016:10-110). Tehlikeli madde lojistiği ile uğraşan özel ve kamu kurumları, doğru tehlikeli madde depo yerini belirleyebilmek için birbiri ile çelişen kriterler altında, çeşitli alternatifler arasından seçim yapmak durumundadırlar. Bu nedenle tehlikeli madde depo seçimi oldukça önemli bir problem veya diğer bir ifade ile çok kriterli bir karar verme problemi olarak ele alınabilir. Tehlikeli madde depo yeri seçiminde kullanılan çok kriterli karar verme problemi, hem sayısal hem de sayısal olmayan veriler içermektedir. Sayısal olmayan veriler içeren belirsiz durumlar veya problemlerde, değişkenler veya verilerin sayısallaştırılamaması yüzünden karar vermede klasik teknik ve yöntemlerin yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, daha kesin ve doğru sonuçlar almak, özellikle de insan ve çevre için hayati risk taşıyan tehlikeli madde lojistiğinde riski ortadan kaldırmak veya asgari düzeye indirgeyebilmek için, ifadesel değişkenlerin sayısal verilere dönüştürülmesi gerekmektedir.

Çok kriterli karar verme teknikleri; tehlikeli madde lojistiği, depo yeri seçimi, işletme yeri seçimi, vb. gibi pek çok komplike ve özellikli durumlarda, karar vermede kullanılmaktadır.

Kriter sayısı bir adet olan depo yeri seçimi kolay olan bir seçimdir. Ancak bazı zamanlarda birden fazla kriterin dikkate alınması gereklidir. Söz konusu kriterlerin tesiri birbirine kıyasla aynı ya da farklı ağırlıklarda olabilir. Bu gerekçeyle kriterlerin herbirinin seçim kararına olan etkisi belirlenmelidir. Birden çok kriter ve alternatifin olduğu depo yeri seçimi kararlarında en doğru alternatife yönelik karar vermek zordur. Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri ile en doğru seçimi yapmak amaçlanmaktadır (Cömert ve Yener, 2016:165).

Literatür incelendiğinde, çok kriterli karar verme teknikleri arasında; Macbeth tekniği, Uta (UTADIS) tekniği, VIKOR tekniği, AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci-Analytic Hierarchy Process), TOPSIS (İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma-Technique for Ordered Preference by Similarities to İdeal Solution) ve WASPAS (Bütünleşik Ağırlıklı Toplam ve Çarpım Tekniği -Weighted Aggregated Sum Product Assessment) gibi tekniklerin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, tehlikeli madde depo yeri seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP, TOPSIS ve WASPAS teknikleri uygulanacağından, çalışmanın ilerleyen bölümlerinde ilgili üç teknik ayrıntılı olarak incelenmiştir. Buna karşın Macbeth, Uta (UTADIS) ve VIKOR teknikleri ise, literatürde yer alan uygulamalar ve sonuçları bağlamında ele alınmış ve değerlendirilmiştir.

Literatür incelemesinde Macbeth tekniğinin çeşitli çalışma ve uygulama projelerinde kullanıldığı görülmüştür. Costa ve Vansnick (1997) tarafından yürütülen Avrupa yapısal programlarının değerlendirilmesi çalışması, Costa ve Correa (2000) tarafından yürütülen Lizbon limanına bağlanacak demiryolunun dizaynı çalışması, Costa ve Oliveria (2002) tarafından yürütülen Portekiz'in Barcelos şehri stratejik şehir planının geliştirilmesi çalışması, Costa ve Chagas (2004) tarafından yürütülen tedarikçi seçimi çalışması, Karande ve Chakraborty (2014) tarafından yürütülen tesis yeri seçim modelinin geliştirilmesi çalışması, Macbeth tekniğine örnek olarak verilebilir.

Karande ve Chakraborty (2014) çalışmalarında, daha önce farklı karar verme teknikleri ile tesis yeri seçiminin yapıldığı iki çalışmayı, Macbeth tekniği ile yeniden ele almışlardır. Çalışmada ilk olarak Rao ve Singh (2012) tarafından yürütülen (Weighted Euclidean Distance Based Approach as A Multiple Attribute Decision Making Method for Plant or Facility Layout Design Selection) bir kimyasal ambalaj tesis yeri seçim modeli ele alınmıştır. Tesis yeri seçiminde dört alternatif belirlenmiş, kriter olarak ise; mevcut tesisle ulaşım mesafesi (IEFD-metre cinsinden), her montaj grubu için alan (AAG-m²), malzeme

miktar akışı (MQF-kg/saat), yangınla mücadeleye erişim (AFF-%) ve çalışanların konforu (COC) olmak üzere beş kriter belirlenmiştir. İlk dört kriter nicel olarak ölçülebilirken, çalışanların konforu ise nitel olarak ölçülebilen bir kriterdir. Rao ve Sing nitel veri olan çalışanların konforu kriterini, nicel veriye dönüştürmek için 7 noktalı bulanık bir ölçek kullanırken, Macbeth tekniğinde nitel performans puanları program tarafından nicel olarak belirlenebilmektedir. Rao ve Sing çalışmalarında dört tesis yeri alternatifi belirlemiş ve Bulanık AHP sonrasında A1-A4-A3 ve A2 sıralamasına ulaşmışlardır. Karande ve Chakaborty, çalışmada belirlenen beş kriteri değer ağacına yüklemiş, kriterleri fayda ve maliyet kriterleri olarak değerlendirmişlerdir. Fayda kriterlerinde en üst referans değerleri, maliyet kriterlerinde ise en alt referans değerleri alınmıştır. Macbeth tekniği kullanılarak elde edilen genel çekicilik puanlarına göre, alternatif tesisin sıralaması A1-A4-A3 ve A2 olarak elde edilmiş ve ulaşılan bu sonuç A1'in en iyi seçim olduğunu ortaya koymuştur. Karande ve Chakaborty'nin Macbeth tekniği ile ulaştıkları sonuç, Rao ve Sing'in ulaştıkları sonuç ile aynıdır. Ancak, Macbeth tekniği gerek kolay ve anlaşılır çoklu karar verme programı olması nedeniyle ve gerekse nitel kriterlere ilişkin performans puanlarının, program tarafından nicel olarak hesaplanabilmesi açısından tercih edilmiştir.

Çok kriterli karar verme tekniklerinden bir diğeri ise, UTA veya UTADIS (UTilities Additives DIScriminantes) tekniğidir. UTADIS tekniği genel olarak uygulamada; sektörel araştırma ve geliştirme projelerinin seçimi, şirketlerin iflas riski tahmini, portföy yönetimi, yatırım kararlarının alınması gibi daha çok finansal nitelikli konularda karar vermede kullanılan bir teknik olarak kabul edilmektedir (Zopounidis ve Doumpos, 1999: 198). Alan yazın incelemesinde çok sayıda UTADIS tekniği ile karar verme yönlü çalışmanın yapıldığı görülmüş olup, bu çalışmaların ağırlıklı olarak finansal nitelikli konular olduğu belirlenmiştir. Zopounidis ve Doumpos (1997) tarafından yürütülen, Dünya Bankası verileri ile 66 ülkenin ülke risklerinin hesaplanmasına yönelik çalışmaları, Zopounidis ve Doumpos (1999)'un finansal krizlerin tahmin edilmesine yönelik çalışmaları, Ulucan ve Atıcı (2009)'nın Türkiye'deki 20 elektrik dağıtım şirketini değerlendirdikleri çalışmaları ile Çolak ve Ulucan (2012)'in mobilya endüstrisinin karlılığını etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmaları, UTADIS tekniği ile çok kriterli karar vermeye örnek olarak verilebilir.

Zopounidis ve Doumpos (1997) tarafından yürütülen çalışmada, Dünya Bankası tablolarına dahil olan 133 ülke arasından 66 ülke seçilmiş ve bu ülkelerin 1994 yılı verilerine dayanarak, ülke riskleri UTADIS tekniği ile belirlenmiştir. Ülke risklerinin

belirlenmesinde kullanılmak üzere, 10 ekonomik göstereyi içeren 12 kritere göre değerlendirilmiştir. Araştırmada ülke risklerinin belirlenmesinde sadece Dünya Bankası verileri ile yetinilmemiş, uluslararası risk değerlendirme kuruluşu olan Euromoney'nin, ülkelerin analitik, politik ve borç göstergelerine dayanarak oluşturduğu "ülke risk notu", Dünya Bankası verileri ile karşılaştırılmıştır. Araştırma kapsamına dahil edilen ülkeler, Dünya Bankası tarafından ekonomik performanslarına ve belirlenen kriterlere göre hesaplanmış ağırlıklı puanları doğrultusunda; üst gelir grubu (gelişmiş ekonomiler) ülkeler, üst-orta gelir grubu ülkeler, alt-orta gelir grubu ülkeler ve düşük gelir grubu ülkeler olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Gruplandırma sonrasında belirlenen kriterlere ait veriler UTADIS tekniği ile değerlendirilmiştir. Oluşturulan modelin tutarlı olduğu, ülkelerin risklerinin kredibiliteleri ile bağlantılı olduğu görülmüştür. Verilerin analizi sonucunda; üst gelir grubu ülkeler içinde en yüksek kredibiliteye sahip üç ülke sırasıyla İsviçre, Norveç ve Belçika iken, üst-orta gelir grubu ülkeler içinde en yüksek kredibiliteye sahip üç ülke Güney Kore, Yunanistan ve Uruguay'dır. Alt-orta gelir grubu ülkeler içinde kredibilitesi en yüksek üç ülke sırasıyla Tayland, Kosta Rika ve Peru'dur. Araştırma kapsamına dahil edilen 66 ülke arasında, küresel bağlamda en düşük kredibiliteye sahip ülkeler ise, sırasıyla Nikaragua, Malavi ve Kamerun olup, bu ülkeler düşük gelir grubu ülkeleri arasında yer almaktadır. Araştırmada üst gelir grubu ve üst-orta gelir grubu ülkelerin, küresel bağlamda risk taşımayan ülkeler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte alt orta gelir grubu ülkeleri içinde yer alan Türkiye, Polonya, Kosta Rika ve Tayland'ın kendi grubundaki ülkeler içinde en yüksek finansal risk taşıyan ülke oldukları, alt gelir grubu ülkeler içinde de Malavi, Nepal ve Bangladeş'in en yüksek riske sahip ülkeler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Zopounidis ve Doumpos tarafından UTADIS tekniği ile yürütülen araştırmada, ülkelerin kredibilitesi ile finansal riski arasında ters yönlü bir ilişkinin olduğu, ülke riski arttıkça kredibilitenin düştüğü veya yüksek kredibiliteye sahip ülkelerin düşük risk taşıyan ülkeler oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

UTADIS tekniğini kullanarak yapılan çalışmalardan bir diğeri ise, Çolak ve Ulucan (2012)'in mobilya endüstrisinin karlılığını etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmalarıdır. Araştırma, Türkiye genelinde faaliyet gösteren 628 mobilya işletmesi üzerinden yürütülmüştür. Araştırmaya dahil edilen bu işletmelerin 93'ü Türkiye'nin en büyük mobilya şirketleri olup, bu bağlamda yürütülen araştırma mobilya sektöründe faaliyet gösteren büyük ölçekli işletmelerin %93'ünü kapsamaktadır. Araştırmada kullanılan finansal veriler işletmelerin 2006-2007 yıllarına ait veriler olup, anket yolu ile toplanmıştır.

Araştırmaya dahil edilen 628 işletme karlılıklarına göre iki grupta sınıflandırılmış; karlılık oranı %10'dan az olan işletmeler 1. grupta, karlılık oranı %10'dan fazla olan işletmeler 2. grupta toplanmıştır. İşletmelerden elde edilen verilerden hareketle, karlılık performansının belirlenmesine yönelik 8 kriter belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesinden sonra UTADIS tekniği ile veriler analiz edilmiş, hesaplanan global faydalar ve fayda sınırına göre işletmeler sınıflandırılmıştır. Analiz sonucunda araştırmaya dahil edilen 628 işletmenin 391 tanesinin risksiz iyi firma oldukları, geriye kalan 237 işletmenin ise riskli kötü firma oldukları belirlenmiştir. Araştırmada, firmaların karlılık performanslarını belirlemeye yönelik kullanılan kriterlerden; kullanılan makine ve ihracat yapılan ülke sayısı kriterlerinin, firma karlılık performansı üzerindeki önem ağırlığının %0 olduğu belirlenmiştir. Firma karlılık performansı üzerinde etkili olan, diğer bir ifade ile marjinal faydası en yüksek kriterin %31,68 ağırlık ile firmada çalışan mühendis sayısı kriteri olduğu belirlenmiştir. Marjinal faydalara göre sırasıyla %27,44 ile yıllık kullanılan hammadde, yarı mamul ve hazır mamul girdi tutarı, %12,83 ile işletmenin kapalı alanı, %12,15 ile yıllık ihracat geliri, %9,34 ile çalışan sayısı ve %5,56 ile öz sermaye kriterleri olduğu belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgular doğrultusunda, kullanılan UTADIS tekniğinin tahmin gücünün (tutarlılık) %90 seviyesinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka ifade ile tekniğin, başlangıçta karlılık oranlarına göre yapılan firma sınıflandırmasını; karlılık oranı %10'un üzerinde olan mobilya işletmelerinde %91, karlılık oranı %10'un altında olan mobilya işletmelerinde %83 doğruluk oranı ile tahmin etmekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen, ancak çalışmada kullanılmayan bir diğer çok kriterli karar verme tekniği ise VİKOR tekniğidir. Alan yazın incelendiğinde, VIKOR tekniğinin çeşitli konularda ve çok sayıda çalışmada, çok kriterli karar verme tekniği kullanıldığı görülmüştür. Alan yazın incelemesi sonucu tespit edilen çok sayıdaki VIKOR tekniği ile yapılan çalışmalara; Chang ve Hsu (2009)'un, rezervuar havzalarında arazi kullanımı kısıtlama stratejilerinin belirlenmesi çalışmaları, Sanayei ve arkadaşlarının (2010), bulanık ortamda tedarikçi seçimi problemi çalışması, Opriovic (2011)'in, su kaynaklarının planlanmasına yönelik çalışması, Cristobal (2011)'in, İspanya'da yenilenebilir enerji yatırım projelerinin seçimine yönelik çalışması, Aktepe ve Ersöz (2012)'ün bir depo yeri seçimine yönelik çalışmaları, Uyguntürk ve Uyguntürk (2014)'ün, potansiyel müşteriler için otellerin tercih edilme sıralamalarını belirleme çalışması, Ar ve arkadaşlarının (2014), Rize'de kurulması planlanan OSB için sektörlerin öncelik sıralarının belirlenmesine yönelik çalışmaları ve Sasanka ve Ravindra (2015)'nin otomotiv sektöründe kullanılan magnezyum

alaşımları içinde en uygununun belirlenmesine yönelik çalışmaları örnek olarak verilebilir. Çok kriterli problemlerin çözümünde karar vermede kullanılan VIKOR tekniği örneklerinden de anlaşılacağı üzere, teknik çok çeşitli konu ve alanlarda uygulanabilmektedir. Bir başka ifade ile VIKOR yönteminin belirli bir konu veya alanda kullanılmasına ilişkin bir kısıtlama olmayıp, hemen hemen her çok kriterli probleme ilişkin karar vermede kullanılabilir.

VIKOR yöntemi ile yapılan çok sayıda çalışma olmasına karşın, bu çalışmanın konusu olan tehlikeli madde depo yeri seçimi ile benzeşmesi açısından Aktepe ve Ersöz'ün çalışmaları, örnek çalışma olarak incelenmiş ve çalışmadan ulaşılan bulgu ve sonuçlar aktarılmıştır.

Aktepe ve Ersöz (2012), lojistik maliyetleri üzerine önemli bir etkisi olan depo yeri seçiminin kritik bir öneme sahip olduğu gerçeğinden hareketle; döküm sanayinde faaliyet gösteren 150.000m²alan üzerinde 17.000 m²kapalı alana sahip, yıllık kapasitesi ortalama 25.000 ton olan büyük ölçekli bir işletmenin, lojistik ve pazarlama faaliyetlerini geliştirmek amacıyla kuracağı 3 adet depo yerinin, belirlenen 11 alternatif arasından hangilerinde kurulacağına dair karar verme probleminin çözümünde AHP-VIKOR ve MOORA tekniklerini kullanmışlardır. Depo yerinin seçimi için 6'sı ana, 5'i alt olmak üzere toplam 11 kriter belirlemişlerdir. Belirlenen 11 kriter ve 11 depo yeri alternatifinin ağırlıkları AHP tekniği ile hesaplanmış ve bulunan değerler VIKOR tekniğinin girdileri olarak kullanılmıştır. VIKOR tekniği ile yapılan analizler sonrasında, belirlenen 11 alternatif il içinde en iyi depo kurulum yerinin Samsun olduğu, daha sonra sırasıyla Amasya ve Ankara'nın depo yeri kurulumu için diğer uygun alternatifler olarak sıralandığı belirlenmiştir. Depo yeri alternatifleri aynı zamanda MOORA tekniği ile değerlendirilmiş, değerlendirme sonucunda, en uygun depo yer alternatifinin; 1. sırada Samsun, 2. depo yerinin Ankara ve 3. depo yerinin Amasya olduğu belirlenmiştir. Gereke VIKOR ve gerekse MOORA tekniği ile depo yeri seçimine yönelik yapılan çalışmada, kurulacak üç depo için en uygun 1. alternatifin Samsun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. VIKOR tekniğinde 2. en iyi depo yeri alternatifi Amasya iken, MOORA tekniğinde Ankara'dır. Ancak Ankara ili VIKOR tekniği ile yapılan analizlere göre 3. en iyi alternatifi, Amasya ise MOORA tekniğinde 3. en iyi depo yeri alternatifidir. Her iki teknikte 2. ve 3. en iyi depo yeri alternatifleri farklı iller olarak bulunsa da, kurulması düşünülen depo sayısının 3 olması nedeniyle, belirlenen 2. ve 3. alternatifler arasında yeni bir değerlendirilme yapılmasına

gerek kalmamıştır. Uygulama sonuçlarına göre Samsun, Ankara ve Amasya illerinde depo kurulması kararı alınmış ve uygulamaya geçirilmiştir.

2.2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci – AHP (Analytic Hierarchy Process) Yöntemi

Çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci-Analytic Hierarchy Process), 1970’li yıllarda Thomas Saaty tarafından geliştirilmiştir. Geliştirildiği günden günümüze kadar pek çok konu ve alanda, gerek araştırmacılar ve gerekse planlayıcılar tarafından karmaşık konulara ilişkin karar verme sürecinde kullanılan AHP (Zoran vd., 2011:93), karar vericilerin karmaşık bir problemi; hedef, birincil (ana) kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi, hiyerarşik bir yapı olarak modellenmesini sağlayan bir yöntemdir (Sharma ve Pratap, 2013:4). Analitik Hiyerarşi Süreci karar vermeyi, matematik ve psikoloji bilim dallarını temel alarak sağlayan bir yöntemdir. AHP karar aldırılmayı sağlayan faktörlerin yüzdelik oranlarını bulan ve tahminleme yeteneğini kazandıran süreçtir. Karşılaştırma ölçü çizelgesi ile kararı etkileyen kriterlerin karşılaştırmasıyla önem değeri bulunur (Kutlu, Abalı ve Eren, 2012: 7).

AHP yöntemi esas olarak neredeyse kesin karar uygulamalarında kullanılır. Karar vericilerin öznel yargısı, seçimi ve tercihi AHP sonuçları üzerinde büyük etkiye sahiptir. Buna ek olarak, karar vericinin alternatifleri değerlendirme konusundaki gereksinimleri belirsizlik ve çokluk anlamına gelmektedir (Sultana vd., 2015:1275). AHP yöntemi, bir takım akademisyenler tarafından hem tartışılmakta hem de çokça kabul görmüş durumdadır. AHP'nin tartışılan başlıca eleştirilerinden biri, alternatifler bir karar modelinden eklendiğinde veya çıkarıldığında ortaya çıkan sonucun AHP analizinden çıkan sonucu etkilediği yönündedir. Bu durum alternatifler arasındaki sayısal sırayı değiştirebilmektedir. Bu nedenle problem karar analizinden önce doğru bir şekilde yapılandırılarak söz konusu kusur ortadan kaldırılabilmektedir (Hodgett, 2016:1146). Çok kriterli değerlendirme, rasyonel karar verme sürecine doğru temel bir adımdır. En popüler Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden biri Analitik Hiyerarşi Sürecidir. AHP nin bilgi karşılaştırma kavramı çok sezgisel, kullanımı kolay ve anlaşılırdır ve bu nedenle diğer Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin çoğundan üstündür (Dey vd., 2017:104).

AHP, seçim yapılacak alternatifleri belirlemek için kullanılan çok kriterli karar verme yöntemidir. Problem, Saaty'nin geliştirdiği yöntem olan AHP ile amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler sıralı yapısında ele alınarak en doğru şekilde çözülür. Çözüm elde etmek için

üç aşamanın olduğu belirtilmiştir. Bunlar; kriterlerin tespit edilmesi ve sıralı yapının oluşturulması, kriterler ile alternatifler arasında karşılaştırmalar yapılması ile kriter ağırlık değerlerinin elde edilmesi, kriterlerin ve alternatiflerin önceliklerinin tespit edilmesidir (Gül ve Eren, 2017:2). Karar vermek için kullanılan ve bağımlı olmayan faktörlerin sıralı yapı içerisinde değerlendirilerek, belirlenmiş ölçü çizelgesi ile karşılaştırılmasının yapıldığı Analitik Hiyerarşi Yöntemi, alternatiflerin önem derecelerini yüzdelik dağılımlarla ifade etmektedir. Niceliksel veriler ile konusunda uzman kişilerin subjektif yargıları biraraya getirilerek sonuçlar elde edilmektedir. Böylece, AHP yöntemiyle kriterlerin öncelikleri belirlenerek alternatiflerin amacı sağlayacak şekilde değerlendirmesi yapılır ve en doğru kararın alınması sağlanır (Gülenç ve Bilgin, 2010:98). AHP yöntemi, hiyerarşideki öğelerin karşılaştırılması sürecinde karar vericinin tutarlılığının tanımlanması ve analiz edilmesi için popüler yöntemler grubuna aittir. Alternatif karşılaştırmanın karar vericinin subjektif bir tahminine dayandığını göz önüne alarak, gerekli doğruluğu güvence altına almak için sürekli olarak izlenmesi gereklidir (Zoran ve Saša, 2011:95). Siejka ve Mika (2017)'ye göre ; AHP'nin asıl avantajı hiyerarşik terimlerle sunulan çok-bantlı ve çok kriterli bir modeldir (Siejka ve Mika, 2017:19). Bu yöntemin bir diğer avantajı, karşılaştırmalı analiz sürecinde kantitatif ve nitel faktörleri birleştirme imkanındır. Yapılan analiz sonucunda, değerlendirmedeki hataları önlemeye yardımcı olan belirli bir nesneyi tanımlayan her faktörün sayısal gösterimi elde edilir (Siejka ve Mika, 2017:22).

Sonuçları itibariyle oldukça önemli bir süreç olan karar vermede, karar vericilerin kişisel yargılarının çözüm sürecine dahil edilmesi, hatalı kararların verilmesine yol açabilmektedir. AHP tekniği ile karar vericilerin yargıları; daha genel ve az kontrol edilebilir durumdan, daha özel ve daha fazla kontrol edilebilir bir sürece doğru düzenlenmektedir. AHP, karar vericileri nasıl bir karar vermeleri gerektiğine ilişkin bir teknik kullanmaya zorlamak yerine, karar vericilere kendi karar mekanizmalarını tanıma olanağı sağlayarak, hatalardan arındırılmış daha iyi kararların alınmasını sağlayan bir yöntemdir (Gülenç ve Bilgin, 2010:98). AHP tekniğinin uygulama alanı; her bir alternatif için tanımlanmış kriter ve/veya kriterler ve nitelik değerleri grubuna dayanarak, en kabul edilebilir çözümün seçilmesidir (Zoran vd., 2011:93). Bir başka ifade ile AHP; çok kriterli problem veya seçimlerde, alternatif öneme sahip olanların yer aldığı bir modeldir. AHP; birbirinden bağımsız kriter veya faktörlerin, içinde buldukları hiyerarşik yapıda değerlendirilmesinde kullanılmakta, önceden belirlenmiş bir karşılaştırma skalası aracılığı ile ikili karşılaştırmalarla hiyerarşide yer alan karar noktalarına ilişkin önem farklılıklarını

yüzde dağılımlara dönüştürmektedir (Saaty, 1990:9). AHP tekniği sayesinde sistematik bir yaklaşım ile sayısal performans ölçümleri yapılabilen, ulaşılan bu değerler karar vericilerin subjektif değerlendirmeleri ile birleştirilerek sonuca ulaşılabilmektedir (Saaty, 1987:161). Bu bağlamda AHP; karar vermede kullanılacak kriterlerin, öncelik veya önem sırasının belirlenmesi, belirlenen öncelikli veya önemli kriterlerin kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesi ile kişisel veya kurumsal amaçlara yönelik sağlıklı ve optimal kararların alınmasını sağlayan bir çok kriterli karar verme tekniği olarak nitelendirilebilir. Önemli olandan önemsiz olana doğru sıralaması yapılan AHP yönteminde, alternatifler arasından en uygun olanı seçme amacını taşımaktadır (Gülenç ve Bilgin, 2010:97). Literatür incelendiğinde; yapılan çalışmalarda AHP'nin diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile bütünleştirildiği, karar verme yönlü problemlerin veya karar verme süreçlerine ilişkin çalışmaların çözümünde AHP ve Hedef Programlama, AHP ve Veri Zarflama Analizi, AHP ve Bulanık Mantık tekniklerinin birlikte kullanıldığı görülmüştür.

Bayhan ve Bildik, (2014) çalışmasında; akıllı telefon tercihinde müşterilere kolaylık sağlamak amacıyla Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)'nden faydalanılarak öneride bulunulmuştur. İlk olarak Pamukkale Üniversitesi öğretim üyeleri ile yüksek lisans öğrencilerinin katıldığı çalışmada müşterileri tatmin edecek aday akıllı cep telefonları belirlenmiştir. İkinci aşama ise cep telefonuna ait alternatifleri etkileyen kriterler en doğru cep telefonunu seçmek amacıyla belirlenerek ikili karşılaştırmalar sağlanmış ve tespit edilen önem düzeyleri ile karar matrisi ortaya konmuştur (Bayhan ve Bildik, 2014:27).

Maddi ve gayri maddi yapıdaki kriterlerin dikkate alınması gereken ve çok kriterlerle yapılan depo yer seçimi karmaşık aşamalara sahiptir. Depo yer seçimi için maliyet azaltma amaçlı yöntemler tercih edilmektedir. Bazı çalışmalar, yer seçiminde niteliksel ve niceliksel bakış açılarını içererek, bütünlük yaklaşımıyla, analitik hiyerarşi süreciyle karar alınmasını teklif etmektedir (Durmuş, 2010:75). Gül ve Eren, (2017) çalışmasında; Analitik Hiyerarşi Süreci, depo yerini belirleme safhalarında hedef programlama modeliyle birlikte çok kriterli fayda yaklaşımında kullanılmıştır. Alternatif depo yerlerinin seçimi, yedi ayrı kriter değerlendirilerek ve AHP tekniği ile öncelik sırası tespit edilerek gerçekleştirilmiştir (Gül ve Eren, 2017:1). Analitik Hiyerarşi Süreci, kuruluş yeri seçiminde etkili olan, somut ve soyut faktörlerin etkilerinin birlikte değerlendirilebilmesine imkan veren, genel anlamda tüm karar verme problemlerine uygulanabilen yöntemdir (Burdurlu ve Ejder, 2003:369).

Problem konusuna ait kriterleri belirleyerek çok kriterli karar verme tekniğine ait modelle alternatifler arasından en doğru seçim incelenebilmektedir. Çok kriterli karar verme modelleri arasında matematiksel yapı farklılığından dolayı, çözümlerde farklı olabilmektedir. Birden çok kriterin yer aldığı veri setinin değerlendirilmesi sonucu alternatiflerin sıralanmasında çeşitli çok kriterli karar verme yöntemlerinin ortaya koyduğu sonuçların karşılaştırılması önemlidir (Tayalı, 2017:376).

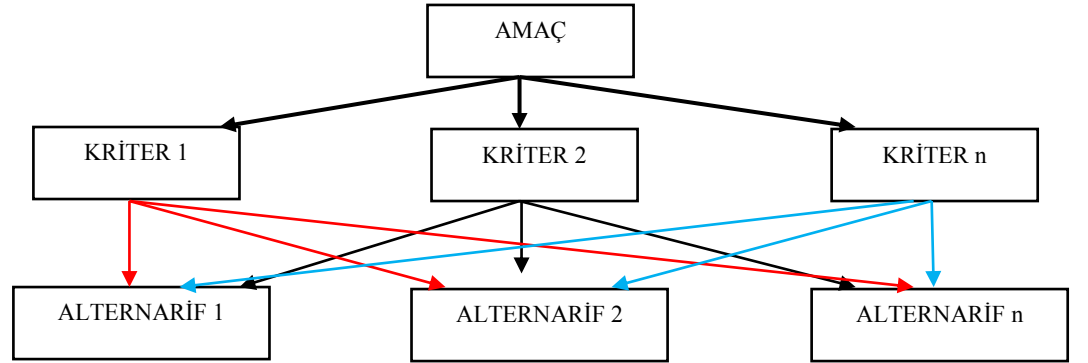
Kriterler ve alternatiflerin bir hiyerarşi içinde ele alınarak karşılaştırıldığı AHP tekniği, karar vericiler için tutarlılığın tanımlanması ve analiz edilmesi için kullanılabilir popüler bir yöntemdir. AHP tekniği, genel olarak karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan pratik bir yöntem veya araçtır. Literatür taramasında AHP tekniğinin; en iyi alternatifin seçimi, kaynak dağıtımı, değerlendirme, planlama ve geliştirme, sıralama, karar verme, tahminleme, vb. gibi çeşitli amaçlar için kullanıldığı görülmüştür. Bu bağlamda AHP tekniğinin, sadece karar verme süreçlerinde kullanılan bir teknik olmadığı, çok çeşitli amaç ve hedef doğrultusunda kullanılabilen bir teknik olduğunu söylemek mümkündür. Literatürde incelenen çalışmalarda, karar verme süreçlerinde kullanılacak kriterlerin belirlenmesinde AHP tekniğinin, alternatiflerin değerlendirilmesi ve karar verme sürecinde farklı tekniklerin (WASPAS, TOPSIS, COPRAS, vb.) kullanıldığı da görülmüştür. Bu çalışmanın konusu doğrultusunda, tehlikeli madde depo yeri seçimi sürecinde, dikkate alınacak kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yönteminden yararlanılmasına karar verilmiş olup, alternatiflerin değerlendirilmesinde ise WASPAS ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve depo yeri seçimine ilişkin karar vermede WASPAS ve TOPSIS tekniklerinin birlikte kullanılması ise; en uygun depo yerinin her iki yöntemde de aynı veya farklı çıkıp çıkmadığının belirlenmesi, bir diğer ifade ile tutarlılığın farklı teknikler ile sağlanıp sağlanmadığının sınanmasına yöneliktir.

Çok kriterli bir karar verme probleminin AHP ile çözümlenebilmesi için, izlenmesi gereken aşamalar ve her bir aşamaya ilişkin yapılması gereken işlemler şu şekildedir (Saaty, 1987; Saaty, 1990; Saaty, 2008; Cabala, 2010):

1. Aşama: Problemin tanımlanması; AHP sürecinin birinci aşaması, karar verilmesi gereken problemin tanımlanmasıdır. Problemin tanımlanması iki aşamalı olup, birinci aşamada karar noktalarının saptanması, diğer bir ifade ile verilecek kararın kaç sonuç üzerinden değerlendirileceğine ilişkin cevap aranma aşamasıdır. Problemin tanımlanmasında ikinci aşama, karar noktalarının (alternatifler) ve karar noktalarını etkileyen faktörler veya diğer

bir ifade ile kriterlerin (ana ve varsa alt kriterler) belirlenmesi aşamasıdır. Problemin tanımlanması aşamasında belirlenen karar noktaları veya alternatifler (m) ile kriterler (n) sayıda olabilir. Problemin tanımlanması aşamasında kriterlerin sayısının doğru belirlenmesi ve belirlenen her bir kriterin ayrıntılı bir şekilde tanımlanması, karar verme sürecinde yapılacak ikili karşılaştırmaların tutarlı ve mantıklı yapılabilmesi açısından önem taşımaktadır. Doğru sayıda kriterin belirlenmemesi ve kriterlerin ayrıntılı tanımlanmaması durumunda, ulaşılabilecek kararlar veya sonuç tutarlı olmayacaktır.

AHP sürecinin birinci aşaması aynı zamanda karar verme modelinin, diğer bir ifade ile hiyerarşik yapının kurulduğu aşamadır. Bu teknikte çoklu karar vermede veya diğer bir ifade ile problemin çözümünde hiyerarşik yapının kullanılması, problemin veya kararın çeşitli düzeylere ayrılmasından kaynaklanmaktadır. Birinci aşamada hiyerarşik yapının oluşturulması, aynı zamanda problemin çözümüne yönelik model oluşturulması olarak da adlandırılmaktadır (Chandran, Golden ve Wasil, 2005:2235). Hiyerarşik yapının veya modelin oluşturulması, karar verici veya vericilere kriterleri (varsa alt kriterler dahil) ve alternatifleri etkili bir şekilde karşılaştırma olanağı sağlamaktadır (Saaty, 1990:9). Hiyerarşik yapı veya model, Şekil 2.1'deki gibi kurulmaktadır.



Şekil 2.1 Hiyerarşik Yapı-Model

Kaynak: Saaty, 1990:14; Wang, Liu ve Elhag, 2008:515.

2. Aşama: Kriterler arası karşılaştırma matrisinin oluşturulması; problemin tanımlanması aşamasında belirlenen kriterler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu kare matristir. Oluşturulan matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini alır. Matris genel olarak şu şekildedir:

$$A = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \dots & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & \dots & \alpha_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \alpha_{n3} & \dots & \alpha_{nn} \end{bmatrix}$$

Yukarıda belirtilen kriterler arası karşılaştırma matrisini, aşağıdaki Çizelge 2.2'deki gibi daha basit ve anlaşılır ifade etmek mümkündür.

Çizelge 2.2 Kriterler İçin İkili Matris Oluşturulması

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter...	Kriter j
Kriter 1	W_1 / W_1	W_1 / W_2	W_1 / W_3	...	W_1 / W_j
Kriter 2	W_2 / W_1	W_2 / W_2	W_2 / W_3	...	W_2 / W_j
Kriter 3	W_3 / W_1	W_3 / W_2	W_3 / W_3	...	W_3 / W_j
Kriter...
Kriter i	W_i / W_1	W_i / W_2	W_i / W_3	...	W_i / W_j

Çizelge 2.2'de gösterilen kriterle için ikili matris oluşturulması modeline göre, karşılaştırma matrisi şu şekildedir:

Kriterler arası karşılaştırma için oluşturulan matrisi köşegeni üzerindeki bileşenler, diğer bir ifade ile $i=j$ olduğunda 1 değerini alır. Bu durumun temelinde ise, söz konusu kriterin kendisi ile karşılaştırılması yatmaktadır. Durumu yukarıdaki Çizelge 2.2'de yer alan bilgilere göre açıklamak gerekirse, 1. satır ve 1. sütunda yer alan kriter 1 kendisi ile karşılaştırıldığından, bu bileşenler için $i=j$ olmakta ve bir değerini almaktadır. Belirlenen her kriterin karşılaştırılması, birbirlerine göre taşıdıkları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılıdır. Bir başka ifade ile matris oluşturulduktan sonra kriterlerin birbirlerine göre göreceli veya ne kadar daha önemli olduğunun hesaplanması gerekmektedir. Bu aşamada karar verici kriterleri değerlendirmede, 1-9 skalasını baz alarak kriterler arasındaki önem

derecesini belirlemektedir. Kriterler arası ikili karşılaştırmada kullanılan 1-9 skalası aşağıdaki Çizelge 2.3'deki gibidir.

Çizelge 2.3 İkili Karşılaştırma Önem-Değer Skalası

Önem	Değer Tanımları
1	Her iki kriter de eşit öneme sahip
3	1. kriterin 2. kriterden daha önemli olması (Biraz daha önemli)
5	1. kriterin 2. kriterden çok önemli olması (Kuvvetli derecede önemli)
7	1. kriterin 2. kriterden çok güçlü derecede önemli olması (Çok kuvvetli derecede)
9	1. kriterin 2. kriterden aşırı derecede önemli olması (Aşırı önemli)
2, 4, 6, 8	Ara-ortalama değerler

Kaynak: Saaty, 1990:15.

Kriterler arası karşılaştırmaların daha iyi anlaşılabilmesi için basit bir örnek vermek gerekirse; beş kriterli bir problem olduğunu varsayalım. Karşılaştırmayı yapan tarafından birinci kriter ikinci kriterle göre çok önemli görülüyorsa, karşılaştırma matrisinin birinci satır ikinci sütun bileşeni ($i=1; j=2$) 5 değerini alacaktır. Şayet karar verici açısından ikinci kriter birinci kriterle göre çok önemli görülüyorsa, bu durumda karşılaştırma matrisinin birinci satır ikinci sütun bileşenin değeri 1/5 olacaktır. Karar verici açısından her iki kriter de eşit öneme sahip olarak görüldüğünde ise, bileşen 1 değerini alacaktır. Matriste karşılaştırmalar, tüm değerleri 1 olan köşegenin üstünde kalan bileşenler için yapılır, köşegenin altında kalan bileşenler için ise eşitlik 2.2'nin kullanılması gerekmektedir.

$$\alpha_{ji} = \frac{1}{\alpha_{ij}} \quad (2.2)$$

3. Aşama: Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve tutarlılık oranının hesaplanması; AHP tekniğinde karşılaştırma matrisi, kriterlerin birbirlerine göre önem seviyelerini sistematik ve belirli bir mantık içerisinde gösterir. Matriste yer alan her bir kriterin genel içindeki ağırlıklarını veya önem derecelerine göre dağılımlarını belirleyebilmek için, matrisi oluşturan sütun vektörleri yardımı ile n adet ve n bileşenli *B Sütun Vektörü* oluşturulur (Cabala, 2010:11).

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{12} \\ b_{13} \\ \dots \\ b_{n1} \end{bmatrix}$$

B sütun matrisi ile oluşturulan vektörlerin hesaplanması ise, aşağıdaki eşitlik 2.3 kullanılarak yapılır.

$$b_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{\sum_{i=1}^n \alpha_{ij}} \quad (2.3)$$

Öncelik vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilmiş olur. C matrisinde yer alan kriterlerin önem değerlerini gösteren yüzdesel önem dağılımları aşağıdaki eşitlik 2.4 ile hesaplanmaktadır.

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (2.4)$$

Kriterlere ilişkin ulaşılan yüzdesel önem dağılımları ile elde edilen öncelik (W sütun) vektörü ise aşağıdaki gibi olacaktır.

$$W_i = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Dört faktöre ilişkin ulaşılan önem değerleri ile yapılan hesaplama sonrasında, ulaşılan W sütun vektöründe yüzdesel önem dağılımları elde edilmektedir.

4. Aşama: Tutarlılıkların kontrolü; kriterlerin kıyaslanmasındaki tutarlılığın, sayısal açıdan kontrol edilmesidir. Her ne kadar AHP tekniği, sistemsel açıdan tutarlı bir teknik olarak kabul edilse de, ulaşılan sonuçlar (kriterlerin yüzdesel önem dağılımları- W_i öncelik vektörü); karar verici veya kriterleri değerlendirenlerin, değerlendirme aşamasında yaptıkları karşılaştırma işleminin tutarlılığına bağlıdır. Bu nedenle AHP tekniği, ulaşılan sonuçların tutarlılığının ölçülebilmesine yönelik süreçler içermektedir. Teknikte; öncelik vektörünün, dolayısı ile kriterlere ilişkin karşılaştırmaların tutarlılığını test edilmesi sonucu ulaşılan değer, *Tutarlılık Oranı (CR)*

olarak ifade edilmektedir. Tutarlılık oranı; karşılaştırmada kullanılan tüm kriter sayısı ile temel değer olarak ifade edilen hesaplanabilir bir katsayının (λ) karşılaştırılması sonucu elde edilen orandır. Temel değer (λ) hesaplanabilmesi için, ilk olarak A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün çarpılması ve D sütun vektörünün bulunması gerekmektedir. D sütun vektörü elde edildikten sonra, D sütun vektörü ve W sütun vektöründe karşılıklı değerler ($d_i; w_i$) bölünerek (d_i/w_i), her bir değerlendirme kriterine ilişkin temel değer (E) elde edilir. E değerlerinin aritmetik ortalaması ise, tutarlılık oranı hesaplamasında kullanılan temel değerdir (λ). Kriterlere ilişkin (E) ve tutarlılık oranı hesaplamasında kullanılan temel değer (λ) hesaplama eşitlikleri aşağıdaki gibidir:

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad 2.5$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

Temel değer hesaplanmasının ardından, kriterlere ilişkin karşılaştırmaların tutarlılığını gösteren CI (Tutarlılık Göstergesi) eşitlik 2.6 ile hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad 2.6$$

Öncelik vektörünün, dolayısı ile kriterlere ilişkin karşılaştırmaların tutarlılığını ortaya koyan CR oranının hesaplanabilmesi için; tutarlılık göstergesi değerinin (CI), Random Göstergesi (RI) olarak adlandırılan ve standart olan düzeltme değerine bölünmesi ($CR = \frac{CI}{RI}$) gerekmektedir. Random Gösterge değerleri Çizelge 2.4'deki gibidir.

Çizelge 2.4 Random Gösterge Değerleri (RI)

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

Hesaplanan tutarlılık oranının (CR), 0.10'dan küçük olması halinde yapılan karşılaştırmalarının tutarlı olduğu, 0,10'dan büyük olması halinde ise; AHP sürecinde bir hesaplama hatasının yapıldığı veya karar vericinin karşılaştırmalarının tutarsız olduğu sonucuna varılır. Yukarıda verilen 4 kriterli örnek için RI değeri olarak 0,90 olarak seçilecektir.

5. Aşama: Her bir kriter için, m karar noktasındaki (alternatifler) yüzde önem dağılımlarının bulunması; her bir kriter için birebir karşılaştırmalar ve matris işlemleri, kriter sayısı (n) kadar tekrarlanır. Bu işlemler sonucu oluşacak G matrisi ise $m \times m$ boyutlarında olacaktır. Her bir karşılaştırma işleminden sonra boyutlu ve değerlendirilen kriterin, alternatiflere göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörü elde edilir.

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} \\ S_{12} \\ S_{13} \\ \vdots \\ \vdots \\ S_{m1} \end{bmatrix}$$

6. Aşama: Karar noktalarındaki sonuç dağılımının bulunması; n adet ve m_1 boyutlu S sütun vektöründen oluşan $m \times n$ boyutlu karar matrisi (K matrisi) oluşturulur. K matrisi aşağıdaki gibidir:

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & S_{2n} \\ S_{31} & S_{32} & \cdot & \cdot & \cdot & S_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ S_{m1} & S_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & S_{mn} \end{bmatrix}$$

Elde edilen K karar matrisinin W sütun vektörü (öncelik vektörü) ile çarpımından, m sayıda elemana sahip L sütun vektörü elde edilir. L sütun vektörü, karar noktalarının yüzde dağılımını gösteren matris olup, vektörün elemanlarının toplamı 1'dir. 6. aşama sonucunda ulaşılan L sütun vektöründeki değerler; alternatiflerin önem düzeyini göstermekte olup, karar vericinin probleme ilişkin hangi alternatifi seçmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

AHP'de yer alan prosedür özetle şöyledir. Başlangıçta, sorunun amacı, soruna katılan ölçütler ve alternatifler özetlenmiştir. Ardından, ölçütlerde (her bir çift çifti kombinasyonu

için) çift karşılaştırmalar yapılmıştır ve karşılaştırma matrisi, yoğunluk ölçeği kullanılarak oluşturulmuştur. Daha sonra, öncelik vektörü ve ortalamalı ağırlıklar, karşılaştırma matrisinden hesaplanmıştır. Benzer şekilde, her kriter için alternatifler arasında eşli karşılaştırmalar yapılmıştır ve oluşturulan her karşılaştırma matrisi için ağırlık hesaplanmıştır. Giriş tutarlılığı, Rasgele Tutarlılık Endeksi (RI) sayılarına dayalı olarak hesaplanan tutarlılık oranı (CR) değerlerini kullanarak kontrol edilmiştir. Giriş değerlerinin tutarlılığını sağlamak için CR değeri 0,1'in altında olmalıdır (Arunachalam,2015:522).

2.2.2.İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma – TOPSIS (Technique For Ordered Preference by Similarities to Ideal Solution) Yöntemi

1981 yılında Yoon ve Hwang tarafından geliştirilen TOPSIS; karar noktalarının ideal çözüme yakınlığını esas alan bir çoklu karar verme yöntemidir. (Zavadskas vd., 2015:651). TOPSIS tekniğine göre, probleme ilişkin en iyi alternatif; pozitif ideal çözüme en yakın, buna karşın negatif ideal çözümden en uzak alternatiftir. Bu nedenle olumlu ideal çözüm, ölçütlere ulaşılabilen en iyi değerlerden ve negatif ideal çözümlerden, ölçütlerden elde edilebilecek tüm en kötü değerlerden oluşmakta olup (Sultana, Ahmed, ve Azeem, 2015:1280), bu bağlamda TOPSIS tekniği uzlaşmaya dayalı (Tzeng ve Huang, 2011:69) bir çoklu karar verme tekniği olarak kabul edilebilir. TOPSIS yöntemi, alternatiflerin en kısa pozitif ideal çözümlerle en uzak negatif ideal çözümün kesiştiği seçeneğin tespit edilmesini sağlamaktadır. En iyi kriterlerin biraraya gelerek oluşturduğu çözüm pozitif ideal çözüm iken en kötü kriterlerin meydana getirdiği çözüm negatif ideal çözümdür. TOPSIS, her kriterin düzenli artan ya da azalan biçimde faydaya sahip olduğu kabul edilen çok kriterli karar verme yöntemidir (Kutlu, Abalı ve Eren, 2012:7).

TOPSIS tekniği ile, her araştırma kriterinin optimal çözüme yaklaşma derecesi elde edilir. Uygulamada son derece kolay ve kısa bir teknik olarak ifade edilen TOPSIS, orijinal veri matrisinden en uygun ve en kötü çözümün bulunması, ardından değerlendirme kriterleri ile en uygun ve en kötü alternatifler arasındaki uzaklığın hesaplanmasına dayalıdır. Avantajlar ve dezavantajların değerlendirilmesinin temelinde, her değerlendirme kriterinin göreceli olarak yakınlığı ve en uygun düzeni bulunmaktadır (Luo, Liu ve Mo, 2017:1-6).

Literatürde çok çeşitli bilim dallarında ve çok sayıda çalışmada kullanılan TOPSIS tekniğinde, çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için seçilen alternatif veya alternatiflerin; pozitif ideal çözüme en kısa ve negatif ideal çözüme en uzun geometrik

değere sahip olması gerekmektedir. Örneğin TOPSIS tekniğinde, çok kriterli bir problem çözümünde hesaplanan pozitif ideal çözüm ile karlılık artarken masraflar azalmaktadır. Bununla birlikte negatif ideal çözüm ile karlılık azalırken masrafların arttığı sonucuna ulaşılmaktadır. TOPSIS, çok kriterli karar verme durumlarında, en uygun çözümü elde etmek için bir dizi olası seçeneği sıralamaya yönelik basit ve etkili bir tekniktir (Pourahmadi, Ebadi ve Nikazar, 2017:373). Çok kriterli karar verme sürecinde alternatifler arasından ideal çözüme en yakın ve en uzak çözümün bulunabildiği TOPSIS, öznitelik değerleri; ideal pozitif ve ideal negatif çözüm nokta koordinatları, vektör normalizasyonundan dolayı değişeceğinden farklı alternatif sıralamasının elde edilmesinin mümkün olduğu bir tekniktir (Markovic, 2010:118-137). Çok kriterli karar verme sürecinde yaygın olarak kullanılan tekniklerden biri olan TOPSIS (Zavadskas vd., 2015:647), AHP gibi 6 aşamalı bir uygulama sürecine sahiptir. Çok kriterli bir karar verme probleminin TOPSIS tekniği ile çözümlenebilmesi için, izlenmesi gereken aşamalar ve her bir aşamaya ilişkin yapılması gereken işlemler şu şekildedir (Tzeng ve Huang, 2011; Cascales ve Lamata, 2012; Lou vd., 2017; Pourahmadi vd., 2017):

1. Aşama: Karar matrisinin oluşturulması aşamasında, karar verici tarafından başlangıç matrisi (A) oluşturulur. A matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak kriterler yer almaktadır. Karar (A) matrisi aşağıdaki gibidir.

