



T.C

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

**TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK
FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:
SIKIŞTIRILMIŞ DOĞALGAZ (CNG) ÖRNEĞİ**

Sultan ÇOŞKUN KAYA

195016001

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Senem NART

Bandırma 2022

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARSI TİCARET VE LOJİSTİK ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

**TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK
FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:
SIKIŞTIRILMIŞ DOĞALGAZ (CNG) ÖRNEĞİ**

Sultan ÇOŞKUN KAYA
195016001

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Senem NART

Bandırma 2022

ETİK BEYAN
TÜRKİYE CUMHURİYETİ
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.

Tezi Hazırlayan Öğrencinin

Adı ve Soyadı

İmza

ÖZET

TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: SIKIŞTIRILMIŞ DOĞALGAZ ÖRNEĞİ

Sultan ÇOŞKUN KAYA

Dünya çapında ekonomide meydana gelen gelişmeler, küreselleşme ve nüfusun çoğalması ile tehlikeli madde kullanımına olan talep artmaktadır. Bu maddelerden biri sıkıştırılmış doğalgazdır. Sıkıştırılmış doğalgaz; insan hayatı, çevre ve mülk için potansiyel tehlikeler barındırması sebebiyle tüm dünyaca tanınan dokuz tehlikeli madde sınıfı içinde yer almaktadır. Hem önemli bir enerji kaynağı hem de tehlikeli bir madde olan doğalgazın üretimi, saklanması ve taşınması esnasında risklerin azaltılması oldukça önemli bir mesele haline gelmektedir. Bu çerçevede çalışmanın amacı, sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde etkin bir lojistik risk değerlendirmesi yapılabilmesi için risk faktörlerinin ve bu faktörlerin önem derecelerinin belirlenmesidir. Bu amaçla araştırmanın birinci aşamasında, mülakat soru formu hazırlanmış, ardından sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde görev alan 12 kişilik bir uzman grubu ile görüşmeler yapılmış ve bu görüşmelerden elde edilen verilerin analizinde MAXQDA 2020 paket programından yararlanılmıştır. Pilot çalışma olarak gerçekleşen bu süreç sonunda sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde risk değerlendirmesi yapılırken dikkate alınması gereken kriterler belirlenmiş ve hiyerarşik bir yapıya kavuşturulmuştur. Buna göre ana kriterler: İnsan, firma, malzeme ve dolum, araçların durumu, çevre ve trafik olmak üzere 5 ana başlık altında belirlenmiştir. İkinci aşamada ise, belirlenen kriterlerin göreceli önem derecelerini tespit etmek amacıyla yine aynı uzman grubunun görüşleri alınmış ve analiz sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) tekniğinden yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda, sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde etkin bir risk değerlendirmesinin yapılmasında en önemli görülen risk faktörünün insan faktörü olduğu belirlenmiş ardından sırasıyla; firma ve araçların durumu faktörlerinin önemli olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelime: Tehlikeli Madde Lojistiği, Sıkıştırılmış Doğalgaz, CNG Risk Faktörleri, Risk Yönetimi, Lojistik Risk Faktörleri.

ABSTRACT

EVALUATION OF RISK FACTORS IN DANGEROUS GOODS LOGISTICS: COMPRESSED NATURAL GAS SAMPLE

Sultan ÇOŞKUN KAYA

With the developments in the world economy, globalization and the increase in the population, the demand for the use of dangerous substances is increasing. One of these substances is compressed natural gas. Compressed natural gas; It is included in nine dangerous substance classes that are recognized all over the world due to potential hazards for human life, environment and property. Reducing risks during the production, storage and transportation of natural gas, which is both an important energy source and a dangerous substance, becomes a very important issue. In this context, the aim of the study is to determine the risk factors and the degree of importance of these factors in order to make an effective logistics risk assessment in compressed natural gas logistics. For this purpose, in the first stage of the research, an interview questionnaire was prepared, then interviews were held with a group of 12 experts working in compressed natural gas logistics, and the MAXQDA 2020 package program was used in the analysis of the data obtained from these interviews. At the end of this process, which was carried out as a pilot study, the criteria to be taken into account while performing risk assessment in compressed natural gas logistics were determined and a hierarchical structure was established. Accordingly, the main and demonstration: human, material, company, state of art, environment and being in traffic, 5 main headings are fillings. In the second stage, the opinions of the same expert group were taken to determine the relative importance of the determined criteria and the Analytical Hierarchy Process (AHP) technique was used in the analysis process. As a result of the study, it was determined that the most important risk factor in making an effective risk assessment in compressed natural gas logistics was the human factor. It has been determined that the factors of the company and the condition of the vehicles are important.

Keywords: Hazardous Metarial Logistics, Compressed Naturel Gas, CNG Risk Faktors, Risk Management, Logistics Risk Faktors.

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın amacı, önemli bir enerji kaynağı aynı zamanda da tehlikeli bir madde olan sıkıştırılmış doğalgazın lojistik faaliyetleri yapılırken dikkat edilmesi gereken risk faktörlerinin ve bu faktörlerin önem derecelerinin belirlenerek etkin bir risk yönetimi yapılmasını sağlamaktır. Etkin bir risk yönetimi sayesinde sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde riskler ve risklerin etkileri azaltılarak tüm paydaşların güvenliğinin artması beklenmektedir.