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \alpha_{2n} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \cdot & \cdot & \cdot & \alpha_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \alpha_{m1} & \alpha_{m1} & \cdot & \cdot & \cdot & \alpha_{mn} \end{pmatrix}$$

TOPSIS tekniğinin 1. aşamasında oluşturulan A_{ij} karar matrisinde, m karar nokta sayısı iken, n değerlendirilecek veya karşılaştırılacak kriter sayısını ifade etmektedir. AHP tekniğinin 1. aşamasında oluşturulan karar matrisi ile TOPSIS tekniğinin birinci aşamasında oluşturulan karar matrisi aynı şekilde olup ($m \times n$), bu aşama karar verici tarafından alternatif ve kriterlerin sıralanması aşaması olarak da ifade edilebilir.

2. Aşama: Standart (normalize) karar matrisinin (R) oluşturulması; A matrisinde yer alan bileşenlerin, Eşitlik 2.7 ile hesaplanarak oluşturulan matris standart karar matrisidir. Karar matrisi R_{ij} şeklinde gösterildiği gibi bazı çalışmalarda N_{ij} şeklinde de gösterilmektedir.

$$r_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m \alpha_{kj}^2}} \quad (i=1,2, \dots, m) \text{ ve } (j=1,2, \dots, n) \quad (2.7)$$

Hesaplamalar sonrasında oluşan R matrisi aşağıdaki gibidir:

$$R_{ij} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & r_{2n} \\ r_{31} & r_{32} & \cdot & \cdot & \cdot & r_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & r_{mn} \end{pmatrix}$$

3. Aşama: Ağırlıklı standart (normalize) karar matrisinin oluşturulması; ağırlık standart karar matrisinin (V) oluşturulabilmesi için, öncelikli olarak değerlendirme kriterlerinin ağırlıklı değerlerinin (w_i) ağırlıklandırılması gerekmektedir. İkinci aşamada normalize edilmiş matrisde yer alan her değer w_{ij} gibi bir değerle ağırlıklandırılır. Genel olarak TOPSIS yöntemi yaygın kullanılan ve kolay bir çoklu karar verme tekniği olmakla birlikte, kriterlerin ağırlıklandırılması tekniğin sübjektif yönüdür. TOPSIS tekniğinde kriterlerin ağırlıklandırılması, kriterlerin önem derecesine göre karar verici veya vericiler tarafından yapılmaktadır. Karar verici kriterleri ağırlıklandırırken, tüm kriterlerin değerlerinin (w_{ij}) toplamının 1'e eşit olmasına dikkat etmesi gerekmektedir. Bir başka ifade ile $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ olması gerekmektedir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasından ve her bir kriterin ağırlık değerinin belirlenmesinden sonra R matrisinin her sütunundaki bileşenler (r_j), ilgili w_i değeri ile çarpılır ve V matrisi elde edilir. Ulaşılan V matrisi aşağıdaki gibidir:

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & w_n r_{2n} \\ w_1 r_{31} & w_2 r_{32} & \cdot & \cdot & \cdot & w_n r_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & w_n r_{mn} \end{pmatrix}$$

4. Aşama: İdeal(A^+) ve negatif ideal (A^-) çözümlerin oluşturulması; TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme faktörünün monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır (Tzeng ve Huang, 2011:69). Pozitif ideal çözümler, ağırlıklı standart karar matrisinin (V_{ij}) sütun değerlerinin en büyükleri², negatif ideal çözümler ise sütun değerlerinin en küçükleri³ seçilerek bulunur. İdeal çözüm seti aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanır.

$$A^+ = \left\{ \left(\frac{\max v_{ij}}{i}, \frac{\min v_{ij}}{j \in J_+} \right), \left(\frac{\min v_{ij}}{i}, \frac{\max v_{ij}}{j \in J_-} \right) \right\}; A^- = \left\{ \left(\frac{\min v_{ij}}{i}, \frac{\max v_{ij}}{j \in J_-} \right), \left(\frac{\max v_{ij}}{i}, \frac{\min v_{ij}}{j \in J_+} \right) \right\} \quad (2.8)$$

Oluşacak pozitif ideal çözüm seti; $A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}$ şeklinde gösterilirken, negatif ideal çözüm seti ise; $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ şeklinde gösterilebilir. Eşitliklerde yer alan J_+ sembolü fayda (maksimizasyon) değerini ifade ederken, J_- sembolü ise kayıp (minimizasyon) değerini ifade etmektedir.

5. Aşama: Ayırım ölçülerinin hesaplanması; bu aşama aynı zamanda pozitif ve negatif ideal noktalara olan uzaklık değerlerinin hesaplanması aşaması olarak da adlandırılmaktadır. Her bir alternatife (karar noktası) ilişkin değerlendirme kriter değerinin, pozitif ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunması, Öklid (Euclidian) Uzaklık Yaklaşımı yolu ile yapılmaktadır. Öklidyen uzaklık; koordinat düzleminde x ve y koordinatları olarak bilinen iki nokta arasındaki uzaklık olup (Ünlükaplan, 2008:22), aşağıdaki denklemler ile alternatiflere ilişkin değerlendirme kriter değerinin, pozitif ve negatif ideal çözüm setinden sapmaları hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (2.9)$$

Yukarıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanan karar noktalarına ilişkin sapma değerleri; pozitif ideal ayırım (S_i^+) ve negatif ideal ayırım (S_i^-) değerleridir. Ulaşılan ideal ayırım değeri, karar nokta sayısı kadar olacaktır.

² Şayet değerlendirme kriteri minimizasyon yönlü ise, diğer bir ifade ile kritere ilişkin değerlendirmede asgari düzeyde beklenti varsa, o zaman sütun değerlerinin en küçüğü seçilir.

³ Şayet değerlendirme kriteri maksimizasyon yönlü ise, diğer bir ifade ile kritere ilişkin değerlendirmede azami düzeyde beklenti varsa, o zaman sütun değerlerinin en büyüğü seçilir.

6. Aşama: İdeal çözüme görelî yakınlığın hesaplanması; çok kriterli karar verme sürecinde her bir alternatifin (karar noktası) ideal çözüme görelî yakınlığının (C_i^+) hesaplanması, pozitif ve negatif ideal ayırım değerleri ile yapılmaktadır. C_i^+ değeri; $0 \leq C_i^+ \leq 1$ aralığında bir değer alabilirken, $C_i^+ = 1$ değeri ilgili alternatif veya diğer bir ifade ile karar noktasının ideal çözüme mutlak yakınlığını, $C_i^+ = 0$ ise negatif çözüme mutlak yakınlığı gösterir. İdeal çözüme görelî yakınlık ise, aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (2.10)$$

Alternatiflerin ideal çözüme görelî yakınlıkları hesaplandıktan sonra, ulaşılan C_i^+ değerleri alternatiflerin önem sırasını ortaya koyacak ve karar vericinin, çok kriterli probleme ilişkin en uygun kararı vermesini sağlayacaktır.

TOPSIS yöntemi verilen alternatifleri araştırır ve ideal çözüme en yakın olanı ve aynı zamanda anti-ideal çözümden en uzağını bulur (Marković, 2010:118).

2.2.3. Bütünleşik Ağırlıklı Toplam ve Çarpım Tekniği – WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment)

WASPAS, 2012 yılında Zavadskas ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş çok kriterli karar verme tekniklerinden biridir (Zavadskas vd., 2012). İki ayrı yaklaşım modeli ile bütünleştirilmektedir. Bunlardan biri WSM (Weighted Sum Model) Ağırlıklı Toplam Modeli iken diğeri WPM (Weighted Product Model) Ağırlıklı Çarpım Modelleridir. Bu iki yaklaşım modelinin birlikte kullanıldığı WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) yöntemi, kararın en doğru biçimde verilmesine yönelik çok kriterli karar verme yöntemidir. Bu yöntem ile alternatiflerin sıralamasının en doğru biçimde yapılması hedeflenmektedir (Akçakanat vd., 2017:290; Adalı ve Işık, 2017:65). Çok kriterli karar verme tekniklerinden ağırlıklı toplam (WSM) ve ağırlıklı çarpım tekniğinin (WPM) birleştirilmiş bir hali olan WASPAS (Karabasevic vd., 2016:5), çözüm doğruluğu açısından diğeri çok kriterli karar verme tekniklerine göre daha iyi sonuçlar vermesi beklenen bir tekniktir (Chakraborty vd., 2015:87). Nitekim WASPAS tekniğinin, diğeri çok kriterli karar verme tekniklerine göre üstünlüğü, sağlam bir matematik modeli içermesi ve uygulamadaki kolaylığı ile çeşitli araştırmalarda ortaya konmuştur (Chakraborty vd., 2015b:15). Tüm problemlerde, WASPAS yöntemiyle elde edilen sıralamaların geçmiş araştırmacılar

tarafından türetilenlerle yakından eşleştiği görülmüştür. Her bir sorun için, alternatifler için optimal λ değerleri hesaplanır. Sıralama performansı değişen λ değerlerine göre WASPAS yönteminde çalışılmaktadır. WASPAS yönteminin sağlamlığı, uygulamalarda yardımcı olacak şekilde etkin bir çok kriterli karar verme aracı olarak kanıtlanmıştır. Basit ve sağlam matematiğe dayandığından, oldukça kapsamlı, herhangi bir karar verme problemine yönelik başarıyla uygulanabilmektedir (Chakraborty, 2018:15). Probleme ait kriterlerden en büyükleyen ve en küçükleyen türde olanlarını ayrı şekilde değerlendiren WASPAS yöntemi hayattaki çok sayıda gerçek seçim problemleri için kullanılır. Kriter ve alternatif sınırlaması olmayan karar matrisine ait bir yöntemdir. Karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan WASPAS yönteminde alternatif ve kriter sayısı artması halinde çözüm süresi artar (Adalı ve Işık, 2017:72).

WASPAS metodu iki iyi bilinen çok kriterli karar verme (ÇKKV) yaklaşımının, yani ağırlıklı toplam modelinin (WSM) ve ağırlıklı çarpım modelinin (WPM) eşsiz bir kombinasyonudur. Uygulama ilk olarak bir karar matrisinin geliştirilmesini gerektirir, $X = [x_{ij}] m \times n$ burada $[x_{ij}]$, j kriterlerine göre i 'nci alternatifin performansdır, m aday alternatiflerin sayısıdır ve n , değerlendirme kriterlerinin sayısıdır (Chakraborty vd., 2015:78). Optimalliğin iki kriteri, optimizasyonun üçüncü ortak ölçütünün ve sonrasında WASPAS yönteminin geliştirilmesinin ilk kaynağı olmuştur. Optimalite ilk kriteri, yani ortalama ağırlıklı bir başarı kriteri, iyi bilinen Ağırlıklı Toplam Modeline (WSM) benzer. Bu, çok kriterli karar verme için bir yöntemdir, yani bir dizi karar kriterine göre bir dizi alternatifini değerlendirmek için uygulanmaktadır. Sorunun m alternatifleri ve n karar kriterleri üzerinde tanımlandığını varsayıldığında, ölçütün nispi önemi (ağırlık) W_j ile gösterilmektedir. Değişken x_{ij} , kriter açısından değerlendirildiğinde alternatifin performans değerini temsil etmektedir (Zavadskas, 2018:8). WASPAS, WSM ve WPM yaklaşımlarının kavramlarına dayanan birleştirilmiş bir yöntem olduğundan, çözüm doğruluğunun, tek yöntemlerden daha iyi olması beklenir. λ optimal değerleri karar verme sürecinde bu yöntemin doğruluğunu ve etkinliğini artırabilir. Böylece, basit ve sağlam bir optimizasyon aracı olarak uygunluğu sağlanmış, diğer işlem proseslerinde parametrik optimizasyonu başarılmıştır (Chakraborty vd., 2015.:87). Chakraborty ve Zavadskas (2014)'e göre; birleştirilmiş bir yöntemin doğruluğunun her zaman tek yöntemlerden daha iyi olduğu kanıtlanmıştır. Elde edilen sekiz seçim problemi için, WASPAS yönteminin, elde edilenlere kıyasla aday alternatiflerin neredeyse doğru sıralamasını sağladığı gözlenmiştir. Önceki araştırmacılar tarafından parametre λ 'nın WASPAS yönteminin sıralama performansı

üzerindeki etkisini, daha yüksek λ değerlerinde daha iyi performans elde edildiğini ortaya çıkarmıştır. λ değeri 0 olarak ayarlandığında, WASPAS yöntemi bir WPM yöntemi gibi davranır ve λ değeri 1 olduğunda, WSM yöntemine dönüştürülür. Bu yöntemin ana avantajı, dikkate alınan alternatiflerin sıralı tersine karşı güçlü direnci olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, bu yöntemin, çeşitli işlem operasyonlarında hem tekli hem de çoklu yanıt optimizasyon problemleriyle başa çıkabilme özelliğine sahip olduğu bulunmuştur. Bu yöntem basit ve sağlam bir matematiği içerdiğinden ve doğası gereği oldukça kapsamlı olduğundan, üretim ile ilgili karar verme durumlarına başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir (Chakraborty ve Zavadskas, 2014:18). WSM yöntemi basit, kullanımı kolay ve anlaşılırdır. Nitelik değerlerinin ağırlıklı bir toplamı olarak bir alternatifin genel skorunu belirler. En iyi bilinen ve en çok kullanılan yöntemdir. Ağırlıklı çarpım modeli (WPM), zayıf özellik değerli alternatifleri önlemek için geliştirilmiştir. Her bir alternatifin puanını, her bir özelliğin ölçek derecelendirmesinin bir ürünü olarak, özneliğin önem derecesine eşit bir güce göre belirlemektedir (Turskis vd., 2015:879).

WASPAS tekniği, Zavadskas ve arkadaşları tarafından aynı anda iki çok kriterli karar verme tekniğinin bir arada kullanılabilmesi, doğruluğa dayalı veya diğer bir ifade ile doğruluğu teyit etmeye yönelik en uygun çok kriterli karar verme yöntemi olarak önermektedirler (Zavadskas vd., 2012). WASPAS tekniğindeki temel amaç ise, alternatiflerin sıralama doğruluğunu arttırmaktır (Zavadskas vd., 2013:3). WASPAS yöntemi, mevcut kriterleri dikkate alarak alternatiflerin aldığı değerleri kullanır. Duyarlılık analiziyle alternatiflerin sıralamasındaki tutarlılığın değerlendirilmesine imkan tanımaktadır (Adalı ve Işık, 2017:59). Brauers ve Zavadskas (2012:4)'a göre; çok kriterli problemlerde karar vermede kullanılan bazı tekniklerin sonuçlarının tutarlılığı sorgulanabilmektedir. Bu nedenle çok kriterli karar verme süreçlerinde; iki veya daha çok karar verme tekniğinin kullanılması veya bir diğer ifade ile iki veya daha fazla sayıda çok kriterli optimizasyon tekniklerinin kullanılması, tek bir tekniğin kullanılmasına göre daha tutarlı sonuçlar verecektir. Yukarıdaki ifadeler doğrultusunda, WASPAS tekniğini diğer çok kriterli karar verme tekniklerinden ayıran en belirgin özelliklerin; birden fazla matematiksel modelden oluşması ve alternatiflerin sıralama doğruluğunu yükselten bir teknik olduğunu söylemek mümkündür. Bu doğrultuda WASPAS, ulaşılan sonuçların tutarlılığının dolayısı ile alternatif sıralamasının yüksek güvenilirlikte olmasını sağlayan çok kriterli bir karar verme tekniği olarak kabul edilebilir. WASPAS tekniği de diğer çok kriterli karar verme teknikleri

gibi aşamalı bir teknik olup, aşamalar ve tekniğin işleyişi aşağıdaki gibidir (Zavdskas vd., 2012; Zavdskas vd., 2013; Madic vd.,2014; Zavdskas vd., 2015):

1. Aşama: Karar matrisinin oluşturulması; m sayıda alternatif ve n sayıda kriterden ($m \times n$) oluşan karar matrisi (X) şu şekilde oluşmaktadır:

$$X (X_{ij}) = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & \dots & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & \dots & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & \dots & \dots & x_{mn} \end{pmatrix} \quad (i= 1,2, \dots m \text{ ve } j= 1,2, \dots n)$$

X matrisinde; m karar noktası veya alternatif sayısı iken, n ise değerlendirme kriter sayısıdır. X karar matrisinde; i alternatifin, j kriter altındaki performansı x_{ij} ile ifade edilmektedir.

2. Aşama: Karar matrisinin normalize edilmesi; ağırlıklandırılmış toplam modeli (WSM) ve ağırlıklandırılmış çarpım modelinin (WPM), eşit kombinasyonu (WASPAS) ile oluşturulan X_{ij} matrisindeki tüm elemanlar doğrusal normalizasyon işlemine tabi tutulurlar. Bir başka ifade ile X_{ij} matrisinde yer alan maksimizasyon ve minimizasyon halindeki tüm kriterler normalize edilirler. Bu aşamada gerçekleştirilen normalizasyon işlemi için aşağıdaki iki denklem kullanılmaktadır:

$$\text{Fayda yönlü (maksimizasyon) kriterlerin normalizasyonu için; } \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i * x_{ij}} \quad (2.11)$$

$$\text{Maliyet (minimizasyon) kriterlerinin normalizasyonu için; } \bar{x}_{ij} = \frac{\min_i * x_{ij}}{x_{ij}} \quad (2.11)$$

Yukarıda verilen eşitliklerde yer alan \bar{x}_{ij} değeri, x_{ij} değerinin normalize edilmiş halini ifade etmektedir.

3. Aşama: WSM ve WPM modellerine göre i . alternatifin görelî (toplam nispi önem) öneminin hesaplanması; ağırlıklandırılmış toplam veya ağırlıklı toplam modelinde (WSM), bir alternatifin toplam görelî veya nisbi önemi ($Q_i^{(1)}$), kriter değerlerinin ağırlıklı toplamı ile belirlenmektedir. Ağırlıklandırılmış çarpım modeli veya diğer bir ifade ile ağırlıklı çarpım modelinde (WPM) ise, bir alternatifin görelî önemi ($Q_i^{(2)}$); alternatifin kriter bazındaki

performans değerinin, kriter ağırlığı kadar kuvvetinin çarpımı ile belirlenmektedir. Alternatiflerin görelî önemleri ise aşağıdaki denklemler yardımı ile hesaplanmaktadır:

$$\text{WSM tekniği ile } i. \text{ alternatifin nisbi önemi : } Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} * w_j \quad (2.12)$$

$$\text{WPM tekniği ile } i. \text{ alternatifin nisbi önemi : } Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (2.12)$$

Ağırlıklandırılmış toplam modeli, çok kriterli karar verme problemi veya sorunsalındaki alternatifleri; ağırlık çarpımlarının toplam değerlerine göre sıralarken, ağırlıklı çarpım modeli çarpma sonucu elde edilen değerlerine göre sıralamaktadır.

4. Aşama: WSM ve WPM ile hesaplanan alternatiflere ilişkin görelî önem değerlerinin bütünleştirilmesi; çok kriterli karar verme problemine ilişkin alternatiflerin, iki ayrı metot ile hesaplanan görelî (nisbi) önem değerleri, WASPAS tekniği ile ağırlıklı ortak genelleştirilmiş kriter değeri olarak hesaplanır. Ortak genelleştirilmiş kriter değeri aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır.

$$Q_i = 0,5 Q_i^{(1)} + 0,5 Q_i^{(2)} = 0,5 \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} * w_j + 0,5 \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (2.13)$$

5. Aşama: Alternatiflerin genel toplam görelî önem değerlerinin hesaplanması; WASPAS tekniğinde çok kriterli problemlere ilişkin son aşamada, alternatiflerin toplam görelî önemi belirlenmektedir. Bu aşamada alternatiflerin sıralamasında, doğruluğunun ve etkinliğinin artırılması amacıyla, aşağıdaki denklem kullanılarak alternatiflerin toplam görelî önemleri genelleştirilmektedir.

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)} = \lambda \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} * w_j + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (2.14)$$

Eşitlik 2.14 yardımı ile belirlenen alternatiflerin görelî önem değerleri, diğer bir ifade ile Q_i değerleri en yüksek değerden başlayarak derecelendirilir. Alternatiflerin değerlendirilmesinde; Q_i değeri en yüksek olan alternatifin, en iyi alternatif olduğuna karar verilir. Şayet ulaşılan sonuçlar veya sonuçlardan biri $\lambda=0$ ise, WASPAS tekniği WPM tekniğine dönüştürülür, $\lambda=1$ olduğunda ise WSM tekniğine dönüştürülür veya bu tekniklere dönüşerek sadeleşir. Zavadskas ve arkadaşları (2012), WASPAS tekniğini geliştirdikleri çalışmalarında; Q_i ifadesinin, i . alternatifin toplam görelî önem değerini gösterdiğini belirtmektedir. λ sembolü ise, WASPAS tekniğinde kullanılan 0 ile 1 arasında değer

alabilen bir parametredir. Zavadskas ve arkadaşları, λ değerinin hangi değer olacağını belirlenmesinde optimal λ 'nın hesaplanmasını önermekle birlikte, λ değerinin seçimi karar vericiye bağlıdır.

3. BÖLÜM

3. TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLEREK DEPO YERİNİN SEÇİMİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

Çalışmanın uygulaması için tehlikeli madde depolamasını icra eden lojistik kurumuna ihtiyaç duyulmuştur. Bu sebeple Aydın ilinde bulunan ve tehlikeli maddeler sınıfından 1 olan ürünleri depolayan ve kurumsal kültürü yüksek olan bir kamu kurumunda uygulamanın yapılması, çalışma için uygun bulunmuştur.

Bu bölümde, önceki bölümde yer alan tehlikeli madde lojistiğine ait risk faktörleri dikkate alınarak depo yeri seçimine yönelik ana ve alt kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerle AHP, TOPSIS ve WASPAS yöntemlerinin işlem basamakları doğrultusunda depo yerlerinin sıralaması hesaplanmıştır. Öncelikle tehlikeli madde lojistiğini icra eden kamu kuruluşu hakkında genel bilgiler verilmiş, sonrasında depo yeri seçiminin uygulama süreci ele alınmıştır.

3.1. Tehlikeli Madde Lojistiği İcra Eden Kamu Kurumu Hakkında Bilgilendirme

3.1.1. Kamu Kurumunun Tanıtılması

Görev etkinliği ve güvenlik gerekçesiyle ilgili kamu kurumunun adı ve faaliyetleri hakkında detaylı bilgi verilmemiştir.

Tehlikeli madde lojistiğini icra eden ilgili kamu kurumu, 1953 yılında Liman Bölge Mühimmat Deposu olarak Aydın'da kurulmuştur ve Amerika Birleşik Devletlerinden İzmir'e yardım amaçlı gönderilen tehlikeli maddeleri teslim alıp Türkiye coğrafyasının her bölgesindeki tertip yerlerine ve anlaşma sağlanan ülkelere sevk etmekle görevlendirilmiştir. 1959 yılında kurulan tesis genişleyerek günümüze kadar olan süreçte 4.300 dönüm büyüklüğüne sahip arazi üzerine konuşlanmasını sürdürmüştür.

Kamu kurumunda tehlike sınıfı 1 olan maddeler ile çalışanlar, tehlikeli maddelerin güvenliği, depolanması, bakımı, taşınması, elleçlenmesi konusunda görev ve yetkisine göre eksiksiz olarak eğitimini almış uzman kişilerden oluşmaktadır.

Kamu kurumu, lojistiğin fonksiyon sahalarından biri olan depolama faaliyetini yoğun olarak yerine getirmekte olup, depolanan ürünlerin tamamı yüksek hassasiyette patlama, yanma, buharlaşma reaksiyonu gösteren tehlikeli madde sınıfı 1 olan lojistik ürünlerden oluşmaktadır.

Söz konusu kamu kurumunda depolaması yapılan tehlikeli maddeler, günümüzün yüksek teknolojisine sahip ürünlerden oluşmaktadır. Elleçleme riskinin azaltılması, depolar arası ve depo içi transferde taşıma güvenliğinin sağlanması, depolama koşullarının ürün özelliklerine uygun koşullara sahip olması bakımından depoların yeterlilik düzeyi uluslararası anlaşma hükümlerine göre belirlenmiş ve bu düzeye ulaşılmıştır.

Tehlikeli maddeler, uluslararası standartlarda, neme, ani ısı değişikliklerine karşı koruma sağlayan ve yeterli havalandırma vasıtalarına sahip iklimlendirmeli depolarda depolanmaktadır.

Konuşlu olduğu yerleşke içerisinde mevcut depoların toplam kapasitesinin ihtiyaca cevap vermediği görülen kamu kurumunun teknoloji destekli elleçleme araçları bulunmaktadır. Kamu kurumunda tehlikeli madde lojistiğinde emniyet ve verimlilik gözönünde tutularak en az sayıda çalışan ile mümkün olan en az süre ile çalışma zorunluluğunun olması, artan depo kapasite ihtiyacı ve lojistiğin tanımında yer alan ihtiyacın doğru zamanda, doğru yerde, doğru miktarda karşılanması esasları nedeniyle yeni inşa edilecek standart tehlikeli madde depolarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaca yönelik olarak konuşlu olunan 4.300 dönüm büyüklüğündeki bölgede depo yeri alternatiflerinin belirlenmesi ve alternatiflerin sıralanarak optimal seçimin yapılmasına yönelik kararın verilmesi gerekmektedir.

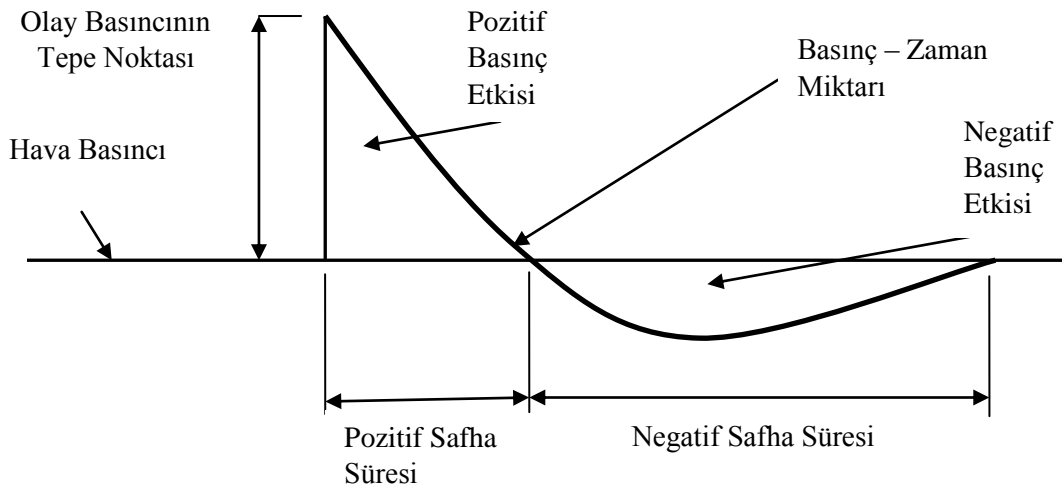
3.1.2. Depolanan Tehlikeli Maddelerin Risk Faktörleri

Maden kazı çalışmalarında kullanılan maddeler ile harp maksatları için kullanılan tüm patlayıcılar, patlayıcı içeren malzemeler ile çeşitli bomba, füze, roket, tahrip kalıbı, payroteknik malzeme, torpido, elektronik patlayıcılar ile patlama sonucu kişide ölüm veya yaralanma, yapı, bina ve teçhizatta zarara sebebiyet verebilecek maddelere patlayıcı

maddeler denir ve bunlar tehlike sınıfı 1 kategorisine dahildirler (KKY 168-1(A), 2012; KKKL 9-10, 2014).

Patlayıcı maddeler yüksek ısı ve darbeye karşı dikkatle taşınmalı ve depolanmalıdır. Direkt güneş ışınları veya fazla ısıdan korunmalıdır. Kuru, havalandırılmış yerlerde orijinal muhafazası içinde depolanmalıdır. Yetkili ve konusunda uzman kişiler dışında patlayıcı maddelerin aksamaları sökülmemeli ve lojistik takibi yapılmamalıdır.

Depolaması yapılan tehlikeli maddelerin sahip olduğu özellikler nedeniyle taşınma ve depolamasında öngörülemeyen etkiler neticesinde patlama gerçekleşebilmektedir. Patlama gerçekleştiğinde açığa çıkan enerjinin ani olarak yarattığı yüksek basınç ortamına infilak dalgası adı verilmektedir. İnfilak dalgası, Şekil 3.1’de belirtilen yapıya sahiptir. İnfilak, hava basıncının normal düzeyinden patlamanın en üst noktasındaki basınca ani bir yükselme oluşturur. Bu basınç artışı ya da infilak dalgası, dairesel olarak merkezden dışarıya uzaklaşarak hareket eder. Giderek şok dalgası gücünü kaybeder fakat bu güç daima ses hızından fazladır. İnfilak dalgasından sonra ilerleyen gaz molekülleri daha yavaş ilerlemesine rağmen yüksek ve tahrip edici bir hıza sahiptir. İçinde bulunduğu ortama infilak dalgası yayıldıkça, basınç etkisi azalırken süresi artmaya başlar. Gücü azalan infilak dalgasının şekli, gittikçe akustik bir dalgaya dönüşür. Hava akımının yönü daha sonra ters istikamete döner. Basınç, yoğunluk ve ısı bir süre sonra normale döner (KKKL 9-10, 2014). Depolanan tehlikeli maddelerin miktarına, ağırlığına ve tehlikeli maddelerin içeriğindeki kimyasal bileşimine bağlı olarak olası bir infilakta etki çapı değişkenlik arz eder.



Şekil 3.1 İnfilak Dalgasının Zamana Bağlı Değişimi

3.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Tehlikeli Madde Depo Yerinin Seçimi

Burada, tehlikeli madde lojistiğini icra eden bir kamu kurumunda depo yeri seçimi uygulamasına yer verilmiştir. Çalışmanın amacı, önemi ve kısıtları ile çalışmanın yöntemi ve uygulama esasları hakkında bilgi verilerek uygulamaya geçilmiştir.

3.2.1. Çalışmanın Amacı, Önemi ve Kısıtları

Çalışmanın amacı, literatürden ve uzman kişilerin bilgi ve tecrübesinden faydalanılarak belirlenen tehlikeli madde depolarının yer seçimine ait kriterleri ağırlıklandırarak TOPSIS ve WASPAS çok kriterli karar verme yöntemleriyle alternatif depo yerlerinin en doğru biçimde sıralamasını yaparak önceliklerini belirlemek ve seçim kararını vermektir. Bu amaçla, ilk olarak, tehlikeli madde depolamasını yapan kamu kurumundaki uzmanların görüşleri alınarak ve literatür incelemesi yapılarak risk değerlendirmesi doğrultusunda depo yeri seçim ana ve alt kriterleri belirlenmiştir. İkinci aşamada belirlenen bu kriterler ile hiyerarşik yapı kurulmuştur.

Üçüncü aşamada ise uzmanların değerlendirme yapmaları sağlanarak kriterlerin önem derecelerini ve ağırlıklarını bulmak amacıyla Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) tekniğinden yararlanılmıştır. Böylece kriter değerlendirme çizelgesi oluşturulmuştur. Elde edilen çizelgede yer alan kriter ağırlıkları, TOPSIS ve WASPAS yöntemlerine ait işlem safhalarında kullanılarak alternatif depo yerlerinin öncelik sıralaması yapılacak ve seçim kararı verilebilecektir.

Kamu kurumu, uygun tehlikeli madde depo yerini seçmek için kendi arasında çelişen kriterler doğrultusunda çeşitli alternatif depo yerlerini belirlemelidir.

Bu çalışmada tehlikeli madde depo yeri seçimi problemi ele alınmıştır. Tehlikeli madde depoları, yapılacak projenin niteliğine göre toplu halde veya farklı yerlerde çeşitli üniteler halinde düşünülebilir. Bu safhada aynı yerde depolanacak ürünlerin birbirine karşı oluşturduğu etki düzeyini ifade eden miktar-mesafe standartları önemli hale gelmektedir. Özellikle depolanacak ürünlerin tehlikeli madde olması nedeniyle depolama bölgesinin çeşitli kriterler açısından değerlendirilerek en uygun yerde kurulması yararlı olacaktır.

Literatür incelemesinde AHP ve TOPSIS yöntemleri ile kuruluş yeri, depo yeri seçimlerine yönelik çalışmalara rastlamak mümkündür (Aktepe ve Ersöz, 2012; Ömürbek vd., 2013; Eroğlu vd., 2014, Sezer vd., 2016; Gül ve Eren, 2017). Fakat üçüncü

değerlendirme yöntemi olan WASPAS yönteminin depo yeri seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemleriyle birlikte yer alan tehlikeli madde depo yeri seçimi konusuna, Türkiye’de bilimsel bir çalışmada rastlanmamıştır. Uluslararası yabancı kaynaklarda da yayın sayısı azdır. AHP-TOPSIS-WASPAS yöntemlerinin birlikte kullanılarak literatüre katkıda bulunulmasının yanısıra, çözüm doğruluğu, sağlam bir matematikle sağlanarak farklı çok kriterli karar verme yöntemleri ile aynı alternatiflerin sıralarının farklılık gösterip göstermediği yönünde çıkarımda bulunulmuştur. TOPSIS ve WASPAS yöntemlerinin, tehlikeli madde depo yeri alternatiflerini sıraladığı çalışmaya literatürde rastlanılmamış olup, literatürde yer alan ve almayan depo yeri seçimine ait ana ve alt kriterler AHP yöntemi ile değerlendirilerek ve bütünleştirilerek farklı bir model ortaya konmuştur.

Bu çalışmaya özgü olarak değerlendirmeye alınan ana ve alt kriterler ile risk düzeyi yüksek tehlikeli maddelere ait depo yerlerinin seçiminde farklı yöntemlerle seçim sıralamasındaki tutarlılık test edilerek literatürün zenginleşmesine katkı sağlanmıştır. Tehlike madde sınıfı 1 olan patlayıcı maddelerin depolandığı depoların yer seçimi stratejik bir karar olduğundan niteliksel veriler, niceliksel veriler ile bütünleştirilerek doğru sayısal çıkarımlar yapılmış ve optimal karar vermenin aşamaları açıklanmıştır. 250 ve daha fazla çeşit tehlikeli madde 1 sınıfından olan tehlikeli maddelerin depolandığı depoların inşa edilecek yerinin seçiminde en önemli husus; çevreye ve çevredeki canlılara yönelik potansiyel zararı minimize etmek, etkin ve verimli lojistik uygulamalara zemin hazırlamaktır.

3.2.2. Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada AHP, TOPSIS ve WASPAS yöntemlerinden bütünlük yapıda faydalanılmıştır. AHP yöntemi, kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılmıştır. Tehlikeli madde depo yeri seçimi probleminde karar vericiler hiyerarşik yapıyı kullanarak ikili karşılaştırma yapmışlardır. Yapılan karşılaştırmaların tutarlılıkları hesaplanmıştır. Karar vericilerin değerlendirmeleri, geometrik ortalama tekniği ile birleştirilmiştir ve kriterler en uygun depo yeri seçimi amacına yönelik olarak önem derecelerine göre sıralanmıştır.

Çalışmanın esası olan “tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörlerinin belirlenerek depo yerinin seçilebilmesi” için sırasıyla yapılan aşama ve yöntemler aşağıda açıklanmıştır. Tehlikeli madde depo yeri seçiminde dikkate alınacak kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yönteminden yararlanılırken, depo yeri alternatiflerinin

değerlendirilmesinde TOPSIS ve WASPAS yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak karar vericilerin belirlenmesi ve karar matrisinin oluşturulması aşaması sırasıyla aşağıdaki şekilde yürütülmüştür.

Aşama 1 – Karar Vericilerin Belirlenmesi ve Karar Matrisinin Oluşturulması

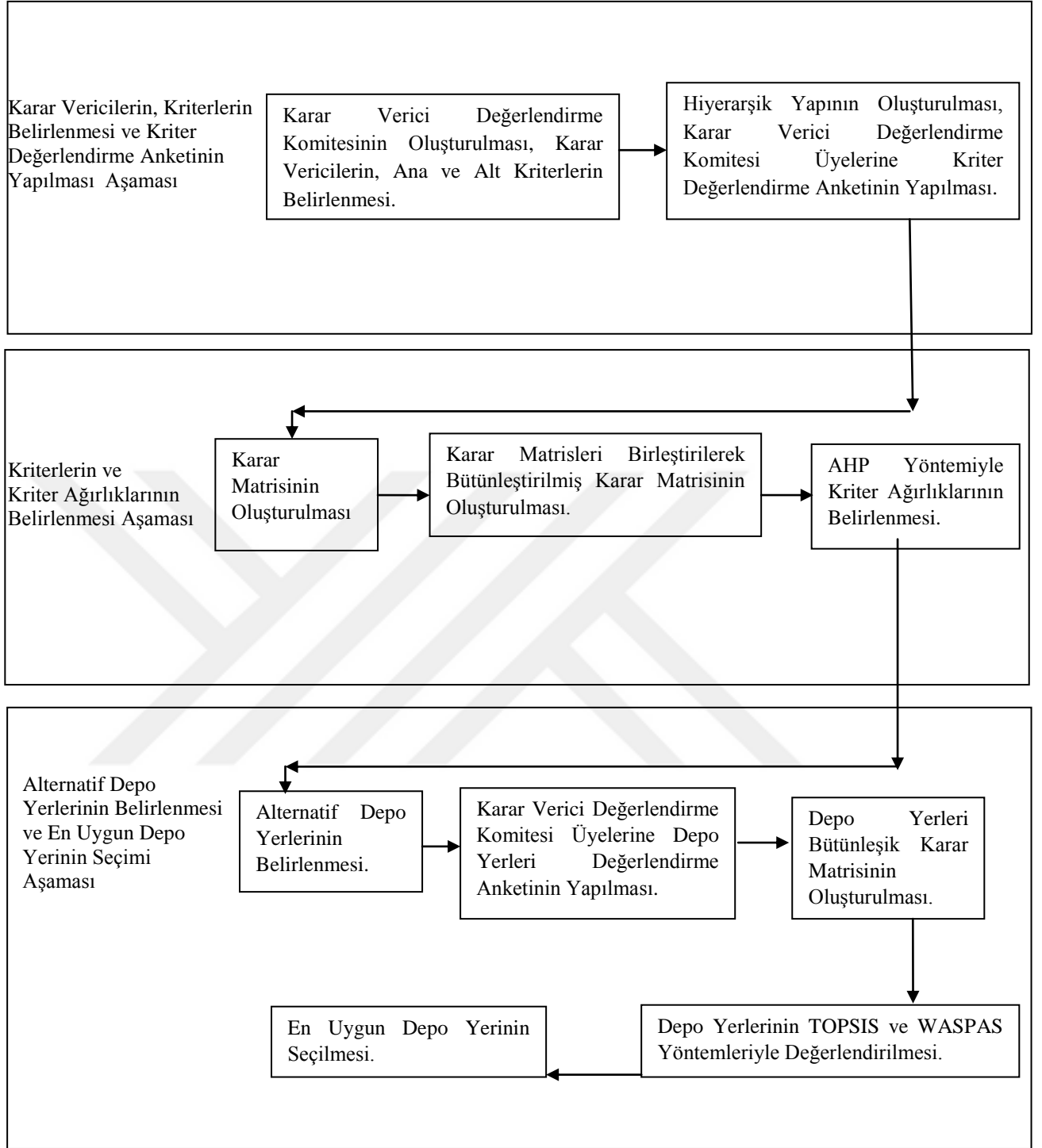
- Karar Verici Değerlendirme Komitesi (KVVK) kurum amirince oluşturulmuştur,
- Karar vericiler, KVVK olarak belirlenmiştir,
- KVVK üyeleri ile kriterleri belirleyecek yüz yüze görüşme sağlanmıştır,
- Literatür incelemesi ve tehlikeli madde lojistiği uzmanları ile yapılan görüşmeler neticesinde ana kriterler ve bunlara ait alt kriterler tespit edilmiştir ve tehlikeli maddelere ait depo yerlerinin seçimi için değerlendirmede kullanılacak kriterler belirlenmiştir,
- AHP yöntemiyle, kriter ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla yönelik hiyerarşik yapı oluşturulmuştur,
- Literatür incelemesi ile görüşme neticesinde oluşturulan Ek-1 ve Ek-2’deki anket formu birebir uygulanmıştır,

Aşama 2 – Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

- Her bir KVVK üyesinin karar matrisi oluşturulmuştur,
- Anket aracılığıyla karar vericilerin her biri, ana ve alt kriterleri değerlendirmiştir,
- AHP yöntemiyle, hiyerarşiye ait seviyelerde ana ve alt kriterlerin kendi içinde ikili karşılaştırılması yapılmıştır, sonrasında her bir karar vericinin matris değerleri normalize edilmiş olarak birleştirilmiştir ana ve alt kriterlere ait bütünleştirilmiş karar matrisi oluşturulmuştur, tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranı hesaplanmıştır,
- Bütünleştirilmiş ana ve alt kriterlere ait karar matrisleri aracılığıyla kriter ağırlıkları elde edilmiştir.

Aşama 3 – Alternatif Depo Yerlerinin Değerlendirilmesi

- Karar vericilerle görüşülerek alternatif tehlikeli madde depo yerleri belirlenmiştir,
 - Karar vericilere, her bir depo yerinin, ana ve alt kriterlere göre değerlendirme yapmalarını sağlamak için Ek-1 ve Ek – 2’de yer alan anket uygulanmıştır,
 - Her bir karar verici için anket aracılığıyla elde edilen sayılardan karar matrisi oluşturulmuştur. Karar vericilere ait karar matrisleri birleştirilerek tek bir bütünleşik karar matrisi elde edilmiştir,
 - TOPSIS yöntemi ile değerlendirme yapılarak, öncelikli tehlikeli madde depo yeri belirlenmiştir,
 - WASPAS yöntemi ile değerlendirme yapılarak, öncelikli tehlikeli madde depo yeri belirlenmiştir,
 - TOPSIS ve WASPAS yöntemleriyle yapılan alternatif depo yerlerinin sıralaması karşılaştırılarak en iyi depo yeri önerisinde bulunulmuştur,
- İşlem basamakları belirtilen uygulama süreci, Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Çalışma İş Akış Planı

3.2.3. Kriterlerin Belirlenmesi ve Ağırlıkların Hesaplanması

3.2.3.1. Karar Vericilerin, Kriterlerin Belirlenmesi ve Kriter Değerlendirme Anketinin Yapılması

Dört alternatif depo yeri, karar vericiler grubu tarafından Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne hazırlanan ve Ek-3'te yer alan jeolojik yapı, zemin yapısı, deprensellik, jeomorfolojik yapı bakımından hazırlanan inceleme raporu dikkate alınarak belirlenmiştir.

Tehlikeli madde depo yeri seçimi probleminde; kaç adet depo olmalıdır ve bunların kapasiteleri ve dış etkilerden korunma düzeyi ne olmalıdır?, depolara ulaşım imkanları nasıl olmalıdır?, entegre ulaşım imkanı için alt yapısı var mıdır?, depoların yerleri, gündüz ve gece ile her türlü iklim koşullarına karşı depolanacak tehlikeli maddelerin lojistiğine uygun mudur?, depolar ile gönderim yapılacak noktalara taşımacılık türü, sevkiyat sıklığı ne öngörülmüştür? sorularına yanıt aranmıştır.

Dört alternatif depo yeri karar vericiler grubu tarafından altı ana kriter ve yirmiyedi alt kritere göre değerlendirilmiştir. Çalışma esnasında grup karar verme sürecinde tehlikeli madde depo yeri seçimi sorununu ele almıştır. Kurumun kapasite ihtiyacını karşılamak için ihtiyaç duyduğu tehlikeli madde depoları için altı karar merciden oluşan bir komite kurulmuştur.

Çalışmanın kriterleri literatür incelemesinden ve tehlikeli madde sınıfı 1 patlayıcı maddelere ait lojistik destek sağlayan önemli bir kamu kurumunun ikmal sürecinin her aşamasında yer alan 6 kişilik bir ekiple yapılan yüz-yüze görüşmelerden anket yoluyla elde edilmiştir. Uygulama modelinin ana ve alt kriterleri oluşturulduktan sonra kriterler arası yapılacak değerlendirmeler, inşa edilecek depoların stratejik yatırım ve geriye dönüşü güç olan yer seçim kararı olması nedeniyle, tehlikeli madde lojistiğinde yer alan 6 kişilik bir karar verici grupta (KV-1; KV-2; KV-3; KV-4; KV-5; KV-6) ikinci bir değerlendirme yapılarak, değerlendirmede olabilecek hataları azaltmak için yüz-yüze görüşme yaparak tamamlanmıştır. Değerlendirmeyi yapacak karar verici komite üyeleri tehlikeli madde konusunda yetişmiş uzman sayısı bakımından literatürde herhangi bir sayı verilmemiş olmasına rağmen, çalışmanın diğer benzer çalışmaların karar verici sayısı ve sonuçları ile karşılaştırıldığında, bu çalışmadaki değerlendirmeye katılan sayısının hataya neden olmayacağı değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan tehlikeli madde depolama yeri seçim parametreleri olarak Çizelge-3.1’de belirtilen “iklim ve arazi durumu, maliyet, mesafe, güvenlik, çevre, tehlikeli maddeye bağlı faktörler” ana kriterleri dikkate alınmıştır.

Tehlikeli madde depolarının yer seçiminde kullanılan ana kriterler ile alt kriterlerin bütünleştirilmesi yapılarak ağırlıklarının belirlenmesi ve alternatiflerden en iyisini seçtirecek bir model oluşturulması amaçlanmıştır. Amaçlanan modelde, tehlikeli madde depo yeri seçiminde kullanılacak kriterlerin ağırlıklarını bulmak için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi, daha sonra tehlikeli madde depolarının kurulması düşünülen yer alternatifleri arasında en doğru seçimi yapmak, alternatifleri öncelik değerlerine göre sıralamak maksadıyla TOPSIS ve WASPAS yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın amaçlarından biri de AHP ile ağırlıklandırması yapılan kriterlerin yer seçiminde TOPSIS ve WASPAS yöntemlerinde kullanılarak, her iki yöntemin sonuçlarını ortaya koymaktır.

Çizelge 3.1 Çalışmada Kullanılan Değerlendirme Ana Kriterleri

KRİTERLER		KRİTER AÇIKLAMASI	KAYNAK
K1	İklim ve Arazi Durumu	Depo yeri seçiminde hava ve arazi koşulları ile ilgili değerlendirmenin yapıldığı kriterdir.	Bali ve Göztepe. (2014), Sezer vd. (2016),Ballı. (2014).
K2	Maliyet	Depo yeri seçiminde maliyet etkisi ile ilgili değerlendirmenin yapıldığı kriterdir. Arazi düzenleme maliyeti dahildir.	Sezer vd. (2016), Ömürbek vd. (2013), Pekkaya. (2018).
K3	Mesafe	Depo yeri seçiminde yakınlık ve uzaklık ile ilgili değerlendirmenin yapıldığı kriterdir. Depo yerinin şehir merkezine, havalimanına, limana, karayoluna, ormana, su kaynağına yakınlık durumunu kapsar.	Sezer vd. (2016), Ballı. (2014).
K4	Güvenlik	Depo yeri seçiminde emniyet ile ilgili değerlendirmenin yapıldığı kriterdir.	Ballı. (2014)., Temesist. (2018).
K5	Çevre	Depo yeri seçiminde çevre koşulları ile ilgili değerlendirmenin yapıldığı kriterdir.	Bali ve Göztepe. (2014), Ömürbek vd. (2013).
K6	Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler	Depo yeri seçiminde depolanacak tehlikeli maddelerin yapısı ile ilgili değerlendirmenin yapıldığı kriterdir.	Ballı. (2014)

Ana kriterlerin belirlenmesinden sonra bu kriterlere ait alt kriterler tespit edilmiştir. Ana kriterlere ait alt kriterler Çizelge-3.2’de gösterilmiştir. Söz konusu alt kriterler ana kriterlerin tespit edildiği kaynaklardan ve tehlikeli madde konusunda uzman olan kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda belirlenmiştir.

Çizelge 3.2 Ana Kriterlere Ait Alt Kriterler

ANA KRİTERLER		ALT KRİTERLER
K1	İklim ve Arazi Durumu	K1 ₁ Isı Farklılıkları
		K1 ₂ Nemlilik
		K1 ₃ Deprem Bölgesi
		K1 ₄ Yağış Miktarı
		K1 ₅ Zeminin Eğimi
K2	Maliyet	K2 ₁ Alt Yapı Maliyetleri
		K2 ₂ Ulaşım Maliyetleri
		K2 ₃ İşgücü Maliyetleri
		K2 ₄ İkmal
K3	Mesafe	K3 ₁ Karayoluna Yakınlık
		K3 ₂ Demiryoluna Yakınlık
		K3 ₃ Havayoluna Yakınlık
		K3 ₄ Limana Yakınlık
		K3 ₅ Şehir Merkezine Yakınlık
		K3 ₆ Sağlık Kuruluşlarına Yakınlık
		K3 ₇ Irmak, Göle Yakınlık
		K3 ₈ Ormana Yakınlık
K4	Güvenlik	K4 ₁ Hırsızlık
		K4 ₂ Terör
		K4 ₃ Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi
K5	Çevre	K5 ₁ Nüfus Yoğunluğu
		K5 ₂ Yol Şartları
		K5 ₃ Bitki Örtüsü
		K5 ₄ Güneşlenme Yönü
K6	Tehlikeye Maddeye Bağlı Faktörler	K6 ₁ Ambalajın Sağlamlığı
		K6 ₂ Tepkime Hassasiyeti
		K6 ₃ Taşıma Emniyeti

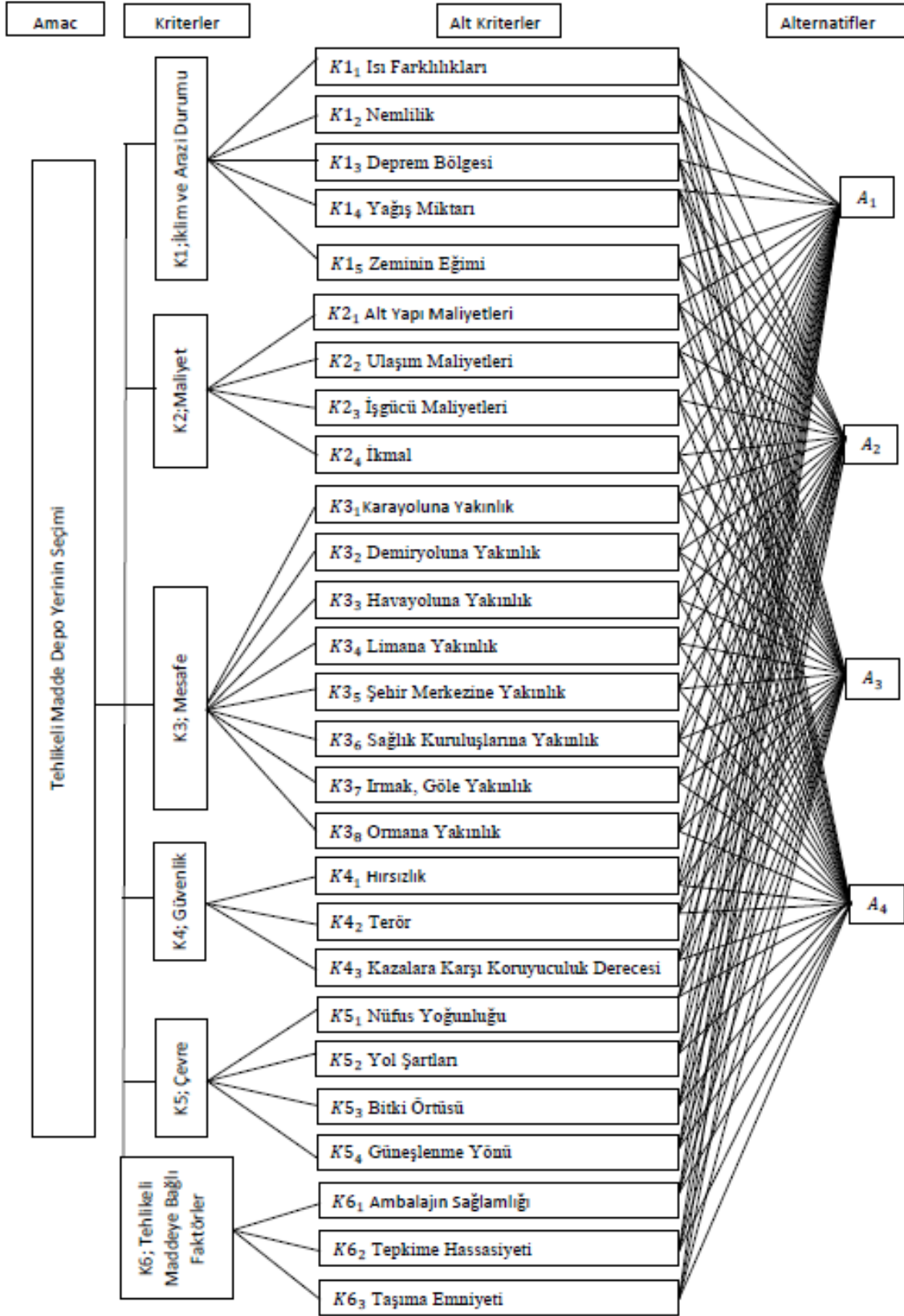
Kurumun konduğu yerleşim alanındaki Çizelge – 3.3.’de belirtilen inceleme alanlarının tehlikeli madde depolarının yerleşime uygunluğu analiz edilmiştir.

Çizelge 3.3. Belirlenen Tehlikeli Madde Depo Yerleri

ALTERNATİFLER		ALTERNATİF AÇIKLAMASI
A_1	Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	Konum olarak ulaşım sorunu çözülmüşse tehlikeli madde depolamasında güvenliğin daha iyi düzeyde sağlanabileceği görüşü ortaya konmuştur. Zemin etüdü bakımından diğer alternatiflerle kıyaslandığında farklı değildir. Bu alternatif, güvenlik önemli olduğu görüşüne göre değerlendirilmelidir.
A_2	Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	Maliyetin düşük ve çevre koşullarının avantajlı imkanlar sunması bakımından depolama yeri olarak değerlendirilmelidir.
A_3	Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	Karayoluna ve nüfus yoğunluğu olan bölgelere emniyet mesafesini sağlamak koşuluyla yakın olmasının sakınca doğurmayacağı haller için değerlendirilmelidir.
A_4	Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	İklim ve çevre koşulları bakımından depolanacak tehlikeli maddelerin elverişli koşullarda depolanması gerektiği belirtilmiştir.

Alternatif tehlikeli madde depo yerlerinin tespit edilmesinde Harita Genel Komutanlığının 1996 yılı basımlı, M19b4 pafta numaralı ve 1/25.000 ölçekli haritasından faydalanılmıştır. Alternatif depo yerleri Çevre Şehircilik Aydın İl Müdürlüğünün yetkili jeoloji mühendislerince yapılan zemin etüdü neticesinde ve hazırladıkları Ek-3 'te belirtilen rapor dikkate alınarak belirlenmiştir.

Kriterlerin ve alternatif depo yerlerinin belirlenmesinden sonra en doğru tehlikeli madde depo yerini seçebilmek için hiyerarşik yapı kurulacaktır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinden önce tehlikeli madde depo yerinin seçilmesi probleminin çözümüne yönelik hiyerarşik yapı Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Tehlikeli Madde Depo Yeri Seçimi Hiyerarşik Yapısı

İlk olarak Ek 1’de yer alan “Ana Kriter Değerlendirme Anketi”, ve Ek 2’de yer alan “Alt Kriter Değerlendirme Anketi” karar vericilere birebir uygulanmıştır. Karar vericilerden ankette yer alan kriterlerin kendi arasında ikili karşılaştırmasını yapmaları istenmiştir.

3.2.3.2. AHP Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesine İlişkin Uygulama

Bu kriterlerin AHP yöntemi aracılığıyla ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu işlem için öncelikle ana kriterlere ait karşılaştırma matrisi her karar verici için ayrı ayrı yapılması gerekmektedir. Şekil 3.4.’de, Karar Verici -1(KV-1)’ in anket yanıtları gösterilmektedir. Çizelge 3.4’de KV-1’in karşılaştırma değerlerinden elde edilen ana kriterlere ait karşılaştırma matrisi gösterilmiştir. Diğer beş karar vericinin anket yanıtlarına ait ana kriterlerin karşılaştırma matrisleri sırasıyla Ek-4’te belirtilmiştir. KV-1’in karşılaştırma matrisi normalizasyon işlemine tabi tutularak Çizelge 3.5’te belirtilen normalize edilmiş matris oluşturulur. Diğer beş karar vericinin ana kriterlere ait normalize edilmiş matrisleri sırasıyla Ek-5’de gösterilmiştir.

Daha Önemli Kriter									Eşit Önemde	Daha Önemli Kriter								
Kriter	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriter
K1 - İklim ve Arazi Durumu			X															K2 - Maliyet
K1 - İklim ve Arazi Durumu						X												K3 - Mesafe
K1 - İklim ve Arazi Durumu												X						K4 - Güvenlik
K1 - İklim ve Arazi Durumu									X									K5 - Çevre
K1 - İklim ve Arazi Durumu									X									K6 - Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler
K2 - Maliyet									X									K3 - Mesafe
K2 - Maliyet											X							K4 - Güvenlik
K2 - Maliyet										X								K5 - Çevre
K2 - Maliyet														X				K6 - Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler
K3 - Mesafe												X						K4 - Güvenlik
K3 - Mesafe										X								K5 - Çevre
K3 - Mesafe											X							K6 - Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler
K4 - Güvenlik				X														K5 - Çevre
K4 - Güvenlik							X											K6 - Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler
K5 - Çevre									X									K6 - Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler

Şekil 3.4 KV – 1'in Anket Yanıtları

1. Aşama

Matris oluşturularak kriterlerin birbirlerine göre ne kadar daha önemli olduğu hesaplanması gerekmektedir. Karar vericiler kriterleri değerlendirmede, Çizelge 2.3'deki 1-9 skalasını baz alarak kriterler arasındaki önem derecesini belirlemiştir.

2. Aşama

Matris köşegeni altında kalan bileşen değerlerini hesaplariken eşitlik 2.2 olan $\alpha_{ji} = \frac{1}{\alpha_{ij}}$ kullanılarak Çizelge 3.4'de belirtilen karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

K1 ile K3'ün karşılaştırma değeri $=1/(1/4)=4$ iken K1 ile K4'ün karşılaştırma değeri $= 1/5$ olarak bulunmuş ve tüm satır değerleri benzer hesaplamayla elde edilmiştir. Burada K4'ün K1'e göre "Kuvvetli Derecede Önemli" olarak tercih edildiği görülmektedir.

Çizelge 3.4 KV – 1'in Karşılaştırma Matrisi

KV-1 Ana Kriter Karşılaştırma Matrisi						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1	7	4	1/5	1	1
K2	1/7	1	1	1/3	1/2	1/7
K3	1/4	1	1	1/5	1/2	1/3
K4	5	3	5	1	5	3
K5	1	2	2	1/5	1	1
K6	1	7	3	1/3	1	1
Toplam	8,3929	21,0000	16,0000	2,2667	9,0000	6,4762

3. Aşama

Ana kriterler bazında KV-1'in karşılaştırma matrisi, normalize edilmiş matrise dönüştürülerek Çizelge 3.5'te gösterilmiştir. Normalize edilmiş matris işlemi eşitlik 2.3 yardımıyla şu şekilde hesaplanmıştır;

Eşitlik 2.3 kullanılarak karşılaştırma matrisinin sütunlarındaki her bir satır normalize edilmiştir. Karşılaştırma matrislerinde, karşılaştırılan her elemanın görelî önceliği hesaplanmıştır.

Çizelge 3.4'te yer alan birinci sütunun her bir satır değeri sütun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmiştir. Aynı işlem diğer sütunlar için yapılarak normalize edilmiş matris oluşturulmuş, hesaplama işlemleri MS Excel programı kullanılarak yapılmış ve Çizelge 3.5'te verilmiştir.

$$b_{1_1} = \frac{1}{8,3929} = 0,1191$$

$$b_{2_1} = \frac{1/7}{8,3929} = 0,0170$$

$$b_{3_1} = \frac{1/4}{8,3929} = 0,0298$$

$$b_{4_1} = \frac{5}{8,3929} = 0,5957$$

$$b_{5_1} = \frac{1}{8,3929} = 0,1191$$

$$b_{6_1} = \frac{1}{8,3929} = 0,1191$$

Çizelge 3.5 KV'1'in Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi

KV-1 Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam	W
K1	0,1191	0,3333	0,2500	0,0882	0,1111	0,1544	1,0562	0,1760
K2	0,0170	0,0476	0,0625	0,1471	0,0556	0,0221	0,3518	0,0586
K3	0,0298	0,0476	0,0625	0,0882	0,0556	0,0515	0,3352	0,0559
K4	0,5957	0,1429	0,3125	0,4412	0,5556	0,4632	2,5111	0,4185
K5	0,1191	0,0952	0,1250	0,0882	0,1111	0,1544	0,6931	0,1155
K6	0,1191	0,3333	0,1875	0,1471	0,1111	0,1544	1,0526	0,1755
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	6,0000	1,0000

KV1 için, öncelikler vektörü (W), normalize edilmiş matristeki her satır elemanlarının ortalamasının alındığı eşitlik 2.4 kullanılarak hesaplanmıştır. Diğer karar vericilerin normalize edilmiş matristeki öncelikler vektörü (W) eşitlik 2.4 yardımıyla Ek-6'da, tüm öncelikler matrisi (E_i) eşitlik 2.5 yardımıyla, uyum indeksi (CI) eşitlik 2.6 yardımıyla ve uyum oranı (CR) Ek-7'de MS Excel programı ile hesaplaması yapılarak belirtilmiştir.

Eşitlik 2.4 kullanılarak her satırın öncelikler vektörü hesaplanmıştır. KV1'in normalize edilmiş matrisindeki öncelikler vektörü (W) değerleri her bir kriter için aşağıda yer almaktadır.

$$\text{K1 için ; } W = \frac{1,0562}{6} = 0,1760$$

$$\text{K2 için ; } W = \frac{0,3518}{6} = 0,0586$$

$$\text{K3 için ; } W = \frac{0,3352}{6} = 0,0559$$

$$\text{K4 için ; } W = \frac{2,5111}{6} = 0,4185$$

$$\text{K5 için ; } W = \frac{0,6931}{6} = 0,1155$$

$$\text{K6 için ; } W = \frac{1,0526}{6} = 0,1755$$

4. Aşama

Öncelikler vektörü (W) ile karşılaştırma matrisinin satır değerleri çarpımlarının toplamıyla tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) elde edilmiştir.

$E_i = \sum_{j=1}^1 W_i \times a_{ij}$ denklemi ile tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) hesaplanmıştır.

$$E_i = \begin{bmatrix} 0,1760 \\ 0,0586 \\ 0,0559 \\ 0,4185 \\ 0,1155 \\ 0,1755 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 7 & 4 & 1/5 & 1 & 1 \\ 1/7 & 1 & 1 & 1/3 & 1/2 & 1/7 \\ 1/4 & 1 & 1 & 1/5 & 1/2 & 1/3 \\ 5 & 3 & 5 & 1 & 5 & 3 \\ 1 & 2 & 2 & 1/5 & 1 & 1 \\ 1 & 7 & 3 & 1/3 & 1 & 1 \end{bmatrix} =$$

=

$$0,1760 \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1/7 \\ 1/4 \\ 5 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + 0,0586 \times \begin{bmatrix} 7 \\ 1 \\ 1 \\ 3 \\ 2 \\ 7 \end{bmatrix} + 0,0559 \times \begin{bmatrix} 4 \\ 1 \\ 1 \\ 5 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} + 0,4185 \times \begin{bmatrix} 1/5 \\ 1/3 \\ 1/5 \\ 1 \\ 1/5 \\ 1/3 \end{bmatrix} + 0,1155 \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1/2 \\ 1/2 \\ 5 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + 0,1755 \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1/7 \\ 1/3 \\ 3 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} 1,1846 \\ 0,3619 \\ 0,3584 \\ 2,8578 \\ 0,7797 \\ 1,1845 \end{bmatrix}$$

λ_{maks} eşitlik 2.5 yardımıyla, meydana gelen matrisin her bir elemanı öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek gereken değerler bulunmuştur.

$$1,1846/0,1760=6,7307$$

$$0,3619/0,0586=6,1758$$

$$0,3584/0,0559=6,4114$$

$$2,8578/0,4185=6,8287$$

$$0,7797/0,1155=6,7506$$

$$1,1845/0,1755=6,7493$$

Bulunan altı değerın ortalaması eşitlik 2.5 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\lambda_{maks} = \frac{(6,7307 + 6,1758 + 6,4114 + 6,8287 + 6,7506 + 6,7493)}{6} = 6,6078$$

Uyum indeksi :

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$
 eşitlik 2.6 ile bulunmuştur.

$$CI = \frac{6,6078-6}{6-1} = 0,1216$$

Uyum oranını (CR) hesaplayabilmek için “Rasgele Tutarlılık İndeks Değeri” belirlenmiştir.

n=6 sayısının indeksteki karşılığı RI=1,24’tür.

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ eşitliğiyle bulunmuştur.}$$

$$CR = \frac{0,1216}{1,24} = 0,0980$$

KV-1’ in ikili karşılaştırma matrisi dikkate alınarak hesaplaması yapılan yukarıda bulunan değerler, Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7’de sırasıyla gösterilmiştir. Diğer karar vericilere ait değerlerin yer aldığı çizelgeler sırasıyla MS Excel programı ile hesaplanarak Ek-6’da belirtilmiştir.

Çizelge 3.6 KV-1’in Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Ei	Wi	λ
K1	0,1760	0,4104	0,2234	0,0837	0,1155	0,1754	1,1846	0,1760	6,7307
K2	0,0251	0,0586	0,0558	0,1395	0,0578	0,0251	0,3619	0,0586	6,1758
K3	0,0440	0,0586	0,0558	0,0837	0,0578	0,0585	0,3584	0,0559	6,4114
K4	0,8802	0,1759	0,2793	0,4185	0,5776	0,5263	2,8578	0,4185	6,8287
K5	0,1760	0,1173	0,1117	0,0837	0,1155	0,1754	0,7797	0,1155	6,7506
K6	0,1760	0,4104	0,1676	0,1395	0,1155	0,1754	1,1845	0,1755	6,7493

Çizelge 3.7 KV-1’in Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

	λ	6,6078
	n	6
CI	0,1216	
CR	0,0980	

Çalışmada “Karar Verici” olarak adlandırılan tehlikeli madde lojistiği uzmanlarının oluşturduğu grubun yargısına başvurulmuştur. Her bir karar vericinin değerlendirmesi hakkında bilgi elde edilmiştir ve bu bilgiler matematiksel olarak bir araya getirilerek bütünleştirme matrisi oluşturulmuştur. Her bir karar vericinin matematiksel olarak bir araya

getirilmesi, ikili karşılaştırma matrislerinin elemanlarının geometrik ortalamaları alınarak sağlanmıştır (Aktepe ve Ersöz, 2012:9; Göktolga ve Gökalp, 2012:78; Ömürbek vd., 2015:75). Karar vericilerin ikili karşılaştırmaları sonucu öncelik değerinin geometrik ortalaması hesaplandığında büyük olasılıkla tutarlılık oranının sonucu 0,1'in altında olmaktadır. Doğru işlemin tesis edilmesi için önemli olan husus; her karar vericinin birbirinden ayrı olarak geometrik ortalaması alınmadan önce değerlemelerinin tutarlı olup olmadığına bakılmış olmasıdır. Geometrik ortalaması alınmadan bulunan tutarsızlık oranının $CR < 0,1$ olması halinde karar vericilerin yaptığı karşılaştırma değerlemelerinin güvenilir olduğu anlaşılacaktır (Önder, 2015:36).

Tutarlılık oranı hesaplaması, her bir karar vericinin değerlemesi bitiminde değerlemelerin geometrik ortalaması alınmadan yapılmıştır ve sonuçların 0,1'in altında olduğu görülmüştür. Bulunan değerler KV-1'in yukarıda ve diğer karar vericilerin Ek-6'da yer almaktadır. Bu işlem sonucu karar vericilerin yaptıkları değerlendirmelerin tutarlılık değerlerine duyulan güven artmıştır.

KV-1'in Çizelge 3.7.'de diğer karar vericilerin Ek-6'da yer alan uyum oranı (CR) değerleri $< 0,1$ 'dir. Bu sonuçların uyum sınırları içinde olması nedeniyle karşılaştırmalardaki tutarsızlık normal sınırlar içindedir. Bu nedenle ana kriterlerin öncelik vektörlerine ait değerlerin kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir.

Ana kriterler bazında tüm karar vericilerin normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri, tek bir bütünleştirme matrisine dönüştürülmüştür. Bütünleştirme matrisinin K1 (Kriter 1) sütununa ait işlem sırası aşağıda gösterilmiştir. İlk olarak karar vericilerin karşılaştırma matrislerinin K1 sütununa yapılan işlem aşağıda hesaplanmıştır. Diğer kriterlere ait sütunlar aynı şekilde MS Excel programı kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 3.8 oluşturulmuştur.

Bütünleştirme matrisinin K1 sütununa ait işlemi şu şekildedir;

$$a_{ij(\text{geort})} = \sqrt[n]{a_{ij(KV1)} \times a_{ij(KV2)} \times a_{ij(KV3)} \times \dots \times a_{ij(KVn)}}$$

$$n = 6$$

$$a_{1(\text{geort})} = \sqrt[6]{1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1} = 1$$

$$a_{2(\text{geort})} = \sqrt[6]{\left(\frac{1}{7}\right) \times \left(\frac{1}{9}\right) \times \left(\frac{1}{9}\right) \times \left(\frac{1}{5}\right) \times \left(\frac{1}{9}\right) \times \left(\frac{1}{9}\right)} = 0,1278$$

$$\alpha_{3(\text{geort})} = \sqrt[6]{\left(\frac{1}{4}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{5}\right) \times \left(\frac{1}{3}\right) \times (1) \times \left(\frac{1}{9}\right)} = 0,3122$$

$$\alpha_{4(\text{geort})} = \sqrt[6]{(5) \times (7) \times (3) \times \left(\frac{1}{3}\right) \times (1) \times (2)} = 2,0301$$

$$\alpha_{5(\text{geort})} = \sqrt[6]{(1) \times (1) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{3}\right) \times \left(\frac{1}{4}\right) \times (3)} = 0,7071$$

$$\alpha_{6(\text{geort})} = \sqrt[6]{(1) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{3}\right) \times (1) \times \left(\frac{1}{2}\right)} = 0,5888$$

Çizelge 3.8. Geometrik Ortalaması Alınarak Oluşturulmuş Karşılaştırma Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1,0000	7,8254	3,2031	0,4926	1,4142	1,6984
K2	0,1278	1,0000	0,7937	0,2271	0,3545	0,3883
K3	0,3122	1,2599	1,0000	0,3504	0,4503	0,6813
K4	2,0301	4,4034	2,8536	1,0000	2,3924	3,3879
K5	0,7071	2,8210	2,2209	0,4180	1,0000	1,5131
K6	0,5888	2,5752	1,4678	0,2952	0,6609	1,0000
Toplam	4,7660	19,8849	11,5391	2,7833	6,2723	8,6689

AHP sürecinde, karşılaştırma matrisinin normalize edilme öncesindeki aşamalar, geometrik ortalaması alınarak yapılan hesaplama ile bütünleştirilme sonrasındaki bulunan değerler için aynı olması nedeniyle gösterilmeyerek 3'üncü aşamadan itibaren devam edilmiştir.

3. Aşama (Geometrik Ortalama Hesaplamasından Sonra)

Geometrik ortalaması alınarak oluşturulmuş Çizelge 3.8'de yer alan karşılaştırma matrisinin normalize edilmiş matrise dönüştürülmesine ait K1 sütunu işlemi eşitlik 2.3 yardımıyla hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.3 kullanılarak geometrik ortalaması alınarak oluşturulmuş karşılaştırma matrisinin sütunlarındaki her bir satır normalize edilmiştir.

Çizelge 3.8’de yer alan birinci sütunun her bir satır değeri sütun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmiştir. Matrisin diğer sütunları aynı şekilde eşitlik 2.3 kullanılarak MS Excel programı ile hesaplanarak Çizelge 3.9’da yer alan normalize edilmiş matris oluşturulmuştur.

$$b1_1 = \frac{1}{4,7660} = 0,2098$$

$$b2_1 = \frac{0,1278}{4,7660} = 0,0268$$

$$b3_1 = \frac{0,3122}{4,7660} = 0,0655$$

$$b4_1 = \frac{2,0301}{4,7660} = 0,4260$$

$$b5_1 = \frac{0,7071}{4,7660} = 0,1484$$

$$b6_1 = \frac{0,5888}{4,7660} = 0,1235$$

Çizelge 3.9 Normalize Edilmiş Bütünleştirme Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam	W
K1	0,2098	0,3935	0,2776	0,1770	0,2255	0,1959	1,4793	0,2466
K2	0,0268	0,0503	0,0688	0,0816	0,0565	0,0448	0,3288	0,0548
K3	0,0655	0,0634	0,0867	0,1259	0,0718	0,0786	0,4918	0,0820
K4	0,4260	0,2214	0,2473	0,3593	0,3814	0,3908	2,0262	0,3377
K5	0,1484	0,1419	0,1925	0,1502	0,1594	0,1745	0,9669	0,1611
K6	0,1235	0,1295	0,1272	0,1061	0,1054	0,1154	0,7070	0,1178
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	6,0000	1,0000

4. Aşama (Geometrik Ortalama Hesaplamasından Sonra)

Çizelge 3.9’da belirtilen tüm karar vericilere ait ortak öncelikler vektörü (W), ana kriterlerin normalize edilmiş bütünleştirme matrisindeki her satır elemanının ortalaması alınarak eşitlik 2.4 yardımıyla hesaplanmıştır. Ana kriterlerin değerlendirildiği tüm öncelikler matrisi (E_i) ve (λ) değerleri eşitlik 2.5 yardımıyla Çizelge 3.10’da, uyum indeksi (CI) eşitlik 2.6 yardımıyla ve uyum oranı (CR) Çizelge 3.11’de hesaplanarak belirtilmiştir.

Eşitlik 2.4 kullanılarak her satırın öncelikler vektörü hesaplanmıştır. Ana kriterlerin normalize edilmiş bütünleştirme matrisindeki öncelikler vektörü (W) değerleri her bir kriter için aşağıda yer almaktadır.

$$K1 \text{ için ; } W = \frac{1,4793}{6} = 0,2466$$

$$K2 \text{ için ; } W = \frac{0,3288}{6} = 0,0548$$

$$K3 \text{ için ; } W = \frac{0,4918}{6} = 0,0820$$

$$K4 \text{ için ; } W = \frac{2,0262}{6} = 0,3377$$

$$K5 \text{ için ; } W = \frac{0,9669}{6} = 0,1611$$

$$K6 \text{ için ; } W = \frac{0,7070}{6} = 0,1178$$

Öncelikler vektörü (W) ile karşılaştırma matrisinin satır değerleri çarpımlarının toplamıyla tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) elde edilmiştir.

$E_i = \sum_{j=1}^1 W_i \times a_{ij}$ denklemi ile tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) hesaplanmıştır.

$$E_i = \begin{bmatrix} 0,2466 \\ 0,0548 \\ 0,0820 \\ 0,3377 \\ 0,1611 \\ 0,1178 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 7,8254 & 3,2031 & 0,4926 & 1,4142 & 1,6984 \\ 0,1278 & 1 & 0,7937 & 0,2271 & 0,3545 & 0,3883 \\ 0,3122 & 1,2599 & 1 & 0,3504 & 0,4503 & 0,6813 \\ 2,0301 & 4,4034 & 2,8536 & 1 & 2,3924 & 3,3879 \\ 0,7071 & 2,8210 & 2,2209 & 0,4180 & 1 & 1,5131 \\ 0,5888 & 2,5752 & 1,4678 & 0,2952 & 0,6609 & 1 \end{bmatrix} =$$

$$= 0,2466 \times \begin{bmatrix} 1 \\ 0,1278 \\ 0,3122 \\ 2,0301 \\ 0,7071 \\ 0,5888 \end{bmatrix} + 0,0548 \times \begin{bmatrix} 7,8254 \\ 1 \\ 1,2599 \\ 4,4034 \\ 2,8210 \\ 2,5752 \end{bmatrix} + 0,0820 \times \begin{bmatrix} 3,2031 \\ 0,7937 \\ 1 \\ 2,8536 \\ 2,2209 \\ 1,4678 \end{bmatrix} + 0,3377 \times \begin{bmatrix} 0,4926 \\ 0,2271 \\ 0,3504 \\ 1 \\ 0,4180 \\ 0,2952 \end{bmatrix} +$$

$$0,1611 \times \begin{bmatrix} 1,4142 \\ 0,3545 \\ 0,4503 \\ 2,3924 \\ 1 \\ 0,6609 \end{bmatrix} + 0,1178 \times \begin{bmatrix} 1,6984 \\ 0,3883 \\ 0,6813 \\ 3,3879 \\ 1,5131 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,5323 \\ 0,3309 \\ 0,4992 \\ 2,0982 \\ 0,9916 \\ 0,7306 \end{bmatrix}$$

λ_{maks} eşitlik 2.5 yardımıyla, hesaplamak için meydana gelen matrisin her bir elemanı öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek gereken değerler bulunmuştur.

$$1,5323/0,2466=6,2137$$

$$0,3309/0,0548=6,0383$$

$$0,4992/0,0820=6,0878$$

$$2,0982/0,3377=6,2132$$

$$0,9916/0,1611=6,1552$$

$$0,7306/0,1178=6,2020$$

Bulunan altı değer in ortalaması hesaplanmıştır.

$$\lambda_{maks} = \frac{(6,2137 + 6,0383 + 6,0878 + 6,2132 + 6,1552 + 6,2020)}{6} = 6,1517$$

Uyum indeksi:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1} \text{ olan eşitlik 2.6 ile bulunmuştur.}$$

$$CI = \frac{6,1517-6}{6-1} = 0,0303$$

Uyum oranını (CR) hesaplayabilmek için “Rasgele Tutarlılık İndeks Değeri” belirlenmiştir.

n=6 sayısının indeksteki karşılığı RI=1,24'tür.

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ eşitliğiyle bulunmuştur.}$$

$$CR = \frac{0,0303}{1,24} = 0,0244$$

İkili karşılaştırma matrisi dikkate alınarak hesaplaması yapılan yukarıda bulunan değerler, Çizelge 3.10 ve Çizelge 3.11'de sırasıyla gösterilmiştir.

Çizelge 3.10 Ana Kriterler Tüm Öncelikler Matris Değeri ve λ Değeri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Ei	Wi	λ
K1	0,2466	0,4288	0,2626	0,1663	0,2279	0,2001	1,5323	0,2466	6,2137
K2	0,0315	0,0548	0,0651	0,0767	0,0571	0,0458	0,3309	0,0548	6,0383
K3	0,0770	0,0690	0,0820	0,1183	0,0726	0,0803	0,4992	0,0820	6,0878
K4	0,5005	0,2413	0,2339	0,3377	0,3855	0,3992	2,0982	0,3377	6,2132
K5	0,1743	0,1546	0,1820	0,1412	0,1611	0,1783	0,9916	0,1611	6,1552
K6	0,1452	0,1411	0,1203	0,0997	0,1065	0,1178	0,7306	0,1178	6,2020

Çizelge 3.11 Ana Kriterler Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

	λ	6,1517
	n	6,0000
CI		0,0303
CR		0,0244

Tüm karar vericilerin yargılarının bütünleştirilmesi sonucu bulunan ana kriterlerin tutarsızlık oranı $CR < 0,1$ olduğundan ana kriterler için yapılan karşılaştırmalar arasında tutarlılık olduğu söylenebilir. Ana kriterlere ait tüm karar vericilerin bütünleştirme matrisi ve tutarsızlık oranı için yapılan hesaplama işlemleri, ana kriterlerin alt kriterleri için de aşağıda belirtilen şekilde sırasıyla yapılmıştır. İlk olarak söz konusu işlemlerde alt kriterlerin her bir karar verici için karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş, geometrik ortalaması alınmadan öncelik vektörü (W) ve tutarsızlık oranı hesaplanmıştır.

Bu işlem için öncelikle alt kriterlere ait karşılaştırma matrisi her karar verici için ayrı ayrı yapılması gerekmektedir. Ek-2’de, Karar Verici -1(KV-1)’ in anket yanıtları gösterilmektedir. Çizelge 3.12, Çizelge 3.16, Çizelge 3.20, Çizelge 3.24, Çizelge 3.28 ve Çizelge 3.32 ’de KV-1’in karşılaştırma değerlerinden elde edilen alt kriterlere ait karşılaştırma matrisleri gösterilmiştir. Diğer beş karar vericinin anket yanıtlarına ait alt kriterlerin karşılaştırma matrisleri sırasıyla Ek-7’de belirtilmiştir. KV-1’in karşılaştırma matrisleri normalizasyon işlemine tabi tutularak Çizelge 3.13, Çizelge 3.17, Çizelge 3.21, Çizelge 3.25, Çizelge 3.29 ve Çizelge 3.33’de belirtilen normalize edilmiş matrisler oluşturulmuştur. Diğer beş karar vericinin alt kriterlere ait normalize edilmiş matrisleri

sırasıyla Ek-8’de, tüm öncelikler matrisi ve λ değeri, uyum indeksi ve uyum oranı Ek-9’da gösterilmiştir.

Alt kriterlerin ağırlıklandırılmasına ait hesaplamaların sıralı aşamaları şöyledir;

1. Aşama

Matris oluşturularak kriterlerin birbirlerine ne kadar daha önemli olduğu hesaplanması gerekmektedir. Karar vericiler kriterleri değerlendirmede, Çizelge 2.3’deki 1-9 skalasını baz alarak kriterler arasındaki önem derecesini belirlemiştir.

2. Aşama

Matris köşegeni altında kalan bileşen değerlerini hesaplamak için eşitlik 2.2 kullanılarak Çizelge 3.12de belirtilen karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

$K1_1$ ile $K1_3$ ’ün karşılaştırma değeri =1/7 iken $K1_1$ ile $K1_4$ ’ün karşılaştırma değeri= 1/2 olarak bulunmuş ve tüm satır değerleri benzer hesaplamayla elde edilmiştir. Burada $K1_3$ ’ün $K1_1$ ’e göre “Çok Kuvvetli Derece Önemli” olarak tercih edildiği görülmektedir.

Çizelge 3.12 KV – 1’in K1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisi

KV-1 Alt Kriter Karşılaştırma Matrisi					
	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$
$K1_1$	1	1/5	1/7	1/2	2
$K1_2$	5	1	1/2	3	7
$K1_3$	7	2	1	5	7
$K1_4$	2	1/3	1/5	1	3
$K1_5$	1/2	1/7	1/7	1/3	1
Toplam	15,5000000	3,6761905	1,9857143	9,8333333	20,0000000

3. Aşama

Alt kriterler bazında KV-1’in karşılaştırma matrisi, normalize edilmiş matrise dönüştürülerek Çizelge 3.13’de gösterilmiştir. Normalize edilmiş matris işlemi için eşitlik 2.3 kullanılmıştır ;

Eşitlik 2.3 kullanılarak karşılaştırma matrisinin sütunlarındaki her bir satır normalize edilmiştir. Karşılaştırma matrislerinde, karşılaştırılan her elemanın göreceli önceliği hesaplanmıştır.

Çizelge 3.12’de yer alan birinci sütunun her bir satır değeri sütun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmiştir. Aynı işlem diğer sütunlar için yapılarak normalize edilmiş matris oluşturulmuş, hesaplama işlemleri MS Excel programı kullanılarak yapılmış ve Çizelge 3.13’de verilmiştir.

$$b_{1_1} = \frac{1}{15,5000} = 0,0645$$

$$b_{2_1} = \frac{5}{15,5000} = 0,3226$$

$$b_{3_1} = \frac{7}{15,5000} = 0,4516$$

$$b_{4_1} = \frac{2}{15,5000} = 0,1290$$

$$b_{5_1} = \frac{1/2}{15,5000} = 0,0323$$

Çizelge 3.13 KV’1’in K1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi

KV-1 Alt Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi							
	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Toplam	W
$K1_1$	0,0645	0,0544	0,0719	0,0508	0,1000	0,3417	0,0683
$K1_2$	0,3226	0,2720	0,2518	0,3051	0,3500	1,5015	0,3003
$K1_3$	0,4516	0,5440	0,5036	0,5085	0,3500	2,3577	0,4715
$K1_4$	0,1290	0,0907	0,1007	0,1017	0,1500	0,5721	0,1144
$K1_5$	0,0323	0,0389	0,0719	0,0339	0,0500	0,2270	0,0454
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	5,0000	1,0000

KV1 için, öncelikler vektörü (W), normalize edilmiş matristeki her satır elemanlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Diğer karar vericilerin normalize edilmiş matrislerdeki öncelikler vektörü (W) eşitlik 2.4 yardımıyla Ek- 9'da, tüm öncelikler matrisi (E_i) eşitlik 2.5 kullanılarak, uyum indeksi (CI) eşitlik 2.6 kullanılarak ve uyum oranı (CR) Ek- 10'da MS Excel programı ile hesaplaması yapılarak belirtilmiştir.

Eşitlik 2.4 kullanılarak her satırın öncelikler vektörü hesaplanmıştır. KV1'in normalize edilmiş matrisindeki öncelikler vektörü (W) değerleri her bir kriter için aşağıda yer almaktadır.

$$K1_1 \text{ için ; } W = \frac{0,3417}{5} = 0,0683$$

$$K1_2 \text{ için ; } W = \frac{1,5015}{5} = 0,3003$$

$$K1_3 \text{ için ; } W = \frac{2,3577}{5} = 0,4715$$

$$K1_4 \text{ için ; } W = \frac{0,5721}{5} = 0,1144$$

$$K1_5 \text{ için ; } W = \frac{0,2270}{5} = 0,0454$$

4. Aşama

Öncelikler vektörü (W) ile karşılaştırma matrisinin satır değerleri çarpımlarının toplamıyla tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) elde edilmiştir.

$E_i = \sum_{j=1}^5 W_j \times a_{ij}$ denklemi ile tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) hesaplanmıştır.

$$E_i = \begin{bmatrix} 0,0683 \\ 0,3003 \\ 0,4715 \\ 0,1144 \\ 0,0454 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/7 & 1/2 & 2 \\ 5 & 1 & 1/2 & 3 & 7 \\ 7 & 2 & 1 & 5 & 7 \\ 2 & 1/3 & 1/5 & 1 & 3 \\ 1/2 & 1/7 & 1/7 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= 0,0683 \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \\ 7 \\ 2 \\ 1/2 \end{bmatrix} + 0,3003 \begin{bmatrix} 1/5 \\ 1 \\ 2 \\ 1/3 \\ 1/7 \end{bmatrix} + 0,4715 \begin{bmatrix} 1/7 \\ 1/2 \\ 1 \\ 1/5 \\ 1/7 \end{bmatrix} + 0,1144 \begin{bmatrix} 1/2 \\ 3 \\ 5 \\ 1 \\ 1/5 \end{bmatrix} + 0,0454 \begin{bmatrix} 2 \\ 7 \\ 7 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,3438 \\ 1,5388 \\ 2,4404 \\ 0,5817 \\ 0,2280 \end{bmatrix}$$

λ_{maks} eşitlik 2.5 yardımıyla, meydana gelen matrisin her bir elemanı öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek gereken değerler bulunmuştur;

$$0,3438/0,0683=5,0300$$

$$1,5388/0,3003=5,1242$$

$$2,4404/0,4715=5,1753$$

$$0,5817/0,1144 =5,0836$$

$$0,2280/0,0454=5,0222$$

Bulunan altı değerın ortalaması hesaplanmıştır.

$$\lambda_{maks} = \frac{(5,0300 + 5,1242 + 5,1753 + 5,0836 + 5,0222)}{5} = 5,0871$$

Uyum indeksi:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \text{ denklemiyle bulunmuştur.}$$

$$CI = \frac{5,0871 - 5}{5 - 1} = 0,0218$$

Uyum oranını (CR) hesaplayabilmek için “Rasgele Tutarlılık İndeks Değeri” belirlenmiştir.

n=5 sayısının indeksteki karşılığı RI=1,12'tür.

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ eşitliğiyle bulunmuştur.}$$

$$CR = \frac{0,0218}{1,12} = 0,0194$$

KV-1' in ikili karşılaştırma matrisi dikkate alınarak hesaplaması yapılan yukarıda bulunan değerler, Çizelge 3.14 ve Çizelge 3.15'de sırasıyla gösterilmiştir. Diğer karar vericilere ait değerlerin yer aldığı çizelgeler sırasıyla MS Excel programı ile hesaplanarak Ek-9'da belirtilmiştir.

Çizelge 3.14 KV-1'in K1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri

	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Ei	Wi	λ
$K1_1$	0,0683	0,0601	0,0674	0,0572	0,0908	0,3438	0,0683	5,0300
$K1_2$	0,3417	0,3003	0,2358	0,3433	0,3177	1,5388	0,3003	5,1242
$K1_3$	0,4784	0,6006	0,4715	0,5721	0,3177	2,4404	0,4715	5,1753
$K1_4$	0,1367	0,1001	0,0943	0,1144	0,1362	0,5817	0,1144	5,0836
$K1_5$	0,0342	0,0429	0,0674	0,0381	0,0454	0,2280	0,0454	5,0222

Çizelge 3.15 KV-1'in K1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

	λ	5,0871
	n	5,0000
CI	0,0218	
CR	0,0194	

$K1$ 'in alt kriterlerinin matrisinin oluşturulmasındaki gibi diğer tüm alt kriterlerin matrisleri aynı biçimde meydana getirildiğinden birinci aşamaya tekrar yer verilmemiştir. KV-1'in değerlendirmesi sonucu, $K2$ 'nin alt kriterlerinin ağırlıklandırılmasına ait sıralı işlemler şöyledir;

2. Aşama

Matris köşegeni altında kalan bileşen değerlerini eşitlik 2.2 kullanılarak Çizelge 3.16'da belirtilen karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

$K2_1$ ile $K2_3$ 'ün karşılaştırma değeri =2 iken $K2_1$ ile $K2_4$ 'ün karşılaştırma değeri= 4 olarak bulunmuş ve tüm satır değerleri benzer hesaplamayla elde edilmiştir. Burada $K2_1$ 'in $K2_3$ göre "Ortalama değer" olarak tercih edildiği görülmektedir.

Çizelge 3.16 KV – 1'in Karşılaştırma Matrisi

KV-1 Alt Kriter Karşılaştırma Matrisi				
	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$
$K2_1$	1	2	2	4
$K2_2$	1/2	1	2	3
$K2_3$	1/2	1/2	1	2
$K2_4$	1/4	1/3	1/2	1
Toplam	2,2500000	3,8333333	5,5000000	10,0000000

3. Aşama

Alt kriterler bazında KV-1'in karşılaştırma matrisi, normalize edilmiş matrise dönüştürülerek Çizelge 3.17'de gösterilmiştir. Normalize edilmiş matris işlemi eşitlik 2.3 yardımıyla hesaplanmıştır;

Eşitlik 2.3 kullanılarak karşılaştırma matrisinin sütunlarındaki her bir satır normalize edilmiştir. Karşılaştırma matrislerinde, karşılaştırılan her elemanın göreceli önceliği hesaplanmıştır.

Çizelge 3.16'da yer alan birinci sütunun her bir satır değeri sütun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmiştir. Aynı işlem diğer sütunlar için yapılarak normalize edilmiş matris oluşturulmuş, hesaplama işlemleri MS Excel programı kullanılarak yapılmış ve Çizelge 3.17'de verilmiştir.

$$b_{1_1} = \frac{1}{2,2500} = 0,4444$$

$$b_{2_1} = \frac{1/2}{2,2500} = 0,2222$$

$$b_{3_1} = \frac{1/2}{2,2500} = 0,2222$$

$$b_{4_1} = \frac{1/4}{2,2500} = 0,1111$$

Çizelge 3.17 KV'1'in K2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi

KV-1 Alt Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi						
	<i>K2₁</i>	<i>K2₂</i>	<i>K2₃</i>	<i>K2₄</i>	Toplam	W
<i>K2₁</i>	0,4444	0,5217	0,3636	0,4000	1,7298	0,4325
<i>K2₂</i>	0,2222	0,2609	0,3636	0,3000	1,1467	0,2867
<i>K2₃</i>	0,2222	0,1304	0,1818	0,2000	0,7345	0,1836
<i>K2₄</i>	0,1111	0,0870	0,0909	0,1000	0,3890	0,0972
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV1 için, öncelikler vektörü (W) eşitlik 2.4 yardımıyla normalize edilmiş matristeki her satır elemanlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.4 kullanılarak her satırın öncelikler vektörü hesaplanmıştır. KV1'in normalize edilmiş matrisindeki öncelikler vektörü (W) değerleri her bir kriter için aşağıda yer almaktadır.

$$K2_1 \text{ için ; } W = \frac{1,7298}{4} = 0,4325$$

$$K2_2 \text{ için ; } W = \frac{1,1467}{4} = 0,2867$$

$$K2_3 \text{ için ; } W = \frac{0,7345}{4} = 0,1836$$

$$K2_4 \text{ için ; } W = \frac{0,3890}{4} = 0,0972$$

4. Aşama

Öncelikler vektörü (W) ile karşılaştırma matrisinin satır değerleri çarpımlarının toplamıyla tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) elde edilmiştir.

$E_i = \sum_{j=1}^4 W_i \times a_{ij}$ denklemi ile tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) hesaplanmıştır.

$$E_i = \begin{bmatrix} 0,4325 \\ 0,2867 \\ 0,1836 \\ 0,0972 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 4 \\ 1/2 & 1 & 2 & 3 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} =$$

$$0,4325 \begin{bmatrix} 1 \\ 1/2 \\ 1/2 \\ 1/4 \end{bmatrix} + 0,2867 \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 1/2 \\ 1/3 \end{bmatrix} + 0,1836 \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \\ 1/2 \end{bmatrix} + 0,0972 \begin{bmatrix} 4 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,7620 \\ 1,1619 \\ 0,7377 \\ 0,3927 \end{bmatrix}$$

λ_{maks} eşitlik 2.5 yardımıyla, meydana gelen matrisin her bir elemanı öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek gereken değerler bulunmuştur.

$$1,7620/0,4325=4,0745$$

$$1,1619/0,2867=4,0529$$

$$0,7377/0,1836=4,0174$$

$$0,3927/0,0972 = \mathbf{4,0386}$$

Bulunan dört değerin ortalaması hesaplanmıştır.

$$\lambda_{maks} = \frac{(4,0745 + 4,0529 + 4,0174 + 4,0386)}{4} = \mathbf{4,0458}$$

Uyum indeksi:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \text{ olan eşitlik 2.6 ile bulunmuştur.}$$

$$CI = \frac{4,0458 - 4}{4 - 1} = \mathbf{0,0153}$$

Uyum oranını (CR) hesaplayabilmek için ‘‘Rasgele Tutarlılık İndeks Değeri’’ belirlenmiştir.

n=4 sayısının indeksteki karşılığı RI=0,9’ tır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ eşitliğiyle bulunmuştur.}$$

$$CR = \frac{0,0218}{0,9} = \mathbf{0,0170}$$

KV-1’ in ikili karşılaştırma matrisi dikkate alınarak hesaplaması yapılan yukarıda bulunan değerler, izelge 3.18 ve izelge 3.19’ da sırasıyla gsterilmiştir.