Çalışmanın tüm süreçlerinde desteğini, emeğini ve bilgisini esirgemeyen akademik ve sosyal yaşantımda tecrübeleriyle yoluma ışık tutan değerli hocam Doç. Dr. Senem NART'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Çalışma sürecinde gerek manevi desteği gerek özel sektördeki tecrübeleriyle hayatımı kolaylaştıran kıymetli eşim Mehmet Eren KAYA'ya ve bana varlığıyla huzur, mutluluk veren biricik oğlum Kerem Efe KAYA'ya sonsuz sevgimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Sultan ÇOŞKUN KAYA

BANDIRMA, 2022

İÇİNDEKİLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAYI	iii
ETİK BEYAN	ii
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar	x
ŞEKİLLER	xii
KISALTMALAR.....	xii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	4
1. LOJİSTİK İLE İLGİLİ KAVRAMLAR VE TANIMLAR.....	4
1.1. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi ve Tanımı	4
1.2. Temel Lojistik Faaliyetleri ve Temel Lojistik Faaliyetlerinin Yönetimi	7
1.2.1. Taşıma.....	10
1.2.2. Talep Tahmini ve Yönetimi.....	13
1.2.3. Sipariş Yönetimi	14
1.2.4. Stok Yönetimi	16
1.2.5. Depo Yönetimi.....	17
1.2.6. Paketleme ve Elleçleme	19
1.2.7. Gümrükleme	20
1.2.8. Müşteri İlişkileri ve Müşteri Hizmetleri Yönetimi	21
1.2.9. Tedarik ve Satın Alma	23
1.2.10. Diğer Lojistik Faaliyetleri.....	25
1.3. Lojistik Maliyetler ve Lojistik Maliyet Yönetimi	26
1.4. Yeşil Lojistik	30
1.5. Lojistik Sektöründe Riskler ve Lojistik Risk Yönetimi	36
İKİNCİ BÖLÜM	43
2. TEHLİKELİ MADDELER VE TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİ	43
2.1. Tehlike ve Tehlikeli Maddelerin Tanımı.....	43
2.2. Tehlikeli Maddelerin Sınıflandırılması	44

2.3. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Uluslararası Konvansiyonlar Ve Türkiye'deki Tehlikeli Madde Yönetmelikleri	48
2.3.1. Uluslararası Konvansiyonlar.....	48
2.3.2. Yönetmelikler	54
2.4. Tehlikeli Madde Lojistiği	54
2.4.1. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Taşıma Sistemleri.....	65
2.4.2. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Taraflar Ve Tarafların Sorumlulukları.....	72
2.5. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörleri, Ortaya Çıkabilecek Riskler ve Risk Yönetimi	82
2.5.1. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörleri	83
2.5.2. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Ortaya Çıkabilecek Riskler	87
2.5.3. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Yönetimi	90
2.6. Sıkıştırılmış Doğalgaz (CNG)	96
2.6.1. CNG Kullanım Alanları ve Amaçları	105
2.6.2. Sıkıştırılmış Doğalgazın Avantajları ve Dezavantajları	107
2.6.3. Dökme CNG Lojistik Faaliyetleri.....	109
2.6.4. CNG Lojistiğinde Ortaya Çıkabilecek Riskler ve Yönetimi	112
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	116
3. TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK YÖNETİMİ: SIKIŞTIRILMIŞ DOĞALGAZ (CNG) ÖRNEĞİ.....	116
3.1. Araştırmanın Amacı, Önemi ve Kısıtlılıkları	116
3.2. Geçerlik ve Güvenilirlik	118
3.3. Araştırmanın Örneklemi ve Veri Toplama Yöntemleri	119
3.4. Araştırmada Kullanılan Ölçek	122
3.5. Araştırmanın Modeli	123
3.6. Araştırmada Kullanılan Karar Verme ve Analiz Yöntemleri.....	124
3.6.1. MAXQDA ile İçerik Analizi	124
3.6.2. AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi)	125
3.7. Analiz ve Bulgular.....	127
3.7.1. Pilot Çalışması	127
3.7.2. Nihai Bulgular.....	131
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	136
KAYNAKÇA.....	140
EKLER	158

TABLolar

Tablo 1.1: Taşıma Türlerinin Karşılaştırması	11
Tablo 1.2: Türkiye’de Taşımacılıktan Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları (1990-2018) .	34
Tablo 1.3: Litre Başına Yakıt Yakımından Kaynaklı Karbondioksit Emisyonu.....	35
Tablo 2.1: Tehlikeli Madde Sınıflandırma Tablosu	45
Tablo 2.2: Tehlikeli Madde Lojistiğinde Uluslararası Sözleşmeler ve Sorumlu Uzman Kuruluşları	49
Tablo 2.3: Tehlikeli Yüklerin Paketleme Grupları ve Kodları	60
Tablo 2.4: Taşınan Tehlikeli Yükün Ambalaj Türünü, Maddesini Gösteren Numara ve Harfler	61
Tablo 2.5: Tehlikeli Kimyasalların Uluslararası Sembolleri	63
Tablo 2.6: Tehlikeli Madde Taşımacılık Türüne Göre Yaralanma ve Ölümler (2011-2020)	66
Tablo 2.7: Tehlikeli Madde Taşımacılık Türüne Göre Gerçekleşen Olaylar ve Hasarlar (Dolar) (2011-2020).....	68
Tablo 2.8: 2019 Yılı İstanbul ve Çanakkale Boğazlarından Geçen Tehlikeli Yük Gemisi Sayısı	69
Tablo 2.9: Sınıflarına Göre Tehlikeli Maddelerin İçerdiği Tehlikeler.....	92
Tablo 2.10: Tehlikeli Maddelerin Risk Kontrol Önlemleri Hiyerarşisi	94
Tablo 2.11: Dünya Kanıtlanmış Doğalgaz Rezervlerinin Dağılımı.....	97
Tablo 2.12: Dünya Doğalgaz Tüketimi Dağılımı	98
Tablo 2.13: 2020 Yılı Sonu itibariyle Lisans Türüne Göre Doğal Gaz Piyasasında Yer Alan CNG Lisans Sayılarının Dağılımı	102
Tablo 2.14: 2010-2020 Yılları CNG Satış Miktarları (Milyon Sm ³)	103
Tablo 2.15: 2020 Yılı Sıkıştırılmış Doğalgaz Lisansı Sahiplerinin Nihai Tüketicie Yaptığı Doğalgaz Satış Miktarları (Milyon Sm ³)	104
Tablo 3.1: Katılımcıların Demografik Özellikleri.....	120
Tablo 3.2: AHP Karşılaştırma Ölçütü	125
Tablo 3.3: Karşılaştırma Matrislerinin Boyutlarına Göre <i>RI</i> Değerleri	127
Tablo 3.4: Analiz Kapsamındaki Tema ve Kodlar.....	128
Tablo 3.5: Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırması	132
Tablo 3.6: İnsan Faktörü Kriterinin İkili Karşılaştırması.....	132
Tablo 3.7: Firma Faktörü Kriterlerinin İkili Karşılaştırması.....	133
Tablo 3.8: Malzeme ve Dolum Faktörü Kriterlerinin İkili Karşılaştırması	133
Tablo 3.9: Araçların Durumu Faktörü Kriterinin İkili Karşılaştırması.....	133
Tablo 3.10: Çevre ve Trafik Faktörü Kriterinin İkili Karşılaştırması.....	134

Tablo 3.11: Kriter ve Alt Kriter Ağırlıkları.....	134
--	-----



ŞEKİLLER

Şekil 1.1: Lojistik Maliyetler	28
Şekil 1.2: Lojistik Risk Kaynakları	39
Şekil 1.3: Lojistik Risk Ortaya Çıkaranlar	40
Şekil 2.1: Sınıflarına Göre Uluslararası Tehlikeli Madde İşaretleri	47
Şekil 2.2: Tehlikeli Maddenin Tanımlanması (Tehlikeli Maddenin Uluslararası Kimliği)	60
Şekil 2.3: Taşıma Türlerine Göre Tehlikeli Madde Taşıma Oranları.....	66
Şekil 2.4: Karayolu ile Tehlikeli Madde Taşımacılığında Ani Kaza Sebepleri	86
Şekil 2.5: Türkiye 2010 – 2020 Yılları Arası Doğalgaz Üretim ve Tüketim Miktarları	99
Şekil 2.6: Doğalgazın Boru Hattı ile Taşınması	100
Şekil 2.7: Düşük ve Yüksek Basıncıta Sıkıştırılmış Doğalgaz Molekülleri	101
Şekil 2.8: Çok Elemanlı Gaz Konteyneri	102
Şekil 2.9: 2020 Yılında Nihai Tüketicilere Yapılan CNG Satışlarının Lisans Türüne Göre Dağılımı (%).....	103
Şekil 2.10: Sıkıştırılmış Doğalgaz Kullanım Alanları.....	106
Şekil 2.11: Dökme CNG Lojistik Süreç Modeli.....	110
Şekil 2.12: 165’lik Taşıyıcı Treyler (Çok elemanlı gaz konteyneri yüklenmiş bir çekici).....	111
Şekil 2.13: Kaza Sonucu Devrilmiş CNG Yüklü Çekici	115
Şekil 3.1: Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde Risk Faktörlerine Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği	129
Şekil 3.2: Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde İnsan Faktörüne Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği	129
Şekil 3.3: Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde Firmaya Bağlı Faktörlere Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği	130
Şekil 3.4: Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde Malzeme ve Dolum Faktörüne Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği	130
Şekil 3.5: Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde Araçların Durumu Faktörüne Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği	131
Şekil 3.6: Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde Çevre ve Trafik Faktörüne Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği	131

KISALTMALAR

ABD	:Amerika Birleşik Devletleri
ADN	:İç Suyolu (Kanal) İle Tehlikeli Maddelerin Taşınmasına İlişkin Konvansiyon
ADR	:Karayolu İle Tehlikeli Maddelerin Taşınmasına İlişkin Uluslararası Konvansiyon
AHP	:Analitik Hiyerarşi Süreci
BM	:Birleşmiş Milletler
CLM	:Lojistik Yönetimi Konseyi
CNG	:Sıkıştırılmış Doğalgaz
CSCM	:Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri
DGR	:Hava Yolu İle Tehlikeli Madde Taşınmasına İlişkin Konvansiyon
ECOSOC	:Ekonomik ve Sosyal Konsey
GSYHM	:Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
IAEA	:Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu
IATA	:Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği
ICAO	:Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü
IMDG	:Denizyolu İle Tehlikeli Maddelerin Taşınmasına İlişkin Uluslararası Konvansiyon
IMO	:Uluslararası Denizcilik Örgütü
JIT	:Tam Zamanında Üretim
LNG	:Sıvılaştırılmış Doğalgaz
MARPOL	:Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi
OCTI	:Uluslararası Taşımacılık Merkez Ofisi
OSHA	:ABD İş Sağlığı Güvenliği İdaresi
OTIF	:Uluslararası Demiryolu Taşımacılığı Örgütü
PHMSA	:Amerika Birleşik Devletleri Boru Hattı ve Tehlikeli Madde Güvenlik İdaresi
RID	:Demiryolu İle Tehlikeli Maddelerin Taşınmasına İlişkin Konvansiyon
SOLAS	:Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi
SOLE	:Lojistik Mühendisleri Birliği
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu

UN :Birleşmiş Milletler
UNECE :BM Avrupa Ekonomik Komisyonu
UTİKAD :Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği
WWW :Dünya Çapında İnternet Ağı



GİRİŞ

Kimyasal ve fiziksel yapıları gereği elde edilmesi, işlenmesi, depolanması, paketlenmesi, kullanılması, elleçlenmesi, atılması ve sevk edilmesi çevreye, insanlara ve doğal hayata potansiyel zararı bulunan tüm maddelere tehlikeli maddeler denilmektedir (Şengür, 2018: 177). Küreselleşen ticaret ve sanayideki gelişmelerin bir neticesi olarak gelişmiş ülkeler başta olmak üzere tehlikeli madde kullanımı her geçen gün artış göstermektedir. Birçok sektörde ve hayatın her alanında risklerine maruz kalabilme ihtimalimiz olan bu maddelerin kaza olasılıkları düşük, neden olduğu sonuçların yüksek etkili olduğu bilinmektedir. Tüm dünya üzerinde sürekli hareket halinde bulunan bu maddelerin potansiyel tehlikeleri sebebiyle, lojistik faaliyetleri ayrı bir dikkat ve özen gerektirmektedir. Normal eşyanın lojistik işleminden farklı olarak tehlikeli madde lojistiği özel ekipman ve kalifiye insan kaynağı gerektirmektedir (Danışman, 2019: 46). Ayrıca tehlikeli madde lojistiğinde öncelik insan ve çevre sağlığını güvence altına almaktır maliyet bazlı endişeler ikinci sırada yer almaktadır (Yıldıztekin, 2018).