Çizelge 3.18 KV-1’ in K2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tım ncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri

	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Ei	Wi	λ
$K2_1$	0,4325	0,5734	0,3672	0,3890	1,7620	0,4325	4,0745
$K2_2$	0,2162	0,2867	0,3672	0,2917	1,1619	0,2867	4,0529
$K2_3$	0,2162	0,1433	0,1836	0,1945	0,7377	0,1836	4,0174
$K2_4$	0,1081	0,0956	0,0918	0,0972	0,3927	0,0972	4,0386

Çizelge 3.19 KV-1’ in K2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

	λ	4,0458
	n	4,0000
CI	0,0153	
CR	0,0170	

K1'in alt kriterlerinin matrisinin oluşturulmasındaki gibi diğer tüm alt kriterlerin matrisleri aynı biçimde meydana getirildiğinden birinci aşamaya tekrar yer verilmemiştir. KV-1'in değerlendirmesi sonucu, K3'ün alt kriterlerinin ağırlıklandırılmasına ait sıralı işlemler şöyledir;

2. Aşama

Matris köşegeni altında kalan bileşen değerlerini hesaplamak için eşitlik 2.2 kullanılarak Çizelge 3.20'de belirtilen karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

$K3_1$ ile $K3_7$ 'ün karşılaştırma değeri =7 iken $K3_1$ ile $K3_4$ 'ün karşılaştırma değeri= 2 olarak bulunmuş ve tüm satır değerleri benzer hesaplamayla elde edilmiştir. Burada $K3_1$ 'in $K3_4$ 'e göre "Ortalama değer" olarak tercih edildiği görülmektedir.

Çizelge 3.20 KV – 1'in K3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisi

	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$
$K3_1$	1	2	2	2	2	2	7	2
$K3_2$	1/2	1	3	2	2	2	5	2
$K3_3$	1/2	1/3	1	3	3	2	5	2
$K3_4$	1/2	1/2	1/3	1	2	1	3	2
$K3_5$	1/2	1/2	1/3	1/2	1	2	3	3
$K3_6$	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1	3	2
$K3_7$	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1	1/3
$K3_8$	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/2	3	1
Toplam	4,1429	5,5333	7,8667	10,3333	11,1667	10,8333	30,0000	14,3333

3. Aşama

Alt kriterler bazında KV-1'in karşılaştırma matrisi, normalize edilmiş matrisle dönüştürülerek Çizelge 3.21'de gösterilmiştir. Normalize edilmiş matris işlemi eşitlik 2.3 yardımıyla hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.3 kullanılarak karşılaştırma matrisinin sütunlarındaki her bir satır normalize edilmiştir. Karşılaştırma matrislerinde, karşılaştırılan her elemanın göreceli önceliği hesaplanmıştır.

Çizelge 3.20'de yer alan birinci sütunun her bir satır değeri sütun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmiştir. Aynı işlem diğer sütunlar için yapılarak normalize edilmiş matris oluşturulmuş, hesaplama işlemleri MS Excel programı kullanılarak yapılmış ve Çizelge 3.21'de verilmiştir.

$$b_{1_1} = \frac{1}{4,1429} = 0,2414$$

$$b_{2_1} = \frac{1/2}{4,1429} = 0,1207$$

$$b_{3_1} = \frac{1/2}{4,1429} = 0,1207$$

$$b_{4_1} = \frac{1/2}{4,1429} = 0,1207$$

$$b_{5_1} = \frac{1/2}{4,1429} = 0,1207$$

$$b_{6_1} = \frac{1/2}{4,1429} = 0,1207$$

$$b_{7_1} = \frac{1/7}{4,1429} = 0,0345$$

$$b_{8_1} = \frac{1/2}{4,1429} = 0,1207$$

Çizelge 3.21 KV'1'in K3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi

	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Toplam	W
$K3_1$	0,2414	0,3614	0,2542	0,1935	0,1791	0,1846	0,2333	0,1395	1,7872	0,2234
$K3_2$	0,1207	0,1807	0,3814	0,1935	0,1791	0,1846	0,1667	0,1395	1,5462	0,1933
$K3_3$	0,1207	0,0602	0,1271	0,2903	0,2687	0,1846	0,1667	0,1395	1,3578	0,1697
$K3_4$	0,1207	0,0904	0,0424	0,0968	0,1791	0,0923	0,1000	0,1395	0,8611	0,1076
$K3_5$	0,1207	0,0904	0,0424	0,0484	0,0896	0,1846	0,1000	0,2093	0,8853	0,1107
$K3_6$	0,1207	0,0904	0,0636	0,0968	0,0448	0,0923	0,1000	0,1395	0,7480	0,0935
$K3_7$	0,0345	0,0361	0,0254	0,0323	0,0299	0,0308	0,0333	0,0233	0,2455	0,0307
$K3_8$	0,1207	0,0904	0,0636	0,0484	0,0299	0,0462	0,1000	0,0698	0,5688	0,0711
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	8,0000	1,0000

KV1 için, eşitlik 2.4 yardımıyla öncelikler vektörü (W), normalize edilmiş matristeki her satır elemanlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.4 kullanılarak her satırın öncelikler vektörü hesaplanmıştır. KV1'in normalize edilmiş matrisindeki öncelikler vektörü (W) değerleri her bir kriter için aşağıda yer almaktadır.

$$K3_1 \text{ için ; } W = \frac{1,7872}{8} = 0,2234$$

$$K3_5 \text{ için ; } W = \frac{0,8853}{8} = 0,1107$$

$$K3_2 \text{ için ; } W = \frac{1,5462}{8} = 0,1933$$

$$K3_6 \text{ için ; } W = \frac{0,7480}{8} = 0,0935$$

$$K3_3 \text{ için ; } W = \frac{1,3578}{8} = 0,1697$$

$$K3_7 \text{ için ; } W = \frac{0,2455}{8} = 0,0307$$

$$K3_4 \text{ için ; } W = \frac{0,8611}{8} = 0,1076$$

$$K3_8 \text{ için ; } W = \frac{0,5688}{8} = 0,0711$$

4. Aşama

Öncelikler vektörü (W) ile karşılaştırma matrisinin satır değerleri çarpımlarının toplamıyla tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) elde edilmiştir.

$$E_i = \sum_{j=1}^1 W_i \times a_{ij} \text{ denklemi ile tüm öncelikler matrisi değeri } (E_i) \text{ hesaplanmıştır.}$$

$$E_i = \begin{bmatrix} 0,2234 \\ 0,1933 \\ 0,1697 \\ 0,1076 \\ 0,1107 \\ 0,0935 \\ 0,0307 \\ 0,0711 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 7 & 2 \\ 1/2 & 1 & 3 & 2 & 2 & 2 & 5 & 2 \\ 1/2 & 1/3 & 1 & 3 & 3 & 2 & 5 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1 & 2 & 1 & 3 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1/2 & 1 & 2 & 3 & 3 \\ 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1 & 3 & 2 \\ 1/7 & 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1/2 & 3 & 1 \end{bmatrix} = 0,2234 \begin{bmatrix} 1 \\ 1/2 \\ 1/2 \\ 1/2 \\ 1/2 \\ 1/2 \\ 1/7 \\ 1/2 \end{bmatrix} +$$

$$0,1933 \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 1/3 \\ 1/2 \\ 1/2 \\ 1/2 \\ 1/5 \\ 1/2 \end{bmatrix} + 0,1697 \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \\ 1/3 \\ 1/3 \\ 1/2 \\ 1/5 \\ 1/2 \end{bmatrix} + 0,1076 \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 3 \\ 1 \\ 1/2 \\ 1 \\ 1/3 \\ 1/2 \end{bmatrix} + 0,1107 \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \\ 1/2 \\ 1/3 \\ 1/3 \end{bmatrix} + 0,0935 \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \\ 2 \\ 1 \\ 1/3 \\ 1/2 \end{bmatrix} +$$

$$0,0307 \begin{bmatrix} 7 \\ 5 \\ 5 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix} + 0,0711 \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \\ 1/3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1,9300 \\ 1,7334 \\ 1,4834 \\ 0,9216 \\ 0,9218 \\ 0,7839 \\ 0,2628 \\ 0,5938 \end{bmatrix}$$

λ_{maks} eşitlik 2.5 yardımıyla, meydana gelen matrisin her bir elemanı öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek gereken değerler bulunmuştur.

$$1,9300/0,2234=8,6394$$

$$0,9218/0,1107=8,3296$$

$$1,7334/0,1933=8,9685$$

$$0,7839/0,0935=8,3844$$

$$1,4834/0,1697=8,7398$$

$$0,2628/0,0307=8,5644$$

$$0,9216/0,1076=8,5620$$

$$0,5938/0,0711=8,3525$$

Bulunan sekiz değerin ortalaması hesaplanmıştır.

$$\lambda_{maks} = \frac{(8,6394 + 8,9685 + 8,7398 + 8,5620 + 8,3296 + 8,3844 + 8,5644 + 8,3525)}{4}$$

$$\lambda_{maks} = 8,5676$$

Uyum indeksi eşitlik 2.6 kullanılarak bulunmuştur.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{8,5676 - 8}{8 - 1} = 0,0811$$

Uyum oranını (CR) hesaplayabilmek için “Rasgele Tutarlılık İndeks Değeri” belirlenmiştir.

n=8 sayısının indeksteki karşılığı RI=1,41’dir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ eşitliğiyle bulunmuştur.}$$

$$CR = \frac{0,0811}{1,41} = 0,0575$$

KV-1’ in ikili karşılaştırma matrisi dikkate alınarak hesaplaması yapılan yukarıda bulunan değerler, Çizelge 3.22 ve Çizelge 3.23’de sırasıyla gösterilmiştir.

Çizelge 3.22 KV-1’in K3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri

	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Ei	Wi	λ
$K3_1$	0,2234	0,3866	0,3395	0,2153	0,2213	0,1870	0,2148	0,1422	1,9300	0,2234	8,6394
$K3_2$	0,1117	0,1933	0,5092	0,2153	0,2213	0,1870	0,1534	0,1422	1,7334	0,1933	8,9685
$K3_3$	0,1117	0,0644	0,1697	0,3229	0,3320	0,1870	0,1534	0,1422	1,4834	0,1697	8,7398
$K3_4$	0,1117	0,0966	0,0566	0,1076	0,2213	0,0935	0,0921	0,1422	0,9216	0,1076	8,5620
$K3_5$	0,1117	0,0966	0,0566	0,0538	0,1107	0,1870	0,0921	0,2133	0,9218	0,1107	8,3296
$K3_6$	0,1117	0,0966	0,0849	0,1076	0,0553	0,0935	0,0921	0,1422	0,7839	0,0935	8,3844

$K3_7$	0,0319	0,0387	0,0339	0,0359	0,0369	0,0312	0,0307	0,0237	0,2628	0,0307	8,5644
$K3_8$	0,1117	0,0966	0,0849	0,0538	0,0369	0,0468	0,0921	0,0711	0,5938	0,0711	8,3525

Çizelge 3.23 KV-1'in K3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

	λ	8,5676
	n	8,0000
CI		0,0811
CR		0,0575

K1'in alt kriterlerinin matrisinin oluşturulmasındaki gibi diğer tüm alt kriterlerin matrisleri aynı biçimde meydana getirildiğinden birinci aşamaya tekrar yer verilmemiştir. KV-1'in değerlendirmesi sonucu, K4'ün alt kriterlerinin ağırlıklandırılmasına ait sıralı işlemler şöyledir;

2. Aşama

Matris köşegeni altında kalan bileşen değerlerini hesaplamak eşitlik 2.2 kullanılarak Çizelge 3.24'de belirtilen karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

$K4_1$ ile $K4_3$ 'ün karşılaştırma değeri =5 iken $K4_2$ ile $K4_3$ 'ün karşılaştırma değeri= 3 olarak bulunmuş ve tüm satır değerleri benzer hesaplamayla elde edilmiştir. Burada $K4_1$ 'in $K4_3$ 'e göre "Kuvvetli Derecede Önemli" olarak tercih edildiği görülmektedir.

Çizelge 3.24 KV – 1'in K4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisi

	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$
$K4_1$	1	3	5
$K4_2$	1/3	1	3
$K4_3$	1/5	1/3	1
Toplam	1,5333	4,3333	9,0000

3. Aşama

Alt kriterler bazında KV-1'in karşılaştırma matrisi, normalize edilmiş matrisle dönüştürülerek Çizelge 3.25'de gösterilmiştir. Normalize edilmiş matris işlemi eşitlik 2.3 kullanılmıştır.

Eşitlik 2.3 kullanılarak karşılaştırma matrisinin sütunlarındaki her bir satır normalize edilmiştir. Karşılaştırma matrislerinde, karşılaştırılan her elemanın göreceli önceliği hesaplanmıştır.

Çizelge 3.24'de yer alan birinci sütunun her bir satır değeri sütun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmiştir. Aynı işlem diğer sütunlar için yapılarak normalize edilmiş matris oluşturulmuş, hesaplama işlemleri MS Excel programı kullanılarak yapılmış ve Çizelge 3.25'de verilmiştir.

$$b_{1_1} = \frac{1}{1,5333} = 0,6522$$

$$b_{2_1} = \frac{1/3}{1,5333} = 0,2174$$

$$b_{3_1} = \frac{1/5}{1,5333} = 0,1304$$

Çizelge 3.25 KV'1'in K4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi

	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Toplam	W
$K4_1$	0,6522	0,6923	0,5556	1,9000	0,6333
$K4_2$	0,2174	0,2308	0,3333	0,7815	0,2605
$K4_3$	0,1304	0,0769	0,1111	0,3185	0,1062
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV1 için, eşitlik 2.4 yardımıyla öncelikler vektörü (W), normalize edilmiş matristeki her satır elemanlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.4 kullanılarak her satırın öncelikler vektörü hesaplanmıştır. KV1'in normalize edilmiş matrisindeki öncelikler vektörü (W) değerleri her bir kriter için aşağıda yer almaktadır.

$$K4_1 \text{ için ; } W = \frac{1,9000}{3} = 0,6333$$

$$K4_2 \text{ için ; } W = \frac{0,7815}{3} = 0,2605$$

$$K4_3 \text{ için ; } W = \frac{0,3185}{3} = 0,1062$$

4. Aşama

Öncelikler vektörü (W) ile karşılaştırma matrisinin satır değerleri çarpımlarının toplamıyla tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) elde edilmiştir.

$E_i = \sum_{j=1}^3 W_i \times a_{ij}$ denklemi ile tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) hesaplanmıştır.

$$E_i = \begin{bmatrix} 0,6333 \\ 0,2605 \\ 0,1062 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} = 0,6333 \begin{bmatrix} 1 \\ 1/3 \\ 1/5 \end{bmatrix} + 0,2605 \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 1/3 \end{bmatrix} + 0,1062 \begin{bmatrix} 5 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 1,9456 \\ 0,7901 \\ 0,3197 \end{bmatrix}$$

λ_{maks} eşitlik 2.5 yardımıyla, meydana gelen matrisin her bir elemanı öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek gereken değerler bulunmuştur.

$$1,9456/0,6333=3,0720$$

$$0,7901/0,2605=3,0330$$

$$0,3197/0,1062=3,0112$$

Bulunan üç değerın ortalaması hesaplanmıştır.

$$\lambda_{maks} = \frac{(3,0720 + 3,0330 + 3,0112)}{3}$$

$$\lambda_{maks} = 3,0387$$

Uyum indeksi eşitlik 2.6 kullanılarak bulunmuştur.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{3,0387 - 3}{3 - 1} = 0,0194$$

Uyum oranını (CR) hesaplayabilmek için “Rasgele Tutarlılık İndeks Değeri” belirlenmiştir.

n=3 sayısının indeksteki karşılığı RI=0,58’dir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ eşitliğiyle bulunmuştur.}$$

$$CR = \frac{0,0194}{0,58} = 0,0334$$

KV-1’ in ikili karşılaştırma matrisi dikkate alınarak hesaplaması yapılan yukarıda bulunan değerler, Çizelge 3.26 ve Çizelge 3.27’de sırasıyla gösterilmiştir.

Çizelge 3.26 KV-1’in K4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri

	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Ei	Wi	λ
$K4_1$	0,6333	0,7815	0,5308	1,9456	0,6333	3,0720
$K4_2$	0,2111	0,2605	0,3185	0,7901	0,2605	3,0330
$K4_3$	0,1267	0,0868	0,1062	0,3197	0,1062	3,0112

Çizelge 3.27 KV-1’in K4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

λ	3,0387
n	3,0000

CI		0,0194
CR		0,0334

K1'in alt kriterlerinin matrisinin oluşturulmasındaki gibi diğer tüm alt kriterlerin matrisleri aynı biçimde meydana getirildiğinden birinci aşamaya tekrar yer verilmemiştir. KV-1'in değerlendirmesi sonucu, K5'in alt kriterlerinin ağırlıklandırılmasına ait sıralı işlemler şöyledir;

2. Aşama

Matris köşegeni altında kalan bileşen değerlerini hesaplamak eşitlik 2.2 kullanılarak Çizelge 3.28 belirtilen karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

$K5_1$ ile $K5_3$ 'ün karşılaştırma değeri =1/3 iken $K5_2$ ile $K5_3$ 'ün karşılaştırma değeri= 3 olarak bulunmuş ve tüm satır değerleri benzer hesaplamayla elde edilmiştir. Burada $K5_2$ 'in $K5_3$ 'e göre “Biraz Daha Önemli” olarak tercih edildiği görülmektedir.

Çizelge 3.28 KV – 1'in K5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisi

	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$
$K5_1$	1	1/3	1/3	1/3
$K5_2$	3	1	3	1
$K5_3$	3	1/3	1	1/3
$K5_4$	3	1	3	1
Toplam	10,0000	2,6667	7,3333	2,6667

3. Aşama

Alt kriterler bazında KV-1'in karşılaştırma matrisi, normalize edilmiş matrise dönüştürülerek Çizelge 3.29'da gösterilmiştir. Normalize edilmiş matris işlemi eşitlik 2.3 yardımıyla hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.3 kullanılarak karşılaştırma matrisinin sütunlarındaki her bir satır normalize edilmiştir. Karşılaştırma matrislerinde, karşılaştırılan her elemanın görece önceliği hesaplanmıştır.

Çizelge 3.28'de yer alan birinci sütunun her bir satır değeri sütun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmiştir. Aynı işlem diğer sütunlar için

yapılarak normalize edilmiş matris oluşturulmuş, hesaplama işlemleri MS Excel programı kullanılarak yapılmış ve Çizelge 3.29’da verilmiştir.

$$b_{1_1} = \frac{1}{10,0000} = 0,1000$$

$$b_{2_1} = \frac{3}{10,0000} = 0,3000$$

$$b_{3_1} = \frac{3}{10,0000} = 0,3000$$

$$b_{4_1} = \frac{3}{10,0000} = 0,3000$$

Çizelge 3.29 KV’1’in K5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi

	K5₁	K5₂	K5₃	K5₄	Toplam	W
K5₁	0,1000	0,1250	0,0455	0,1250	0,3955	0,0989
K5₂	0,3000	0,3750	0,4091	0,3750	1,4591	0,3648
K5₃	0,3000	0,1250	0,1364	0,1250	0,6864	0,1716
K5₄	0,3000	0,3750	0,4091	0,3750	1,4591	0,3648
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV1 için, eşitlik 2.4 yardımıyla öncelikler vektörü (W), normalize edilmiş matristeki her satır elemanlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.4 kullanılarak her satırın öncelikler vektörü hesaplanmıştır. KV1’in normalize edilmiş matrisindeki öncelikler vektörü (W) değerleri her bir kriter için aşağıda yer almaktadır.

$$K5_1 \text{ için ; } W = \frac{0,3955}{4} = 0,0989$$

$$K5_2 \text{ için ; } W = \frac{1,4591}{4} = 0,3648$$

$$K5_3 \text{ için ; } W = \frac{0,6864}{4} = 0,1716$$

$$K5_4 \text{ için ; } W = \frac{1,4591}{4} = 0,3648$$

4. Aşama

Öncelikler vektörü (W) ile karşılaştırma matrisinin satır değerleri çarpımlarının toplamıyla tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) elde edilmiştir.

$E_i = \sum_{j=1}^1 W_i \times a_{ij}$ denklemi ile tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) hesaplanmıştır.

$$E_i = \begin{bmatrix} 0,0989 \\ 0,3648 \\ 0,1716 \\ 0,3648 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 3 & 1 & 3 & 1 \\ 3 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 3 & 1 & 3 & 1 \end{bmatrix} =$$
$$0,0989 \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \end{bmatrix} + 0,3648 \begin{bmatrix} 1/3 \\ 1 \\ 1/3 \\ 1 \end{bmatrix} + 0,1716 \begin{bmatrix} 1/3 \\ 3 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix} + 0,3648 \begin{bmatrix} 1/3 \\ 1 \\ 1/3 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,3992 \\ 1,5409 \\ 0,7114 \\ 1,5409 \end{bmatrix}$$

λ_{maks} eşitlik 2.5 yardımıyla, meydana gelen matrisin her bir elemanı öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek gereken değerler bulunmuştur.

$$0,3992/0,0989 = \mathbf{4,0383}$$

$$1,5409/0,3648 = \mathbf{4,2243}$$

$$0,7114/0,1716 = \mathbf{4,1457}$$

$$1,5409/0,3648 = \mathbf{4,2243}$$

Bulunan üç değerın ortalaması hesaplanmıştır.

$$\lambda_{maks} = \frac{(4,0383 + 4,2243 + 4,1457 + 4,2243)}{4}$$

$$\lambda_{maks} = 4,1582$$

Uyum indeksi eşitlik 2.6 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{4,1582-4}{4-1} = 0,0527$$

Uyum oranını (CR) hesaplayabilmek için “Rasgele Tutarlılık İndeks Değeri” belirlenmiştir.

n=4 sayısının indeksteki karşılığı RI=0,9’dur.

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ eşitliğiyle bulunmuştur.}$$

$$CR = \frac{0,0527}{0,9} = 0,0586$$

KV-1’ in ikili karşılaştırma matrisi dikkate alınarak hesaplaması yapılan yukarıda bulunan değerler, Çizelge 3.30 ve Çizelge 3.31’de sırasıyla gösterilmiştir.

Çizelge 3.30 KV-1’in K5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri

	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Ei	Wi	λ
$K5_1$	0,0989	0,1216	0,0572	0,1216	0,3992	0,0989	4,0383
$K5_2$	0,2966	0,3648	0,5148	0,3648	1,5409	0,3648	4,2243
$K5_3$	0,2966	0,1216	0,1716	0,1216	0,7114	0,1716	4,1457
$K5_4$	0,2966	0,3648	0,5148	0,3648	1,5409	0,3648	4,2243

Çizelge 3.31 KV-1’in K5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

	λ	4,1582
	n	4,0000
CI	0,0527	
CR	0,0586	

K1’in alt kriterlerinin matrisinin oluşturulmasındaki gibi diğer tüm alt kriterlerin matrisleri aynı biçimde meydana getirildiğinden birinci aşamaya tekrar yer verilmemiştir. KV-1’in değerlendirmesi sonucu, K6’nın alt kriterlerinin ağırlıklandırılmasına ait sıralı işlemler şöyledir;

2. Aşama

Matris köşegeni altında kalan bileşen değerlerini hesaplamak eşitlik 2.2 kullanılarak Çizelge 3.32’de belirtilen karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

$K6_1$ ile $K6_3$ ’ün karşılaştırma değeri =1 iken $K6_2$ ile $K6_3$ ’ün karşılaştırma değeri= 3 olarak bulunmuş ve tüm satır değerleri benzer hesaplamayla elde edilmiştir. Burada $K6_2$ ’in $K3_3$ ’e göre “Biraz Daha Önemli” olarak tercih edildiği görülmektedir.

Çizelge 3.32 KV – 1’in K6 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Karşılaştırma Matrisi

	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$
$K6_1$	1	1/3	1
$K6_2$	3	1	3
$K6_3$	1	1/3	1
Toplam	5,0000	1,6666	5,0000

3. Aşama

Alt kriterler bazında KV-1’in karşılaştırma matrisi, normalize edilmiş matrisle dönüştürülerek Çizelge 3.33’de gösterilmiştir. Normalize edilmiş matris işlemi eşitlik 2.3 ile hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.3 kullanılarak karşılaştırma matrisinin sütunlarındaki her bir satır normalize edilmiştir. Karşılaştırma matrislerinde, karşılaştırılan her elemanın göreceli önceliği hesaplanmıştır.

Çizelge 3.32’de yer alan birinci sütunun her bir satır değeri sütun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmiştir. Aynı işlem diğer sütunlar için yapılarak normalize edilmiş matris oluşturulmuş, hesaplama işlemleri MS Excel programı kullanılarak yapılmış ve Çizelge 3.33’de verilmiştir.

$$b_{1_1} = \frac{1}{5,0000} = 0,2000$$

$$b_{2_1} = \frac{3}{5,0000} = 0,6000$$

$$b_{3_1} = \frac{1}{5,0000} = 0,2000$$

Çizelge 3.33 KV'1'in K6 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi

	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Toplam	W
$K6_1$	0,2000	0,2000	0,2000	0,6000	0,2000
$K6_2$	0,6000	0,6000	0,6000	1,8000	0,6000
$K6_3$	0,2000	0,2000	0,2000	0,6000	0,2000
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV1 için, eşitlik 2.4 yardımıyla öncelikler vektörü (W), normalize edilmiş matristeki her satır elemanlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.4 kullanılarak her satırın öncelikler vektörü hesaplanmıştır. KV1'in normalize edilmiş matrisindeki öncelikler vektörü (W) değerleri her bir kriter için aşağıda yer almaktadır.

$$K6_1 \text{ için ; } W = \frac{0,6000}{3} = 0,2000$$

$$K6_2 \text{ için ; } W = \frac{1,8000}{3} = 0,6000$$

$$K6_3 \text{ için ; } W = \frac{0,6000}{3} = 0,2000$$

4. Aşama

Öncelikler vektörü (W) ile karşılaştırma matrisinin satır değerleri çarpımlarının toplamıyla tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) elde edilmiştir.

$E_i = \sum_{j=1}^1 W_i \times a_{ij}$ denklemi ile tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) hesaplanmıştır.

$$E_i = \begin{bmatrix} 0,2000 \\ 0,6000 \\ 0,2000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1 \\ 3 & 1 & 3 \\ 1 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} = 0,2000 \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} + 0,6000 \begin{bmatrix} 1/3 \\ 1 \\ 1/3 \end{bmatrix} + 0,2000 \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} + =$$

$$\begin{bmatrix} 0,6000 \\ 1,8000 \\ 0,6000 \end{bmatrix}$$

λ_{maks} eşitlik 2.5 yardımıyla, meydana gelen matrisin her bir elemanı öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek gereken değerler bulunmuştur.

$$0,6000/0,2000= \mathbf{3,0000}$$

$$1,8000/0,6000= \mathbf{3,0000}$$

$$0,6000/0,2000= \mathbf{3,0000}$$

Bulunan üç değerın ortalaması hesaplanmıştır.

$$\lambda_{maks} = \frac{(3,0000 + 3,0000 + 3,0000)}{3}$$

$$\lambda_{maks} = 3,0000$$

Uyum indeksi eşitlik 2.6 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{3,0000 - 3}{3 - 1} = \mathbf{0,0000}$$

Uyum oranını (CR) hesaplayabilmek için ‘‘Rasgele Tutarlılık İndeks Değeri’’ belirlenmiştir.

n=3 sayısının indeksteki karşılığı RI=0,58’dir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ eşitliğiyle bulunmuştur.}$$

$$CR = \frac{0,0000}{0,58} = \mathbf{0,0000}$$

KV-1’ in ikili karşılaştırma matrisi dikkate alınarak hesaplaması yapılan yukarıda bulunan değerler, Çizelge 3.34 ve Çizelge 3.35’de sırasıyla gösterilmiştir.

Çizelge 3.34 KV-1'in K6 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri

	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Ei	Wi	λ
$K6_1$	0,2000	0,2000	0,2000	0,6000	0,2000	3
$K6_2$	0,6000	0,6000	0,6000	1,8000	0,6000	3
$K6_3$	0,2000	0,2000	0,2000	0,6000	0,2000	3

Çizelge 3.35 KV-1'in K6 Ana Kriterinin Alt Kriterlerine Ait Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

	λ	3,0000
	n	3,0000
CI		0,0000
CR		0,0000

Çalışmada alt kriterler için “Karar Verici” (KV) olarak adlandırılan tehlikeli madde lojistiği uzmanlarının oluşturduğu grubun yargısına başvurulmuştur. Her bir karar vericinin değerlendirmesi hakkında elde edilen bilgiler matematiksel olarak bir araya getirilerek bütünleştirme matrisi oluşturulmuştur. İkili karşılaştırma matrisleri elemanlarının geometrik ortalamaları alınarak matematiksel olarak her bir karar verici bir araya getirilmiştir. Karar vericilerin ikili karşılaştırmaları sonucu öncelik değerinin geometrik ortalaması hesaplandığında büyük olasılıkla tutarlılık oranının sonucu 0,1'in altında olmaktadır. Burada önemli olan husus; her karar vericinin birbirinden ayrı olarak geometrik ortalaması alınmadan önce değerlemelerinin tutarlı olup olmadığına bakılmasıdır. Geometrik ortalaması alınmadan bulunan tutarsızlık oranının $CR < 0,1$ sonucunu vermesi halinde karar vericiler tarafından yapılan karşılaştırma değerlemelerinin güvenilir olduğu anlaşılacaktır (Önder, 2015:36).

Her bir karar vericinin değerlemesi bitiminde değerlemelerin geometrik ortalaması alınmadan tutarlılık oranı hesaplanarak sonuçların 0,1'in altında olduğu görülmüştür. Bulunan sonuçlar KV-1'in yukarıda ve diğer karar vericilerin Ek-9'da yer almaktadır. İşlemler sonucu, karar vericilerin yaptıkları değerlendirmelerin tutarlılıklarına duyulan güven artmıştır.

KV-1'in Çizelge 14, Çizelge 15, Çizelge 18, Çizelge 19, Çizelge 22, Çizelge 23, Çizelge 26, Çizelge 27, Çizelge 30, Çizelge 31, Çizelge 34, Çizelge 35'de, diğer karar vericilerin Ek-9'da yer alan uyum oranı (CR) değerleri $< 0,1$ 'dir. Bu sonuçlar, literatürde kabul edilen uyum sınırları içindedir. Bu nedenle alt kriterlerin öncelik vektörlerine ait değerlerin kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Alt kriterler bazında tüm karar vericilerin normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri, tek bütünleştirme matrisine dönüştürülmüştür. Bütünleştirme matrisinin $K1_1$ (Alt Kriter 1), sütununa ait işlem sırası aşağıda gösterilmiştir. İlk olarak karar vericilerin karşılaştırma matrislerinin K1(Ana Kriter 1)'e ait alt kriterlerinin sütunlarına yapılan bütünleştirme işlemi hesaplanmıştır ve işlemler sonucu bulunan değerler Çizelge 3.36, Çizelge 3.37, Çizelge 3.38, Çizelge 3.39'da gösterilmiştir. Diğer ana kriterlerin alt kriterlerine ait sütunlar aynı şekilde MS Excel programı kullanılarak hesaplanmış ve değerler Çizelge 3.40, Çizelge 3.41, Çizelge 3.42, Çizelge 3.43 ve Çizelge 3.44'te belirtilmiştir.

Bütünleştirme matrisinin $K1_1$ sütununa ait işlemi şu şekildedir;

$$a_{ij(\text{geort})} = \sqrt[n]{a_{ij(KV1)} \times a_{ij(KV2)} \times a_{ij(KV3)} \times \dots \times a_{ij(KVn)}}$$

$$n = 5$$

$$a_{1(\text{geort})} = \sqrt[5]{1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1} = 1$$

$$a_{2(\text{geort})} = \sqrt[5]{(5) \times (1) \times (3) \times (1) \times (9) \times (1)} = 2,2649$$

$$a_{3(\text{geort})} = \sqrt[5]{(7) \times (7) \times (5) \times \left(\frac{1}{3}\right) \times (7) \times \left(\frac{1}{3}\right)} = 2,3989$$

$$a_{4(\text{geort})} = \sqrt[5]{(2) \times (5) \times (5) \times \left(\frac{1}{3}\right) \times (1) \times (1)} = 1,5982$$

$$a_{5(\text{geort})} = \sqrt[5]{\left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{3}\right) \times (3) \times \left(\frac{1}{5}\right) \times (1) \times \left(\frac{1}{9}\right)} = 0,4724$$

Çizelge 3.36 Geometrik Ortalaması Alınarak Oluşturulmuş Karşılaştırma Matrisi

	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$
--	--------	--------	--------	--------	--------

$K1_1$	1,0000	0,4415	0,4169	0,6257	2,1169
$K1_2$	2,2649	1,0000	1,4798	2,0801	4,9830
$K1_3$	2,3989	0,6758	1,0000	2,2105	6,2573
$K1_4$	1,5982	0,4807	0,4524	1,0000	3,0000
$K1_5$	0,4724	0,2007	0,1598	0,3333	1,0000
Toplam	7,7344	2,7987	3,5088	6,2496	17,3573

AHP sürecinde, alt kriterlere ait karşılaştırma matrisinin normalize edilme öncesindeki aşamalar, geometrik ortalaması alınarak yapılan hesaplama ile bütünleştirilme sonrasındaki bulunan değerler için benzer olması nedeniyle gösterilmeyerek 3'üncü aşamadan itibaren devam edilmiştir.

3. Aşama (Geometrik Ortalama Hesaplamasından Sonra)

Geometrik ortalaması alınarak oluşturulmuş Çizelge 3.36'da yer alan karşılaştırma matrisinin normalize edilmiş matrise dönüştürülmesine ait $K1_1$ sütunu işlemler eşitlik 2.3 yardımıyla hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.3 kullanılarak geometrik ortalaması alınarak oluşturulmuş karşılaştırma matrisinin sütunlarındaki her bir satır normalize edilmiştir.

Çizelge 3.36'da yer alan birinci sütunun her bir satır değeri sütun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmiştir. Matrisin diğer sütunları aynı şekilde MS Excel programı ile hesaplanarak Çizelge 3.37'de yer alan normalize edilmiş matris oluşturulmuştur.

$$b1_1 = \frac{1,0000}{7,7344} = 0,1293$$

$$b1_2 = \frac{2,2649}{7,7344} = 0,2928$$

$$b1_3 = \frac{2,3989}{7,7344} = 0,3102$$

$$b1_4 = \frac{1,5982}{7,7344} = 0,2066$$

$$b1_5 = \frac{0,4724}{7,7344} = 0,0611$$

Çizelge 3.37 Normalize Edilmiş Bütünleştirme Matrisi

	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Toplam	W
$K1_1$	0,1293	0,1578	0,1188	0,1001	0,1220	0,6279	0,1256
$K1_2$	0,2928	0,3573	0,4217	0,3328	0,2871	1,6918	0,3384
$K1_3$	0,3102	0,2415	0,2850	0,3537	0,3605	1,5508	0,3102
$K1_4$	0,2066	0,1718	0,1289	0,1600	0,1728	0,8402	0,1680
$K1_5$	0,0611	0,0717	0,0455	0,0533	0,0576	0,2893	0,0579
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	5,0000	1,0000

Çizelge 3.37’de belirtilen tüm karar vericilere ait ortak öncelikler vektörü (W) eşitlik 2.4 yardımıyla, ana kriterlerin normalize edilmiş bütünleştirme matrisindeki her satır elemanının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Ana Kriter 1’in alt kriterlerinin değerlendirildiği tüm öncelikler matrisi (E_i) ve (λ) değerleri eşitlik 2.5 yardımıyla Çizelge 3.38’de, uyum indeksi (CI) eşitlik 2.6 yardımıyla ve uyum oranı (CR) Çizelge 3.39’da hesaplanarak belirtilmiştir.

Eşitlik 2.4 kullanılarak her satırın öncelikler vektörü hesaplanmıştır. Ana kriterlerin normalize edilmiş bütünleştirme matrisindeki öncelikler vektörü (W) değerleri her bir kriter için aşağıda yer almaktadır.

$$K1_1 \text{ için ; } W = \frac{0,6279}{5} = 0,1256$$

$$K1_2 \text{ için ; } W = \frac{1,6918}{5} = 0,3384$$

$$K1_3 \text{ için ; } W = \frac{1,5508}{5} = 0,3102$$

$$K1_4 \text{ için ; } W = \frac{0,8402}{5} = 0,1680$$

$$K1_5 \text{ için ; } W = \frac{0,2893}{5} = 0,0579$$

4. Aşama (Geometrik Ortalama Hesaplamasından Sonra)

Öncelikler vektörü (W) ile karşılaştırma matrisinin satır değerleri çarpımlarının toplamıyla tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) elde edilmiştir.

$E_i = \sum_{j=1}^1 W_i \times a_{ij}$ denklemi ile tüm öncelikler matrisi değeri (E_i) hesaplanmıştır.

$$E_i = \begin{bmatrix} 0,1256 \\ 0,3384 \\ 0,3102 \\ 0,1680 \\ 0,0579 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1,0000 & 0,4415 & 0,4169 & 0,6257 & 2,1169 \\ 2,2649 & 1,0000 & 1,4798 & 2,0801 & 4,9830 \\ 2,3989 & 0,6758 & 1,0000 & 2,2105 & 6,2573 \\ 1,5982 & 0,4807 & 0,4524 & 1,0000 & 3,0000 \\ 0,4724 & 0,2007 & 0,1598 & 0,3333 & 1,0000 \end{bmatrix} =$$

=

$$0,1256 \begin{bmatrix} 1,0000 \\ 2,2649 \\ 2,3989 \\ 1,5982 \\ 0,4724 \end{bmatrix} + 0,3384 \begin{bmatrix} 0,4415 \\ 1,0000 \\ 0,6758 \\ 0,4807 \\ 0,2007 \end{bmatrix} + 0,3102 \begin{bmatrix} 0,4169 \\ 1,4798 \\ 1,0000 \\ 0,4524 \\ 0,1598 \end{bmatrix} + 0,1680 \begin{bmatrix} 0,6257 \\ 2,0801 \\ 2,2105 \\ 1,0000 \\ 0,3333 \end{bmatrix} +$$

$$0,0579 \begin{bmatrix} 2,1169 \\ 4,9830 \\ 6,2573 \\ 3,0000 \\ 1,0000 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0,6319 \\ 1,7196 \\ 1,5735 \\ 0,8453 \\ 0,2907 \end{bmatrix}$$

λ_{maks} eşitlik 2.5 yardımıyla, meydana gelen matrisin her bir elemanı öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek gereken değerler bulunmuştur.

$$0,6319/0,1256=5,0315$$

$$1,7196/0,3384=5,0822$$

$$1,5735/0,3102=5,0733$$

$$0,8453/0,1680=5,0304$$

$$0,2907/0,0579=5,0240$$

Bulunan beş değerın ortalaması hesaplanmıştır.

$$\lambda_{maks} = \frac{(5,0315 + 5,0822 + 5,0733 + 5,0304 + 5,0240)}{5} = 5,0483$$

Uyum indeksi eşitlik 2.6 kullanılarak bulunmuştur.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{5,0483 - 5}{5 - 1} = \mathbf{0,0121}$$

Uyum oranını (CR) hesaplayabilmek için “Rasgele Tutarlılık İndeks Değeri” belirlenmiştir.

n=5 sayısının indeksteki karşılığı RI=1,12’dir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ eşitliğiyle bulunmuştur.}$$

$$CR = \frac{0,0121}{1,12} = \mathbf{0,0108}$$

İkili karşılaştırma matrisi dikkate alınarak hesaplaması yapılan yukarıda bulunan değerler, Çizelge 3.38 ve Çizelge 3.39’da sırasıyla gösterilmiştir.

Çizelge 3.38 Ana Kriter 1’in Alt Kriterlerinin Tüm Öncelikler Matris Değerleri ve λ Değerleri

Kriterler	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Ei	Wi	λ
$K1_1$	0,1256	0,1494	0,1293	0,1051	0,1225	0,6319	0,1256	5,0315
$K1_2$	0,2844	0,3384	0,4590	0,3495	0,2883	1,7196	0,3384	5,0822
$K1_3$	0,3013	0,2287	0,3102	0,3714	0,3620	1,5735	0,3102	5,0733
$K1_4$	0,2007	0,1627	0,1403	0,1680	0,1736	0,8453	0,1680	5,0304
$K1_5$	0,0593	0,0679	0,0496	0,0560	0,0579	0,2907	0,0579	5,0240

Çizelge 3.39 Ana Kriter 1’in Alt Kriterlerinin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

	λ	5,0483
	n	5,0000
CI		0,0121
CR		0,0108

Tüm karar vericilerin yargılarının bütünleştirilmesi sonucu bulunan ana kriter 1'in alt kriterlerinin tutarsızlık oranı $CR < 0,1$ olduğundan ana kriter 1'in alt kriterleri için yapılan karşılaştırmalar arasında tutarlılık olduğu söylenebilir.

Ana kriter 1'in alt kriterleri için yapılan yukarıda belirtilen sıralı işlemler diğer ana kriterlerin alt kriterleri içinde yapılmıştır. Bu işlemler MS Excel programı kullanılarak hesaplanmış ve değerler Çizelge 3.40, Çizelge 3.41, Çizelge 3.42, Çizelge 3.43 ve Çizelge 3.44'te belirtilmiştir.

Çizelge 3.40 Ana Kriter 2'nin Alt Kriterler Sıralı Bütünleştirme İşlemleri

Karşılaştırma Matrisi	Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$
	$K2_1$	1,0000	0,6135	1,3480	0,7368
	$K2_2$	1,6299	1,0000	3,2865	2,0801
	$K2_3$	0,7418	0,3043	1,0000	0,4551
	$K2_4$	1,3572	0,4807	2,1971	1,0000
Toplam	4,7290	2,3986	7,8316	4,2720	

Normalize Edilmiş Matris	Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Toplam	W
	$K2_1$	0,2115	0,2558	0,1721	0,1725	0,8118	0,2030
	$K2_2$	0,3447	0,4169	0,4196	0,4869	1,6681	0,4170
	$K2_3$	0,1569	0,1269	0,1277	0,1065	0,5180	0,1295
	$K2_4$	0,2870	0,2004	0,2805	0,2341	1,0021	0,2505
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000	

Tüm Öncelikler Matris ve λ Değerleri	Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Ei	Wi	λ
	$K2_1$	0,2030	0,2559	0,1746	0,1846	0,8180	0,2030	4,0301
	$K2_2$	0,3308	0,4170	0,4256	0,5211	1,6945	0,4170	4,0632
	$K2_3$	0,1506	0,1269	0,1295	0,1140	0,5210	0,1295	4,0232
	$K2_4$	0,2755	0,2005	0,2845	0,2505	1,0110	0,2505	4,0356

Tutarlılık Oranı	λ	4,0380
	n	4,0000
	CI	0,0127

CR	0,0141
-----------	---------------

Çizelge 3.41 Ana Kriter 3'ün Alt Kriterler Sıralı Bütünleştirme İşlemleri

Karşılaştırma Matrisi	Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$
	$K3_1$	1,0000	1,8171	3,8287	3,2031	4,7947	3,0531	6,2488	4,7947
	$K3_2$	0,5503	1,0000	4,0964	3,0531	4,1689	2,8040	4,8568	4,4663
	$K3_3$	0,2612	0,2441	1,0000	0,6368	1,8860	0,7148	2,3051	2,2390
	$K3_4$	0,3122	0,3275	1,5704	1,0000	1,7627	1,3480	4,0964	4,2228
	$K3_5$	0,2086	0,2399	0,5302	0,5673	1,0000	0,5952	2,0801	2,3348
	$K3_6$	0,3275	0,3566	1,3991	0,7418	1,6802	1,0000	3,7316	2,8403
	$K3_7$	0,1600	0,2059	0,4338	0,2441	0,4807	0,2680	1,0000	0,6813
	$K3_8$	0,2086	0,2239	0,4466	0,2368	0,4283	0,3521	1,4678	1,0000
	Toplam	3,0284	4,4151	13,3053	9,6831	16,2016	10,1351	25,7865	22,5792

Normalize Edilmiş Matris	Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Toplam	W
	$K3_1$	0,3302	0,4116	0,2878	0,3308	0,2959	0,3012	0,2423	0,2124	2,4122	0,3015
	$K3_2$	0,1817	0,2265	0,3079	0,3153	0,2573	0,2767	0,1883	0,1978	1,9515	0,2439
	$K3_3$	0,0862	0,0553	0,0752	0,0658	0,1164	0,0705	0,0894	0,0992	0,6579	0,0822
	$K3_4$	0,1031	0,0742	0,1180	0,1033	0,1088	0,1330	0,1589	0,1870	0,9863	0,1233
	$K3_5$	0,0689	0,0543	0,0399	0,0586	0,0617	0,0587	0,0807	0,1034	0,5262	0,0658
	$K3_6$	0,1082	0,0808	0,1052	0,0766	0,1037	0,0987	0,1447	0,1258	0,8436	0,1054
	$K3_7$	0,0528	0,0466	0,0326	0,0252	0,0297	0,0264	0,0388	0,0302	0,2824	0,0353
	$K3_8$	0,0689	0,0507	0,0336	0,0245	0,0264	0,0347	0,0569	0,0443	0,3400	0,0425
	Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	8,0000

Tüm Öncelikler Matris ve λ Değerleri	Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Ei	Wi	λ
	$K3_1$	0,3015	0,4433	0,3149	0,3949	0,3153	0,3219	0,2206	0,2038	2,5162	0,3015	8,3448
	$K3_2$	0,1659	0,2439	0,3369	0,3764	0,2742	0,2957	0,1714	0,1898	2,0543	0,2439	8,4211
	$K3_3$	0,0788	0,0596	0,0822	0,0785	0,1240	0,0754	0,0814	0,0952	0,6750	0,0822	8,2071
	$K3_4$	0,0941	0,0799	0,1292	0,1233	0,1159	0,1421	0,1446	0,1795	1,0086	0,1233	8,1811
	$K3_5$	0,0629	0,0585	0,0436	0,0699	0,0658	0,0628	0,0734	0,0992	0,5361	0,0658	8,1515
	$K3_6$	0,0988	0,0870	0,1151	0,0915	0,1105	0,1054	0,1317	0,1207	0,8606	0,1054	8,1619
	$K3_7$	0,0483	0,0502	0,0357	0,0301	0,0316	0,0283	0,0353	0,0290	0,2884	0,0353	8,1705
	$K3_8$	0,0629	0,0546	0,0367	0,0292	0,0282	0,0371	0,0518	0,0425	0,3430	0,0425	8,0716

Tutarlılık Oranı	λ	8,2137
	n	8,0000
	CI	0,0305
	CR	0,0217

Çizelge 3.42 Ana Kriter 4'ün Alt Kriterler Sıralı Bütünleştirme İşlemleri

Karşılaştırma Matrisi	Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$
	$K4_1$	1,0000	1,0129	1,6167
	$K4_2$	0,9873	1,0000	1,4422
	$K4_3$	0,6185	0,6934	1,0000
	Toplam	2,6058	2,7063	4,0590

Normalize Edilmiş Matris	Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Toplam	W
	$K4_1$	0,3838	0,3743	0,3983	1,1564	0,3855
	$K4_2$	0,3789	0,3695	0,3553	1,1037	0,3679
	$K4_3$	0,2374	0,2562	0,2464	0,7399	0,2466
	Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

Tüm Öncelikler Matris ve λ Değerleri	Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Ei	Wi	λ
	$K4_1$	0,3855	0,3727	0,3988	1,1569	0,3855	3,0013
	$K4_2$	0,3805	0,3679	0,3557	1,1042	0,3679	3,0013
	$K4_3$	0,2384	0,2551	0,2466	0,7402	0,2466	3,0008

Tutarlılık Oranı	λ	3,0011
	n	3,0000
	CI	0,0006
	CR	0,0010

Çizelge 3.43 Ana Kriter 5'in Alt Kriterler Sıralı Bütünleştirme İşlemleri

Karşılaştırma Matrisi	Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$
	$K5_1$	1,0000	0,4303	0,4807	0,4724
	$K5_2$	2,3239	1,0000	1,5254	1,3480
	$K5_3$	2,0801	0,6555	1,0000	1,2009
	$K5_4$	2,1169	0,7418	0,8327	1,0000
Toplam	7,5209	2,8277	3,8389	4,0213	

Normalize Edilmiş Matris	Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Toplam	W
	$K5_1$	0,1330	0,1522	0,1252	0,1175	0,5278	0,1320
	$K5_2$	0,3090	0,3536	0,3974	0,3352	1,3952	0,3488
	$K5_3$	0,2766	0,2318	0,2605	0,2986	1,0675	0,2669
	$K5_4$	0,2815	0,2623	0,2169	0,2487	1,0094	0,2524
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000	

Tüm Öncelikler Matris ve λ Değerleri	Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Ei	Wi	λ
	$K5_1$	0,1320	0,1501	0,1283	0,1192	0,5296	0,1320	4,0131
	$K5_2$	0,3067	0,3488	0,4071	0,3402	1,4028	0,3488	4,0216
	$K5_3$	0,2745	0,2287	0,2669	0,3031	1,0731	0,2669	4,0208
$K5_4$	0,2794	0,2588	0,2222	0,2524	1,0127	0,2524	4,0130	

Tutarlılık Oranı	λ	4,171
	n	4,0000
	CI	0,0057
	CR	0,0063

Çizelge 3.44 Ana Kriter 6'nın Alt Kriterler Sıralı Bütünleştirme İşlemleri

Karşılaştırma Matrisi	Kriterler	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$
	$K6_1$	1,0000	0,9067	0,3834
	$K6_2$	1,1029	1,0000	0,5766
	$K6_3$	2,6085	1,7344	1,0000
	Toplam	4,7114	3,6411	1,9599

Normalize Edilmiş Matris	Kriterler	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Toplam	W
	$K6_1$	0,2123	0,2490	0,1956	0,6569	0,2190
	$K6_2$	0,2341	0,2746	0,2942	0,8029	0,2676
	$K6_3$	0,5537	0,4763	0,5102	1,5402	0,5134
	Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

Tüm Öncelikler Matris ve λ Değerleri	Kriterler	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Ei	Wi	λ
	$K6_1$	0,2190	0,2427	0,1968	0,6584	0,2190	3,0072
	$K6_2$	0,2415	0,2676	0,2960	0,8051	0,2676	3,0083
	$K6_3$	0,5711	0,4642	0,5134	1,5487	0,5134	3,0166

Tutarlılık Oranı	λ	3,0107
	n	3,0000
	CI	0,0054
	CR	0,0092

Tüm karar vericilerin yargılarının bütünleştirilmesi sonucu bulunan alt kriterlerin tutarsızlık oranı $CR < 0,1$ olduğundan alt kriterler için yapılan karşılaştırmalar arasında tutarlılık olduğunu söylemek mümkündür. Her bir karar vericinin, alt kriterler için yaptığı karşılaştırma değerlemesinde, tutarlılık oranları literatüre göre uygun olduğundan güvenilir düzeyde değerlendirme yaptığı anlaşılmıştır. Bu nedenle ana ve alt kriterler bütünleştirilerek, AHP yöntemiyle kriterlerin ağırlıklandırılması sağlanmıştır. AHP yöntemiyle bulunan alt kriter ağırlıkları, depo yeri seçiminde faydalanılacak TOPSIS ve WASPAS yöntemlerindeki işlemlerde veri olarak kullanılacaktır.

Bütünleştirilmesi yapılan ana kriterlerin öncelikler vektörü (w) ile ana kriterlere ait bütünleştirmesi yapılan alt kriterlerin her birinin öncelikler vektörü (w)'nün çarpımı sonucu alt kriterlerin ağırlık değerleri (W) bulunmuştur. Alt kriterlerin ağırlık değerlerinin bulunmasına yönelik hesaplamalar sırasıyla aşağıda belirtilmiştir.

$$W_{Alt\ Kriter} = (w_{Ana\ Kriter}) \times (w_{Alt\ Kriter}) \text{ denklemleri kullanılmıştır.}$$

Çizelge 3.45 Alt Kriterlerin Ağırlık Değerleri ve Sıralaması

Sıralama	Alt Kriterin Adı	$W_{Alt\ Kriter} = (w_{Ana\ Kriter}) \times (w_{Alt\ Kriter})$	Sonuç
1	Hırsızlık	$W4_1 = 0,3377 \times 0,3855 = 0,1302$	0,1302
2	Terör	$W4_2 = 0,3377 \times 0,3679 = 0,1242$	0,1242
3	Nemlilik	$W1_2 = 0,2466 \times 0,3384 = 0,0834$	0,0834
4	Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi	$W4_3 = 0,3377 \times 0,2466 = 0,0833$	0,0833
5	Deprem Bölgesi	$W1_3 = 0,2466 \times 0,3102 = 0,0765$	0,0765
6	Taşıma Emniyeti	$W6_3 = 0,1178 \times 0,5134 = 0,0605$	0,0605
7	Yol Şartları	$W5_2 = 0,1611 \times 0,3488 = 0,0562$	0,0562
8	Bitki Örtüsü	$W5_3 = 0,1611 \times 0,2669 = 0,0430$	0,0430
9	Yağış Miktarı	$W1_4 = 0,2466 \times 0,1680 = 0,0414$	0,0414
10	Güneşlenme Yönü	$W5_4 = 0,1611 \times 0,2524 = 0,0407$	0,0407
11	Tepkime Hassasiyeti	$W6_2 = 0,1178 \times 0,2676 = 0,0315$	0,0315
12	Isı Farklılıkları	$W1_1 = 0,2466 \times 0,1256 = 0,0310$	0,0310
13	Ambalajın Sağlamlığı	$W6_1 = 0,1178 \times 0,2190 = 0,0258$	0,0258
14	Karayoluna Yakınlık	$W3_1 = 0,0820 \times 0,3015 = 0,0247$	0,0247
15	Ulaşım Maliyetleri	$W2_2 = 0,0548 \times 0,4170 = 0,0229$	0,0229
16	Nüfus Yoğunluğu	$W5_1 = 0,1611 \times 0,1320 = 0,0213$	0,0213
17	Demiryoluna Yakınlık	$W3_2 = 0,0820 \times 0,2439 = 0,0200$	0,0200
18	Zeminin Eğimi	$W1_5 = 0,2466 \times 0,0579 = 0,0143$	0,0143
19	İkmâl	$W2_4 = 0,0548 \times 0,2505 = 0,0137$	0,0137
20	Alt Yapı Maliyetleri	$W2_1 = 0,0548 \times 0,2030 = 0,0111$	0,0111
21	Limana Yakınlık	$W3_4 = 0,0820 \times 0,1233 = 0,0101$	0,0101

22	Sağlık Kuruluşlarına Yakınlık	$W3_6 = 0,0820 \times 0,1054 = 0,0086$	0,0086
----	-------------------------------	--	--------

Çizelge 3.45 Alt Kriterlerin Ağırlık Değerleri ve Sıralamasının Devamı

Sıralama	Alt Kriterin Adı	$W_{Alt\ Kriter} = (W_{Ana\ Kriter}) \times (W_{Alt\ Kriter})$	Sonuç
23	İşgücü Maliyetleri	$W2_3 = 0,0548 \times 0,1295 = 0,0071$	0,0071
24	Havayoluna Yakınlık	$W3_3 = 0,0820 \times 0,0822 = 0,0067$	0,0067
25	Şehir Merkezine Yakınlık	$W3_5 = 0,0820 \times 0,0658 = 0,0054$	0,0054
26	Ormana Yakınlık	$W3_8 = 0,0820 \times 0,0425 = 0,0035$	0,0035
27	Irmak, Göle Yakınlık	$W3_7 = 0,0820 \times 0,0353 = 0,0029$	0,0029
Toplam			1,0000

KV'lerin değerlendirmelerinin bütünleştirilerek AHP yöntemiyle yapılan hesaplama sonrasında Çizelge 3.45'te alt kriterlerin ağırlıkları en yüksekten en düşük değere doğru azalan biçimde sıralanmıştır. Çizelge 3.45'e göre hırsızlık, terör ve nemlilik kriterleri sırasıyla en yüksek ilk üç ağırlık değerine sahip kriterler olurken ırmak, göle yakınlık, ormana yakınlık ve şehir merkezine yakınlık kriterleri sırasıyla en düşük son üç ağırlık değerine sahip kriterlerdir. Bu sıralamalar dikkate alındığında KV'lerin güvenlik durumuna ve iklim koşullarına daha çok önem verdikleri anlaşılmaktadır. Belirlenen kriter ağırlıkları, alternatif depo yerlerinin sıralanması için TOPSIS ve WASPAS yöntemlerinde ayrı ayrı kullanılmıştır.

3.2.4 ÇKKV Yöntemleri ile Alternatif Depo Yerlerinin Değerlendirilmesi ve Seçimi

Bu çalışmada, tehlikeli madde depo yeri seçimine ait stratejik önemin farkındalığından hareketle, literatürde depo yeri seçim kriter sayısının az olması durumu dikkate alınarak TOPSIS ve WASPAS yöntemleri ile gerçek bir depo yeri seçim sürecine ait uygulama sonuçları elde edilmiştir. Yeni inşa edilecek depo yerlerinin belirlenmesine yönelik olarak uzman görüşleri doğrultusunda ilgili kamu kurumunun konuşlu olduğu yerleşkede sekiz ayrı ada belirlenmiş ve söz konusu adalar jeolojik yapı, zemin yapısı, deprensellik, jeomorfolojik yapı bakımından konusunda uzman jeoloji mühendislerince incelenmiş, bunlardan dört ayrı lokasyon için rapor düzenlenerek seçim sıralaması yapılmasına karar verilmiştir.

Karar vericilerden kamu kurumunun ihtiyaç duyduğu tehlikeli madde depoları için inşa yapılacak depo yerlerinin belirlemeleri istenmiştir. Depo yerlerinin belirlenmesinde ana

faktör; stratejik bir karar olması ve çevre ile insan sağlığını, güvenliğini en üst düzeyde koruması olarak belirlenmiştir. Karar vericiler ile yapılan görüşmelerden ve Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü yetkililerinin zemin etüdüne yönelik düzenledikleri rapordan ilgili kamu kurumunun konuşlu olduğu arazide ihtiyaca karşılık verebilecek 4 alternatif depo yeri belirlenmiştir. Çizelge 3.3, karar vericiler tarafından belirlenen 4 ayrı alternatif depo yerinin açıklamalarını içermektedir. Kolaylık sağlaması bakımından her bir alternatif depo yeri (A_i) ile simgelenmiştir.

TOPSIS ve WASPAS yöntemlerinin işlem aşamaları bölüm 2.2’de anlatılmıştır. Bölüm 2.2’de iki yöntem için de ilk aşama aynıdır. 2. aşamadan itibaren farklılıkları görülebilmektedir. Çalışmada öncelikle ilk aşama anlatılmıştır, daha sonra diğer aşamaların uygulamalarına yöntem başlıkları altında devam edilmiştir.

Karar vericilere Ek-10’da yer alan anket uygulanarak veriler elde edilmiştir. Ek-10’da objektif kriterlere yer verilmeyerek KV’lerin subjektif kriterlere yönelik değerlendirme yapmaları sağlanmıştır. KV 1’e ait yapılan anket ve değerlendirmeleri Çizelge 3.46’ da yer almaktadır. KV-1’in verdiği cevaplar ile oluşturulan karar matrisi verileri Çizelge 3.47’de yer almaktadır. Çizelge 3.47 ve Şekil 3-5’te objektif kriterlere yer verilmeyerek KV’lerin subjektif kriterlere yönelik yaptığı değerlendirmeler geometrik hesaplamalarda kullanılmıştır. Objektif ve diğer KV’lerin değerlendirmelerine ait satır sıralı subjektif tüm alt kriterlerin değerlerini içeren matrisler Ek-11’de belirtilmiştir. Subjektif kriterler 5’in katları biçiminde 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Ek-11’de; ısı farklılıkları, nemlilik, yağış miktarı, zeminin eğimi, karayoluna yakınlık, demiryoluna yakınlık, havayoluna yakınlık, limana yakınlık, şehir merkezine yakınlık, sağlık kuruluşlarına yakınlık, ırmak, göle yakınlık, ormana yakınlık, nüfus yoğunluğu objektif kriterlerinin değerleri satır sırasıyla yer almaktadır. Ek-11’de yer alan objektif değerlerin ölçü birimleri şöyledir;

$K1_1$ - Isı farklılıkları; santigrad derece,

$K1_2$ - Nemlilik; yüzde oran,

$K1_4$ - Yağış miktarı; milimetre,

$K1_5$ - Zeminin eğimi; yüzde oran,

K3₁ - Karayoluna yakınlık; metre,

K3₂ - Demiryoluna yakınlık; metre,

K3₃ - Havayoluna yakınlık; metre,

K3₄ - Limana yakınlık; metre,

K3₅ - Şehir merkezine yakınlık; metre,

K3₆ - Sağlık kuruluşlarına yakınlık; metre,

K3₇ - İrmak, göle yakınlık; metre,

K3₈ - Ormana yakınlık; metre,

K5₁ - Nüfus yoğunluğu; kişi sayısı.

Çizelge 3.46 KV 1'e Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek
Depo Yeri Seçimi Değerlendirme Anketi

Kriterler		Alternatifler			
		Beşpinar Deresinin 100 m. Batısı	Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi
	K1₃ – Deprem Bölgesi	85	95	95	95
K2-Maliyet	K2₁ – Alt Yapı Maliyetleri	80	100	95	95
	K2₂ – Ulaşım Maliyetleri	100	80	90	90
	K2₃ – İşgücü Maliyetleri	80	100	95	90
	K2₄ – İkmal	95	100	95	95
K4-Güvenlik	K4₁ – Hırsızlık	90	90	100	95
	K4₂ – Terör	90	90	100	95
	K4₃ -Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi	90	90	90	100
K5-Çevre	K5₂ – Yol Şartları	100	100	95	100
	K5₃ – Bitki Örtüsü	100	100	100	100
	K5₄ – Güneşlenme Yönü	100	90	90	90
K6-Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler	K6₁ – Ambalajın Sağlamlığı	90	90	100	90
	K6₂ – Tepkime Hassasiyeti	90	90	100	90
	K6₃ – Taşıma Emniyeti	95	90	100	90

Çizelge 3.47 KV 1'e Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Karar Matrisi Verileri

Alternatif Depo Yerleri	maksimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum	maksimum
	0,0765	0,0111	0,0229	0,0071	0,0137	0,1302	0,1242	0,0833
	-Deprem Bölgesi <i>K1₃</i>	-Alt Yapı Maliyetleri <i>K2₁</i>	-Ulaşım Maliyetleri <i>K2₂</i>	-İşgücü Maliyetleri <i>K2₃</i>	-İkmal <i>K2₄</i>	-Hırsızlık <i>K4₁</i>	-Terör <i>K4₂</i>	-Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi <i>K4₃</i>
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	85	80	100	80	95	90	90	90
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	95	100	80	100	100	90	90	90
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	95	95	90	95	95	100	100	90
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	95	95	90	90	95	95	95	100

Çizelge 3.47 Devamı

Alternatif Depo Yerleri	maksimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	maksimum
	0,0562	0,0430	0,0407	0,0258	0,0315	0,0605
	K5 ₂ - Yol Şartları	K5 ₃ - Bitki Örtüsü	K5 ₄ - Güneşlenme Yönü	K6 ₁ - Ambalajın Sağlamlığı	K6 ₂ - Tepkime Hassasiyeti	K6 ₃ - Taşıma Emniyeti
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	100	100	100	90	90	95
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	100	100	90	90	90	90
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	95	100	90	100	100	100
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	100	100	90	90	90	90

1. Aşama: Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu aşamada, karar verici tarafından başlangıç matrisi (A) oluşturulmuştur. A matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen alternatif depo yerleri, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak kriterler yer almaktadır. Satırlarında yer alan alternatif depo yerleri ile sütunlarında bulunan kriterlerin sıralamasını gösteren $m \times n$ boyutlu karar matrisi Çizelge 3.47'den faydalanılarak oluşturulmuştur. KV-1 tarafından değerlendirilen subjektif kriterlere ait değerlerin satır sırasıyla yer aldığı "Karar (A) Matrisi" Şekil 3.5'de belirtilmiştir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} 85 & 80 & 100 & 80 & 95 & 90 & 90 & 90 & 100 & 100 & 100 & 90 & 90 & 95 \\ 95 & 100 & 80 & 100 & 100 & 90 & 90 & 90 & 100 & 100 & 90 & 90 & 90 & 90 \\ 95 & 95 & 90 & 95 & 95 & 100 & 100 & 90 & 95 & 100 & 90 & 100 & 100 & 100 \\ 95 & 95 & 90 & 90 & 95 & 95 & 95 & 100 & 100 & 100 & 90 & 90 & 90 & 90 \end{bmatrix}$$

Şekil 3.5 Karar Verici 1'e Ait Karar Matrisi

KV 1'in Şekil 3.5'de ve diğer beş karar vericinin Ek-11'de belirtilen karar matrislerinin satır ve sütun değerleri geometrik ortalama yöntemiyle bütünleştirilmesi yapılarak bütünleşik karar matrisi oluşturulur. **K1₃** sütunu olan "Deprem Bölgesi" kriteri sütununun geometrik ortalamasına ait işlem gösterilmiştir. Diğer subjektif kriterlere ait sütunlar içinde aynı işlem yapılarak bütünleşik karar matrisi oluşturulmuştur ve Çizelge 3.48'de gösterilmiştir. Çizelge 3.48'de belirtilen bütünleşik karar matrisi, TOPSIS ve WASPAS yöntemlerinde aynı şekilde kullanılacağından bu yöntemlerde bu aşama ayrıca belirtilmeyecektir.

Alt kriterler bazında tüm karar vericilerin normalize edilmiş karşılaştırma matrisleri, tek bir bütünleştirme matrisine dönüştürülmüştür. Bütünleştirme matrisinin **K1₃** (Kriter 1'in Alt Kriter 3'ü) sütununa ait işlem sırası aşağıda gösterilmiştir. İlk olarak karar vericilerin karşılaştırma matrislerinin **K1₃** sütununa yapılan işlem aşağıda hesaplanmıştır. Diğer alt kriterlere ait sütunlar aynı şekilde MS Excel programı kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 3.48 oluşturulmuştur.

Bütünleştirme matrisinin **K1₃** sütununa ait işlemi şu şekildedir;

$$a_{ij(\text{geort})} = \sqrt[n]{a_{ij(KV1)} \times a_{ij(KV2)} \times a_{ij(KV3)} \times \dots \times a_{ij(KVn)}}$$

$$n = 6$$

$$a_{1(\text{geort})} = \sqrt[6]{85 \times 85 \times 100 \times 80 \times 80 \times 100} = 87,9366$$

$$a_{2(\text{geort})} = \sqrt[6]{(95) \times (80) \times (100) \times (80) \times (85) \times (90)} = 88,0226$$

$$a_{3(\text{geort})} = \sqrt[6]{(95) \times (80) \times (100) \times (90) \times (95) \times (90)} = 91,4472$$

$$a_{4(\text{geort})} = \sqrt[6]{(95) \times (85) \times (100) \times (85) \times (85) \times (90)} = 89,8195$$

Çizelge 3.48 Karar Vericilere Ait Bütünleşik Karar Matrisi

Amaç Değer Türü	maksimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum	maksimum
Ağırlık Değerleri	0,0765	0,0111	0,0229	0,0071	0,0137	0,1302	0,1242	0,0833
Kriterler Alternatifler	-Deprem Bölgesi K1₃	-Alt Yapı Maliyetleri K2₁	-Ulaşım Maliyetleri K2₂	-İşgücü Maliyetleri K2₃	-İkmal K2₄	-Hırsızlık K4₁	-Terör K4₂	-Kazalara Karşı Korumaculuk Derecesi K4₃
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	87,9366	81,4325	91,2159	85,0712	88,8651	79,9738	67,7130	84,2340
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	88,0226	77,6202	78,2115	75,8481	89,7317	81,2962	80,5255	81,9520
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	91,4472	82,7085	80,1135	82,2975	87,4991	90,9768	88,4489	90,2023
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	89,8195	80,4375	84,7975	81,9520	81,9098	82,6546	79,2156	82,7596

Çizelge 3.48 Devamı

Alternatif Depo Yerleri	maksimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	maksimum
	0,0562	0,0430	0,0407	0,0258	0,0315	0,0605
	$K5_2$ - Yol Şartları	$K5_3$ - Bitki Örtüsü	$K5_4$ - Güneşlenme Yönü	$K6_1$ - Ambalajın Sağlamlığı	$K6_2$ - Tepkime Hassasiyeti	$K6_3$ - Taşıma Emniyeti
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	89,6281	90,2400	87,8858	89,8139	88,6322	90,2440
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	83,9018	82,7596	79,7383	88,0680	85,3130	86,5350
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	79,6771	81,4325	80,6605	89,3932	87,6103	82,5965
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	85,2198	88,5456	81,8134	83,9450	81,3190	82,4838

3.2.4.1 TOPSIS Yöntemiyle Alternatif Depo Yerlerinin Seçimine İlişkin Uygulama

1. Aşama

Çizelge 3.48’de belirtilen bütünleşik karar matrisi, TOPSIS yönteminde aynı şekilde kullanılacağından bu yöntemde bu aşama ayrıca belirtilmemiştir.

2. Aşama

Geometrik ortalaması alınarak oluşturulmuş Çizelge 3.48'de yer alan bütünleşik karar matrisine ait $K1_3$ sütununun normalize edilmiş matrise dönüştürülmesi işlemi eşitlik 2.7 yardımıyla hesaplanmıştır.

Eşitlik 2.7 kullanılarak, geometrik ortalaması alınmasıyla oluşturulmuş karar matrisinin sütunlarındaki her bir satır normalize edilmiştir.

Çizelge 3.48'de yer alan $K1_3$ sütununun her bir satır değeri, sütunu oluşturan herbir satır değerinin karelerinin toplamının karekök değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmiştir. Matrisin diğer sütunları aynı şekilde MS Excel programı ile hesaplanarak Çizelge 3.49'da yer alan normalize edilmiş matris oluşturulmuştur.

$$b_{13} = \frac{87,9366}{\sqrt{87,9366^2 + 88,0226^2 + 91,4472^2 + 89,8195^2}} = 0,4923$$

$$b_{23} = \frac{88,0226}{\sqrt{87,9366^2 + 88,0226^2 + 91,4472^2 + 89,8195^2}} = 0,4927$$

$$b_{33} = \frac{91,4472}{\sqrt{87,9366^2 + 88,0226^2 + 91,4472^2 + 89,8195^2}} = 0,5119$$

$$b_{43} = \frac{89,8195}{\sqrt{87,9366^2 + 88,0226^2 + 91,4472^2 + 89,8195^2}} = 0,5028$$

Çizelge 3.49 Normalize Edilmiş Matris

Amaç Değer Türü	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum
Ağırlık Değerleri	0,0310	0,0834	0,0765	0,0414	0,0143	0,0111	0,0229	0,0071	0,0137
Kriterler Alternatifler	-Isı Farklılıkları K1₁	-Nemlilik K1₂	-Deprem Bölgesi K1₃	-Yağış Miktarı K1₄	-Zeminin Eğimi K1₅	-Alt Yapı Maliyetleri K2₁	-Ulaşım Maliyetleri K2₂	-İşgücü Maliyetleri K2₃	-İkmal K2₄
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,5000	0,5189	0,4923	0,5000	0,5556	0,5053	0,5447	0,5228	0,5104
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,5000	0,4884	0,4927	0,5000	0,3175	0,4817	0,4670	0,4661	0,5154
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,5000	0,5037	0,5119	0,5000	0,4762	0,5133	0,4784	0,5057	0,5026
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,5000	0,4884	0,5028	0,5000	0,6032	0,4992	0,5063	0,5036	0,4704

Çizelge 3.49 Devamı

Alternatif Depo Yerleri	maksimum	minimum	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	maksimum
	0,0247	0,0200	0,0067	0,0101	0,0054	0,0086	0,0029	0,0035
	-Karayoluna Yakınlık <i>K3₁</i>	-Demiryoluna Yakınlık <i>K3₂</i>	-Havayoluna Yakınlık <i>K3₃</i>	-Limana Yakınlık <i>K3₄</i>	-Şehir Merkezine Yakınlık <i>K3₅</i>	-Sağlık Kuruluşlarına Yakınlık <i>K3₆</i>	-Irmak, Göle Yakınlık <i>K3₇</i>	-Ormana Yakınlık <i>K3₈</i>
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,4744	0,5026	0,4848	0,5024	0,5116	0,5018	0,4488	0,6045
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,5415	0,5064	0,4920	0,5009	0,5103	0,5077	0,5233	0,5534
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,5809	0,5061	0,4911	0,5004	0,5011	0,5083	0,5475	0,4715
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,3799	0,4845	0,5308	0,4963	0,4762	0,4818	0,4744	0,3255

Çizelge 3.49 Devamı

Alternatif Depo Yerleri	minimum	minimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	maksimum
		0,1302	0,1242	0,0833	0,0213	0,0562	0,0430	0,0407	0,0258	0,0315
	-Hırsızlık K4₁	-Terör K4₂	-Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi K4₃	-Nüfus Yoğunluğu K5₁	-Yol Şartları K5₂	-Bitki Örtüsü K5₃	-Güneşlenme Yönü K5₄	-Ambalajın Sağlamlığı K6₁	-Tepkime Hassasiyeti K6₂	-Taşıma Emniyeti K6₃
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,4770	0,4268	0,4964	0,3758	0,5292	0,5257	0,5321	0,5113	0,5167	0,5276
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,4849	0,5076	0,4829	0,4530	0,4954	0,4821	0,4828	0,5013	0,4974	0,5059
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,5426	0,5575	0,5315	0,4837	0,4705	0,4744	0,4883	0,5089	0,5108	0,4829
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,4930	0,4993	0,4877	0,6478	0,5032	0,5158	0,4953	0,4779	0,4741	0,4822

3. Aşama

TOPSIS yönteminin sıradaki aşaması ağırlıklandırılmış normalize matrisin elde edilmesidir. Çizelge 3.49'da yer alan normalize edilmiş matrisin her bir değeri w_i değeri ile ağırlıklandırılmıştır. w_i değer toplamları 1'e eşittir. $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ koşulu sağlanmıştır. Normalize edilmiş matrisin n_{ij} değerleri w_i ağırlıklar değerleri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir. **K1₃** sütununun ağırlıklandırılmış normalize edilmiş matrise dönüştürülmesi işlemi aşağıda gösterilmiştir.

Normalize matrisin $K1_3$ sütununu oluşturan herbir satır değeri, AHP yöntemiyle bulunmuş kriter ağırlık değeriyle çarpılarak bulunan ağırlıklandırılmış normalize matris değeri işlemi aşağıda belirtilmiştir. Diğer sütunlar için aynı şekilde işlem yapılarak Çizelge 3.50'de belirtilen ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilmiştir.

$$c_{ij} = w_i \times n_{ij}$$

$$c_{31} = 0,0765 \times 0,4923$$

$$c_{31} = \mathbf{0,0377}$$

$$c_{32} = 0,0765 \times 0,4927$$

$$c_{32} = \mathbf{0,0377}$$

$$c_{33} = 0,0765 \times 0,5119$$

$$c_{33} = \mathbf{0,0392}$$

$$c_{34} = 0,0765 \times 0,5028$$

$$c_{34} = \mathbf{0,0385}$$

Çizelge 3.50 Ağırlıklandırılmış Normalize Matris

Amaç Değer Türü	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum
Ağırlık Değerleri	0,0310	0,0834	0,0765	0,0414	0,0143	0,0111	0,0229	0,0071	0,0137
Kriterler Alternatifler	-Isı Farklılıkları K1₁	-Nemlilik K1₂	-Deprem Bölgesi K1₃	-Yağış Miktarı K1₄	-Zeminin Eğimi K1₅	-Alt Yapı Maliyetleri K2₁	-Ulaşım Maliyetleri K2₂	-İşgücü Maliyetleri K2₃	-İkmal K2₄
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,0155	0,0433	0,0377	0,0207	0,0079	0,0056	0,0125	0,0037	0,0070
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,0155	0,0407	0,0377	0,0207	0,0045	0,0054	0,0107	0,0033	0,0071
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0155	0,0420	0,0392	0,0207	0,0068	0,0057	0,0109	0,0036	0,0069
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,0155	0,0407	0,0385	0,0207	0,0086	0,0056	0,0116	0,0036	0,0065

Çizelge 3.50 Devamı

Alternatif Depo Yerleri	Maksimum	minimum	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	maksimum
	0,0247	0,0200	0,0067	0,0101	0,0054	0,0086	0,0029	0,0035
	<i>K3₁</i> -Karayoluna Yakınlık	<i>K3₂</i> -Demiryoluna Yakınlık	<i>K3₃</i> -Havayoluna Yakınlık	<i>K3₄</i> -Limana Yakınlık	<i>K3₅</i> -Şehir Merkezine Yakınlık	<i>K3₆</i> -Sağlık Kuruluşlarına Yakınlık	<i>K3₇</i> -Irmak, Göle Yakınlık	<i>K3₈</i> -Ormana Yakınlık
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,0117	0,0100	0,0033	0,0051	0,0028	0,0043	0,0013	0,0021
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,0134	0,0101	0,0033	0,0051	0,0027	0,0044	0,0015	0,0019
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0143	0,0101	0,0033	0,0051	0,0027	0,0044	0,0016	0,0016
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,0094	0,0097	0,0036	0,0050	0,0026	0,0042	0,0014	0,0011

Çizelge 3.50 Devamı

Alternatif Depo Yerleri	minimum	minimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	maksimum
	0,1302	0,1242	0,0833	0,0213	0,0562	0,0430	0,0407	0,0258	0,0315	0,0605
	-Hırsızlık K4₁	-Terör K4₂	-Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi K4₃	-Nüfus Yoğunluğu K5₁	-Yol Şartları K5₂	-Bitki Örtüsü K5₃	-Güneşlenme Yönü K5₄	-Ambalajın Sağlamlığı K6₁	-Tepkime Hassasiyeti K6₂	-Taşıma Emniyeti K6₃
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,0621	0,0530	0,0413	0,0080	0,0297	0,0226	0,0217	0,0132	0,0163	0,0319
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,0631	0,0630	0,0402	0,0096	0,0278	0,0207	0,0196	0,0129	0,0157	0,0306
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0706	0,0692	0,0443	0,0103	0,0264	0,0204	0,0199	0,0131	0,0161	0,0292
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,0642	0,0620	0,0406	0,0138	0,0283	0,0222	0,0202	0,0123	0,0149	0,0292

4. Aşama

Ağırlıklandırılmış normalize matrisin her bir sütunundaki maksimum değerler ile minimum değerler bulunur. İdeal çözüm olan maksimum değerler iken minimum değerler negatif ideal çözüm değerleridir. Kritere ilişkin değerlendirmede asgari düzeyde beklenti olanlar için sütun değerlerinin en küçüğü seçilmiştir. Kritere ilişkin değerlendirmede azami düzeyde beklenti için sütun değerlerinin en büyüğü seçilmiştir. Eşitlik 2.8 yardımıyla ideal çözümler, ağırlıklı standart karar matrisinin (V_{ij}) sütun değerlerinin en büyükleri, negatif ideal çözümler ise sütun değerlerinin en küçükleri seçilerek bulunmuştur. Buna göre Çizelge 3.50’de sütunların maksimum ve minimum değer alanları belirtilmiştir.

Çizelge 3.51 İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum
	-Isı Farklılıkları K1₁	-Nemlilik K1₂	-Deprem Bölgesi K1₃	- Yağış Miktarı K1₄	-Zeminin Eğimi K1₅	-Alt Yapı Maliyetleri K2₁	-Ulaşım Maliyetleri K2₂	-İşgücü Maliyetleri K2₃	-İkmal K2₄
İdeal Çözüm	0,0155	0,0407	0,0392	0,0207	0,0045	0,0054	0,0107	0,0033	0,0065
Negatif İdeal Çözüm	0,0155	0,0433	0,0377	0,0207	0,0086	0,0057	0,0125	0,0037	0,0071
	maksimum	minimum	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	maksimum	minimum
	-Karayoluna Yakınlık K3₁	-Demiryoluna Yakınlık K3₂	-Havayoluna Yakınlık K3₃	-Limana Yakınlık K3₄	-Şehir Merkezine Yakınlık K3₅	-Sağlık Kuruluşlarına Yakınlık K3₆	-Irmak, Göle Yakınlık K3₇	-Ormana Yakınlık K3₈	-Hürsüzlük K4₁
İdeal Çözüm	0,0143	0,0097	0,0033	0,0050	0,0028	0,0042	0,0013	0,0021	0,0621
Negatif İdeal Çözüm	0,0094	0,0101	0,0036	0,0051	0,0026	0,0044	0,0016	0,0011	0,0706

Çizelge 3.51 Devamı

	minimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	maksimum
	-Terör K4₂	-Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi K4₃	-Nüfus Yoğunluğu K5₁	-Yol Şartları K5₂	-Bitki Örtüsü K5₃	-Güneşlenme Yönü K5₄	-Ambalajın Sağlamlığı K6₁	-Tepkime Hassasiyeti K6₂	-Taşıma Emniyeti K6₃
İdeal Çözüm	0,0530	0,0443	0,0080	0,0297	0,0226	0,0196	0,0132	0,0163	0,0319
Negatif İdeal Çözüm	0,0692	0,0402	0,0138	0,0264	0,0204	0,0217	0,0123	0,0149	0,0292

5. Aşama

İdeal ve negatif ideal çözüm değerleri Çizelge 3.51 ile belirlendikten sonra sıradaki işlem aşamasına geçilmiştir. Sıradaki işlem aşaması olan ideal çözüme ve ideal olmayan noktalara olan uzaklık değerinin bulunması, **K1₃ sütununun birinci satırı için** aşağıdaki işlem aşamalarında örnek olarak açıklanmıştır. Diğer sütunların işlemleri de aynı şekilde hesaplanarak Çizelge 3.52' ve Çizelge 53'de ifade edilmiştir.

Eşitlik 2.9'da ifade edilen aşağıda yer alan ideal uzaklıkların hesaplanmasına ait eşitlikler kullanılarak pozitif ideal ayırım (S_i^+) ve negatif ideal ayırım (S_i^-) değerleri bulunmuştur.

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

İdeal çözüm için; $(v_{13} - v_3^+)^2 = (0,0377 - 0,0392)^2 = (-0,0015)^2 = 0,000023$

$K1_3$ sütunu için ideal çözüm = 0,000023



Çizelge 3.52 İdeal Noktalara Olan Uzaklık Değerleri

	K1₁ -Isı Farklılıkları	K1₂ -Nemlilik	K1₃ -Deprem Bölgesi	K1₄ - Yağış Miktarı	K1₅ -Zeminin Eğimi	K2₁ -Alt Yapı Maliyetleri	K2₂ -Ulaşım Maliyetleri	K2₃ -İşgücü Maliyetleri	K2₄ -İkmal
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,0000000	0,0000065	0,0000023	0,0000000	0,0000116	0,0000001	0,0000032	0,0000002	0,0000003
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,0000000	0,0000000	0,0000022	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000004
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0000000	0,0000016	0,0000000	0,0000000	0,0000052	0,0000001	0,0000001	0,0000001	0,0000002
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,0000000	0,0000000	0,0000005	0,0000000	0,0000167	0,0000000	0,0000008	0,0000001	0,0000000

Çizelge 3.52 Devamı

	-Karayoluna Yakınlık K3₁	-Demiryoluna Yakınlık K3₂	-Havayoluna Yakınlık K3₃	-Limana Yakınlık K3₄	-Şehir Merkezine K3₅ Yakınlık	-Sağlık Kuruluşlarına K3₆ Yakınlık	-Irmak, Göle Yakınlık K3₇	-Ormana Yakınlık K3₈
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,0000069	0,0000001	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,0000009	0,0000002	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0000000	0,0000002	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000001	0,0000002
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,0000246	0,0000000	0,0000001	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000009

Çizelge 3.52 Devamı

	-Hırsızlık K4₁	-Terör K4₂	-Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi K4₃	-Nüfus Yoğunluğu K5₁	-Yol Şartları K5₂	-Bitki Örtüsü K5₃	-Güneşlenme Yönü K5₄	-Ambalajın Sağlamlığı K6₁	-Tepkime Hassasiyeti K6₂	-Taşıma Emniyeti K6₃
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,0000000	0,0000000	0,0000086	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000040	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,0000011	0,0001006	0,0000164	0,0000027	0,0000036	0,0000035	0,0000000	0,0000001	0,0000004	0,0000017
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0000730	0,0002635	0,0000000	0,0000053	0,0000109	0,0000049	0,0000001	0,0000000	0,0000000	0,0000073
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,0000043	0,0000811	0,0000133	0,0000336	0,0000021	0,0000002	0,0000003	0,0000007	0,0000018	0,0000075

Çizelge 3.52’de belirtilen her alternatif depo yerinin kriter karşılığı değerlendirilen satır değerlerinin toplamının karekök değeri ideal ayırım değeri olarak bulunmuştur. Eşitlik 2.9 kullanılarak ideal ayırım değeri yada ideal uzaklık değerinin bulunmasına ait işlemin devamı şu şekildedir;

$$S_1^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{27} (0,0000000 + 0,0000065 + 0,0000023 + 0,0000000 + 0,0000116$$

$$+ 0,0000001 + 0,0000032 + 0,0000002 + 0,0000003 + 0,0000069$$

$$+ 0,0000001 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000086$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000040 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000000)$$

$$S_1^+ = 0,0066$$

$$S_2^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{27} (0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000022 + 0,0000000 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000004 + 0,0000009$$

$$+ 0,0000002 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000011 + 0,0001006 + 0,0000164$$

$$+ 0,0000027 + 0,0000036 + 0,0000035 + 0,0000000 + 0,0000001$$

$$+ 0,0000004 + 0,0000017)$$

$$S_2^+ = 0,0116$$

$$S_3^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{27} (0,0000000 + 0,0000016 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000052$$

$$+ 0,0000001 + 0,0000001 + 0,0000001 + 0,0000002 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000002 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000001$$

$$+ 0,0000001 + 0,0000002 + 0,0000730 + 0,0002635 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000053 + 0,0000109 + 0,0000049 + 0,0000001 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000073)$$

$$S_3^+ = 0,0193$$

$$S_4^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{27} (0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000005 + 0,0000000 + 0,0000167$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000008 + 0,0000001 + 0,0000000 + 0,0000246$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000001 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000009 + 0,0000043 + 0,0000811 + 0,0000133$$

$$+ 0,0000336 + 0,0000021 + 0,0000002 + 0,0000003 + 0,0000007$$

$$+ 0,0000018 + 0,0000075)$$

$$S_4^+ = 0,0137$$

Negatif ideal çözüm için; $(v_{13} - v_3^-)^2 = (0,0377 - 0,0377)^2 = (0,0000)^2 = 0,0000000$

$K1_3$ sütunu için negatif ideal çözüm = 0,0000000

Çizelge 3.53 Negatif İdeal Noktalara Olan Uzaklık Değerleri

	$K1_1$ -Isı Farklılıkları	$K1_2$ -Nemlilik	$K1_3$ -Deprem Bölgesi	$K1_4$ -Yağış Miktarı	$K1_5$ -Zeminin Eğimi	$K2_1$ -Alt Yapı Maliyetleri	$K2_2$ -Ulaşım Maliyetleri	$K2_3$ -İşgücü Maliyetleri	$K2_4$ -İkmal
Beşpınar Deresinin 100m. Batısı	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000005	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,0000000	0,0000065	0,0000000	0,0000000	0,0000167	0,0000001	0,0000032	0,0000002	0,0000000
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0000000	0,0000016	0,0000023	0,0000000	0,0000033	0,0000000	0,0000023	0,0000000	0,0000000
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,0000000	0,0000065	0,0000007	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000008	0,0000000	0,0000004

Çizelge 3.53 Devam

	K3₁ -Karayoluna Yakınlık	K3₂ -Demiryoluna Yakınlık	K3₃ -Havayoluna Yakınlık	K3₄ -Limana Yakınlık	K3₅ -Şehir Merkezine Yakınlık	K3₆ -Sağlık Kuruluşlarına Yakınlık	K3₇ -Irmak, Göle Yakınlık	K3₈ -Ormana Yakınlık
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,0000054	0,0000000	0,0000001	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000009
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,0000159	0,0000000	0,0000001	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000006
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0000246	0,0000000	0,0000001	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000003
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,0000000	0,0000002	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000000	0,0000000

Çizelge 3.53 Devam

	-Hırsızlık K4₁	-Terör K4₂	-Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi K4₃	-Nüfus Yoğunluğu K5₁	-Yol Şartları K5₂	-Bitki Örtüsü K5₃	-Güneşlenme Yönü K5₄	-Ambalajın Sağlamlığı K6₁	-Tepkime Hassasiyeti K6₂	-Taşıma Emniyeti K6₃
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,0000730	0,0002635	0,0000013	0,0000336	0,0000109	0,0000049	0,0000000	0,0000007	0,0000018	0,0000075
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,0000565	0,0000385	0,0000000	0,0000172	0,0000020	0,0000001	0,0000040	0,0000004	0,0000005	0,0000021
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0000000	0,0000000	0,0000164	0,0000122	0,0000000	0,0000000	0,0000032	0,0000006	0,0000013	0,0000000
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,0000418	0,0000523	0,0000002	0,0000000	0,0000034	0,0000032	0,0000022	0,0000000	0,0000000	0,0000000

Çizelge 3.53’de belirtilen her alternatif depo yerinin kriter karşılığı değerlendirilen satır değerlerinin toplamının karekök değeri negatif ideal ayırım değeri olarak bulunmuştur. Eşitlik 2.9 kullanılarak negatif ideal ayırım değeri ya da negatif ideal uzaklık değerinin bulunmasına ait işlemin devamı şu şekildedir;

$$S_1^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{27} (0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000005$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000054$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000001 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000001 + 0,0000009 + 0,0000730 + 0,0002635 + 0,0000013$$

$$+ 0,0000336 + 0,0000109 + 0,0000049 + 0,0000000 + 0,0000007$$

$$+ 0,0000018 + 0,0000075)$$

$$S_1^- = 0,0201$$

$$S_2^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{27} (0,0000000 + 0,0000065 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000167$$

$$+ 0,0000001 + 0,0000032 + 0,0000002 + 0,0000000 + 0,0000159$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000001 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000006 + 0,0000565 + 0,0000385 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000172 + 0,0000020 + 0,0000001 + 0,0000040 + 0,0000004$$

$$+ 0,0000005 + 0,0000021)$$

$$S_2^- = 0,0128$$

$$S_3^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{27} (0,0000000 + 0,0000016 + 0,0000023 + 0,0000000 + 0,0000033$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000023 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000246$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000001 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000$$

$$+ 0,0000000 + 0,0000003 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000164$$

$$+ 0,0000122 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000032 + 0,0000006$$

$$+ 0,0000013 + 0,0000000)$$

$$S_3^- = 0,0083$$

$$S_4^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{27} (0,0000000 + 0,0000065 + 0,0000007 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000008 + 0,0000000 + 0,0000004 + 0,0000000 + 0,0000002 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000001 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000418 + 0,0000523 + 0,0000002 + 0,0000000 + 0,0000034 + 0,0000032 + 0,0000022 + 0,0000000 + 0,0000000 + 0,0000000)}$$

$$S_4^- = 0,0106$$

6. Aşama

Ulaşılan ideal ve negatif ideal ayırım değerleri, karar nokta sayısı kadar olacağından, işlemler her bir alternatif depo yeri için ayrı ayrı yapılmıştır ve bulunan değerler Çizelge 3.54'te gösterilmiştir. Karar verme sürecinde alternatif her depo yeri için ideal çözüme göreli yakınlığı yani (C_i^+) değeri hesaplanmıştır. (C_i^+) değerleri pozitif ve negatif ideal ayırım değerleri kullanılarak bulunmuştur. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanmasında, eşitlik 2.10 kullanılmıştır.

Çizelge 3.54 İdeal ve Negatif İdeal Ayırım Değerleri

Alternatifler	İdeal Uzaklık (S_1^+)	Negatif İdeal Uzaklık (S_1^-)
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,0066	0,0201
Karataş Tepesinin 300 m. Doğusu	0,0116	0,0128
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0193	0,0083
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,0137	0,0106

$$C_1^+ = \frac{0,0201}{0,0066+0,0201}=0,7528$$

$$C_2^+ = \frac{0,0128}{0,0116+0,0128}=0,5246$$

$$C_3^+ = \frac{0,0083}{0,0193 + 0,0083} = 0,3007$$

$$C_4^+ = \frac{0,0106}{0,0137 + 0,0106} = 0,4362$$

C_i^+ değeri; $0 \leq C_i^+ \leq 1$ aralığında değerler almıştır, $C_i^+ = 1$ değeri ilgili alternatif veya diğer bir ifade ile karar noktasının ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermiştir. TOPSIS yöntemi sonucu depo yerleri; **A1 > A2 > A4 > A3** şeklinde Çizelge 3.55’te sıralanmaktadır. Diğer bir ifadeyle “*Depo yeri 1 – Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı*” alternatifi öncelikli olarak seçilmelidir.

Çizelge 3.55 İdeal Çözüme Göreli Yakınlık Değerleri ve Sıralaması

İdeal Çözüme Göreli Yakınlık Değerleri ve Sıralaması		
Alternatif Depo Yerleri	Sonuçlar	Sıralama
A1-Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,7528	1
A2-Karataş Tepesinin 300 m. Doğusu	0,5246	2
A3-Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,3007	4
A4-Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,4362	3

3.2.4.2. WASPAS Yöntemiyle Alternatif Depo Yerlerinin Seçimine İlişkin Uygulama

Her iki yöntem için de ele alınan ilk aşama sonrası oluşturulan birleştirilmiş karar matrisi Çizelge 3.48’de verilmiştir. WASPAS konu başlığında ele alınan ikinci aşama ve sonrası uygulamalar burada ele alınmıştır.

2. Aşama

Geometrik ortalaması alınarak oluşturulmuş Çizelge 3.48’de yer alan bütünleşik karar matrisine ait **K1₃ (maksimum)** ve **K2₁ (minimum)** sütunları normalize edilmiş matris dönüşürülmesi işlemi örnek olarak bu aşamada gösterilmiştir. Matrisin diğer minimum ve maksimum halindeki sütunları aynı şekilde MS Excel programı ile hesaplanarak Çizelge 3.56’da yer alan bütünleşik normalize edilmiş matris oluşturulmuştur. Bu aşamada yapılan normalizasyon işlemi için eşitlik 2.11 kullanılmıştır:

Fayda yönlü (maksimizasyon) kriterlerin normalizasyonu için; Eşitlik 2.11

Maliyet (minimizasyon) kriterlerinin normalizasyonu için; Eşitlik 2.11

Yukarıdaki eşitliklerde yer alan \bar{x}_{ij} değeri, x_{ij} değerinin normalize edilmiş halini belirtmektedir.