Doğalgaz, tüm dünyaca tanınan 9 adet tehlikeli madde sınıfının içinde “Sınıf 2 Gazlar” bölümünde yer almaktadır. Doğalgaz diğer fosil kökenli yakıtlar arasında en ucuz ve karbondioksit emisyonları açısından en avantajlı yakıt olarak bilinmektedir. Dolayısıyla doğalgazın kullanımı, dünyayı tehdit eden en önemli problemlerden biri olan küresel ısınma meselesine olan endişeleri azaltmaktadır. Petrol ve kömürden daha temiz bir yakıt olması ve nükleer güç gibi tartışmalı bir enerji kaynağı olmaması sebebiyle dünya enerji tüketiminin en hızlı büyüyen bileşkesinin doğalgaz olması beklenmektedir (Diler, Tektanıl, Soruşbay ve Ergeneman, 2008). Tüm bu avantajlarının yanı sıra doğalgaz tehlikeli bir maddedir ve canlı hayatının sürdürülebilirliğine karşı potansiyel riskler barındırmaktadır.

Bu çalışmanın konusunu sıkıştırılmış doğalgaz temsil etmektedir. Coğrafi engeller ve ekonomik kaygılar sebebiyle ihtiyaç duyulan her alana boru hattı ile doğalgaz ulaştırılması mümkün olmamaktadır. Bu durum doğalgazın sıkıştırılıp tüplere doldurularak taşıma araçları ile ihtiyaç noktalarına ulaştırılması gerekliliğini doğurmuştur. Doğalgazın kullanıldığı tüm alanlarda rahatlıkla kullanılabilen CNG, büyük sanayi kuruluşlarından küçük işletmelere kadar geniş bir yelpazede doğalgaz

talebine cevap verebilmektedir (dökme CNG). Ayrıca CNG araç yakıtı olarak da kullanılmaktadır (OTO CNG). CNG' nin dünya çapında yoğun olarak kullanım şekli araç yakıtı olarak kullanımdır. Türkiye' de ise dökme CNG kullanımı OTO CNG kullanımından oldukça yüksektir ve her geçen gün toplam CNG kullanımı artmaktadır (EPDK, 2020: 51).

Sıkıştırılmış doğalgazın lojistik faaliyetleri canlılar ve çevre için çeşitli riskleri içinde barındırmaktadır. CNG zehirli değildir; ancak yüksek konsantrasyonlarda basit bir boğucu gaz etkisi yapabilmektedir. Çok kolay alev alabilmektedir, patlayıcı ve aşırı derece yanıcıdır. Ortama dolan gaz sebebiyle oksijenin azalması sonucu baş dönmesi veya bulantıya neden olabilmektedir. Hava ile belli bir oranda karıştığında patlayıcı olabilmektedir. Dökme CNG lojistik süreci esnasında depolama alanından tasarruf etmek amacıyla yüksek basınçla sıkıştırılmaktadır ve bu basıncın aniden serbest kalması Sınıf 1'dekine (patlayıcı madde ve nesneler) benzer bir şekilde kuvvetli bir şarapnel etkisine sebep olabilmektedir (Akçetin, 2012: 127). Ayrıca yüksek basınçlı ani genişlemede soğuk yanığı da yapabilmektedir.

Tüm bu bilgiler göz önüne alındığında sıkıştırılmış doğalgazın lojistik operasyonlarında (can, mal ve çevre sağlığı için) etkin bir risk yönetiminin yapılabilmesi için risk faktörlerinin tespit edilmesi ve önem derecelerinin belirlenmesi bir gereklilik olarak ortaya çıkmıştır.

Yukarıdaki bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, doğalgazın sıkıştırılıp çok elemanlı gaz konteynerlerine yüklenerak ihtiyaç noktasına ulaştırılması ve tüm operasyonun planlanması esnasında riskin ortaya çıkmasına sebep olabilecek risk faktörlerinin belirlenmesi ve bu faktörlerin önem derecelerinin ortaya konmasıdır. Çalışma sonucunda elde edilen bulguların CNG lojistiğı sürecinin iyileştirilmesi, olası tehlikelerin engellenmesi ve azaltılmasına yönelik tedbirlerin alınması, meydana gelen bir kazanın ardından yapılacak müdahalenin iyileştirilmesi, risklerin boyutu ve kapsamı hakkında tüm tarafların bilinçlendirilmesi ile CNG lojistiğinde etkin bir risk değerlendirmesi yapılması alanlarında önemli derecede fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışma sonucunda elde edilen bulgular karar vericilere ve uygulayıcılara; CNG lojistiğı özelinde tüm tehlikeli madde risk faktörleri ile ilgili küresel

bir fikre sahip olma, risk faktörü değerlendirme çalışmalarını sistemli, kolay bir şekilde yapma ve bu bağlamda risk faktörlerini öncelik sırasına koyabilme konularında da yardımcı olacağı düşünölmektedir.

Çalışma 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde lojistik ile ilgili genel kavram ve bu kavramların tanımlamalarına yer verilmiştir. İkinci bölümde, çalışmanın konusuyla bağlantılı olarak tehlikeli maddeler, tehlikeli madde lojistiği, tehlikeli madde lojistiğinde kullanılan ulusal ve uluslararası düzenlemeler, tehlikeli madde lojistiğinin tarafları ve tarafların sorumlulukları, tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörleri, ortaya çıkabilecek riskler ve bu risklerin yönetimi konuları ele alınmıştır. Ayrıca bu bölümde sıkıştırılmış doğalgazın tanımı yapılmış ardından avantajları ve dezavantajları, lojistik işlemleri ve sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde meydana gelebilecek risklerle bu risklerin yönetimi hakkında bilgiler verilmiştir. Bu bölümde ayrıca çalışmanın konusu ile ilgili alan yazın taranmış ve tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörü değerlendirmesi yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde, araştırmanın amacı, önemi, kısıtları, örnekleme, modeli, yöntemi, araştırmada kullanılan ölçek, veri toplama ve analiz yöntemi, analiz sonucunda ulaşılan bulgular en sonunda da sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. LOJİSTİK İLE İLGİLİ KAVRAMLAR VE TANIMLAR

Bu bölümde lojistiğin tanımı, lojistiğin tarihsel gelişimi, lojistik faaliyetler, lojistik maliyetler, lojistik riskler ve lojistik operasyon yönetimine yönelik genel bilgiler yer almaktadır.