K1₃-Deprem Bölgesi (Maksimum) Sütunu için; **max** $x_{33} = 91,4472$ değeridir.

$$\bar{x}_{13} = \frac{87,9366}{91,4472} = 0,9616$$

$$\bar{x}_{23} = \frac{88,0226}{91,4472} = 0,9626$$

$$\bar{x}_{33} = \frac{91,4472}{91,4472} = 1,0000$$

$$\bar{x}_{43} = \frac{89,8195}{91,4472} = 0,9822$$

K2₁-Alt Yapı Maliyetleri (Minimum) Sütunu için; **min** $x_{26} = 77,6202$ değeridir.

$$\bar{x}_{16} = \frac{77,6202}{81,4325} = 0,9532$$

$$\bar{x}_{26} = \frac{77,6202}{77,6202} = 1,0000$$

$$\bar{x}_{36} = \frac{77,6202}{82,7085} = 0,9385$$

$$\bar{x}_{46} = \frac{77,6202}{80,4375} = 0,9650$$

Çizelge 3.56 Bütünleşik Normalize Edilmiş Matris

Amaç Değer Türü	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum
Ağırlık Değerleri	0,0310	0,0834	0,0765	0,0414	0,0143	0,0111	0,0229	0,0071	0,0137
	-Isı Farklılıkları <i>K1₁</i>	-Nemlilik <i>K1₂</i>	-Deprem Bölgesi <i>K1₃</i>	-Yağış Miktarı <i>K1₄</i>	-Zeminin Eğimi <i>K1₅</i>	-Alt Yapı Maliyetleri <i>K2₁</i>	-Ulaşım Maliyetleri <i>K2₂</i>	-İşgücü Maliyetleri <i>K2₃</i>	-İkmal <i>K2₄</i>
Beşınar Deresinin 100 m. Batısı	1,0000	0,9412	0,9616	1,0000	0,5714	0,9532	0,8574	0,8916	0,9217
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	1,0000	1,0000	0,9626	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9128
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	1,0000	0,9697	1,0000	1,0000	0,6667	0,9385	0,9763	0,9216	0,9361
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	1,0000	1,0000	0,9822	1,0000	0,5263	0,9650	0,9223	0,9255	1,0000

Çizelge 3.56 Devamı

Amaç Değer Türü	maksimum	minimum	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	maksimum
Ağırlık Değerleri	0,0247	0,0200	0,0067	0,0101	0,0054	0,0086	0,0029	0,0035
	K3₁ -Karayoluna Yakınlık	K3₂ -Demiryoluna Yakınlık	K3₃ -Havayoluna Yakınlık	K3₄ -Limana Yakınlık	K3₅ -Şehir Merkezine Yakınlık	K3₆ -Sağlık Kuruluşlarına Yakınlık	K3₇ -Irmak, Göle Yakınlık	K3₈ -Ormana Yakınlık
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,8166	0,9640	1,0000	0,9878	1,0000	0,9601	1,0000	1,0000
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,9322	0,9568	0,9854	0,9908	0,9976	0,9490	0,8576	0,9154
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	1,0000	0,9573	0,9873	0,9918	0,9795	0,9479	0,8197	0,7800
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,6540	1,0000	0,9134	1,0000	0,9310	1,0000	0,9461	0,5385

Çizelge 3.56 Devamı

Amaç Değer Türü	minimum	minimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	maksimum
Ağırlık Değerleri	0,1302	0,1242	0,0833	0,0213	0,0562	0,0430	0,0407	0,0258	0,0315	0,0605
	K4₁ -Hırsızlık	K4₂ -Terör	K4₃ -Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi	K5₁ -Nüfus Yoğunluğu	K5₂ -Yol Şartları	K5₃ -Bitki Örtüsü	K5₄ -Güneşlenme Yönü	K6₁ -Ambalajın Sağlamlığı	K6₂ -Tepkime Hassasiyeti	K6₃ -Taşıma Emniyeti
Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	1,0000	1,0000	0,9338	1,0000	1,0000	1,0000	0,9073	1,0000	1,0000	1,0000
Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	0,9837	0,8409	0,9085	0,8295	0,9361	0,9171	1,0000	0,9806	0,9626	0,9589
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,8791	0,7656	1,0000	0,7769	0,8890	0,9024	0,9886	0,9953	0,9885	0,9153
Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,9676	0,8548	0,9175	0,5801	0,9508	0,9812	0,9746	0,9347	0,9175	0,9140

3. Aşama

WSM ve WPM modellerine göre her bir alternatifin görelî önem değeri; eşitlik 2.12 yardımıyla, ağırlıklandırılmış toplam modelinde (WSM), bir alternatifin toplam görelî önemi ($Q_i^{(1)}$), kriter değerlerinin ağırlıklı toplamı ile bulunarak ve ağırlıklandırılmış çarpım modelinde (WPM) ise, bir alternatifin görelî önemi ($Q_i^{(2)}$); alternatifin kriter bazındaki performans değerinin, **kriter ağırlığı** kadar kuvvetinin çarpımı ile bulunarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.56'da yer alan bütünleşik karar matrisinin A1 (Beşpınar Deresinin 100m. Batısı) satırındaki alternatifin her kriter bazında görelî önem değerleri ağırlıklandırılmış toplam modeline (WSM) ve ağırlıklandırılmış çarpım modeline (WPM) göre örnek olarak hesaplanmıştır. Matrisin diğêr satırlarında yer alan A2, A3 ve A4 alternatifleri aynı şekilde MS Excel programı ile hesaplanarak Çizelge 3.57 ve Çizelge 3.58'de yer alan matris oluşturulmuştur. Alternatiflerin görelî önemleri eşitlik 2.12 yardımı ile hesaplanmıştır:

WSM tekniğı ile i. alternatifin nisbi öneminin hesaplaması için eşitlik 2.12 kullanılmıştır.

WPM tekniğı ile i. alternatifin nisbi öneminin hesaplaması için eşitlik 2.12 kullanılmıştır.

A1-(Beşpınar Deresinin 100m. Batısı)Satırı için **WSM** tekniğı; \bar{x}_{ij} değerleri Çizelge 3.55'te yer alan satırlarda belirtilen değerlerdir. w_j değeri ise her bir kriterin ağırlığıdır.

$$Q_i^{(1)} =$$

$$\begin{aligned} & \sum_1^{27} (1,0000 * 0,0310) + (0,9412 * 0,834) + (0,9616 * 0,0765) + (1,0000 * 0,0414) + \\ & (0,5714 * 0,0143) + (0,9532 * 0,0111) + (0,8574 * 0,0229) + (0,8916 * 0,0071) + \\ & (0,9217 * 0,0137) + (0,8166 * 0,0247) + (0,09640 * 0,0200) + (1,0000 * 0,0067) + \\ & (0,9878 * 0,101) + (1,0000 * 0,0054) + (0,9601 + 0,0086) + (1,0000 * 0,0029) + \\ & (1,0000 * 0,0035) + (1,0000 * 0,1302) + (1,0000 * 0,1242) + (0,9338 * 0,0833) + \\ & (1,0000 * 0,0213) + (1,0000 * 0,0562) + (1,0000 * 0,0430) + (0,9073 * 0,0407) + \\ & (1,0000 * 0,0258) + (1,0000 * 0,0315) + (1,0000 * 0,0605) \end{aligned}$$

$$Q_i^{(1)} = \mathbf{0,9654}$$

Çizelge 3.57 Alternatiflerin Ağırlıklandırılmış Toplam Modelde (WSM) Görelî Önem Değerleri

	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum
	0,0310	0,0834	0,0765	0,0414	0,0143	0,0111	0,0229	0,0071	0,0137
	-Isı Farklılıkları K1₁	-Nemlilik K1₂	-Deprem Bölgesi K1₃	-Yağış Miktarı K1₄	-Zeminin Eğimi K1₅	-Alt Yapı Maliyetleri K2₁	-Ulaşım Maliyetleri K2₂	-İşgücü Maliyetleri K2₃	-İkmal K2₄
Beşpınar Deresinin 100m. Batısı	0,0310	0,0785	0,0736	0,0414	0,0082	0,0106	0,0196	0,0063	0,0127
Karataş Tepesinin 300m. Doğusu	0,0310	0,0834	0,0736	0,0414	0,0143	0,0111	0,0229	0,0071	0,0125
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0310	0,0809	0,0765	0,0414	0,0095	0,0104	0,0223	0,0065	0,0129
Karataş Tepesinin 500m.Kuzeyi	0,0310	0,0834	0,0751	0,0414	0,0075	0,0107	0,0211	0,0066	0,0137

Çizelge 3.57 Devamı

	maksimum	minimum	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	maksimum
	0,0247	0,0200	0,0067	0,0101	0,0054	0,0086	0,0029	0,0035
	K3₁ -Karayoluna Yakınlık	K3₂ -Demiryoluna Yakınlık	K3₃ -Havayoluna Yakınlık	K3₄ -Limana Yakınlık	K3₅ -Şehir Merkezine Yakınlık	K3₆ -Sağlık Kuruluşlarına Yakınlık	K3₇ -Irmak, Göle Yakınlık	K3₈ -Ormana Yakınlık
Beşpınar Deresinin 100m. Batısı	0,0202	0,0193	0,0067	0,0100	0,0054	0,0083	0,0029	0,0035
Karataş Tepesinin 300m. Doğusu	0,0230	0,0191	0,0066	0,0100	0,0054	0,0082	0,0025	0,0032
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,0247	0,0191	0,0066	0,0100	0,0053	0,0082	0,0024	0,0027
Karataş Tepesinin 500m.Kuzeyi	0,0161	0,0200	0,0062	0,0101	0,0050	0,0086	0,0027	0,0019

Çizelge 3.57 Devamı

	minimum	minimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	maksimum	TOPLAM WSM- $Q_i^{(1)}$
	0,1302	0,1242	0,0833	0,0213	0,0562	0,0430	0,0407	0,0258	0,0315	0,0605	
	-Hırsızlık $K4_1$	-Terör $K4_2$	-Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi $K4_3$	-Nüfus Yoğunluğu $K5_1$	-Yol Şartları $K5_2$	-Bitki Örtüsü $K5_3$	-Güneşlenme Yönü $K5_4$	-Ambalajın Sağlamlığı $K6_1$	-Tepkime Hassasiyeti $K6_2$	-Taşıma Emniyeti $K6_3$	
Beşpınar Deresinin 100m. Batısı	0,1302	0,1242	0,0778	0,0213	0,0562	0,0430	0,0369	0,0258	0,0315	0,0605	0,9654
Karataş Tepesinin 300m. Doğusu	0,1281	0,1044	0,0757	0,0177	0,0526	0,0394	0,0407	0,0253	0,0303	0,0580	0,9476
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,1145	0,0951	0,0833	0,0165	0,0500	0,0388	0,0402	0,0257	0,0311	0,0554	0,9211
Karataş Tepesinin 500m.Kuzeyi	0,1260	0,1062	0,0764	0,0124	0,0534	0,0422	0,0397	0,0241	0,0289	0,0553	0,9258

A1-(Beşpınar Deresinin 100m. Batısı satırı için WPM tekniği; \bar{x}_{ij} değerleri Çizelge

3.56' da yer alan satırlarda belirtilen değerlerdir. w_j değeri ise her bir kriterin ağırlığıdır.

WPM tekniği ile i . alternatifin nisbi önemi : $Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j}$

$$Q_i^{(2)} = (1,0000)^{0,0310} \times (0,09412)^{0,0834} \times (0,9616)^{0,0765} \times (1,0000)^{0,0414} \times (0,5714)^{0,0143} \times (0,9532)^{0,0111} \times (0,8574)^{0,0229} \times (0,8916)^{0,0071} \times (0,9217)^{0,0137} \times (0,8166)^{0,0247} \times (0,9640)^{0,0200} \times (1,0000)^{0,0067} \times (0,9878)^{0,101} \times (1,0000)^{0,0054} \times (0,9601)^{0,0086} \times (1,0000)^{0,0029} \times (1,0000)^{0,0035} \times (1,0000)^{0,1302} \times (1,0000)^{0,1242} \times (0,9338)^{0,0833} \times (1,0000)^{0,0213} \times (1,0000)^{0,0562} \times (1,0000)^{0,0430} \times (0,9073)^{0,0407} \times (1,0000)^{0,0258} \times (1,0000)^{0,0315} \times (1,0000)^{0,0605}$$

$$Q_i^{(2)} = \mathbf{0,9628}$$

Çizelge 3.58 Alternatiflerin Ağırlıklandırılmış Çarpım Modelinde (WPM) Görelî Önem Değerleri

	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum	minimum
	K1₁ -Isı Farklılıkları	K1₂ -Nemlilik	K1₃ -Deprem Bölgesi	K1₄ -Yağış Miktarı	K1₅ -Zeminin Eğimi	K2₁ -Alt Yapı Maliyetleri	K2₂ -Ulaşım Maliyetleri	K2₃ -İşgücü Maliyetleri	K2₄ -İkmal
Beşpınar Deresinin 100m. Batısı	1,0000	0,9950	0,9970	1,0000	0,9920	0,9995	0,9965	0,9992	0,9989
Karataş Tepesinin 300m. doğusu	1,0000	1,0000	0,9971	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9987
Kargı Tepesinin 300m. Güneydoğusu	1,0000	0,9974	1,0000	1,0000	0,9942	0,9993	0,9995	0,9994	0,9991
Karataş Tepesinin 500m. Kuzeyi	1,0000	1,0000	0,9986	1,0000	0,9909	0,9996	0,9982	0,9995	1,0000

Çizelge 3.58 Devamı

	maksimum	minimum	minimum	minimum	maksimum	minimum	minimum	maksimum
	0,0247	0,0200	0,0067	0,0101	0,0054	0,0086	0,0029	0,0035
	K3₁ -Karayoluna Yakınlık	K3₂ -Demiryoluna Yakınlık	K3₃ -Havayoluna Yakınlık	K3₄ -Limana Yakınlık	K3₅ -Şehir Merkezine Yakınlık	K3₆ -Sağlık Kuruluşlarına Yakınlık	K3₇ -Irmak, Göle Yakınlık	K3₈ -Ormana Yakınlık
Beşpınar Deresinin 100m. Batısı	0,9950	0,9993	1,0000	0,9999	1,0000	0,9996	1,0000	1,0000
Karataş Tepesinin 300m. Doğusu	0,9983	0,9991	0,9999	0,9999	1,0000	0,9995	0,9996	0,9997
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	1,0000	0,9991	0,9999	0,9999	0,9999	0,9995	0,9994	0,9991
Karataş Tepesinin 500m.Kuzeyi	0,9896	1,0000	0,9994	1,0000	0,9996	1,0000	0,9998	0,9978

Çizelge 3.58 Devamı

	minimum	minimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	minimum	maksimum	maksimum	maksimum	ÇARPIM WPM- $Q_i^{(2)}$
	0,1302	0,1242	0,0833	0,0213	0,0562	0,0430	0,0407	0,0258	0,0315	0,0605	
	-Hırsızlık $K4_1$	-Terör $K4_2$	-Kazalara Karşı Koruyuculuk $K4_3$	-Nüfus Yoğunluğu $K5_1$	-Yol Şartları $K5_2$	-Bitki Örtüsü $K5_3$	-Güneşlenme Yönü $K5_4$	-Ambalajın Sağlamlığı $K6_1$	-Tepkime Hassasiyeti $K6_2$	-Taşıma Emniyeti $K6_3$	
Beşpınar Deresinin 100m. Batısı	1,0000	1,0000	0,9943	1,0000	1,0000	1,0000	0,9960	1,0000	1,0000	1,0000	0,9628
Karataş Tepesinin 300m. Doğusu	0,9979	0,9787	0,9920	0,9960	0,9963	0,9963	1,0000	0,9995	0,9988	0,9975	0,9460
Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,9834	0,9674	1,0000	0,9946	0,9934	0,9956	0,9995	0,9999	0,9996	0,9947	0,9168
Karataş Tepesinin 500m.Kuzeyi	0,9957	0,9807	0,9929	0,9885	0,9972	0,9992	0,9990	0,9983	0,9973	0,9946	0,9192

Ağırlıklandırılmış toplam modelinde, alternatif depo yerleri; ağırlık çarpımlarının **toplam** değerlerine göre sıralanmıştır. Ağırlıklı çarpım modelinde ise alternatif depo yerleri **çarpma** sonucu elde edilen değerlerine göre sıralanmıştır.

4. Aşama

Bu işlem safhasında ağırlıklandırılmış toplam modeli (WSM) ve ağırlıklandırılmış çarpım modeli (WPM) ile hesaplanmış alternatif depo yerlerinin göreceli önem değerleri bütünleştirilmiştir. Bütünleştirme sonucu ağırlıklı ortak genelleştirilmiş kriter değerleri hesaplanmıştır. Ortak genelleştirilmiş kriter değeri eşitlik 2.13 ile hesaplanmıştır. λ değeri 0,5 olarak alındığında eşitlik 2.13 aynı sonucu vereceğinden sadece eşitlik 2.14'te yerine yazılarak hesaplama yapılmıştır.

5. Aşama

WASPAS yönteminin bu son aşamasında, alternatiflerin toplam göreceli önemi hesaplanmıştır. Alternatiflerin sıralamasında, doğruluğunun ve etkinliğinin artırılması amacıyla, eşitlik 2.14 kullanılarak alternatiflerin toplam göreceli önemleri genelleştirilmiştir. Q_i değerleri en yüksek değerden başlayarak derecelendirilerek alternatiflerin sıralaması yapılmıştır.

λ değeri 0,5 olarak alınmıştır.

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

$$Q_1 = (0,5) (0,9654) + (0,5) (0,9628) = \mathbf{0,9641}$$

$$Q_2 = (0,5) (0,9476) + (0,5) (0,9460) = \mathbf{0,9468}$$

$$Q_3 = (0,5) (0,9211) + (0,5) (0,9168) = \mathbf{0,9189}$$

$$Q_4 = (0,5) (0,9258) + (0,5) (0,9192) = \mathbf{0,9225}$$

Zavadskas vd., (2012)'ye göre λ değerinin seçimi karar vericiye bağlıdır. λ sembolü ise, WASPAS tekniğinde kullanılan 0 ile 1 arasında değer alabilen bir parametre olduğundan 0,5 değerinin dışında 0,2 değeri olarak alınarak eşitlik 2.14'te kullanılmıştır ve Q_i değerleri derecelendirilmiştir.

λ değeri 0,2 olarak alınmıştır.

$$Q_i = 0,2 Q_i^{(1)} + (1 - 0,2) Q_i^{(2)} = 0,2 \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} * w_j + 0,8 \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j}$$

$$Q_1 = (0,2) (0,9654) + (0,8) (0,9628) = \mathbf{0,9633}$$

$$Q_2 = (0,2) (0,9476) + (0,8) (0,9460) = \mathbf{0,9463}$$

$$Q_3 = (0,2) (0,9211) + (0,8) (0,9168) = \mathbf{0,9177}$$

$$Q_4 = (0,2) (0,9258) + (0,8) (0,9192) = \mathbf{0,9205}$$

Optimal sonuç alınmasında 0 ve 1 değerlerinin arasında ve bu değerler ile 0,5 değerinden farklı olarak alınan parametrelerin eşitlik 2.14'te kullanılarak aynı Q_i sıralama sonucunu verdiği görülmüştür.

Q_i değeri en yüksek olan alternatifin, en iyi alternatif olduğuna karar verilmiştir ve Q_i değerleri Çizelge 3.59'da sıralanmıştır. Bu durumda sıralama $Q_1 > Q_2 > Q_4 > Q_3$ olarak bulunmuştur. WASPAS yöntemine göre; en iyi seçimin Q_i değeri en yüksek, Beşpınar Deresinin 100m. Batısı olan "A1" alternatifi olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 3.59 – Alternatiflerin Toplam Görelî Önem Değerleri

Alternatiflerin Toplam Görelî Önem Değerleri			
Alternatif Depo Yerleri	Sonuçlar(Q) ($\lambda=0,5$)	Sonuçlar(Q) ($\lambda=0,2$)	Sıralama
A1-Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,9641	0,9633	1
A2-Karataş Tepesinin 300 m. Doğusu	0,9468	0,9463	2
A3-Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,9189	0,9177	4
A4-Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,9225	0,9205	3

Çalışmada ele alınan TOPSIS ve WASPAS yöntemleri sonucunda elde edilen sonuçlar Çizelge 3.60'da birarada yer almaktadır. Alternatif depo yerleri seçimine yönelik değerlendirmelerin yapıldığı her iki yöntemle göre seçim sıralama sonuçları aynı olmuştur. Buna göre sıralama şöyledir: **A1 > A2 > A4 > A3**

Çizelge 3.60 Depo Yeri Seçim Yöntemleri ve Bu Yöntemlere Göre Depo Yeri Sıralamaları

Alternatif Depo* Yerleri	TOPSIS Sonuçlar	WASPAS Sonuçlar	Sıralama
A1 -Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	0,7528	0,9641	1
A2 -Karataş Tepesinin 300 m. Doğusu	0,5246	0,9468	2
A3 -Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	0,3007	0,9189	4
A4 -Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi	0,4362	0,9225	3

Altı ana kriterli yirmi yedi alt kriterli, dört alternatif depo yeri seçenekli tehlikeli madde depo yeri seçimi probleminin çözümü AHP temelli TOPSIS ve WASPAS yöntemleri ile yürütülmüştür. Kriterlerin karşılaştırılması, alternatiflere göre ideal uzaklıkların ve görelî önem vektörlerinin belirlenmesi sonucunda ulaşılan karar noktalarının sonuç dağılımına göre; alternatiflerin sıralaması Çizelge 3.60'da belirtildiği gibi A1, A2, A4 ve A3 şeklinde gerçekleşmiştir. Bu sonuçlara göre, tehlikeli madde depo yeri olarak en uygun yer A1 alternatif noktasıdır. Dolayısı ile A1 alternatif noktası olan Beşpınar Deresinin 100m. Batısı bölgesi, tehlikeli madde depo yeri olarak seçilmeli ve depolar bu bölgeye inşa edilmelidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Lojistik süreç içinde depo yeri seçimi kritik önem derecesinde kararlardandır. Doğru depo yeri seçiminin, özel ve kamu işletmelerin amaçlarına ulaşmasında vazgeçilmez bir aşama olan lojistik başarının sağlanmasıyla yakından ilgili stratejik bir yatırım kararı olduğu literatürden ve konusunda uzman kişilerle yüz yüze yapılan görüşmelerden anlaşılmaktadır. Uygun depo yeri seçimi ile birçok işletme, lojistik faaliyetlerinde en yüksek verim ve etkinliği en düşük seviyede maliyetle sağlayabilmektedir. Depo yeri seçimi kararı depoların türlerine göre karar sürecine etki eden kriterlerin çeşitliliği bakımından karmaşıktır. Çalışmada yanlış karar vermemek için karar vericilerin seçim kararlarına etki eden kriterleri doğru bir şekilde değerlendirmeleri gerekliliğinden hareketle öncelikle konusunda uzman kişilerin görüşlerine ve literatüre yer verilmiştir. Depolanacak ürünlerin türleri dikkate alınmadan kriterlerin belirlenmesi ya da yanlış belirlenmesi, seçimi yapılacak olan depo yerleri için doğru olmayan lokasyonların seçilmesine neden olacaktır. Bu durum; maliyetli, verimsiz, etkin olmayan ve risklerin artmasına neden olan lojistik faaliyetlerin yapılmasına neden olabilmektedir.

Literatürde çok sayıda depo yeri seçim yöntemi bulunmaktadır. Bunların çoğu, depo yeri seçimini etkileyen kriterlerin doğru ve yeterli olduğu varsayımıyla değerlendirmektedir. Ancak, depo yeri seçim kriterlerinin yetersiz olduğu durumlar için sunulan çözüm önerilerinin optimal olmaması geriye dönüşü zor yatırım kararlarının alınmasına neden olmaktadır. Thomas L.Saaty (1977)'nin geliştirdiği AHP, belirlenen kriterlerin önem değerlerinin hesaplanmasını sağladığından bu değerlerin diğer ÇKKV yöntemleriyle yapılan depo yeri seçimlerinde kullanılması uygun olabilmektedir.

Çalışmanın güvenilirliği için uygulamanın, tehlikeli maddelerin depolandığı kamu kurumunda yapılması gerekli görülmüştür. Kurumun kurumsal kültürünün gelişmiş olması, birinci sınıf tehlikeli maddelerin lojistiğinin yapıyor olması, konuyla ilgili uzman kişilerin lisanslı ve tecrübeli olmaları, birinci sınıf tehlikeli maddeler lojistiğinin yapılmasının yasal olarak mümkün olması ilgili kamu kurumunun tercih edilmesinde önemli faktörler olarak görülmüştür. Çalışma, 250 adet birbirinden ayrı stok numaralı, 1.000 adedin üzerinde türde ve 10.000 ton ağırlığındaki birinci sınıf tehlikeli maddelerin depolandığı kamu kurumunun konuşlandığı 4.300 dönüm büyüklüğündeki yerleşkede yapılmıştır. Uygulama çalışması üç aşamalı bir süreç ile tamamlanmıştır.

İlk aşamada, karar vericilerin belirlenmesi ve ağırlıklandırılması için Karar Verici Değerlendirme Komitesi (KVVDK) meydana getirilmiştir. Kurum amirince komite üyeleri belirlenmiştir. Komite üyeleri; tehlikeli madde ürünlerinin lojistik ikmalini yapan mal sorumluları, sayman ve hesap sorumlularından oluşturulmuştur. Her bir karar verici eğitim düzeyi lisans seviyesindedir ve tehlikeli madde lojistiği konusunda eğitimini tamamlamıştır. Depo yeri seçim kriterleri ana ve alt kriterler olarak belirlenmiştir. Daha sonra kriter ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Karar vericilerle yüz yüze görüşülmüştür.

İkinci aşamada kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Çalışmada tehlikeli madde depo yeri seçimi için “İklim ve Arazi Durumu”, “Maliyet”, “Mesafe”, “Güvenlik”, “Çevre”, “Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler” olarak 6 ana kriter ve bu ana kriterlere ait “Isı Farklılıkları”, “Nemlilik”, “Deprem Bölgesi”, “Yağış Miktarı”, “Zeminin Eğimi”, “Alt Yapı Maliyetleri”, “Ulaşım Maliyetleri”, “İşgücü Maliyetleri”, “İkmal”, “Karayoluna Yakınlık”, “Demiryoluna Yakınlık”, “Havayoluna Yakınlık”, “Limana Yakınlık”, “Şehir Merkezine Yakınlık”, “Sağlık Kuruluşlarına Yakınlık”, “İrmak, Göle Yakınlık”, “Ormana Yakınlık”, “Hırsızlık”, “Terör”, “Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi”, “Nüfus Yoğunluğu”, “Yol Şartları”, “Bitki Örtüsü”, “Güneşlenme Yönü”, “Ambalajın Sağlamlığı”, “Tepkime Hassasiyeti”, “Taşıma Emniyeti” şeklinde 27 alt kriter belirlenmiştir. Tehlikeli madde depo yeri seçimine etki eden 6 ana kriter ve 27 alt kriter AHP yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Bu doğrultuda tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörlerinin değerlendirilerek depo yeri seçimini etkileyen kriterlerin önem derecesi hesaplanmıştır ve bu kriterler çerçevesinde alternatif depo yerleri seçimine yönelik analiz yapılmıştır. Belirlenen kriter ağırlıkları, TOPSIS ve WASPAS yöntemlerinde ayrı ayrı kullanılarak alternatif tehlikeli madde depo yerlerinin sıralaması yapılmıştır.

Tehlikeli madde lojistiğinde depo yerleri için en önemli kriterler tespit edilmiştir. Buna göre sırasıyla “Hırsızlık”, “Terör”, “Nemlilik”, “Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi”, “Deprem Bölgesi”, “Taşıma Emniyeti”, “Yol Şartları”, “Bitki Örtüsü”, “Yağış Miktarı” alt kriterlerinin toplam ağırlığı tüm kriterlerin toplam ağırlığının %70 oranına karşılık gelen önem derecesine sahiptir. Bunların arasında önem derecesi en yüksek olan kriter %13 oranıyla “Hırsızlık” iken, %12 oranıyla “Terör” ve %8 oranına aynı şekilde sahip olan “Nemlilik” ile “Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi” kriterleri olmuştur.

Tehlikeli maddelerin sahip oldukları niteliği bakımından korunması ve emniyetli bir şekilde taşınması ile doğru envanter takibinin yapılması çevre ve toplum sağlığı ile güvenliğini yakından ilgilendirmektedir. Bu çalışmada belirlenen kriterlerin ağırlıklarına göre sıralamasında çevre ve toplum sağlığı ile güvenliğine ve iklim koşullarına önem verildiği görülmüştür.

Üçüncü ve son aşamada ise tehlikeli madde depo yerleri ve karar kriterleri, altı karar verici tarafından değerlendirilmiştir. Elde edilen kriter ağırlıkları ve değerlendirme sonuçları ilgili karar vericilerin düşünceleri ile ortaya konmuştur.

6 karar verici ile görüşülerek, tehlikeli madde depo stok kapasitesini artırma problemine çözüm getirecek yeni depoların inşası için 8 lokasyon belirlenmiştir ve inceleme yapılmıştır. İnceleme sonucu lojistik uygulamaların verimliliğini azaltacağı düşünülen aday depo yerlerine çalışmada yer verilmeyerek değerlendirilecek depo yeri sayısı 4'e düşürülmüştür. 4 alternatif tehlikeli madde depo yeri, çalışma yapılan ilgili kamu kurumunun 4.300 dönüm büyüklüğündeki yerleşkesi içerisinde sayısı 10-20 arasında değişecek depoların inşası için belirlenmiştir.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin farklı hesaplama uygulamaları olduğu halde, aynı sonuçlara ulaşılmasını sağlaması; karar vericilerin değerlendirmelerinin tutarlılığını göstermesi ve ulaşılan sonucun farklı yöntemler tarafından doğruluğunun sınanması bakımından önemlidir. Yöntemlerin uygulanması sonucu alternatiflerin sıralamalarının aynı olması, karar vericilerin yöntemlere karşı duydukları güveni artırmıştır. Böylece karar vericilerin anketlerde verdikleri yanıtlarla tutarlı sonuca ulaşması uzmanlık alanı olan tehlikeli madde lojistiğinde kendilerine duydukları güveni arttırmış ve diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile yapılacak uygulamalarda da güvenlerini koruyacakları öngörülmüştür. Çalışmada faydalanılan yöntemlerden TOPSIS, pozitif ideal çözüm için en kısa mesafe ve negatif ideal çözüm için en uzak mesafe alternatiflerinin seçilmesiyle karar verilmesini sağlamıştır. WASPAS yöntemi ile probleme ait kriterlerden en büyükleyen ve en küçükleyen türde olanları ayrı şekilde değerlendirerek seçim sıralaması yapılmıştır.

Tehlikeli madde lojistiğinde tespit edilen kriter ağırlıklarından başarıyı sağlayan koşulun; depolamayla doğrudan ilgili uygun depo yeri seçimi, taşıma, sipariş toplama, stok yönetimi gibi diğer alt bileşenlerdeki etkinlik olduğu görülmüştür. Tehlikeli madde depolamasında başarıyı ve emniyeti sağlamak için, bu çalışmada ağırlıkları belirlenen

kriterler başta olmak üzere depolanan ürünlerin türlerine bağlı olarak çeşitli değişkenler dikkate alınmalıdır.

4 alternatif depo yeri “Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı”, “Karataş Tepesinin 300 m. doğusu”, “Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu”, “Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi” diye belirlenmiştir. Çalışmada ele alınan AHP yönteminin, TOPSIS ve WASPAS yöntemleri ile entegre bir yapı içinde verilerin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sıralamada “*Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı*” alternatifi, öncelikli olarak seçilmesi gereken depo yeri olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonraki ikinci öncelik ise “Karataş Tepesinin 300 m. doğusu” olan alternatif olmuştur. “*Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı*” alternatifinin, diğer alternatiflere göre “hırsızlık, bölgedeki nem oranı ve kazalara karşı koruyuculuk derecesi” kriterleri başta olmak üzere diğer tüm kriterleri daha çok karşıladığı değerlendirilmiştir. Seçilen alternatifle, bulunduğu bölgede inşa edilecek tehlikeli madde depolarına daha çok kontrol imkanı tanıyacağı, nem oranı bakımından kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu, olası bir kaza halinde çevre ve çevrede bulunan canlılara en az zarar vereceği, taşıma, sipariş toplama ve stok yönetimi gibi diğer lojistik faaliyetlerle entegre bir yapı içinde tehlikeli madde depolamasının yapılacağı değerlendirilmektedir. Depo yeri inşası olarak bu bölgenin seçilmesi halinde tehlikeli madde depolamasının daha uygun koşullarda yapılacağı ve maliyeti etkin optimal bir karar olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Tehlikeli madde lojistiği teknolojisindeki yeniliklerin çoğalmasına bağlı olarak gözetilen risk faktörleri doğrultusunda depo yeri seçimine etki eden daha fazla sayıda kriterlerin tespit edilmesi gerekli olacaktır. Mevcut kriterlerle birlikte tespit edilen yeni kriterlerin de dahil edilerek değerlendirilmesi teknolojisi farklılaşan tehlikeli maddeler için daha hassas doğrulukta depo yeri seçim kararının alınmasına imkan tanıyabilecektir.

Araştırmacıların tehlikeli madde lojistiğinde bu çalışmada yapılan birinci sınıf kategori tehlikeli madde ile birlikte diğer sınıf tehlikeli maddelere ait depo yerlerinin seçilmesi problemlerinde TOPSIS ve WASPAS yöntemlerine ilave olarak diğer çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak farklı bilgi ve sonuçlara ulaşması mümkün olabilecektir.

Tehlikeli maddelerin depolandığı depoların diğer lojistik ürünlere kıyasla toplum güvenliği ile yakından ilgili olması, depolaması kadar tedariki, üretimi, dağıtımı, elleçlenmesi, stok kontrolünün özellik içermesi nedeniyle depo yeri seçimlerinde öngörülü

hareket edilmesi gerekmektedir. Başka bir ifadeyle bulunan kriter ağırlıkları ve değerlendirme sonuçları karar vericilerin düşüncelerine göre şekillendiğinden sözkonusu öngörü, nitel ve nicel gözlemlere dayalı olarak yapılırken karar vericilerin uzmanlık seviyelerini yeterli düzeyde olmasını zorunlu kılmaktadır. Karar vericilerin sayısından daha önemli olan husus; onların, tehlikeli madde lojistiğini ilgilendiren, depolama, envanter yönetimi, maliyet analizi, stok yönetimi, taşıma, sipariş toplama gibi temel lojistik yetkinliklere sahip olan uzman ve donanımlı kişilerden seçilmesidir.

Bu çalışmanın yapılmış olan diğer depo yeri seçim çalışmalarından ayıran en önemli özelliği, tehlikeli madde lojistiğine ait riskler doğrultusunda daha önce birarada değerlendirilmemiş kriterlerin, AHP temelli TOPSIS ve WASPAS yöntemleriyle değerlendirilerek seçim sıralaması yapılmış olmasıdır. Çalışma geliştirilerek, tehlikeli madde lojistiğinde depolama şartlarını ilgilendiren diğer risk konuları dikkate alınarak ve hesaplamaları daha fazla sayıda çok kriterli karar verme yöntemleriyle yapılarak, aynı sonuçlar farklı yöntemlerle tespit edilebilir. Bu sayede elde edilecek sonuçlara duyulabilecek kaygılar ortadan kaldırılmalıdır. Birinci sınıf tehlikeli maddeler kadar diğer sınıf tehlikeli maddelere yönelik benzer modeller ile depo yeri seçimi çalışmaları yapılarak optimal sonuçlara ulaşılmalıdır.

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. DOI: 10.18825
- ADR (2013). *Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması* (Cilt II). Birleşmiş Milletler, 30 Ocak 2018 tarihinde http://www.kugm.gov.tr/BLSM_WIYS/TMKDG/tr/Mevzuat/sozlesmeler/20130304_152440_64574_1_64896.pdf adresinden alınmıştır.
- ADR (2017). Tehlikeli madde ne demektir. *ADR Book*. 30 Ocak 2018 tarihinde <https://adrbook.com/tr/tehlikeli-maddeler-ne-demektir/s/50> adresinden alınmıştır.
- Akbulut, U. (2009). *Radyoaktivite*. 02 Şubat 2018 tarihinde <http://www.uralakbulut.com.tr/wp-content/uploads/2009/11/radyoaktivite.pdf> adresinden alınmıştır.
- Akçakanat, Ö., Eren, H., Aksoy, E. ve Ömürbek, V. 2017. Bankacılık Sektöründe Entropi Ve Waspas Yöntemleri İle Performans Değerlendirmesi Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 22, 2, 285-300.
- Aktepe, A., Ersöz, S. (2012). AHP-VIKOR ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Probleminde Uygulanması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 25(1-2), 2-15.
- Alan, E. (2014). Lojistik sektöründe CRM. *Satın Alma Dergisi*, 39-40.
- Allianz Sigorta. (28.02.2018). *Kimyasal Maddelerin Kullanımındaki ve Depolanmasındaki Riskler*. 28 Şubat 2018 tarihinde <https://www.allianzsigorta.com.tr/tr/hakkimizda/risk-muhendisligi/risk-konulari/Is-Sagligi-Guvenligi/Kimyasal-maddelerin-kullanimi/> adresinden alınmıştır.
- Arunachalam, A.,P.,S., Idapalapati, S. ve Subbiah, S. (2015). Multi-Criteria Decision Making Techniques for Compliant Polishing Tool Selection, *Int J Adv Manuf Technol*. 79:519-530. DOI 10.1007
- Australian Government (2016). *Hazardous Materials Management*. Leading Practice Sustainable Development Program for The Mining Industry. 30 Ocak 2018 tarihinde https://industry.gov.au/resource/Documents/LPSDP/HazardousMaterialsManagmentHandbook_web.pdf adresinden alınmıştır.
- Aydın, B. (2007). Tam Zamanında Üretim ve Toplam Kalite Yönetimi Ayırımının Diskriminant Analizi ile İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(2), 1-21.
- Baki, B. (2004). *Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi* (Birinci baskı). Trabzon: Lega Kitabevi.
- Ballı, H. (2014). Bulanık Doğrusal Programlama Modeli İle Bir Kamu Kurumu İçin Tesis Yeri Seçimi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Barber, E., Hildebrand, L. (1980). Guidelines for Applying Criterion to Designate Routes for Transporting Hazardous Materials. FHWA IP 1980-15, US DOT, Washington D. C. 25 Haziran 2018 tarihinde <https://ntrl.ntis.gov/NTRL/dashboard/searchResults/titleDetail/PB95256004.xhtml> adresinden alınmıştır.
- Başlangıç, S.Ö. (2015). *Uluslararası Lojistik Uygulamalarında Teslim Şekilleri ve Teslim Şekli Seçimini Etkileyen Unsurların Belirlenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Bayhan, M. ve Bildik, T., (2014). Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreciyle Akıllı Telefon Seçimi, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*. 6, 3, 27-36.
- Berg, J.P., Zijm, W.H.M. (1999). Models for Warehouse Management: Classification and Examples. *International Journal of Production Economics*, 59, 519-528.
- Bir İndeks Geliştirilmesi, *III.Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, Trabzon*.
- Bonvicini,S., Leonelli, P., Spadoni, G. (1998). Risk Analysis of Hazardous Materials Transportation: Evaluating Uncertainty by Means of Fuzzy Logic. *Journal of Hazardous Materials*, 1 (62), 59-74.
- Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K. (2012).Robustness of MULTIMOORA: A method for Multi-Objective Optimization. *Informatica*, 23(1), 1-25.
- Burdurlu, E. ve Ejder, E., 2003. Location Choice for Furniture Industry Firms by Using Analytic Hierarchy Process (Ahp) Method, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 16, 2, 369-373.
- Cabala, P. (2010). Using The Analytic Hierarchy Process in Evaluating Decision Alternatives. *Operations Research and Decisions*, 1, 5-23.
- Cascales, M-SG., Lamata, M.T. (2012). On Rank Reversal and TOPSIS Method. *Mathematical and Computer Modelling*, 56, 123-132.
- Chakraborty, S. ve Zavadskas, E., K. (2014). Applications of WASPAS Method in Manufacturing Decision Making, *Informatica*. 25, 1, 1–20.
- Chakraborty, S., Applications of Waspas Method as a Multi-Criteria Decision Making Tool
09 Mart 2018 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/279316549_Applications_of_waspas_method_as_a_multi-criteria_decision-making_tool adresinden alınmıştır.
- Chakraborty, S., Bhattacharyya, O., Zavadskas, E., K., Antucheviciene, J., 2015. Application of WASPAS Method as an Optimization Tool in Non-traditional Machining Processes, *Information Technology and Control*.1,44, 77-88.
- Chan, F.T.S., Kumar, N., Choy, K.L. (2007). Decision-Making Approach for The Distribution Centre Location Problem in A Supply Chain Network The Fuzzy-Based Hierarchical Concept. *Journal of Engineering Manufacture*, 221(4), 725-739.

- Chandran B., Golden B., Wasil E. (2005), Linear Programming Models for Estimating Weights in The Analytic Hierarchy Process. *Computers and Operations Research*, 32(9), 2235-2254.
- Copacino, W.C. (1997). *Supply Chain Management The Basics and Beyond*. Florida: CRC Press, 17 Ocak 2018 tarihinde http://www.officinadelconteruggero.com/supply_chain_management_the_basics_and_beyond_resource_management_download.pdf adresinden alınmıştır.
- Cömert, S.,E., ve Yener, F., 2016. Bir Gıda Firması İçin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Depo Yeri Seçimi. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 2, 2, 161-177.
- Çabuk, Ş. (2016). *Tehlikeli Madde Lojistiği*. 03 Mart 2018 tarihinde <https://prezi.com/8zws14nw8org/tehlikeli-madde-lojistigi/> adresinden alınmıştır.
- Çancı, M., Erdal, M. (2009). *Lojistik Yönetimi* (Genişletilmiş üçüncü baskı). İstanbul: UTİKAD-Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği.
- Çolak, M., Ulucan, A. (2012). Mobilya Endüstrisinde Karlılığı Etkileyen Faktörlerin UTADIS Yaklaşımı İle Belirlenmesi. *Sosyo Ekonomi*, 1, 249-262.
- Dey, B., Bairagi, B., Sarkar, B. ve Sanyal, S., K. (2016). Warehouse Location Selection by Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methodologies Based on Subjective and Objective Criteria, *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 11:4, 262-278, DOI: 10.1080
- Dey, B., Bairagi, B., Sarkar, B. ve Sanyal, S., K. (2017). Group Heterogeneity in Multi Member Decision Making Model with An Application to Warehouse Location Selection in A Supply Chain, *Computers & Industrial Engineering*. 105, 101–122.
- Dönmez, M., Akgül, A.K. (2006). *Planning Product Design Activities For Supply Chain Management*. 4th International Logistics & Supply Chain Congress, İzmir, 21 Ocak 2018 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/289510125_Planning_Product_Design_Activities_for_Supply_Chain_Management adresinden alınmıştır.
- Durmuş, A. (2010). Lojistikte Depo Yer Seçimine Etki Eden Faktörlerin Modellenmesi: İstanbul Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Elder, R., Tsoukalas, J. (2006). Investing in inventories. *Bank of England Quarterly Bulletin*, Summer 2006, 155-160, 17 Ocak 2018 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/228284909_Investing_in_Inventories adresinden alınmıştır.
- Erbaş, M., Bali, Ö., Durğut, T. (2014). Tehlikeli Madde Depo Yeri Seçiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri Açısından İncelenmesi. 5. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, 14-17 Ekim, İstanbul.
- Erberk, D. (2010). Tehlikeli Maddelerin Ambalajlanması. *Ambalaj Bülteni*, Kasım-Aralık 2010, 04 Şubat 2018 tarihinde

<http://www.ambalaj.org.tr/files/Ambalajbulteniicerik/dosya/kasim-aralik-2010-dosya.pdf> adresinden alınmıştır.

- Erdal, H. (2018). Tehlikeli Madde Taşımacılığı Güzergâh Seçimi Problemi İçin Stokastik Bir Risk Analizi, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 6, 935-943.
- Ergün, S., Şahin, S. (2017). İşletme Talep Tahmini Üzerine Literatür Araştırması. *Ulakbilge*, 5 (10), 469-487.
- Erkut, E., Ingolfsson, A. (2005). Transport Risk Models for Hazardous Materials: Revisited. *Elsevier-Operations Research Letters*, 33, 81-89.
- Erkut, E., Verter, V. (1998). Modeling of Transport Risk for Hazardous Materials. *Operations Research*, 46 (5), 625-642.
- Eroğlu, Ö., Bali, O., Gencer, C. (2014). DELPHI Tekniği ve Bulanık AHP ile Tehlikeli Madde Depo Yeriseçimi İçin Gerekli Niteliklerin Belirlenmesi. *III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, 15-17 Mayıs, Trabzon.
- Ersöz, F. ve Kabak, M., 2010. Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması, *KHO Savunma Bilimleri Dergisi*. 9 (1), 97-125.
- Ertek, G., (2012). Depolama Sistemleri (Warehousing Systems)., B. Çatay ve G. Öztürk (Editörler), *Uluslararası lojistik* (içinde 1-31). (Yayın No. 1539). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Esmer, S. (2010). *Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simulasyon Modeli* (Birinci baskı). Yayımlanmış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası, 24 Ocak 2018 tarihinde http://www.soneresmer.com/downloads/puplications/soner_esmer_doktora.pdf adresinden alınmıştır.
- Fabiano, B., Curro, F., Palazzi, E., Pastorino, R. (2002). A Framework for Risk Assessment and Decision-Making Strategies in Dangerous Good Transportation. *Journal of Hazardous Materials*, 1 (93), 1-15.
- Frazelle, E. (2002). *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*. New York : McGraw-Hill, 12 Ocak 2018 tarihinde http://www.academia.edu/5911959/SUPPLY_CHAIN_STRATEGY_The_Logistics_of_Supply_Chain adresinden alınmıştır.
- Gattorna, J. (2002). *Gower Handbook of Supply Chain Management*. 18 Ocak 2018 tarihinde https://books.google.com.tr/books?id=hXFBDgAAQBAJ&pg=PT85&hl=tr&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false adresinden alınmıştır.
- Göktolga, Z., G. ve Gökalp, B. (2012). İş Seçimini Etkileyen Kriterlerin ve Alternatiflerin Ahp Metodu İle Belirlenmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13 (2), 71-86.

- Görener, A. (2014). Depolama Faaliyetleri İçin Lojistik Servis Sağlayıcı Seçiminde Önemli Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 10(22), 173-191.
- Göztepe, K., Bali, Ö. (2014). Tehlikeli Madde Taşımacılığında Risk Değerlendirmesi İçin Bir İndeks Geliştirilmesi. *III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, Trabzon, 672-679.
- Gül, E. ve Eren, T., 2017. Lojistik Dağıtım Ağ Problemlerinde Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ve Hedef Programlama ile Depo Seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*. 01, 1-13.
- Gülenç, İ.F., Bilgin, G.A. (2010). Yatırım Kararları İçin Bir Model Önerisi: AHP Yöntemi. *Kocaeli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(34), 97-107.
- Gümüş, Y. (2009). Lojistik Faaliyetlerin Rekabet Stratejileri ve İşletme Kârı İle Olan İlişkisi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi (MUFAD)*, 41, 97-113.
- Hodgett, R.,E. (2016). Comparison of Multi-Criteria Decision-Making Methods for Equipment Selection, *Int J Adv Manuf Technol*. 85, 1145–1157. DOI 10.1007
- IAEA. (2012). *IAEA Safety Standards: Regulations for The Safe Transport of Radioactive Material*. 05 Şubat 2018 tarihinde https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1570_web.pdf adresinden alınmıştır.
- Kahraman, C., Ruan, D., Doğan, İ. (2003). Fuzzy Group Decision-Making for Facility Location Selection. *Information Sciences*, 157, 135-153.
- Karabıçak, Ç., Boyacı, A.İ., Akay, M.K., Özcan, B. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Karayolu Şantiye Yeri Seçimine İlişkin Bir Uygulama. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13, 106-121.
- Karande, P., Chakraborty, S. (2014). A Facility Layout Selection Model Using MACBETH Method. *Proceedings of The 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Bali, Indonesia, January 7- 9, 17-26.
- Kayabaşı A., Özdemir, A. (2008). Üretim İşletmelerinde Lojistik Yönetimi Faaliyetlerinde Performans Yönetimine Bakış: Beklenti-Fayda Farkı Analizi Uygulaması. *Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(1), 195-209.
- Kayabaşı, A. (2010). *Rekabet Gücü Perspektifinde Lojistik Faaliyetlerde Performans Geliştirme* (Yayın no:2010-40). İstanbul: İTO Yayınları, 24 Ocak 2018 tarihinde <http://www.ito.org.tr/itoyayin/0021471.pdf> adresinden alınmıştır.
- Keskin, M.H., (2012). *Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi* (Beşinci baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Kırılmaz, O. (2014). *Tedarik Zinciri Şebekesinde Risk Yönetimi: Otomotiv Endüstrisinde Bir Uygulama*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

- KKKL 9-10. (2014). Patlayıcı Maddelerin Zararsız Hale Getirilmesi ve Emniyet Tedbirleri. Bakım Okulu ve Eğitim Merkez Komutanlığı Yayını, Balıkesir.
- KKY 168-1 (A). (2012). Patlayıcı Madde ve Şüpheli Cisimlere Uygulanacak Esaslar Yönergesi. Kara Kuvvetleri Komutanlığı Yayını, Ankara.
- Klaus, P., Müller, S. (Eds.) (2012). Towards a Science of Logistics: Milestones Along Converging Paths. *The Roots of Logistics* (In Book), Springer Verlag Berlin Heidelberg, 3-26, DOI 10.1007/978-3-642-27922-5_1, 24 Aralık 2017 tarihinde http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloadaddocument/9783642279218-c1.pdf?SGWID=0-0-45-1330639-p174285259 adresinden alınmıştır.
- Klevas, J. (2006). *Design for Packaging Logistics*. International Design Conference-Design, 15-18 May 2006, Dubrovnik-Croatia, pp.269-276, 21 Ocak 2018 tarihinde https://m.designsociety.org/download-publication/19011/design_for_packaging_logistics adresinden alınmıştır.
- Kobu, B. (2006). *Üretim Yönetimi*. İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Kutlu, B., S., Abalı, Y., A. ve Eren, T., 2012. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Seçmeli Ders Seçimi, *Sosyal Bilimler Dergisi*. 2, 2
- Küçük, O. (2011). *Lojistik İlkeleri ve Yönetimi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Küçük, Ö. (2015). *Tehlikeli Maddelerin Taşınmasında Çok Tipli Bir Model Önerisi ve Bir Uygulama*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Liu, H. X., Zhou, X., Yang, J.R. (2006). Fuzzy Synthetic Evaluation Model Of Transportation Routes Of Dangerous Goods. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*. 1 (6), 80-82.
- Luo, G., Liu, Y., Mo, X. (2017). *Factor Analysis Model Based on The Theory of The TOPSIS in The Application Research*. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, Volume 2017, 1-8, 25 Ağustos 2018 tarihinde <http://downloads.hindawi.com/journals/ddns/2017/9173460.pdf> adresinden alınmıştır.
- Madic, M., Gecevaska, V., Radovanovic, M., Petkovic, D. (2014). Multi-Criteria Economic Analysis Of Machining Processes Using The WASPAS Method. *Journal of Production Engineering*, 17(2), 79-82.
- Manuj, I., Mentzer, J.T. (2008). Global Supply Chain Risk Management. *Journal of Business Logistics*, 29 (1), 133-155.
- Markovic, Z. (2010). Modification of TOPSIS Method for Solving of Multicriteria Tasks. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 20(1), 117-143.
- Memiş, S. ve Keskin, H.D., 2016. Fındık Mamulü İhracatı Yapan İşletmelerin Lisanslı Depo Yer Seçimine Yönelik Algılarının Faktör Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 18, 2, 83-113 - DOI NO:10.5578/JSS.27864

- Mutlu, H.M., Ölmez, S. (2017). Lojistik performans ve İlişki Kalitesi Üzerine Alanyazın incelemesi. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 99-120.
- NET KURUMSAL-TMGD (t.y.). *ADR Sınıf Etiketleri*. 30 Ocak 2018 tarihinde <http://www.netkurumsal.net/mevzuat/adr-sinif-etiketleri/> adresinden alınmıştır.
- Orhan, O. Z. (2003). *Dünyada ve Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişimi*. ITO Yayın No. 39, İstanbul: Mega Ajans.
- OTIF. (2018). *Dangerous Goods*. 28 Ocak 2018 tarihinde http://otif.org/en/?page_id=112 adresinden alınmıştır.
- Ömürbek, N., Üstündağ, S. ve Helvacıoğlu, Ö.,C., (2013). Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi’nde Bir Uygulama, *Yönetim Bilimleri Dergisi*. 11,(21), 101-116.
- Ömürbek, N., Makas, Y. ve Ömürbek, V.,(2015). AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Kurumsal Proje Yönetim Yazılımı Seçimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Yıl: 1, (21). 59-83.
- Önder, G., Önder, E. (2015). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Özbek, A., Erol, E. (2016). COPRAS ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Problemine Uygulanması. *JEBPIR*, 2 (1), 2016, 23-42.
- Özcan, S. (2008). Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde Lojistik Yönetiminin Önemi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(10), 275-300.
- Özdağoğlu, A. (2011). A Multi-Criteria Decision-Making Methodology on The Selection of Facility Location: Fuzzy ANP. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 59 (5-8), 787-803.
- Özdemir, A.İ. (2004). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi,Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23, 87-96.
- Parthiban, P., Zubar, H.,A. ve Katarak, P. (2013). Vendor Selection Problem: A Multi-Criteria Approach Based on Strategic Decisions. *International Journal of Production Research*. 51, 5,1535–1548.
- Pekkaya, M. ve Bucak U. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Bölgesel Liman Kuruluş Yeri Seçimi: Batı Karadeniz’de Bir Uygulama. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 18. EYİ Özel Sayısı, 253-268.
- Polat, M. (t.y.). *Tehlikeli Madde Türleri*. 30 Ocak 2018 tarihinde <http://www.melihpolat.com.tr/tehlkeli-madde-turleri> adresinden alınmıştır.
- Pourahmadi, A.A., Ebadi, T., Nikazar, M. (2017). Industrial Wastes Risk Ranking with TOPSIS, Multi Criteria Decision Making Method. *Civil Engineering Journal*, 3(6), 372-381.

- Rao, R.V., Singh, D. (2012). Weighted Euclidean Distance Based Approach as a Multiple Attribute Decision Making Method for Plant or Facility Layout Design Selection, *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 3(3), 365-382.
- Resmi Gazete. (2015). *Tehlikeli Maddelerin Deniz Yoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik*. 30 Mart 2015 tarih ve 29284 sayılı Resmi Gazete. 26 Ocak 2018 tarihinde <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/03/20150303-6.htm> adresinden alınmıştır.
- Russell, S. H. (2007). Supply Chain Management More Than İntegrated Logistics. *Air Force Journal of Logistics*, 31(2), 56-63.
- Saaty, R.W. (1987). The Analytic Hierarchy Process-What It is and How It is Used. *Math l Modelling*, 9(3-5), 161-176.
- Saaty, T. (1990). How to Make a Decision:The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.
- Saaty, T. (2008). Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for The Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process (To The Memory of My Beloved Friend Professor Six to Rios Garcia). *Review Of The Royal Spanish Academy Of Sciences Series A Mathematics*, 102(2): 251-318, 27 Ağustos 2018 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/28239191_Relative_Measurement_and_Its_Generalization_in_Decision_Making_Why_Pairwise_Comparisons_are_Central_in_Mathematics_for_The_Measurement_of_Intangible_Factors_The_Analytic_Hierarc... adresinden alınmıştır.
- Sargın, S. ve Okudum, R., 2014. Isparta İlinde Soğuk Hava Depolarının Kuruluşu, Gelişimi ve Gelişime Etki Eden Faktörler, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 31, 111-132.
- Sarıçalı G. ve Kundakçı, N., 2016. AHP ve COPRAS Yöntemleri ile Otel Alternatiflerinin Değerlendirilmesi, *International Review of Economics and Management*. 4,1, 45-66.
- Sattayaprasert, W., Taneerananon, P., Hanaoka, S., Pradhananga, R. (2008). Creating A Risk-Based Network for Hazmat Logistics by Route Prioritization with AHP. *IATSS Research*32(1), 74-87.
- Sezer, F., Bali, Ö., Gürol, P. (2016). Hazardous Materials Warehouse Selection as A Multiple Criteria Decision Making Problem. *Journal of Economics Bibliography*, 3 (1), 63-73.
- Shang, H., Dong, D., Wang, X., Wu, X. (2008). *The Risk Evaluation for Hazardous Materials Transportation*. IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, 25 Haziran 2018 tarihinde <https://ieeexplore.ieee.org/document/4682773/> adresinden alınmıştır.
- Sharma, S., Pratap, R. (2013). A Case Study of Risks Optimization Using AHP Method. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(10), Issue 10, 1-6.

- Soy, Ö. (2015). *Kumport Tehlikeli Madde Rehberi*. 04 Şubat 2018 tarihinde <http://www.kumport.com.tr/resources/files/documents/Tehlikeli%20Madde%20Rehberi%20T%C3%BCrk%C3%A7e.pdf> adresinden alınmıştır.
- Sultana, I., Ahmed, I., Azeem, A. (2015). An İntegrated Approach for Multiple Criteria Supplier Selection Combining Fuzzy DELPHI, Fuzzy AHP & Fuzzy TOPSIS. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 29, 1273-1287.
- Şekkeli, Z.H. (2016). *Lojistik Stratejilerinin Rekabet Avantajı ve Lojistik Performansına Olan Etkileri Üzerinde Türkiye Ölçeğinde Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2016). *Kimyasalların Güvenli Depolanması Rehberi*. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 26 Şubat 2018 tarihinde <http://www.isgap.gov.tr/wp-content/uploads/2016/09/kimyasal-depolama-.pdf> adresinden alınmıştır.
- T.C. Gümrük Kanunu (1999). *4458 Sayılı Gümrük Kanunu*.04.11.1999 Tarih ve 23866 Sayılı Resmi Gazete 'de yayınlanmıştır. 24 Ocak 2018 tarihinde <http://ggm.gtb.gov.tr/data/521efb68487c8e6f0c303249/G%C3%9CMR%C3%9CK%20KANUNU%2012.12.2014.pdf> adresinden alınmıştır.
- Tanyaş, M., Baskak, M. (2012). Farklı Açılardan Depoların Sınıflandırması. *I. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, 10-12Mayıs 2012, Konya, 1-9, 18 Şubat 2018 tarihinde <http://www.loder-iss.org/pdf/Mehmet%20Tanya%C5%9F,%20Murat%20Baskak> adresinden alınmıştır.
- Taşlıyan, M., Çiçeklioğlu, H., Yılmaz, Ö.İ. (2016). Lojistik Yönetiminde Dış Kaynak Kullanımının Önemi. *International Journal of Academic Value Studies*, 2 (5), 35-55.
- Tayalı, H.A. (2017). Tedarikçi Seçiminde WASPAS Yöntemi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(47), 368-380.
- Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanları ve Eğiticileri Derneği-TMGD. (2013). *9 Soruda ADR Mevzuatı*. 27 Ocak 2018 tarihinde http://www.tmgd.org.tr/9_soruda_adr_mevzuat%C4%B1-haberi-TR-20-3.html adresinden alınmıştır.
- Tek, Ö.B., Özgül, E. (2005). *Modern Pazarlama İlkeleri, Uygulamalı Yönetimsel Yaklaşım*. İzmir: Birleşik Matbaacılık.
- Temesist, (2018). Depo ve Raf Sistemleri. 26 Aralık 2018 tarihinde <https://temesist.com/depolamada-risk-emniyet-ve-guvenlik-kavramlari/> adresinden alınmıştır.
- Tseng, Y., Taylor, M.A.P., Yue, W.L. (2005). The Role of Transportation in Logistics Chain. *Proceedings of The Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, 1657-1672.

- Turkhis Cargo. *Turkish Cargo Tehlikeli Madde Taşımaları*. 05 Şubat 2018 tarihinde <http://www.turkishcargo.com.tr/tr/urun-ve-hizmetler/ozel-kargo/tehlkeli-maddeler> adresinden alınmıştır.
- Turskis, Z., Zavadskas, E.,K., Antucheviciene, J. ve Kosareva, N., 2015. A Hybrid Model Based on Fuzzy AHP and Fuzzy WASPAS for Construction Site Selection, *International Journal of Computers Communications & Control*. 10,6, 873-888.
- Türk Dil Kurumu (2017). Büyük Türkçe Sözlük. *Lojistik*. 17 Aralık 2017 tarihinde http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5a78a733ae95f8.07468478 adresinden alınmıştır.
- Tzeng, G-H., Huang, J-J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. New York: CRC Press.
- Uludağ, A.S. (2013). *Lojistik Yönetiminde Lojistik Ağların Kullanımı ve Bir İşletme İçin Lojistik Ağın Geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- UNITED NATIONS (2011). *Recommendations on Transport of Dangerous Goods-Model Regulations* (Seventeenth revised edition). 28 Ocak 2018 tarihinde https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unrec/rev17/English/Rev17_Volume2.pdf adresinden alınmıştır.
- URL_1: *ADR Eğitim-Sınıf 5.2 – Organik Peroksitler*, 02 Şubat 2018 tarihinde <http://www.adregitim.com/sinif-5-2-organik-peroksitler/> adresinden alınmıştır.
- URL_2: *Tehlikeli Maddelerin Ambalajlanması ve Depolanması* (22.10.2016). 04 Şubat 2018 tarihinde http://www.tehlikelimaddetasimaciligi.org/tehlkeli_maddelerin_ambalajlanmasi_ve_depolanmasi.html adresinden alınmıştır.
- URL_3: *Patlayıcı Madde Depolanması*. 28 Şubat 2018 tarihinde <http://www.delmeplatma.org/patlayici-madde-depolanmasi-syfdty-112.html> adresinden alınmıştır.
- UTIKAD. (2010). *ADR Konvansiyonuna Taraf Olduk da Ne Oldu? veya Welcome To The Club*. 30 Ocak 2018 tarihinde <http://www.utikad.org.tr/haberler/?id=7074> adresinden alınmıştır.
- Ünlükaplan, Y. (2008). *Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerin PeyzajEkolojisi Araştırmalarında Kullanımı*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Vassilev, V., Genova, K., Vassileva, M. (2005). A Brief Survey of Multi Criteria Decision Making Methods and Software Systems. *Cybernetics and Information Technologies*,5(1), 3-13.
- Voortman, C. (2004). *Global Logistics Management* (Birinci baskı). 21 Ocak 2018 tarihinde https://books.google.com.tr/books?id=zWzUDK4MgnwC&pg=PA37&hl=tr&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false adresinden alınmıştır.

- Wang Y., Liu J., Elhag T. (2008). An Integrated AHP-DEA Methodology for Bridge Risk Assessment. *Computers & Industrial Engineering*, 54(3): 513-525.
- Waters, D. (2003). *Logistics An Introduction to Supply Chain Management*. Great Britain: Ashford Colour Pres Ltd, 24 Ocak 2017 tarihinde http://library.aceondo.net/ebooks/Business_Management/logistics-an_introduction_to_supply_chain_management%5Bpalgrave.macmillan%5D%5B2003%5D.pdf adresinden alınmıştır.
- Zavadskas, E., K. (2018). MCDM Methods Waspas And Multimoora: Verification Of Robustness Of Methods When Assessing Alternative Solutions 09 Mart 2018 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/287762606_MCDM_methods_WASPAS_and_MULTIMOORA_Verification_of_robustness_of_methods_when_assessing_alternative_solutions adresinden alınmıştır.
- Zavadskas, E.K., Antucheviciene, J., Saparuskas, J., Turskis, Z. (2013). MCDM methods WASPAS and MULTIMOORA: Verification of Robustness of Methods When Assessing Alternative Solutions. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 47(2): 1-5.
- Zavadskas, E.K., Mardani, A., Turskis, Z., Jusoh, A., Khalil, MD. (2015). Development of TOPSIS Method to Solve Complicated Decision-Making Problems: An Overview on Developments from 2000 to 2015. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15(3), 645-682.
- Zavadskas, E.K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., Zakarevicius, A., (2012). Optimization of Weighted Sum Product Assesment. *Electronics and Electrical Engineering*, 6(122), 3-6.
- Zopounidis, C., Doumpos, M. (1997). A Multi Criteria Decision Aid Methodology for The Assessment of Country Risk. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 3(3), 13-33.
- Zopounidis, C., Doumpos, M. (1999). A Multi Criteria Decision Aid Methodology for Sorting Decision Problems: The Case of Financial Distress. *Computational Economics*, 14: 197-218.
- Zoran, D., Sasa, M., Dragi, P. (2011). Application of The AHP Method for Selection of a Transportation System in Mine Planning. *Underground Mining Engineering*, 19, 93-99.

EKLER

Ek-1 Ana Kriterlerin Değerlendirme Anketi

TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLEREK DEPO YERİNİN SEÇİMİ ANKETİ

Bu çalışma Aydın ilinde bulunan bir kamu kurumundaki tehlikeli madde depolama sahasında etkinliği ve verimliliği artıracak uygulamalara yön verecektir. Bir kurumun depolama sahasında ilave yeni depolar inşa kararına ilişkin problem temel alınarak oluşturulan çalışmada, depoların inşa edilebileceği yerlerin değerlendirilmesi, en uygun yerin seçilmesi ve tehlikeli maddelerin dağıtımını kapsayan bir yaklaşım ortaya konacaktır. Depo yerinin seçim kararı lojistik zincir için önemlidir ve depo yeri seçimini etkileyen fazla sayıda kriter vardır. Depo yerinin seçimi maliyet, güvenlik, ömür devrine göre muhafaza, iklim şartlarına karşı dayanım gösterme, nakliye optimizasyonu, aktarma hızını artırma gibi nedenlerden dolayı lojistiğin amacına ulaşmasını etkileyen bir faktördür. Tehlikeli maddelere uygun bir deponun seçimi problemlili bir konudur. Risk içeren koşullara dikkat ederek değerlendirilmelidir. Tehlikeli maddelerin depolanması ve depo yerlerinin seçilmesine yönelik verilecek doğru kararın söz konusu potansiyel zararları dikkate alındığında maliyeti etkin uygulamaların yanı sıra zorunluluk olduğu da görülmektedir. Tesislerin yer seçimine karar verilirken yalnızca mevcut talepleri karşılayacak şekilde yerinin belirlenmesi değil, aynı zamanda uzun vadede yer değişikliği ya da genişletilmesi gibi konular da düşünülmelidir. Bu nedenle depolaması yapılacak ürünlerin niteliği risk değerlemesinde dikkate alınarak mevcut arazide bulunan boş parsellerin gelecekte yapılacak ilave depoların yer seçiminde etkin kullanılması sağlanmalıdır. Tehlikeli madde depo yeri seçimi, literatürde karşılaşılan çeşitli kriterlerin AHP yönteminin kullanılarak bir arada değerlendirilmesini gerektiren çok kriterli bir karar problemi olarak ele alınmıştır. **Aşağıda belirtilen bu kriterleri, kendi aralarında karşılaştırmasını yaparak Analitik Hiyerarşi Sürecine göre değerlendiriniz. Katkınızdan ötürü teşekkür ederim.**

Daha Önemli Kriter									Eşit Önemde	Daha Önemli Kriter								
Kriter	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriter
C1 - İklim ve Arazi Durumu																		C2 - Maliyet
C1 - İklim ve Arazi Durumu																		C3 - Mesafe
C1 - İklim ve Arazi Durumu																		C4 - Güvenlik
C1 - İklim ve Arazi Durumu																		C5 - Çevre
C1 - İklim ve Arazi Durumu																		C6 - Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler
C2 - Maliyet																		C3 - Mesafe
C2 - Maliyet																		C4 - Güvenlik
C2 - Maliyet																		C5 - Çevre
C2 - Maliyet																		C6 - Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler
C3 - Mesafe																		C4 - Güvenlik
C3 - Mesafe																		C5 - Çevre
C3 - Mesafe																		C6 - Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler
C4 - Güvenlik																		C5 - Çevre
C4 - Güvenlik																		C6 - Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler
C5 - Çevre																		C6 - Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler

Yukarıdaki tabloyu, aşağıdaki karar kriterlerinin ikili karşılaştırmasında kullanılan ölçüğe göre değerlendiriniz. Bu ölçükle, karar kriterleri ve her bir karar kriterine göre karar seçenekleri ikili karşılaştırmalarla 1 ile 9 arasında bir değerle değerlendirilmelidir. Karar vericiler ölçekteki ifadelerden, karşılaştırma yapılan ikili hakkında fikirlerini yansıtanını seçmelidirler.

Dereceler / Önem Yoğunluğu	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	Biraz Daha Fazla Önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az tercih ettirir.
5	Kuvvetli Derece Önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok kuvvetli bir derecede tercih ettirir.
7	Çok Kuvvetli Derece Önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı Derece Önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Uzlaşma (Ortalama) Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler.

Ek-2 Alt Kriterlerin Değerlendirme Anketi (KV-1'in Anket Yanıtları)

TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLEREK DEPO YERİNİN SEÇİMİ ANKETİ

Bu çalışma Aydın ilinde bulunan bir kamu kurumundaki tehlikeli madde depolama sahasında etkinliği ve verimliliği artıracak uygulamalara yön verecektir. Bir kurumun depolama sahasında ilave yeni depolar inşa kararına ilişkin problem temel alınarak oluşturulan çalışmada, depoların inşa edilebileceği yerlerin değerlendirilmesi, en uygun yerin seçilmesi ve tehlikeli maddelerin dağıtımını kapsayan bir yaklaşım ortaya konacaktır. Depo yerinin seçim kararı lojistik zincir için önemlidir ve depo yeri seçimini etkileyen fazla sayıda kriter vardır. Depo yerinin seçimi maliyet, güvenlik, ömür devrine göre muhafaza, iklim şartlarına karşı dayanım gösterme, nakliye optimizasyonu, aktarma hızını artırma gibi nedenlerden dolayı lojistiğin amacına ulaşmasını etkileyen bir faktördür. Tehlikeli maddelere uygun bir deponun seçimi problemleri bir konudur. Risk içeren koşullara dikkat ederek değerlendirilmelidir. Tehlikeli maddelerin depolanması ve depo yerlerinin seçilmesine yönelik verilecek doğru kararın söz konusu potansiyel zararları dikkate alındığında maliyeti etkin uygulamaların yanı sıra zorunluluk olduğu da görülmektedir. Tesislerin yer seçimine karar verilirken yalnızca mevcut talepleri karşılayacak şekilde yerinin belirlenmesi değil, aynı zamanda uzun vadede yer değişikliği ya da genişletilmesi gibi konular da düşünülmelidir. Bu nedenle depolanması yapılacak ürünlerin niteliği risk değerlemesinde dikkate alınarak mevcut arazide bulunan boş parsellerin gelecekte yapılacak ilave depoların yer seçiminde etkin kullanılması sağlanmalıdır. Tehlikeli madde depo yeri seçimi, literatürde karşılaşılan çeşitli kriterlerin AHP yönteminin kullanılarak bir arada değerlendirilmesini gerektiren çok kriterli bir karar problemi olarak ele alınmıştır. Aşağıda belirtilen bu alt kriterleri, kendi aralarında karşılaştırmasını yaparak Analitik Hiyerarşi Sürecine göre değerlendiriniz. Katkınızdan ötürü teşekkür ederim.

Daha Önemli Kriter										Eşit Önemde		Daha Önemli Kriter									
Kriter	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriter			
$K1_1$ - Isı Farklılıkları													x					$K1_2$ -Nemlilik			
$K1_1$ - Isı Farklılıkları															x			$K1_3$ -Deprem Bölgesi			
$K1_1$ - Isı Farklılıkları										x								$K1_4$ -Yağış Miktarı			
$K1_1$ - Isı Farklılıkları								x										$K1_5$ -Zeminin Eğimi			
$K1_2$ -Nemlilik											x							$K1_3$ -Deprem Bölgesi			
$K1_2$ -Nemlilik							x											$K1_4$ -Yağış Miktarı			

2,4,6,8	Uzlaşma (Ortalama) Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler.
---------	-----------------------------	---

Ek-3 İnceleme Raporu



ÖN İNCELEME RAPORU

[Redacted]
İlgi yazıya istinaden Aydın İli, Efeler İlçesi, Baltaköy Mahallesinde bulunan [Redacted]
[Redacted] sınırları içerisinde yaklaşık 4300 dönüm alan içerisinde
önceden belirlenmiş 4 ayrı lokasyonda, jeolojik yapı, zemin yapısı, deprensellik, jeomorlojik
yapı bakımından hangi lokasyon noktasının daha uygun olduğunun belirlenmesine yönelik ne
tür bir çalışma yapılması yönünden yerinde inceleme yapılması istenmiştir.

Yerinde ve daha sonra büroda yapılan inceleme ve çalışma sonucunda; [Redacted]
[Redacted] bulunduğu alan, genellikle oldukça eğimli ve engebeli bir
topografyaya sahiptir. Topografyanın düz ve eğimim 0-10 derece olduğu kısımları da vardır
İnceleme alanının Jeolojisini büyük bir bölümü PreKambiriyen yaşlı Granatoyit ile küçük bir
bölümü de Kambiriyen yaşlı Şist oluşturmaktadır. Granatoyitler oldukça kıvrımlı ve kırıklı bir
yapıya sahiptir. Kırık çatlak sistemleri oldukça fazladır Yüzeğe yakın kesimleri ile kırık çatlak
sistemleri boyunca ayrışma zonları oluşmuştur. Şistlerde belirgin bir yapı gözlenmemiştir.
Çok ayrılmıştır. [Redacted] belirlenmiş olan 4 ayrı lokasyonun;
Beşpınar Deresinin 100 metre Batısı(1 nolu depo yerleri) , Karataş Tepesinin 300 metre
Doğusu(2 nolu depo yerleri) , Kargı Tepesinin 300 metre Güneydoğusu(3 nolu depo yerleri) ,
Karataş Tepesinin 500 Metre Kuzeyi(4 nolu depo yerleri) yerine gidilerek görülmüştür.
Beşpınar Deresinin 100 metre batısında bulunan bölge buradaki tepenin yamacında yer
almaktadır. Eğim oldukça fazladır. Bu bölge PreKambiriyen yaşlı ayrılmış Granatoyitden
oluşmaktadır. Karataş Tepesinin 300 metre Doğusu, burası da tepenin yamacında yer
almakta olup , PreKambiriyen yaşlı ayrılmış Granatoyitden oluşmaktadır. Kargı Tepesinin
300 metre Güneydoğusu buradaki tepenin yamacında yer almaktadır. Topografyası eğimlidir.
PreKambiriyen yaşlı ayrılmış Granatoyitden oluşmaktadır. Karataş Tepesinin 500 Metre
Kuzeyi buradaki tepenin yamacında yer almaktadır. Eğimli bir topografyaya sahiptir.
PreKambiriyen yaşlı ayrılmış Granatoyitden oluşmaktadır. Her 4 lokasyonda aynı jeolojik
birimden oluşmaktadır. Lokasyon olarak eğimli bölgeler belirlenmiş olduğundan, mühimmat
depolarının boyutları dikkate alındığında her 4(dört) lokasyonda da mühimmat depolarının
yapılabilmesi için şev(yamaç) içerisine doğru en az 15 metre kazı yapılması gerekmektedir.
Kazı sonrası eğime bağlı olarak şev oluşacaktır. [Redacted]
[Redacted]
[Redacted]

[Redacted] Yer seçimine, temel zemin sondajı ve jeofizik çalışmalar ile şev stabilite
analizlerinin de yapılarak karar verilmesi uygun olacaktır.

Bilgilerinize arz olunur. [Redacted]

Meral GEZGİN
Jeoloji Mühendisi

Haluk ÇOKTU
Jeoloji Mühendisi

KV-2'nin Ana Kriterlere Ait Karar Matrisi

KV-2 Ana Kriter Karşılaştırma Matrisi						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	9	2	1/7	1	2
C2	1/9	1	1	1/9	1/8	1/5
C3	1/2	1	1	1/9	1/9	1
C4	7	9	9	1	1	7
C5	1	8	9	1	1	2
C6	1/2	5	1	1/7	1/2	1
Toplam	10,1111	33,0000	23,0000	2,5079	3,7361	13,2000

KV-3'ün Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisi

KV-3 Ana Kriter Karşılaştırma Matrisi						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	9	5	1/3	2	2
C2	1/9	1	1/2	1/5	1/7	1/5
C3	1/5	2	1	1/3	1/5	1/5
C4	3	5	3	1	5	3
C5	1/2	7	5	1/5	1	1
C6	1/2	5	5	1/3	1	1
Toplam	5,3111	29,0000	19,5000	2,4000	9,3429	7,4000

KV-4'ün Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisi

KV-4 Ana Kriter Karşılaştırma Matrisi						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	5	3	3	3	3
C2	1/5	1	1/2	1/2	2	3
C3	1/3	2	1	1/2	3	3
C4	1/3	2	2	1	5	8
C5	1/3	1/2	1/3	1/5	1	3
C6	1/3	1/3	1/3	1/8	1/3	1
Toplam	2,5333	10,8333	7,1666	5,3250	14,3333	21,0000

KV-5'in Ana Kriter Karşılaştırma Matrisi

KV-5 Ana Kriter Karşılaştırma Matrisi						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	9	1	1	4	1
C2	1/9	1	1	1/3	1	1
C3	1	1	1	1	1	1
C4	1	3	1	1	3	1
C5	1/4	1	1	1/3	1	1
C6	1	1	1	1	1	1
Toplam	4,3611	16,0000	6,0000	4,6666	11,0000	6,0000

KV-6'nın Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisi

KV-6 Ana Kriter Karşılaştırma Matrisi						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	9	9	1/2	1/3	2
C2	1/9	1	1	1/9	1/9	1/5
C3	1/9	1	1	1/2	1/4	1/2
C4	2	9	2	1	1/2	3
C5	3	9	4	2	1	2
C6	1/2	5	2	1/3	1/2	1
Toplam	6,7222	34,0000	19,0000	4,4444	2,6944	8,7000

Ek-5 KV-2, KV-3, KV-4, KV-5, KV-6'nın Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrislerinin Normalize Edilmiş Matrisleri

KV-2'nin Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam	W
K1	0,0989011	0,2727273	0,0869565	0,0569620	0,267658	0,151515	0,934720	0,155787
K2	0,0109890	0,0303030	0,0434783	0,0443038	0,033457	0,015152	0,177683	0,029614
K3	0,0494505	0,0303030	0,0434783	0,0443038	0,029740	0,075758	0,273033	0,045505
K4	0,6923077	0,2727273	0,3913043	0,3987342	0,267658	0,530303	2,553035	0,425506
K5	0,0989011	0,2424242	0,3913043	0,3987342	0,267658	0,151515	1,550537	0,258423
K6	0,0494505	0,1515152	0,0434783	0,0569620	0,133829	0,075758	0,510993	0,085165
Toplam	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	6,000000	1,000000

KV-3'ün Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam	W
K1	0,1882845	0,3103448	0,2564103	0,1388889	0,214067	0,270270	1,378266	0,229711
K2	0,0209205	0,0344828	0,0256410	0,0833333	0,015291	0,027027	0,206695	0,034449
K3	0,0376569	0,0689655	0,0512821	0,1388889	0,021407	0,027027	0,345227	0,057538
K4	0,5648536	0,1724138	0,1538462	0,4166667	0,535168	0,405405	2,248354	0,374726
K5	0,0941423	0,2413793	0,2564103	0,0833333	0,107034	0,135135	0,917434	0,152906
K6	0,0941423	0,1724138	0,2564103	0,1388889	0,107034	0,135135	0,904024	0,150671
Toplam	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	6,000000	1,000000

KV-4'ün Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam	W
K1	0,3947368	0,4615385	0,4186047	0,5633803	0,209302	0,142857	2,190420	0,365070
K2	0,0789474	0,0923077	0,0697674	0,0938967	0,139535	0,142857	0,617311	0,102885
K3	0,1315789	0,1846154	0,1395349	0,0938967	0,209302	0,142857	0,901785	0,150298
K4	0,1315789	0,1846154	0,2790698	0,1877934	0,348837	0,380952	1,512847	0,252141
K5	0,1315789	0,0461538	0,0465116	0,0375587	0,069767	0,142857	0,474428	0,079071
K6	0,1315789	0,0307692	0,0465116	0,0234742	0,023256	0,047619	0,303209	0,050535
Toplam	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	6,000000	1,000000

KV-5'in Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam	W
K1	0,2292994	0,5625000	0,1666667	0,2142857	0,363636	0,166667	1,703055	0,283842
K2	0,0254777	0,0625000	0,1666667	0,0714286	0,090909	0,166667	0,583649	0,097275
K3	0,2292994	0,0625000	0,1666667	0,2142857	0,090909	0,166667	0,930328	0,155055
K4	0,2292994	0,1875000	0,1666667	0,2142857	0,272727	0,166667	1,237146	0,206191
K5	0,0573248	0,0625000	0,1666667	0,0714286	0,090909	0,166667	0,615496	0,102583
K6	0,2292994	0,0625000	0,1666667	0,2142857	0,090909	0,166667	0,930328	0,155055
Toplam	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	6,000000	1,000000

KV-6'nın Ana Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmiş Matrisi								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam	W
K1	0,1487603	0,2647059	0,4736842	0,1125000	0,123711	0,229885	1,353247	0,225541

K2	0,0165289	0,0294118	0,0526316	0,0250000	0,041237	0,022989	0,187798	0,031300
K3	0,0165289	0,0294118	0,0526316	0,1125000	0,092784	0,057471	0,361327	0,060221
K4	0,2975207	0,2647059	0,1052632	0,2250000	0,185567	0,344828	1,422884	0,237147
K5	0,4462810	0,2647059	0,2105263	0,4500000	0,371134	0,229885	1,972532	0,328755
K6	0,0743802	0,1470588	0,1052632	0,0750000	0,185567	0,114943	0,702212	0,117035
Toplam	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	6,000000	1,000000



Ek-6 KV-2, KV-3, KV-4, KV-5 ve KV-6'ya Ait Değerler

KV-2'ye Ait Değerler									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Ei	Wi	λ

K1	0,1558	0,2665	0,0910	0,0608	0,2584	0,1703	1,0029	0,1558	6,4374
K2	0,0173	0,0296	0,0455	0,0473	0,0323	0,0170	0,1890	0,0296	6,3836
K3	0,0779	0,0296	0,0455	0,0473	0,0287	0,0852	0,3142	0,0455	6,9040
K4	1,0905	0,2665	0,4095	0,4255	0,2584	0,5962	3,0467	0,4255	7,1601
K5	0,1558	0,2369	0,4095	0,4255	0,2584	0,1703	1,6565	0,2584	6,4101
K6	0,0779	0,1481	0,0455	0,0608	0,1292	0,0852	0,5466	0,0852	6,4185

λ	6,6189
n	6

CI	0,1238
CR	0,0998

KV-3'e Ait Değerler									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Ei	Wi	λ
K1	0,2297	0,3100	0,2877	0,1249	0,3058	0,3013	1,5595	0,2297	6,7890
K2	0,0255	0,0344	0,0288	0,0749	0,0218	0,0301	0,2157	0,0344	6,2604
K3	0,0459	0,0689	0,0575	0,1249	0,0306	0,0301	0,3580	0,0575	6,2220
K4	0,6891	0,1722	0,1726	0,3747	0,7645	0,4520	2,6253	0,3747	7,0058
K5	0,1149	0,2411	0,2877	0,0749	0,1529	0,1507	1,0222	0,1529	6,6852
K6	0,1149	0,1722	0,2877	0,1249	0,1529	0,1507	1,0033	0,1507	6,6587

λ	6,6035
n	6,0000

CI	0,1207
CR	0,0973

KV-4'e Ait Değerler									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Ei	Wi	λ
K1	0,3651	0,5144	0,4509	0,7564	0,2372	0,1516	2,4756	0,3651	6,7812
K2	0,0730	0,1029	0,0751	0,1261	0,1581	0,1516	0,6869	0,1029	6,6760
K3	0,1217	0,2058	0,1503	0,1261	0,2372	0,1516	0,9926	0,1503	6,6045
K4	0,1217	0,2058	0,3006	0,2521	0,3954	0,4043	1,6798	0,2521	6,6623
K5	0,1217	0,0514	0,0501	0,0504	0,0791	0,1516	0,5043	0,0791	6,3782
K6	0,1217	0,0343	0,0501	0,0315	0,0264	0,0505	0,3145	0,0505	6,2233

λ	6,5543
n	6,0000

CI	0,1109
CR	0,0894

KV-5'e Ait Değerler									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Ei	Wi	λ
K1	0,2838	0,8755	0,1551	0,2062	0,4103	0,1551	2,0859	0,283842	7,348957485
K2	0,0315	0,0973	0,1551	0,0687	0,1026	0,1551	0,6102	0,097275	6,27331086

K3	0,2838	0,0973	0,1551	0,2062	0,1026	0,1551	1,0000	0,155055	6,449341753
K4	0,2838	0,2918	0,1551	0,2062	0,3077	0,1551	1,3997	0,206191	6,788439867
K5	0,0710	0,0973	0,1551	0,0687	0,1026	0,1551	0,6497	0,102583	6,333016244
K6	0,2838	0,0973	0,1551	0,2062	0,1026	0,1551	1,0000	0,155055	6,449341753

	λ	6,6071
	n	6,0000
CI		0,1214
CR		0,0979

KV-6'ya Ait Değerler									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Ei	Wi	λ
K1	0,2255	0,2817	0,5420	0,1186	0,1096	0,2341	1,5115	0,2255	6,7015
K2	0,0251	0,0313	0,0602	0,0263	0,0365	0,0234	0,2029	0,0313	6,4814
K3	0,0251	0,0313	0,0602	0,1186	0,0822	0,0585	0,3759	0,0602	6,2413
K4	0,4511	0,2817	0,1204	0,2371	0,1644	0,3511	1,6059	0,2371	6,7715
K5	0,6766	0,2817	0,2409	0,4743	0,3288	0,2341	2,2363	0,3288	6,8024
K6	0,1128	0,1565	0,1204	0,0790	0,1644	0,1170	0,7502	0,1170	6,4098

	λ	6,5680
	n	6,0000
CI		0,1136
CR		0,0916

Ek-7 KV-2, KV-3, KV-4, KV-5 ve KV-6'ya Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisleri

KV-2'ye Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi					
	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$

$K1_1$	1	1	1/7	1/5	3
$K1_2$	1	1	1/3	1	3
$K1_3$	7	3	1	2	7
$K1_4$	5	1	1/2	1	3
$K1_5$	1/3	1/3	1/7	1/3	1
Toplam	14,3333	6,3333	2,1190	4,5333	17,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				
	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$
$K2_1$	1,0000	0,2000	1,0000	0,2000
$K2_2$	5,0000	1,0000	5,0000	1,0000
$K2_3$	1,0000	0,2000	1,0000	0,2000
$K2_4$	5,0000	1,0000	5,0000	1,0000
Toplam	12,0000	2,4000	12,0000	2,4000

KV-2'ye Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi								
	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$
$K3_1$	1	1	5	2	5	3	7	5
$K3_2$	1	1	5	3	5	3	7	7
$K3_3$	1/5	1/5	1	1/3	3	1/5	3	1
$K3_4$	1/2	1/3	3	1	1	3	7	7
$K3_5$	1/5	1/5	1/3	1	1	1/3	3	1
$K3_6$	1/3	1/3	5	1/3	3	1	5	5
$K3_7$	1/7	1/7	1/3	1/7	1/3	1/5	1	1/5
$K3_8$	1/5	1/7	1	1/7	1	1/5	5	1
Toplam	3,5762	3,3524	20,6667	7,9524	19,3333	10,9333	38,0000	27,2000

KV-2'ye Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi			
	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$
$K4_1$	1	9	9
$K4_2$	1/9	1	1
$K4_3$	1/9	1	1
Toplam	1,2222	11,0000	11,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				
	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$
$K5_1$	1	1	1	1/3

$K5_2$	1	1	1/2	1
$K5_3$	1	2	1	1
$K5_4$	3	1	1	1
Toplam	6,0000	5,0000	3,5000	3,3333

KV-2'ye Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi			
	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$
$K6_1$	1	1	1
$K6_2$	1	1	1
$K6_3$	1	1	1
Toplam	3,0000	3,0000	3,0000

KV-3'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi					
	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$
$K1_1$	1	1/3	1/5	1/5	1/3
$K1_2$	3	1	1/3	1	3
$K1_3$	5	3	1	5	7
$K1_4$	5	1	1/5	1	3
$K1_5$	3	1/3	1/7	1/3	1
Toplam	17,0000	5,6667	1,8762	7,5333	14,3333

KV-3'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				
	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$
$K2_1$	1	1/5	1/3	1/5
$K2_2$	5	1	3	3
$K2_3$	3	1/3	1	1/3
$K2_4$	5	1/3	3	1
Toplam	14,0000	1,8667	7,3333	4,5333

KV-3'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi								
	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$
$K3_1$	1	1	5	2	5	3	5	5
$K3_2$	1	1	7	3	5	3	5	3
$K3_3$	1/5	1/7	1	1/3	1	1/3	1/3	1/3
$K3_4$	1/2	1/3	3	1	3	2	3	3
$K3_5$	1/5	1/5	1	1/3	1	1/3	1	2
$K3_6$	1/3	1/3	3	1/2	3	1	4	1/2
$K3_7$	1/5	1/5	3	1/3	1	1/4	1	1/5
$K3_8$	1/5	1/3	3	1/3	1/2	2	5	1
Toplam	3,6333	3,5429	26,0000	7,8333	19,5000	11,9167	24,3333	15,0333

KV-3'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi			
	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$
$K4_1$	1	1/5	1/7

$K4_2$	5	1	1/3
$K4_3$	7	3	1
Toplam	13,0000	4,2000	1,4762

KV-3'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				
	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$
$K5_1$	1	2	1	1
$K5_2$	1/2	1	2	2
$K5_3$	1	1/2	1	1
$K5_4$	1	1/2	1	1
Toplam	3,5000	4,0000	5,0000	5,0000

KV-3'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi			
	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$
$K6_1$	1	5	1/3
$K6_2$	1/5	1	1/7
$K6_3$	3	7	1
Toplam	4,2000	13,0000	1,4762

KV-4'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi					
	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$
$K1_1$	1	1	3	3	5
$K1_2$	1	1	3	3	3
$K1_3$	1/3	1/3	1	3	5
$K1_4$	1/3	1/3	1/3	1	3
$K1_5$	1/5	1/3	1/5	1/3	1
Toplam	2,8667	3,0000	7,5333	10,3333	17,0000

KV-4'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				
	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$
$K2_1$	1	1/3	3	1/2
$K2_2$	3	1	3	3
$K2_3$	1/3	1/3	1	1/3
$K2_4$	2	1/3	3	1
Toplam	6,3333	2,0000	10,0000	4,8333

KV-4'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi								
	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$

K3₁	1	2	3	3	3	3	3	3
K3₂	1/2	1	3	3	3	3	3	3
K3₃	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	2	3
K3₄	1/3	1/3	3	1	1/3	1/3	3	3
K3₅	1/3	1/3	3	3	1	3	3	3
K3₆	1/3	1/3	3	3	1/3	1	3	3
K3₇	1/3	1/3	1/2	1/3	1/3	1/3	1	1/2
K3₈	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2	1
Toplam	3,5000	5,0000	16,8333	14,0000	8,6667	11,3333	20,0000	19,5000

KV-4'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi			
	K4₁	K4₂	K4₃
K4₁	1	3	5
K4₂	1/3	1	3
K4₃	1/5	1/3	1
Toplam	1,5333	4,3333	9,0000

KV-4'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				
	K5₁	K5₂	K5₃	K5₄
K5₁	1	1/3	1/3	1/2
K5₂	3	1	3	3
K5₃	3	1/3	1	3
K5₄	2	1/3	1/3	1
Toplam	9,0000	2,0000	4,6667	7,5000

KV-4'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi			
	K6₁	K6₂	K6₃
K6₁	1	3	1/3
K6₂	1/3	1	1/5
K6₃	3	5	1
Toplam	4,3333	9,0000	1,5333

KV-5'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi			
---	--	--	--

	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$
$K1_1$	1	1/9	1/7	1	1
$K1_2$	9	1	7	9	9
$K1_3$	7	1/7	1	7	7
$K1_4$	1	1/9	1/7	1	1
$K1_5$	1	1/9	1/7	1	1
Toplam	19,0000	1,4762	8,4286	19,0000	19,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				
	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$
$K2_1$	1	2	1	2
$K2_2$	1/2	1	2	1
$K2_3$	1	1/2	1	1
$K2_4$	1/2	1	1	1
Toplam	3,0000	4,5000	5,0000	5,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi								
	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$
$K3_1$	1	3	7	9	9	3	9	9
$K3_2$	1/3	1	5	5	5	3	5	7
$K3_3$	1/7	1/5	1	3	5	1	5	7
$K3_4$	1/9	1/5	1/3	1	3	1	5	5
$K3_5$	1/9	1/5	1/5	1/3	1	1/5	1	3
$K3_6$	1/3	1/3	1	1	5	1	5	7
$K3_7$	1/9	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1	5
$K3_8$	1/9	1/7	1/7	1/5	1/3	1/7	1/5	1
Toplam	2,2540	5,2762	14,8762	19,7333	29,3333	9,5429	31,2000	44,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi			
	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$
$K4_1$	1	1/3	5
$K4_2$	3	1	9
$K4_3$	1/5	1/9	1
Toplam	4,2000	1,4444	15,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				
	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$
$K5_1$	1	1/7	1	1
$K5_2$	7	1	7	3
$K5_3$	1	1/7	1	1
$K5_4$	1	1/3	1	1
Toplam	10,0000	1,6190	10,0000	6,0000
KV-5'e Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				

	K6₁	K6₂	K6₃
K6₁	1	1	1/7
K6₂	1	1	1/7
K6₃	7	7	1
Toplam	9,0000	9,0000	1,2857

KV-6'ya Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi					
	K1₁	K1₂	K1₃	K1₄	K1₅
K1₁	1	1	3	1	9
K1₂	1	1	9	1	9
K1₃	1/3	1/9	1	1/9	5
K1₄	1	1	9	1	9
K1₅	1/9	1/9	1/5	1/9	1
Toplam	3,4444	3,2222	22,2000	3,2222	33,0000

KV-6'ya Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				
	K2₁	K2₂	K2₃	K2₄
K2₁	1	1	3	1
K2₂	1	1	7	3
K2₃	1/3	1/7	1	1/5
K2₄	1	1/3	5	1
Toplam	3,3333	2,4762	16,0000	5,2000

KV-6'ya Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi								
	K3₁	K3₂	K3₃	K3₄	K3₅	K3₆	K3₇	K3₈
K3₁	1	3	3	5	9	5	9	9
K3₂	1/3	1	3	3	7	3	5	9
K3₃	1/3	1/3	1	1/5	3	3	3	9
K3₄	1/5	1/3	5	1	5	3	5	9
K3₅	1/9	1/7	1/3	1/5	1	1/3	3	3
K3₆	1/5	1/3	1/3	1/3	3	1	3	5
K3₇	1/9	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	1	3
K3₈	1/9	1/9	1/9	1/9	1/3	1/5	1/3	1
Toplam	2,4000	5,4540	13,1111	10,0444	28,6667	15,8667	29,3333	48,0000

KV-6'ya Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi			
	K4₁	K4₂	K4₃
K4₁	1	1/5	1/9
K4₂	5	1	1/3
K4₃	9	3	1
Toplam	15,0000	4,2000	1,4444

KV-6'ya Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi				
	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$
$K5_1$	1	1/5	1/9	1/5
$K5_2$	5	1	1/5	1/3
$K5_3$	9	5	1	3
$K5_4$	5	3	1/3	1
Toplam	20,0000	9,2000	1,6444	4,5333

KV-6'ya Ait Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi			
	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$
$K6_1$	1	1/9	1/5
$K6_2$	9	1	3
$K6_3$	5	1/3	1
Toplam	15,0000	1,4444	4,2000

Ek-8 KV-2, KV-3, KV-4, KV-5 ve KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisleri

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi							
Kriterler	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Toplam	W
$K1_1$	0,0698	0,1579	0,0674	0,0441	0,1765	0,5157	0,1031
$K1_2$	0,0698	0,1579	0,1573	0,2206	0,1765	0,7820	0,1564
$K1_3$	0,4884	0,4737	0,4719	0,4412	0,4118	2,2869	0,4574
$K1_4$	0,3488	0,1579	0,2360	0,2206	0,1765	1,1397	0,2279
$K1_5$	0,0233	0,0526	0,0674	0,0735	0,0588	0,2757	0,0551
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	5,0000	1,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi						
Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Toplam	W
$K2_1$	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,3333	0,0833
$K2_2$	0,4167	0,4167	0,4167	0,4167	1,6667	0,4167
$K2_3$	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,3333	0,0833
$K2_4$	0,4167	0,4167	0,4167	0,4167	1,6667	0,4167
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi										
Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Toplam	W
$K3_1$	0,2796	0,2983	0,2419	0,2515	0,2586	0,2744	0,1842	0,1838	1,9724	0,2466
$K3_2$	0,2796	0,2983	0,2419	0,3772	0,2586	0,2744	0,1842	0,2574	2,1717	0,2715
$K3_3$	0,0559	0,0597	0,0484	0,0419	0,1552	0,0183	0,0789	0,0368	0,4951	0,0619
$K3_4$	0,1398	0,0994	0,1452	0,1257	0,0517	0,2744	0,1842	0,2574	1,2778	0,1597
$K3_5$	0,0559	0,0597	0,0161	0,1257	0,0517	0,0305	0,0789	0,0368	0,4554	0,0569
$K3_6$	0,0932	0,0994	0,2419	0,0419	0,1552	0,0915	0,1316	0,1838	1,0385	0,1298
$K3_7$	0,0399	0,0426	0,0161	0,0180	0,0172	0,0183	0,0263	0,0074	0,1859	0,0232
$K3_8$	0,0559	0,0426	0,0484	0,0180	0,0517	0,0183	0,1316	0,0368	0,4033	0,0504
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	8,0000	1,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi					
Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Toplam	W
$K4_1$	0,8182	0,8182	0,8182	2,4545	0,8182
$K4_2$	0,0909	0,0909	0,0909	0,2727	0,0909
$K4_3$	0,0909	0,0909	0,0909	0,2727	0,0909
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi						
Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Toplam	W