1.1. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi ve Tanımı

Lojistik faaliyeti ilk olarak, insanların hayatta kalmaları için gerekli olan beslenme ve güvenlik ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlamak için yaptıkları faaliyetlerin sonucu olarak ortaya çıkmıştır ve bu yönüyle lojistik insanlığın gelişmesinde temel bileşenlerden biri olarak varlığını kanıtlamıştır (Koçak, 2020: 246). Beslenme amacıyla toplanan meyvelerin, avlanan hayvanların ve diğer gıdaların taşınması (nakliye) ve bu gıdaların daha sonra tüketilmek üzere kurutulup saklanması (depolama) gibi uygulamalar, insanların lojistik faaliyetlerini tarih öncesi çağlardan beri yaptıklarının kanıtıdır (Gökmen ve Özdemir, 2016: 117).

Lojistik tarih boyunca ilerlemiş ve bu ilerlemesinde bazı teknolojik gelişmelerin önemli katkıları olmuştur. Bu doğrultuda en temel gelişmelerden biri tekerleğin icadı olmuştur. Bu yenilik hem uygarlığı geliştirmiş hem de lojistik faaliyetlerin temelini oluşturan taşıma kavramını insanlığın hizmetine sunmuştur (Koçak, 2020: 246).

Lojistik faaliyetlerin sistemselsel olarak uygulanması ise askeri alanda vuku bulduğu için kavrama yönelik ilk tanımlamalar askeri bakış açısıyla yapılmıştır (Uludağ, 2013: 10-11). Napolyon Savaşlarını takip eden ve aynı zamanda bir strateji uzmanı olan İsviçreli General Henri de Jomini yazmış olduğu ‘Savaş Sanatı’ kitabında lojistikten “orduların hareketinin pratik sanatı” olarak bahsetmiştir. General Jomini bu kitabında strateji, taktik, lojistik kavramları arasındaki bağlantıyı incelemiş ve bu üç mefhumdan herhangi birindeki meydana gelen başarı veya başarısızlığın savaşın genel seyrini iyi ya da kötü yönde etkileyebileceğini belirtmiştir (Uludağ 2013: 10-11). Günümüzde lojistik olarak adlandırılan bu faaliyetlere Osmanlıda askeri alanda sefer öncesi ve sefer sırasında yürütülen faaliyetler anlamına gelen ‘ikmal’ denilmekteydi. Osmanlı devleti yaptığı savaşlarda hem kendi bölgelerinde hem de düşman topraklarında girdikleri mücadeleyi

başarıyla yürütebilmek için ihtiyaç duyulan silah, cephane, erzak ve mali kaynakların istenilen yere istenilen zamanda ulaştırılmasına son derece önem vermiştir (Kurtaran, 2012: 2271-2272). Bu önemin sebebi artık dünya savaşlarında kalabalık ordulara sahip olmanın zafer kazanmak için yeterli olmamasıdır. Orduların gelişmiş silah, araç ve donanım ile donatılarak sürecin stratejik bir planla yürütülebilmesi gittikçe artan bir öneme sahip olmaktadır (Tatlıoğlu, 2010: 6-7).

1800'lerden itibaren ortaya çıkan sanayi devrimi, taşıma ve ulaştırma olgusuna bakış açısını değiştirmiştir. Sanayi devrimiyle birlikte ham maddelerin üretim noktasına ve nihai ürünlerin pazar noktalarına taşınması, lojistik sistemini askeri alandan ticari arenaya taşımıştır. Bu dönemde ekonomi ve ticaretin gelişmesi, teknolojik buluşlar ve işletme bazında gerçekleşen etkinliklerin gelişmesiyle bağlantılı olarak askeri nitelikli lojistik, işletme lojistiğine dönüşmüştür (Koçak, 2020: 250-255). Askeri lojistik ve işletme lojistiği, ulaşılmak istenen hedef bakımından temel farklılıklara sahiptir. Askeri alanda lojistik savaş öncesinde ve savaş sürecinde birlikleri destekleyerek harp meydanında galip gelmek ve hayat kurtarmak gayesinde iken; işletme lojistiğinin temel gayesi uzun dönemli başarı, kar maksimizasyonu, rekabet avantajı sağlamak ve sürdürülebilirlik olmuştur (Uludağ, 2013: 10-11).

Uzun bir dönem sadece savaş stratejisi olarak anılan lojistiğin bir bilim dalı kapsamına alınması 1900'lerin başlangıcını bulmuştur (Çekerol ve Kurnaz, 2011: 49-50). 1950'li yıllardan sonra gelişimini hızlandıran lojistik artık sadece fiziksel dağıtım anlamına gelmekten çıkmış; taleplerin alınması, siparişin hazırlanması, sevk edilmesi, depolanması, müşteri hizmetleri faaliyetleri ile birlikte bir bütün olarak ele alınmaya başlanmıştır. Tarihsel süreçteki ekonomik gelişimler, devletlerarasındaki savaşlar için ihtiyaç duyulan askeri gereksinimlerin taşınması ve depolanması ihtiyacı, küreselleşme, sanayileşme ve devletlerarası ticaretin gelişmesi gibi etkenler lojistiğin gelişimine katkı sağlamıştır (Koçak, 2020: 246).

İnsanlık tarihi kadar eski lojistik kavramının bilinen ilk tanımı Yunan filozof ve matematikçi Pisagor tarafından (M.Ö 575-495) yapılmıştır. Pisagor'un yazılı kayıtlarında "hesap" anlamında "logos" ve "resim" anlamında "ikon" kelimeleri birleşerek "resimli matematik sanatı" anlamını oluşturmuş ve böylece ilk lojistik terimi türemiştir (Erturgut

ve Coşkun, 2019: 38-40). Daha sonra yapılan tanımlamalarda yine Yunanca “logic” ve “statistik” kelimeleri birleşmiş ve ortaya çıkan “logistics” kelimesi bu kez “hesap yapmada yetenekli” manasına gelmiştir (Gülenç ve Karagöz, 2008: 74-78).

İlk kullanım alanını silahlı kuvvetlerde bulan lojistiğin askeri arenada karşılığı, savaş döneminde askerin gereksinimi olan mühimmat veya gıdanın temin ve tedariki olarak açıklanmıştır (Wolff ve Yıldız, 2018: 188-195). Tarih boyunca lojistik ile ilgili çeşitli tanımlamalar yapılmış olsa da lojistiğin günümüzde kullandığımız anlamına kavuşması sanayi devrimiyle birlikte olmuştur. Üretim ve ticaret olgusu, sanayi devrimiyle birlikte bambaşka boyutlara taşınmış ve lojistik bu gelişim sürecinde etkin rol oynamıştır (Erturgut ve Coşkun, 2019: 38-40).

İlk önceleri lojistik sadece ürünlerin bir noktadan diğer noktaya taşınması yani fiziksel dağıtım olarak bilinmekteydi ve lojistik faaliyetleri bir bütün olarak değil de aşama aşama ele alınmaktaydı. Lojistiğin bütünlük bir sistem olarak incelenmesi ve tanımlanması ise 1960’lı yıllarda gerçekleşmiştir (Erturgut ve Coşkun, 2019: 38-40). 1962 yılında Drucker, bir dergide yayımlanan makalesinde, lojistiğin işletme etkinliği ve verimliliği açısından üst yönetimin gözünde sınır taşı olduğundan bahsetmiştir (Bamyacı, 2008: 6-9). 1963 yılında kurulan Fiziksel Dağıtım Konseyi 1967’de Ralph Borsodi’nin çalışmasından alıntılarla lojistiği şu şekilde tanımlamıştır: “Üretim ve ticarete, bitmiş ürünlerin üretim hattının sonundan tüketiciye ya da bazı durumlarda müşteriden tedarikçiye etkin bir şekilde taşınmasıyla ilgili faaliyet yelpazesinin tümüdür” (Erturgut ve Coşkun, 2019: 38-40).

80’lerde lojistik faaliyetlere ticari anlamda daha da önem verilmekteydi. Bu döneme kadar sadece dışa dönük eylemler olarak değerlendirilen lojistik faaliyetlere ek olarak bu dönemle birlikte içe dönük (inbound logistics) lojistik bakış açısı da değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu yıllarda seri üretim ve stoksuz çalışma düşüncesinin etken olduğu “Tam Zamanında Üretim ve Teslimat (JIT - Just in Time)” gibi lojistik performansını yükselten stratejiler de geliştirilmeye başlanmıştır. “1985 yılında “Fiziksel Dağıtım Yönetimi Konseyi” adını “Lojistik Yönetimi Konseyi (Council of Logistics Management - CLM)” olarak değiştirmiş ve lojistiği, hammaddelerin, süreç içi envanter, mamul mal ve ilgili bilgilerin menşee noktasından tüketim noktasına kadar verimli, uygun

maliyetli akışını ve depolanmasını müşteri gereksinimlerine uyacak şekilde planlama, uygulama ve kontrol etme sürecidir” şeklinde tanımlamıştır (Erturgut ve Coşkun, 2019: 38-39). 90’lı yıllara gelindiğinde globalleşme ve teknolojik ilerlemelerin itici gücüyle uzak mesafe anlayışı ortadan kalkmış ve bu sebeple lojistik faaliyetler, firmaların ulusal ve uluslararası pazarda sürdürülebilir rekabet avantajı elde edebilmeleri için en önemli unsurlardan biri olarak görülmeye başlanmıştır (Erturgut ve Coşkun, 2019: 40).

Lojistik hakkında yapılan diğer bazı tanımlamalar ise şöyledir:

SOLE: Society of Logistics Engineers (Lojistik Mühendisleri Birliği)’ ne göre lojistik, elemanlarının uygun şekilde göz önünde bulundurulması suretiyle, kaynakların verimli bir şekilde harcanmasını sağlamak, ürün yaşam çevriminin tüm evreleri boyunca girdilerinin optimal bir şekilde denetimi için oluşturulan ürün veya sistemin tüm hayatı boyunca etkin bir şekilde yürütülmesidir (Yıldırım, 2018: 6).

Türk Dil Kurumu ise lojistiği askeri alanda “geri hizmet” olarak değerlendirirken özel anlamda, bireylerin gereksinimlerinin karşılanması için her türlü mal, hizmet ve enformasyonun üretim noktasından tüketim noktasına kadar olacak taşıma işlemlerinin etkin ve verimli bir şekilde planlanması ve uygulanması olarak tanımlamıştır (www.tdk.gov.tr, 2021).

Lojistiğin hali hazırda kabul edilen en muteber tanımı, “Lojistik Yönetim Konseyi (The Council of Logistics Management-CLM)”, yeni adı ile “Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri (Supply Chain Management Professionals-CSCMP)” tarafından yapılmıştır. Bu tanıma göre lojistik; “müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere ürünlerin üretildiği veya kaynaklandığı noktadan, son kullanımının bulunduğu tüketim noktasına kadar olan tedarik zinciri içindeki malzemelerin, servis hizmetlerinin ve bilgi akışının etkin ve verimli bir şekilde iki yöne doğru hareketinin ve depolanmasının, planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesidir”. Elbette ki CSCMP’in tanımı nihai tanım olmayacaktır. Teknolojinin ilerlemesi, iş fırsatlarının artması, küreselleşme her şeyi değiştirdiği gibi tanımlamaları da değiştirmektedir. İlerleyen dönemlerde hali hazırdaki tanımlara, bizi “E-lojistik” kavramına ulaştıracak olan, dijital tabanlı yeni tanımlar eklenecektir (Gülenç ve Karagöz, 2008: 74-80).