K5₁	0,1667	0,2000	0,2857	0,1000	0,7524	0,1881
K5₂	0,1667	0,2000	0,1429	0,3000	0,8095	0,2024
K5₃	0,1667	0,4000	0,2857	0,3000	1,1524	0,2881
K5₄	0,5000	0,2000	0,2857	0,3000	1,2857	0,3214
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi					
Kriterler	K6₁	K6₂	K6₃	Toplam	W
K6₁	0,3333	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333
K6₂	0,3333	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333
K6₃	0,3333	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi							
Kriterler	K1₁	K1₂	K1₃	K1₄	K1₅	Toplam	W
K1₁	0,0588	0,0588	0,1066	0,0265	0,0233	0,2741	0,0548
K1₂	0,1765	0,1765	0,1777	0,1327	0,2093	0,8727	0,1745
K1₃	0,2941	0,5294	0,5330	0,6637	0,4884	2,5086	0,5017
K1₄	0,2941	0,1765	0,1066	0,1327	0,2093	0,9192	0,1838
K1₅	0,1765	0,0588	0,0761	0,0442	0,0698	0,4255	0,0851
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	5,0000	1,0000

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi						
Kriterler	K2₁	K2₂	K2₃	K2₄	Toplam	W
K2₁	0,0714	0,1071	0,0455	0,0441	0,2681	0,0670
K2₂	0,3571	0,5357	0,4091	0,6618	1,9637	0,4909
K2₃	0,2143	0,1786	0,1364	0,0735	0,6028	0,1507
K2₄	0,3571	0,1786	0,4091	0,2206	1,1654	0,2913
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi										
Kriterler	K3₁	K3₂	K3₃	K3₄	K3₅	K3₆	K3₇	K3₈	Toplam	W
K3₁	0,2752	0,2823	0,1923	0,2553	0,2564	0,2517	0,2055	0,3326	2,0513	0,2564
K3₂	0,2752	0,2823	0,2692	0,3830	0,2564	0,2517	0,2055	0,1996	2,1229	0,2654
K3₃	0,0550	0,0403	0,0385	0,0426	0,0513	0,0280	0,0137	0,0222	0,2915	0,0364
K3₄	0,1376	0,0941	0,1154	0,1277	0,1538	0,1678	0,1233	0,1996	1,1193	0,1399
K3₅	0,0550	0,0565	0,0385	0,0426	0,0513	0,0280	0,0411	0,1330	0,4459	0,0557
K3₆	0,0917	0,0941	0,1154	0,0638	0,1538	0,0839	0,1644	0,0333	0,8004	0,1001
K3₇	0,0550	0,0565	0,1154	0,0426	0,0513	0,0210	0,0411	0,0133	0,3961	0,0495
K3₈	0,0550	0,0941	0,1154	0,0426	0,0256	0,1678	0,2055	0,0665	0,7725	0,0966
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	8,0000	1,0000

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi					
Kriterler	K4₁	K4₂	K4₃	Toplam	W

K4₁	0,0769	0,0476	0,0968	0,2213	0,0738
K4₂	0,3846	0,2381	0,2258	0,8485	0,2828
K4₃	0,5385	0,7143	0,6774	1,9302	0,6434
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi						
Kriterler	K5₁	K5₂	K5₃	K5₄	Toplam	W
K5₁	0,2857	0,5000	0,2000	0,2000	1,1857	0,2964
K5₂	0,1429	0,2500	0,4000	0,4000	1,1929	0,2982
K5₃	0,2857	0,1250	0,2000	0,2000	0,8107	0,2027
K5₄	0,2857	0,1250	0,2000	0,2000	0,8107	0,2027
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi					
Kriterler	K6₁	K6₂	K6₃	Toplam	W
K6₁	0,2381	0,3846	0,2258	0,8485	0,2828
K6₂	0,0476	0,0769	0,0968	0,2213	0,0738
K6₃	0,7143	0,5385	0,6774	1,9302	0,6434
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi							
Kriterler	K1₁	K1₂	K1₃	K1₄	K1₅	Toplam	W
K1₁	0,3488	0,3333	0,3982	0,2903	0,2941	1,6648	0,3330
K1₂	0,3488	0,3333	0,3982	0,2903	0,1765	1,5472	0,3094
K1₃	0,1163	0,1111	0,1327	0,2903	0,2941	0,9446	0,1889
K1₄	0,1163	0,1111	0,0442	0,0968	0,1765	0,5449	0,1090
K1₅	0,0698	0,1111	0,0265	0,0323	0,0588	0,2985	0,0597
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	5,0000	1,0000

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi						
Kriterler	K2₁	K2₂	K2₃	K2₄	Toplam	W
K2₁	0,1579	0,1667	0,3000	0,1034	0,7280	0,1820
K2₂	0,4737	0,5000	0,3000	0,6207	1,8944	0,4736
K2₃	0,0526	0,1667	0,1000	0,0690	0,3883	0,0971
K2₄	0,3158	0,1667	0,3000	0,2069	0,9894	0,2473
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi						
---	--	--	--	--	--	--

Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Toplam	W
$K3_1$	0,2857	0,4000	0,1782	0,2143	0,3462	0,2647	0,1500	0,1538	1,9929	0,2491
$K3_2$	0,1429	0,2000	0,1782	0,2143	0,3462	0,2647	0,1500	0,1538	1,6501	0,2063
$K3_3$	0,0952	0,0667	0,0594	0,0238	0,0385	0,0294	0,1000	0,1538	0,5668	0,0709
$K3_4$	0,0952	0,0667	0,1782	0,0714	0,0385	0,0294	0,1500	0,1538	0,7833	0,0979
$K3_5$	0,0952	0,0667	0,1782	0,2143	0,1154	0,2647	0,1500	0,1538	1,2383	0,1548
$K3_6$	0,0952	0,0667	0,1782	0,2143	0,0385	0,0882	0,1500	0,1538	0,9850	0,1231
$K3_7$	0,0952	0,0667	0,0297	0,0238	0,0385	0,0294	0,0500	0,0256	0,3589	0,0449
$K3_8$	0,0952	0,0667	0,0198	0,0238	0,0385	0,0294	0,1000	0,0513	0,4247	0,0531
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	8,0000	1,0000

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi					
Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Toplam	W
$K4_1$	0,6522	0,6923	0,5556	1,9000	0,6333
$K4_2$	0,2174	0,2308	0,3333	0,7815	0,2605
$K4_3$	0,1304	0,0769	0,1111	0,3185	0,1062
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi						
Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Toplam	W
$K5_1$	0,1111	0,1667	0,0714	0,0667	0,4159	0,1040
$K5_2$	0,3333	0,5000	0,6429	0,4000	1,8762	0,4690
$K5_3$	0,3333	0,1667	0,2143	0,4000	1,1143	0,2786
$K5_4$	0,2222	0,1667	0,0714	0,1333	0,5937	0,1484
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi					
Kriterler	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Toplam	W
$K6_1$	0,2308	0,3333	0,2174	0,7815	0,2605
$K6_2$	0,0769	0,1111	0,1304	0,3185	0,1062
$K6_3$	0,6923	0,5556	0,6522	1,9000	0,6333
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi							
Kriterler	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Toplam	W
$K1_1$	0,0526	0,0753	0,0169	0,0526	0,0526	0,2501	0,0500
$K1_2$	0,4737	0,6774	0,8305	0,4737	0,4737	2,9290	0,5858
$K1_3$	0,3684	0,0968	0,1186	0,3684	0,3684	1,3207	0,2641
$K1_4$	0,0526	0,0753	0,0169	0,0526	0,0526	0,2501	0,0500
$K1_5$	0,0526	0,0753	0,0169	0,0526	0,0526	0,2501	0,0500
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	5,0000	1,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi							
--	--	--	--	--	--	--	--

Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Toplam	W
$K2_1$	0,3333	0,4444	0,2000	0,4000	1,3778	0,3444
$K2_2$	0,1667	0,2222	0,4000	0,2000	0,9889	0,2472
$K2_3$	0,3333	0,1111	0,2000	0,2000	0,8444	0,2111
$K2_4$	0,1667	0,2222	0,2000	0,2000	0,7889	0,1972
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi										
Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Toplam	W
$K3_1$	0,4437	0,5686	0,4706	0,4561	0,3068	0,3144	0,2885	0,2045	3,0531	0,3816
$K3_2$	0,1479	0,1895	0,3361	0,2534	0,1705	0,3144	0,1603	0,1591	1,7311	0,2164
$K3_3$	0,0634	0,0379	0,0672	0,1520	0,1705	0,1048	0,1603	0,1591	0,9151	0,1144
$K3_4$	0,0493	0,0379	0,0224	0,0507	0,1023	0,1048	0,1603	0,1136	0,6412	0,0802
$K3_5$	0,0493	0,0379	0,0134	0,0169	0,0341	0,0210	0,0321	0,0682	0,2728	0,0341
$K3_6$	0,1479	0,0632	0,0672	0,0507	0,1705	0,1048	0,1603	0,1591	0,9236	0,1154
$K3_7$	0,0493	0,0379	0,0134	0,0101	0,0341	0,0210	0,0321	0,1136	0,3115	0,0389
$K3_8$	0,0493	0,0271	0,0096	0,0101	0,0114	0,0150	0,0064	0,0227	0,1516	0,0189
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	8,0000	1,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi					
Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Toplam	W
$K4_1$	0,2381	0,2308	0,3333	0,8022	0,2674
$K4_2$	0,7143	0,6923	0,6000	2,0066	0,6689
$K4_3$	0,0476	0,0769	0,0667	0,1912	0,0637
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi						
Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Toplam	W
$K5_1$	0,1000	0,0882	0,1000	0,1667	0,4549	0,1137
$K5_2$	0,7000	0,6176	0,7000	0,5000	2,5176	0,6294
$K5_3$	0,1000	0,0882	0,1000	0,1667	0,4549	0,1137
$K5_4$	0,1000	0,2059	0,1000	0,1667	0,5725	0,1431
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi						
--	--	--	--	--	--	--

Kriterler	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Toplam	W
$K6_1$	0,1111	0,1111	0,1111	0,3333	0,1111
$K6_2$	0,1111	0,1111	0,1111	0,3333	0,1111
$K6_3$	0,7778	0,7778	0,7778	2,3333	0,7778
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi

Kriterler	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Toplam	W
$K1_1$	0,2903	0,3103	0,1351	0,3103	0,2727	1,3189	0,2638
$K1_2$	0,2903	0,3103	0,4054	0,3103	0,2727	1,5891	0,3178
$K1_3$	0,0968	0,0345	0,0450	0,0345	0,1515	0,3623	0,0725
$K1_4$	0,2903	0,3103	0,4054	0,3103	0,2727	1,5891	0,3178
$K1_5$	0,0323	0,0345	0,0090	0,0345	0,0303	0,1405	0,0281
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	5,0000	1,0000

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi

Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Toplam	W
$K2_1$	0,3000	0,4038	0,1875	0,1923	1,0837	0,2709
$K2_2$	0,3000	0,4038	0,4375	0,5769	1,7183	0,4296
$K2_3$	0,1000	0,0577	0,0625	0,0385	0,2587	0,0647
$K2_4$	0,3000	0,1346	0,3125	0,1923	0,9394	0,2349
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi

Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Toplam	W
$K3_1$	0,4167	0,5501	0,2288	0,4978	0,3140	0,3151	0,3068	0,1875	2,8167	0,3521
$K3_2$	0,1389	0,1834	0,2288	0,2987	0,2442	0,1891	0,1705	0,1875	1,6409	0,2051
$K3_3$	0,1389	0,0611	0,0763	0,0199	0,1047	0,1891	0,1023	0,1875	0,8797	0,1100
$K3_4$	0,0833	0,0611	0,3814	0,0996	0,1744	0,1891	0,1705	0,1875	1,3468	0,1684
$K3_5$	0,0463	0,0262	0,0254	0,0199	0,0349	0,0210	0,1023	0,0625	0,3385	0,0423
$K3_6$	0,0833	0,0611	0,0254	0,0332	0,1047	0,0630	0,1023	0,1042	0,5772	0,0721
$K3_7$	0,0463	0,0367	0,0254	0,0199	0,0116	0,0210	0,0341	0,0625	0,2575	0,0322
$K3_8$	0,0463	0,0204	0,0085	0,0111	0,0116	0,0126	0,0114	0,0208	0,1426	0,0178
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	8,0000	1,0000

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi

Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Toplam	W
$K4_1$	0,0667	0,0476	0,0769	0,1912	0,0637
$K4_2$	0,3333	0,2381	0,2308	0,8022	0,2674
$K4_3$	0,6000	0,7143	0,6923	2,0066	0,6689
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi

Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Toplam	W
$K5_1$	0,0500	0,0217	0,0676	0,0441	0,1834	0,0459
$K5_2$	0,2500	0,1087	0,1216	0,0735	0,5538	0,1385
$K5_3$	0,4500	0,5435	0,6081	0,6618	2,2634	0,5658
$K5_4$	0,2500	0,3261	0,2027	0,2206	0,9994	0,2498
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	4,0000	1,0000

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Normalize Edilmiş Matrisi

Kriterler	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Toplam	W
$K6_1$	0,0667	0,0769	0,0476	0,1912	0,0637
$K6_2$	0,6000	0,6923	0,7143	2,0066	0,6689
$K6_3$	0,3333	0,2308	0,2381	0,8022	0,2674
Toplam	1,0000	1,0000	1,0000	3,0000	1,0000

Ek-9 KV-2, KV-3, KV-4, KV-5 ve KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi Değeri ve λ Değeri, Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri								
Kriterler	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Ei	Wi	λ
$K1_1$	0,1031	0,1564	0,0653	0,0456	0,1654	0,5359	0,1031	5,1958
$K1_2$	0,1031	0,1564	0,1525	0,2279	0,1654	0,8053	0,1564	5,1491
$K1_3$	0,7219	0,4692	0,4574	0,4559	0,3859	2,4903	0,4574	5,4448
$K1_4$	0,5157	0,1564	0,2287	0,2279	0,1654	1,2941	0,2279	5,6772
$K1_5$	0,0344	0,0521	0,0653	0,0760	0,0551	0,2830	0,0551	5,1326

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K1_1, K1_2, K1_3, K1_4, K1_5$)	
λ	5,3199
n	5,0000
CI	0,0800
CR	0,0714

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri								
Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Ei	Wi	λ	
$K2_1$	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,3333	0,0833	4	
$K2_2$	0,4167	0,4167	0,4167	0,4167	1,6667	0,4167	4	
$K2_3$	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,3333	0,0833	4	
$K2_4$	0,4167	0,4167	0,4167	0,4167	1,6667	0,4167	4	

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K2_1, K2_2, K2_3, K2_4$)	
λ	4,0000
n	4,0000
CI	0,0000
CR	0,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri											
Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Ei	Wi	λ
$K3_1$	0,2466	0,2715	0,3094	0,3195	0,2846	0,3894	0,1626	0,2520	2,2356	0,2466	9,0676
$K3_2$	0,2466	0,2715	0,3094	0,4792	0,2846	0,3894	0,1626	0,3528	2,4961	0,2715	9,1953
$K3_3$	0,0493	0,0543	0,0619	0,0532	0,1708	0,0260	0,0697	0,0504	0,5356	0,0619	8,6544
$K3_4$	0,1233	0,0905	0,1856	0,1597	0,0569	0,3894	0,1626	0,3528	1,5210	0,1597	9,5223
$K3_5$	0,0493	0,0543	0,0206	0,1597	0,0569	0,0433	0,0697	0,0504	0,5043	0,0569	8,8585
$K3_6$	0,0822	0,0905	0,3094	0,0532	0,1708	0,1298	0,1162	0,2520	1,2041	0,1298	9,2755
$K3_7$	0,0352	0,0388	0,0206	0,0228	0,0190	0,0260	0,0232	0,0101	0,1957	0,0232	8,4237
$K3_8$	0,0493	0,0388	0,0619	0,0228	0,0569	0,0260	0,1162	0,0504	0,4222	0,0504	8,3768

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K3_1, K3_2, K3_3, K3_4, K3_5, K3_6, K3_7, K3_8$)	
λ	8,9217
n	8,0000
CI	0,1317
CR	0,0934

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri						
Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Ei	Wi	λ
$K4_1$	0,8182	0,8182	0,8182	2,4545	0,8182	3,0000
$K4_2$	0,0909	0,0909	0,0909	0,2727	0,0909	3,0000
$K4_3$	0,0909	0,0909	0,0909	0,2727	0,0909	3,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K4_1, K4_2, K4_3$)	
λ	3,0000
n	3,0000
CI	0,0000
CR	0,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri							
Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Ei	Wi	λ
$K5_1$	0,1881	0,2024	0,2881	0,1071	0,7857	0,1881	4,1772
$K5_2$	0,1881	0,2024	0,1440	0,3214	0,8560	0,2024	4,2294
$K5_3$	0,1881	0,4048	0,2881	0,3214	1,2024	0,2881	4,1736
$K5_4$	0,5643	0,2024	0,2881	0,3214	1,3762	0,3214	4,2815

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K5_1, K5_2, K5_3, K5_4$)	
λ	4,2154
n	4,0000
CI	0,0718
CR	0,0798

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri						
Kriterler	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Ei	Wi	λ
$K6_1$	0,3333	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333	3,0000
$K6_2$	0,3333	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333	3,0000
$K6_3$	0,3333	0,3333	0,3333	1,0000	0,3333	3,0000

KV-2'ye Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K6_1, K6_2, K6_3$)	
λ	3,0000
n	3,0000
CI	0,0000
CR	0,0000

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri								
Kriterler	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Ei	Wi	λ
$K1_1$	0,0548	0,0582	0,1003	0,0368	0,0284	0,2785	0,0548	5,0805
$K1_2$	0,1644	0,1745	0,1672	0,1838	0,2553	0,9453	0,1745	5,4164
$K1_3$	0,2741	0,5236	0,5017	0,9192	0,5956	2,8142	0,5017	5,6091
$K1_4$	0,2741	0,1745	0,1003	0,1838	0,2553	0,9880	0,1838	5,3743
$K1_5$	0,1644	0,0582	0,0717	0,0613	0,0851	0,4407	0,0851	5,1787

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K1_1, K1_2, K1_3, K1_4, K1_5$)	
λ	5,3318
n	5,0000
CI	0,0829
CR	0,0741

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri							
Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Ei	Wi	λ
$K2_1$	0,0670	0,0982	0,0502	0,0583	0,2737	0,0670	4,0832
$K2_2$	0,3352	0,4909	0,4521	0,8740	2,1522	0,4909	4,3840
$K2_3$	0,2011	0,1636	0,1507	0,0971	0,6126	0,1507	4,0651
$K2_4$	0,3352	0,1636	0,4521	0,2913	1,2422	0,2913	4,2637

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K2_1, K2_2, K2_3, K2_4$)	
λ	4,1990
n	4,0000
CI	0,0663
CR	0,0737

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri											
Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Ei	Wi	λ
$K3_1$	0,2564	0,2654	0,1822	0,2798	0,2787	0,3002	0,2476	0,4828	2,2930	0,2564	8,9426
$K3_2$	0,2564	0,2654	0,2551	0,4197	0,2787	0,3002	0,2476	0,2897	2,3127	0,2654	8,7153
$K3_3$	0,0513	0,0379	0,0364	0,0466	0,0557	0,0334	0,0165	0,0322	0,3100	0,0364	8,5088
$K3_4$	0,1282	0,0885	0,1093	0,1399	0,1672	0,2001	0,1485	0,2897	1,2715	0,1399	9,0877
$K3_5$	0,0513	0,0531	0,0364	0,0466	0,0557	0,0334	0,0495	0,1931	0,5192	0,0557	9,3145
$K3_6$	0,0855	0,0885	0,1093	0,0700	0,1672	0,1001	0,1980	0,0483	0,8668	0,1001	8,6631
$K3_7$	0,0513	0,0531	0,1093	0,0466	0,0557	0,0250	0,0495	0,0193	0,4099	0,0495	8,2785
$K3_8$	0,0513	0,0885	0,1093	0,0466	0,0279	0,2001	0,2476	0,0966	0,8678	0,0966	8,9864

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K3_1, K3_2, K3_3, K3_4, K3_5, K3_6, K3_7, K3_8$)	
λ	8,8121
n	8,0000
CI	0,1160
CR	0,0823

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri						
Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Ei	Wi	λ
$K4_1$	0,0738	0,0566	0,0919	0,2223	0,0738	3,0127
$K4_2$	0,3689	0,2828	0,2145	0,8662	0,2828	3,0624
$K4_3$	0,5164	0,8485	0,6434	2,0083	0,6434	3,1215

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K4_1, K4_2, K4_3$)	
λ	3,0655
n	3,0000
CI	0,0328
CR	0,0565

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri							
Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Ei	Wi	λ
$K5_1$	0,2964	0,5964	0,2027	0,2027	1,2982	0,2964	4,3795
$K5_2$	0,1482	0,2982	0,4054	0,4054	1,2571	0,2982	4,2156
$K5_3$	0,2964	0,1491	0,2027	0,2027	0,8509	0,2027	4,1982
$K5_4$	0,2964	0,1491	0,2027	0,2027	0,8509	0,2027	4,1982

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K5_1, K5_2, K5_3, K5_4$)	
λ	4,2479
n	4,0000
CI	0,0826
CR	0,0918

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri						
Kriterler	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Ei	Wi	λ
$K6_1$	0,2828	0,3689	0,2145	0,8662	0,2828	3,0624
$K6_2$	0,0566	0,0738	0,0919	0,2223	0,0738	3,0127
$K6_3$	0,8485	0,5164	0,6434	2,0083	0,6434	3,1215

KV-3'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K6_1, K6_2, K6_3$)	
λ	3,0655
n	3,0000
CI	0,0328
CR	0,0565

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri								
Kriterler	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Ei	Wi	λ
$K1_1$	0,3330	0,3094	0,5667	0,3269	0,2985	1,8346	0,3330	5,5098
$K1_2$	0,3330	0,3094	0,5667	0,3269	0,1791	1,7152	0,3094	5,5429
$K1_3$	0,1110	0,1031	0,1889	0,3269	0,2985	1,0285	0,1889	5,4442
$K1_4$	0,1110	0,1031	0,0630	0,1090	0,1791	0,5652	0,1090	5,1863
$K1_5$	0,0666	0,1031	0,0378	0,0363	0,0597	0,3036	0,0597	5,0844

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K1_1, K1_2, K1_3, K1_4, K1_5$)	
λ	5,3535
n	5,0000
CI	0,0884
CR	0,0789

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri							
Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Ei	Wi	λ
$K2_1$	0,1820	0,1579	0,2912	0,1237	0,7547	0,1820	4,1468
$K2_2$	0,5460	0,4736	0,2912	0,7420	2,0528	0,4736	4,3345
$K2_3$	0,0607	0,1579	0,0971	0,0824	0,3980	0,0971	4,1008
$K2_4$	0,3640	0,1579	0,2912	0,2473	1,0604	0,2473	4,2873

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K2_1, K2_2, K2_3, K2_4$)	
λ	5,3535
n	5,0000
CI	0,0884
CR	0,0789

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri											
Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Ei	Wi	λ
$K3_1$	0,2491	0,4125	0,2126	0,2937	0,4644	0,3694	0,1346	0,1593	2,2955	0,2491	9,2146
$K3_2$	0,1246	0,2063	0,2126	0,2937	0,4644	0,3694	0,1346	0,1593	1,9647	0,2063	9,5254
$K3_3$	0,0830	0,0688	0,0709	0,0326	0,0516	0,0410	0,0897	0,1593	0,5969	0,0709	8,4243
$K3_4$	0,0830	0,0688	0,2126	0,0979	0,0516	0,0410	0,1346	0,1593	0,8488	0,0979	8,6688
$K3_5$	0,0830	0,0688	0,2126	0,2937	0,1548	0,3694	0,1346	0,1593	1,4761	0,1548	9,5358
$K3_6$	0,0830	0,0688	0,2126	0,2937	0,0516	0,1231	0,1346	0,1593	1,1267	0,1231	9,1509
$K3_7$	0,0830	0,0688	0,0354	0,0326	0,0516	0,0410	0,0449	0,0265	0,3839	0,0449	8,5565
$K3_8$	0,0830	0,0688	0,0236	0,0326	0,0516	0,0410	0,0897	0,0531	0,4435	0,0531	8,3547

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K3_1, K3_2, K3_3, K3_4, K3_5, K3_6, K3_7, K3_8$)	
λ	8,9289
n	8,0000
CI	0,1327
CR	0,0941

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri						
Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Ei	Wi	λ
$K4_1$	0,6333	0,7815	0,5308	1,9456	0,6333	3,0720
$K4_2$	0,2111	0,2605	0,3185	0,7901	0,2605	3,0330
$K4_3$	0,1267	0,0868	0,1062	0,3197	0,1062	3,0112

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı (K4₁, K4₂, K4₃)	
λ	3,0387
n	3,0000
CI	0,0194
CR	0,0334

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri							
Kriterler	K5₁	K5₂	K5₃	K5₄	Ei	Wi	λ
K5₁	0,1040	0,1563	0,0929	0,0742	0,4274	0,1040	4,1107
K5₂	0,3119	0,4690	0,8357	0,4452	2,0619	0,4690	4,3959
K5₃	0,3119	0,1563	0,2786	0,4452	1,1921	0,2786	4,2792
K5₄	0,2079	0,1563	0,0929	0,1484	0,6056	0,1484	4,0802

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı (K5₁, K5₂, K5₃, K5₄)	
λ	4,2165
n	4,0000
CI	0,0722
CR	0,0802

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri						
Kriterler	K6₁	K6₂	K6₃	Ei	Wi	λ
K6₁	0,2605	0,3185	0,2111	0,7901	0,2605	3,0330
K6₂	0,0868	0,1062	0,1267	0,3197	0,1062	3,0112
K6₃	0,7815	0,5308	0,6333	1,9456	0,6333	3,0720

KV-4'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı (K6₁, K6₂, K6₃)	
λ	3,0387
n	3,0000
CI	0,0194
CR	0,0334

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri								
Kriterler	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Ei	Wi	λ
$K1_1$	0,0500	0,0651	0,0377	0,0500	0,0500	0,2529	0,0500	5,0555
$K1_2$	0,4502	0,5858	1,8490	0,4502	0,4502	3,7854	0,5858	6,4619
$K1_3$	0,3502	0,0837	0,2641	0,3502	0,3502	1,3983	0,2641	5,2938
$K1_4$	0,0500	0,0651	0,0377	0,0500	0,0500	0,2529	0,0500	5,0555
$K1_5$	0,0500	0,0651	0,0377	0,0500	0,0500	0,2529	0,0500	5,0555

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K1_1, K1_2, K1_3, K1_4, K1_5$)	
λ	5,3845
n	5,0000
CI	0,0961
CR	0,0858

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri							
Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Ei	Wi	λ
$K2_1$	0,3444	0,4944	0,2111	0,3944	1,4444	0,3444	4,1935
$K2_2$	0,1722	0,2472	0,4222	0,1972	1,0389	0,2472	4,2022
$K2_3$	0,3444	0,1236	0,2111	0,1972	0,8764	0,2111	4,1513
$K2_4$	0,1722	0,2472	0,2111	0,1972	0,8278	0,1972	4,1972

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K2_1, K2_2, K2_3, K2_4$)	
λ	4,1861
n	4,0000
CI	0,0620
CR	0,0689

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri											
Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Ei	Wi	λ
$K3_1$	0,3816	0,6492	0,8007	0,7214	0,3069	0,3463	0,3505	0,1705	3,7272	0,3816	9,7663
$K3_2$	0,1272	0,2164	0,5720	0,4008	0,1705	0,3463	0,1947	0,1326	2,1605	0,2164	9,9846
$K3_3$	0,0545	0,0433	0,1144	0,2405	0,1705	0,1154	0,1947	0,1326	1,0659	0,1144	9,3184
$K3_4$	0,0424	0,0433	0,0381	0,0802	0,1023	0,1154	0,1947	0,0947	0,7112	0,0802	8,8722
$K3_5$	0,0424	0,0433	0,0229	0,0267	0,0341	0,0231	0,0389	0,0568	0,2883	0,0341	8,4525
$K3_6$	0,1272	0,0721	0,1144	0,0802	0,1705	0,1154	0,1947	0,1326	1,0072	0,1154	8,7243
$K3_7$	0,0424	0,0433	0,0229	0,0160	0,0341	0,0231	0,0389	0,0947	0,3155	0,0389	8,1012
$K3_8$	0,0424	0,0309	0,0163	0,0160	0,0114	0,0165	0,0078	0,0189	0,1603	0,0189	8,4593

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K3_1, K3_2, K3_3, K3_4, K3_5, K3_6, K3_7, K3_8$)	
λ	8,9599
n	8,0000
CI	0,1371
CR	0,0972

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri						
Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Ei	Wi	λ
$K4_1$	0,2674	0,2230	0,3187	0,8090	0,2674	3,0256
$K4_2$	0,8022	0,6689	0,5736	2,0447	0,6689	3,0570
$K4_3$	0,0535	0,0743	0,0637	0,1915	0,0637	3,0051

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K4_1, K4_2, K4_3$)	
λ	3,0292
n	3,0000
CI	0,0146
CR	0,0252

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri							
Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Ei	Wi	λ
$K5_1$	0,1137	0,0899	0,1137	0,1431	0,4605	0,1137	4,0493
$K5_2$	0,7961	0,6294	0,7961	0,4294	2,6510	0,6294	4,2118
$K5_3$	0,1137	0,0899	0,1137	0,1431	0,4605	0,1137	4,0493
$K5_4$	0,1137	0,2098	0,1137	0,1431	0,5804	0,1431	4,0548

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K5_1, K5_2, K5_3, K5_4$)	
λ	4,0913
n	4,0000
CI	0,0304
CR	0,0338

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri						
Kriterler	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Ei	Wi	λ
$K6_1$	0,1111	0,1111	0,1111	0,3333	0,1111	3,0000
$K6_2$	0,1111	0,1111	0,1111	0,3333	0,1111	3,0000
$K6_3$	0,7778	0,7778	0,7778	2,3333	0,7778	3,0000

KV-5'e Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K6_1, K6_2, K6_3$)	
λ	3,0000
n	3,0000
CI	0,0000
CR	0,0000

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri								
Kriterler	$K1_1$	$K1_2$	$K1_3$	$K1_4$	$K1_5$	Ei	Wi	λ
$K1_1$	0,2638	0,3178	0,2174	0,3178	0,2530	1,3698	0,2638	5,1930
$K1_2$	0,2638	0,3178	0,6521	0,3178	0,2530	1,8045	0,3178	5,6777
$K1_3$	0,0879	0,0353	0,0725	0,0353	0,1405	0,3715	0,0725	5,1276
$K1_4$	0,2638	0,3178	0,6521	0,3178	0,2530	1,8045	0,3178	5,6777
$K1_5$	0,0293	0,0353	0,0145	0,0353	0,0281	0,1425	0,0281	5,0712

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K1_1, K1_2, K1_3, K1_4, K1_5$)	
λ	5,3494
n	5,0000
CI	0,0874
CR	0,0780

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri							
Kriterler	$K2_1$	$K2_2$	$K2_3$	$K2_4$	Ei	Wi	λ
$K2_1$	0,2709	0,4296	0,1940	0,2349	1,1293	0,2709	4,1686
$K2_2$	0,2709	0,4296	0,4526	0,7046	1,8577	0,4296	4,3246
$K2_3$	0,0903	0,0614	0,0647	0,0470	0,2633	0,0647	4,0719
$K2_4$	0,2709	0,1432	0,3233	0,2349	0,9723	0,2349	4,1399

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K2_1, K2_2, K2_3, K2_4$)	
λ	4,1762
n	4,0000
CI	0,0587
CR	0,0653

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri											
Kriterler	$K3_1$	$K3_2$	$K3_3$	$K3_4$	$K3_5$	$K3_6$	$K3_7$	$K3_8$	Ei	Wi	λ
$K3_1$	0,3521	0,6154	0,3299	0,8418	0,3808	0,3607	0,2897	0,1605	3,3308	0,3521	9,4601
$K3_2$	0,1174	0,2051	0,3299	0,5051	0,2962	0,2164	0,1610	0,1605	1,9915	0,2051	9,7088
$K3_3$	0,1174	0,0684	0,1100	0,0337	0,1269	0,2164	0,0966	0,1605	0,9298	0,1100	8,4555
$K3_4$	0,0704	0,0684	0,5498	0,1684	0,2116	0,2164	0,1610	0,1605	1,6064	0,1684	9,5417
$K3_5$	0,0391	0,0293	0,0367	0,0337	0,0423	0,0240	0,0966	0,0535	0,3552	0,0423	8,3942
$K3_6$	0,0704	0,0684	0,0367	0,0561	0,1269	0,0721	0,0966	0,0891	0,6164	0,0721	8,5431
$K3_7$	0,0391	0,0410	0,0367	0,0337	0,0141	0,0240	0,0322	0,0535	0,2743	0,0322	8,5210
$K3_8$	0,0391	0,0228	0,0122	0,0187	0,0141	0,0144	0,0107	0,0178	0,1499	0,0178	8,4091

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K3_1, K3_2, K3_3, K3_4, K3_5, K3_6, K3_7, K3_8$)	
λ	8,8792
n	8,0000
CI	0,1256
CR	0,0891

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri						
Kriterler	$K4_1$	$K4_2$	$K4_3$	Ei	Wi	λ
$K4_1$	0,0637	0,0535	0,0743	0,1915	0,0637	3,0051
$K4_2$	0,3187	0,2674	0,2230	0,8090	0,2674	3,0256
$K4_3$	0,5736	0,8022	0,6689	2,0447	0,6689	3,0570

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K4_1, K4_2, K4_3$)	
λ	3,0292
n	3,0000
CI	0,0146
CR	0,0252

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri							
Kriterler	$K5_1$	$K5_2$	$K5_3$	$K5_4$	Ei	Wi	λ
$K5_1$	0,0459	0,0277	0,0629	0,0500	0,1864	0,0459	4,0646
$K5_2$	0,2293	0,1385	0,1132	0,0833	0,5642	0,1385	4,0747
$K5_3$	0,4127	0,6923	0,5658	0,7495	2,4204	0,5658	4,2775
$K5_4$	0,2293	0,4154	0,1886	0,2498	1,0831	0,2498	4,3352

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K5_1, K5_2, K5_3, K5_4$)	
λ	4,1880
n	4,0000
CI	0,0627
CR	0,0696

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve λ Değeri						
Kriterler	$K6_1$	$K6_2$	$K6_3$	Ei	Wi	λ
$K6_1$	0,0637	0,0743	0,0535	0,1915	0,0637	3,0051
$K6_2$	0,5736	0,6689	0,8022	2,0447	0,6689	3,0570
$K6_3$	0,3187	0,2230	0,2674	0,8090	0,2674	3,0256

KV-6'ya Ait Alt Kriterlerin Uyum İndeksi ve Uyum Oranı ($K6_1, K6_2, K6_3$)	
λ	3,0292
n	3,0000
CI	0,0146
CR	0,0252

Ek-10 Depo Yeri Seçimi Değerlendirme Anketi

Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Değerlendirme Anketi

Tehlikeli maddeleri lojistik açısından önemli kılan hareket ettirilmesi ile ilgili risklerdir. Tehlikeli maddelerin depolanması ve depo yerlerinin seçilmesine yönelik verilecek doğru kararın, tehlikeli maddelerin niteliğinin risk değerlemesi yapılması sonucu elleçlenmesi, depolanması veya taşınması esnasında dikkatsizliklerin/kazaların doğa ve canlı güvenliğini tehlikeye düşürebileceğinden, zorunluluk olduğu görülmektedir. Tehlikeli maddelerin kullanımı kadar depolanması da önem kazanmakta ve olası bir tehlike durumunda bu depo yerlerinin doğaya ve canlıya en az zarar verebilecek yerlerde seçilmesine çok dikkat edilmelidir. Yer seçiminin uzak ve yakın tarihine göz attığımızda yaşanan gelişmelerin özünde fayda maksimizasyonu /risk minimizasyonu olduğu görülmektedir. Bir kamu kurumuna ait tehlikeli maddelerin depolanmasının yapıldığı yerleşkede depolama kapasitesinin yetersizliği nedeniyle 1'inci sınıf Tehlikeli Maddeler için inşa edilecek ilave depoların yerleri seçilecektir. Bu kurumun depolama sahasında ilave yeni depolar inşa etme kararına ilişkin problem temel alınarak oluşturulan çalışmada, depoların inşa edilebileceği yerlerin değerlendirilmesi, en uygun yerin seçilmesi ve tehlikeli maddelerin dağıtımını kapsayan bir yaklaşım ortaya konacaktır. Depo yerinin seçim kararı lojistik zincir için önemlidir ve depo yeri seçimini etkileyen, literatürde karşılaşılan çeşitli kriterler söz konusudur. Bu kriterler ışığında aşağıda yer alan alternatif depo yerlerini 5'in katları biçiminde 100 puan üzerinden değerlendiriniz.

Katınızdan ötürü şimdiden çok teşekkür ederiz.

Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

Emre DANIŞMAN

Kriterler		Alternatifler			
		Beşpınar Deresinin 100 m. Batısı	Karataş Tepesinin 300 m. doğusu	Kargı Tepesinin 300 m. Güneydoğusu	Karataş Tepesinin 500 m. Kuzeyi
K2-Maliyet	K1 ₃ – Deprem Bölgesi				
	K2 ₁ – Alt Yapı Maliyetleri				
	K2 ₂ – Ulaşım Maliyetleri				
	K2 ₃ – İşgücü Maliyetleri				
K4-Güvenlik	K2 ₄ – İkmal				
	K4 ₁ – Hırsızlık				
	K4 ₂ – Terör				
	K4 ₃ -Kazalara Karşı Koruyuculuk Derecesi				

Ek-10 Depo Yeri Seçimi Değerlendirme Anketinin Devamı

K5-Çevre	K5₂ – Yol Şartları				
	K5₃ – Bitki Örtüsü				
	K5₄ – Güneşlenme Yönü				
K6-Tehlikeli Maddeye Bağlı Faktörler	K6₁ – Ambalajın Sağlamlığı				
	K6₂ – Tepkime Hassasiyeti				
	K6₃ – Taşıma Emniyeti				

Alternatif yerler, Harita Genel Komutanlığının 1996 yılı basımlı, Aydın M19b4 pafta numaralı, 1/25000 ölçekli haritasından tespit ve teyid edilmiştir.

Ek-11 KV-2, KV-3, KV-4, KV-5 ve KV-6'ya Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Karar Matrisi Verileri

KV-2'ye Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Karar Matrisi Verileri

$$A_{ij} \begin{bmatrix} 19,4 & 68 & 85 & 127 & 35 & 90 & 90 & 70 & 90 & 904 & 9350 & 5810 & 98100 & 8300 & 8550 & 1000 & 650 & 90 & 90 & 90 & 1800 & 80 & 80 & 80 & 90 & 90 & 90 \\ 19,4 & 64 & 80 & 127 & 20 & 45 & 55 & 35 & 85 & 1032 & 9420 & 5896 & 97800 & 8280 & 8650 & 1166 & 595 & 55 & 55 & 55 & 2170 & 60 & 60 & 60 & 80 & 80 & 80 \\ 19,4 & 66 & 80 & 127 & 30 & 65 & 60 & 45 & 65 & 1107 & 9415 & 5885 & 97700 & 8130 & 8660 & 1220 & 507 & 70 & 70 & 70 & 2317 & 50 & 50 & 50 & 70 & 70 & 70 \\ 19,4 & 64 & 85 & 127 & 38 & 55 & 75 & 55 & 55 & 724 & 9013 & 6361 & 96900 & 7727 & 8209 & 1057 & 350 & 65 & 60 & 60 & 3103 & 70 & 70 & 70 & 60 & 60 & 60 \end{bmatrix}$$

KV-3'e Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Karar Matrisi Verileri

$$A_{ij} \begin{bmatrix} 19,4 & 68 & 100 & 127 & 35 & 90 & 100 & 100 & 100 & 904 & 9350 & 5810 & 98100 & 8300 & 8550 & 1000 & 650 & 100 & 100 & 100 & 1800 & 100 & 100 & 80 & 100 & 100 & 100 \\ 19,4 & 64 & 100 & 127 & 20 & 90 & 90 & 100 & 100 & 1032 & 9420 & 5896 & 97800 & 8280 & 8650 & 1166 & 595 & 90 & 80 & 90 & 2170 & 90 & 100 & 100 & 100 & 100 & 90 \\ 19,4 & 66 & 100 & 127 & 30 & 90 & 80 & 100 & 100 & 1107 & 9415 & 5885 & 97700 & 8130 & 8660 & 1220 & 507 & 90 & 80 & 90 & 2317 & 90 & 90 & 100 & 100 & 100 & 80 \\ 19,4 & 64 & 100 & 127 & 38 & 90 & 90 & 100 & 100 & 724 & 9013 & 6361 & 96900 & 7727 & 8209 & 1057 & 350 & 90 & 80 & 90 & 3103 & 90 & 100 & 100 & 100 & 100 & 90 \end{bmatrix}$$

KV-4'e Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Karar Matrisi Verileri

$$A_{ij} \begin{bmatrix} 19,4 & 68 & 80 & 127 & 35 & 75 & 80 & 75 & 80 & 904 & 9350 & 5810 & 98100 & 8300 & 8550 & 1000 & 650 & 85 & 85 & 90 & 1800 & 80 & 75 & 80 & 80 & 70 & 70 \\ 19,4 & 64 & 80 & 127 & 20 & 75 & 85 & 80 & 85 & 1032 & 9420 & 5896 & 97800 & 8280 & 8650 & 1166 & 595 & 80 & 90 & 80 & 2170 & 85 & 70 & 70 & 80 & 70 & 80 \\ 19,4 & 66 & 90 & 127 & 30 & 90 & 80 & 90 & 90 & 1107 & 9415 & 5885 & 97700 & 8130 & 8660 & 1220 & 507 & 100 & 100 & 100 & 2317 & 70 & 80 & 90 & 90 & 80 & 70 \\ 19,4 & 64 & 85 & 127 & 38 & 80 & 90 & 85 & 80 & 724 & 9013 & 6361 & 96900 & 7727 & 8209 & 1057 & 350 & 75 & 75 & 70 & 3103 & 80 & 90 & 70 & 80 & 70 & 80 \end{bmatrix}$$

KV-5'e Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Karar Matrisi Verileri

$$A_{ij} \begin{bmatrix} 19,4 & 68 & 50 & 127 & 35 & 60 & 100 & 95 & 90 & 904 & 9350 & 5810 & 98100 & 8300 & 8550 & 1000 & 650 & 40 & 20 & 70 & 1800 & 90 & 90 & 90 & 90 & 95 & 95 \\ 19,4 & 64 & 85 & 127 & 20 & 90 & 80 & 80 & 85 & 1032 & 9420 & 5896 & 97800 & 8280 & 8650 & 1166 & 595 & 90 & 85 & 85 & 2170 & 80 & 85 & 80 & 90 & 90 & 90 \\ 19,4 & 66 & 100 & 127 & 30 & 80 & 90 & 95 & 95 & 1107 & 9415 & 5885 & 97700 & 8130 & 8660 & 1220 & 507 & 100 & 95 & 95 & 2317 & 90 & 90 & 80 & 90 & 95 & 90 \\ 19,4 & 64 & 85 & 127 & 38 & 90 & 80 & 80 & 85 & 724 & 9013 & 6361 & 96900 & 7727 & 8209 & 1057 & 350 & 90 & 85 & 85 & 3103 & 80 & 85 & 80 & 90 & 90 & 90 \end{bmatrix}$$

KV-6'ya Ait Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yeri Seçimi Karar Matrisi Verileri

$$A_{ij} \begin{bmatrix} 19,4 & 68 & 100 & 127 & 35 & 100 & 80 & 95 & 80 & 904 & 9350 & 5810 & 98100 & 8300 & 8550 & 1000 & 650 & 95 & 70 & 70 & 1800 & 90 & 100 & 100 & 90 & 90 & 95 \\ 19,4 & 64 & 90 & 127 & 20 & 80 & 85 & 85 & 85 & 1032 & 9420 & 5896 & 97800 & 8280 & 8650 & 1166 & 595 & 90 & 90 & 100 & 2170 & 95 & 90 & 85 & 90 & 85 & 90 \\ 19,4 & 66 & 90 & 127 & 30 & 80 & 85 & 85 & 85 & 1107 & 9415 & 5885 & 97700 & 8130 & 8660 & 1220 & 507 & 90 & 90 & 100 & 2317 & 95 & 90 & 85 & 90 & 85 & 90 \\ 19,4 & 64 & 90 & 127 & 38 & 80 & 85 & 90 & 85 & 724 & 9013 & 6361 & 96900 & 7727 & 8209 & 1057 & 350 & 85 & 85 & 100 & 3103 & 95 & 90 & 85 & 90 & 85 & 90 \end{bmatrix}$$

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler : Emre DANIŞMAN
: İzmir - 03/06/1976

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi İktisat Bölümü
Adnan Menderes Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonomi ve
Finans Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
İşletme Bölümü, Yönetim ve Organizasyon Ana Bilim Dalı

Doktora Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi (Aydın) Sosyal Bilimler
Enstitüsü İşletme Programı (2015 - ...)

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İş Deneyimi :Eylül 1994 - 2019 (Devam Ediyor.). Subay, Kara Kuvvetleri
Komutanlığı Lojistik Hizmetler - İkmal Maddelerinin
Tedarigi, Depolanması, Bakımı ve Dağıtımı – Konularında
Yönetici.

:2017-2019 “Agreement Danger Road” Esaslarına Göre
Tehlikeli Maddelerin Taşımacılığında Lojistik ve İşletme
Yönetimi. K.K.K. Lojistik Birliği (AYDIN)

:2014-2017 Milli Savunma Bakanlığı Saymanı.
K.K.K. Lojistik Birliği (AYDIN)

:2007-2008, Uluslararası NATO Ülkeleriyle Müşterek
Lojistik-Bakım Hizmetleri.

Bilimsel Etkinlikler

Bildiri ve Yayınlar

: Armağan E., **Danişman E.** ve Öngen H. (2019), Sanal
Mağaza Atmosferinin Anlık Satın Almaya Etkisi, Atatürk
Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,c. 33, s. 1,
ss. 29-49.

: **Danişman E.**, Durmuş S. ve Gümüş U.T. (2016),
Finansal Okuryazarlık Düzeyinin Belirlenmesi: Üniversite
Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma, Kara Harp Okulu
Bilim Dergisi, c. 26. s. 2, ss. 1-37.

: Kaderli Y., Gümüş U.T. ve **Danişman E.** (2016),
Finansal Okuryazarlık Düzeyinin Belirlenmesi: Türk

Silahlı Kuvvetleri Emekli Personeli Üzerinde Bir Araştırma, Finans ve Bankacılık Çalışmaları Dergisi, c. 5, s. 5, ss. 52-70.

: Şenkayas H. ve **Danışman E.** (2018), İnternet Reklamlarının Tüketici Davranışlarına Etkisi, Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi c. 6, s. ICEESS' 18, ss. 129-139.

Diğer:

: 28-30 Kasım 2018, Özet Bildiri – Depo Yönetim Süreçlerine Yönelik Uygulamalar. IV. International Conference on Applied Economics and Finance (ICOAEF'18) Kuşadası /Aydın

: 27-28 Haziran 2018, Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi. Uluslararası Uygulamalı Ekonomi ve Sosyal Bilimler Konferansı (ICEESS'18), İnternet Reklamlarının Tüketici Davranışlarına Etkisi, Bandırma /Balıkesir.

: 10-12 Mayıs 2018, Prizren Üniversitesi. XVI. European Conference on Social and Behavioral Sciences, Order Collection in Warehousing, Prizren / Kosova.

: 26-28 Nisan 2018, Nazilli /Aydın Adnan Menderes Üniversitesi. Uluslararası Politik, Ekonomik ve Finansal Analiz Kongresi (PEFA-2018), Demiryolu Taşımacılığında Lojistik Maliyetler, Nazilli / Aydın.

İletişim Bilgileri

: edanisman56@gmail.com