1.2. Temel Lojistik Faaliyetleri ve Temel Lojistik Faaliyetlerinin Yönetimi

Bir firmanın hayatta kalması ve büyümesi, müşteri isteklerini ve diğer paydaşların gereksinimlerini etkin ve verimli bir şekilde karşılaması yolu ile mümkün olabilmektedir. Bir işletmenin etkin bir politika yürütebilmesi için maliyet etkinliğini sağlaması gerekmektedir. Bu durum lojistik yönetiminin işletme yönetimindeki etkisini giderek arttırmaktadır. Çünkü işletmelerde birçok lojistik işleme bağlı olarak lojistik maliyetler ortaya çıkmakta ve bu maliyetlerin toplam işletme maliyetleri içindeki oranı giderek artmaktadır (Karcıoğlu ve Temelli, 2014: 24-30; Tokay, Deran, Arslan, 2010: 5). Lojistik maliyetlerin bir işletmenin toplam maliyeti içindeki payı yaklaşık olarak %5 ile %15 arasında görülmektedir (Şen, 2014: 91).

Lojistik, genel olarak firma işlevlerinin yerine getirilmesi amacıyla malzemelerin, servis hizmetlerinin ve bilgi akışının etkili ve verimli bir şekilde, her iki yöne doğru hareketi ve depolanması, planlanması vb. faaliyetlerin bütünüdür (Bamyacı, 2008: 6-14; Bahar, 2007: 6). Tüm bu faaliyetler yerine getirilirken lojistiğin amacı, müşterilere değer katmak, maliyet avantajı elde etmek, pazar kontrolü kazanmak ve üretim esnekliğini artırmaktır (Sezgin, 2008: 35-37). Bu bağlamda lojistik, işletme stratejisini belirleyen en önemli unsurlardan biri olarak görülmektedir. Diğer bir deyişle lojistiğin görevi, müşterilere mümkün olan en düşük maliyetle arzu edilen düzeyde hizmet ve kalite sunabilmek için lojistik operasyonlar içindeki tüm faaliyetleri planlamak ve koordine etmektir (Gümüş, 2009: 97-106).

Geçmişte lojistik faaliyetler birbirinden bağımsız malzeme akışı etkinlikleri olarak kabul görmekteydi. Öte yandan günümüzde lojistik, başlangıç noktasından nihai noktasına kadar olan malzeme akışını bütünleştirilmiş tek bir sistem olarak ele alınmaktadır. Lojistik süreci işleyişinde amaç katma değerli aktiviteler yapmak için, uygun insan kaynağı ve envanter akışının yönetilmesi amacıyla ağ ilişkili etkinlikleri kapsayan bütünsel bir sistem oluşturmaktır. Bu sistem yaklaşımı ile kastedilen düşünce, süreç içinde yer alan aşamaların birbirinden bağımsız şekilde yönetilmesi değil, tüm sürecin tek bir merkezden en etkin şekilde yönetilmesidir (Bamyacı, 2008: 6-14; Yıldırım, 2018: 21). Lojistik yönetiminin temel hedefi, bu aşamaların eşgüdümünü sağlamak ve bu aşamalarda işletmenin yararlandığı tüm kaynakları maliyet tasarrufu sağlama düşüncesi ile yönetmektir (Karcıoğlu ve Temelli, 2014: 24-30; Gümüş, 2009: 97-106). Diğer bir deyişle lojistik yönetiminin nihai amacı, değer zincirindeki tüm

faaliyetlerin performansını iyileştirerek işletmeye rekabet avantajı kazandırmaktır. Koordineli bir çaba olmaksızın ayrı ayrı lojistik faaliyetleri ele almak rekabet üstünlüğü elde etmede yeterli değildir (Lun, Lai ve Cheng, 2010: 123-124). Lojistik yönetimi, işletmeye daha geniş bir çerçeveden bakarak tedarik kaynaklarından müşterilere olan malzeme akışını ve müşterilerden tedarik kaynaklarına olan bilgi akışını bütünsel olarak benimseyen bir yönetim sürecidir (Gümüş, 2009: 97-106). Lojistik süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesi, sadece maliyet tasarrufu sağlamamakta, aynı zamanda hizmet düzeyini ve müşteriye ulaşım hızının artırılmasını sağlayarak gelirleri de artırmaktadır (Karcıoğlu ve Temelli, 2014: 24-30).

Doğru bir lojistik yönetimin sağlanması tüm lojistik faaliyetlerin doğru bir şekilde kurgulanması ile mümkün olabilmektedir. Tarih sahnesine taşıma ve depolama faaliyetleri ile çıkan lojistik, zamanla farklı birçok faaliyeti bünyesine eklemiştir (Ceran ve Alagöz, 2007: 154-156). Küreselleşme ve teknolojik gelişmeler ile birlikte zamanla müşterilerin yeni ihtiyaçları ortaya çıkmış ve bu durum lojistik piyasasında talep yapısının değişmesine sebep olmuştur. Müşteri isteklerini karşılamada artık sadece taşıma ve depolama faaliyetleri yeterli olmamaktadır. Müşteriler talep ettikleri ürünü en kısa sürede, en uygun maliyetle satın almak ve iade etmek istemeleri durumunda iyi işleyen bir lojistik ağı ve kendilerine özel çözümler beklemektedirler. Bu gelişmeler doğrultusunda lojistik faaliyetlerine taşıma, depolamaya ek olarak paketleme, talep tahmini, stok yönetimi, sipariş işleme, katma değerli işlemler, yer seçimi, sigortalama, gümrükleme, yedek parça ve servis desteği, iade ürün işlemleri, envanter yönetimi, elleçleme, müşteri ilişkileri yönetimi, satın alma ve tedarik faaliyetleri eklenmiştir (Ceran ve Alagöz, 2007: 154-156; Long, 2019: 6; Bilgiç, Türkmenoğlu ve Koçak, 2020: 56-59).

Lojistik, üreticiden tüketiciye kadar uzanan kanal içerisinde ürün veya hizmetlerin akışı ile ilgili pek çok faaliyeti kapsar. Bu nedenle lojistik, tedarik zinciri yönetiminin temel iş süreçlerini içermektedir ve bu süreçlerin etkinlik ve verimliliğini doğrudan etkileme gücüne sahiptir (Marchesini ve Alcantara, 2015: 7; Karcıoğlu ve Temelli, 2014: 12).

Lojistik faaliyetler malzeme yönetimi ve fiziksel dağıtım şeklinde iki aşama olarak ele alınmakta ve üç şekilde bölümlendirilmektedir (Karcıoğlu ve Temelli, 2014:

30). Bu bölümler; tedarik, üretim ve dağıtım lojistiğidir. Tedarik ve üretim lojistiği malzeme yönetimi, dağıtım lojistiği fiziksel dağıtım aşamasında ele alınmaktadır. Tedarik lojistiği (inbound logistics) tedarik ve girdi malzeme yönetimi faaliyetlerini kapsar. Üretim lojistiği (operations logistics), işletmenin üretim işlemlerine destek hizmeti veren malzeme yönetimi faaliyetlerini kapsar. Fiziksel dağıtım olarak da isimlendirilen dağıtım lojistiği (outbound logistics) ürünlerin müşterilere fiziksel olarak teslimatını içeren faaliyetlerini kapsar. Tedarik ve dağıtım lojistiğine işletmeler arası lojistik, üretim lojistiğine ise işletme içi lojistik de denilebilmektedir (Long, 2019: 12).

Lojistik faaliyetler işletmelerin başarısında temel rol oynayan önemli işlevlerden oluşmaktadır ve her bir işlevin başarısı, işletmenin toplam başarısını önemli ölçüde etkilemektedir. Günümüzdeki lojistik faaliyetler; işletmelerin rekabet gücünü doğrudan etkileyen bir performans boyutu durumuna gelmiştir. Ayrıca lojistik sektöründeki ilerlemeler ülkelerin gelişmişlik ve refah seviyelerini etkileyen performans göstergesi durumuna gelmiştir (Karcıoğlu ve Temelli, 2014: 12). Dünya Bankası tarafından yayınlanan 2018 lojistik performans endeksinde Türkiye 3.15 puan ile 47. sıradadır. Sıralamanın başında 4.20 puan ile Almanya bulunmaktadır (lpi.worldbank.org, 2018). Lojistik faaliyetler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1.2.1. Taşıma

Lojistiğin ortaya çıkışı taşıma ve depolama faaliyetleriyle olmuştur (Ceran ve Alagöz, 2007: 154). Modern anlamdaki lojistik faaliyetlerde de ağırlıklı olarak taşımacılık ve depolama faaliyetleri üzerinde durulmuştur. Taşıma işlemi lojistik aktiviteler içerisinde merkezi bir öneme sahiptir. “ürünleri ihtiyaç duyulan noktalara ulaştırmak” için tüm lojistik faaliyetlerin içindeki belki de en önemli olanı fiziksel taşıma işlemidir (Uludağ, 2013: 52; Tanyaş ve Düzgün, 2013: 19).

Taşımaya sadece ürünler değil aynı zamanda insanlar, bilgiler ve hizmetler de konu olmaktadır. Fakat bu çalışmada genel taşımacılık değil işletme taşımacılığı üzerine durulmaktadır.

Taşıma, herhangi bir ürün, kişi ya da hizmetlerin aracılık yapan kimse veya kuruluşlarca araçlar vasıtası ile bir yerden başka bir yere nakledilmesi işlemine verilen addır (Albayrak, 2011; 3). Başka bir tanıma göre taşıma, müşterilerce talep edilen üretimi

tamamlanmış ürünlerin müşterilerin ihtiyaç duyduğu noktalara ulaştırılmasıdır (Yıldırım, 2018: 29). Taşımacılıkta asıl nokta, kişi, ürün, hizmet veya ilgili bilgilerin belirli taşımacılık sistemleri ile başlangıç konumundan hedefe ulaştırılmasıdır (Albayrak, 2011: 3). Başka bir deyişle taşıma işlemi hem tedarikçiden fabrikaya, fabrikadan depoya, depodan depoya aktarılmasını hem de depodan müşteriye ulaştırılmasını içeren fiziksel hareketlerin bütünüdür (Sayar, 2019: 2).

Taşıma, karayolu, denizyolu, demiryolu, havayolu, boru hattı ve iç su hattı taşımacılığı olmak üzere 6 tip ulaştırma sisteminden oluşmaktadır. Tablo 1.1.'de taşıma türlerinin karşılaştırması gösterilmektedir. Esnek yapısı, geniş bir alana yayılması ve kapıdan kapıya ulaşım imkânı sunması sebebiyle ülkemizde en çok tercih edilen taşıma şekli karayoludur. Fakat kara yolu aynı zamanda gümrükleme vb. sebeplerle ilave bekleme sürelerine sahiptir ve trafik kazalarına karışma oranı diğer taşıma tiplerine göre daha yüksektir. Büyük miktarlarda ağırlıklarda deniz yolu tercih edilir. Bunun sebebi birim başına maliyetin diğer taşıma türlerine göre daha düşük olmasıdır. Denizyolu taşımacılığının yapılması limandan limana sınırlıdır. Hızın ve hassasiyetin önemli ve mesafenin uzak olduğu noktalar için ise havayolu tercih edilmektedir. Fakat hava yolu ile ulaşım sağlamak diğer taşıma türlerine göre daha yüksek maliyetlere sebep olabilmektedir. Demiryolu taşımacılığı yüksek kapasite gerektiren (orman ürünleri vb.) ürünlerin taşınmasına imkân sağlamaktadır. Demiryolunun kısıtı ise uygun olmayan, eğimli zeminlere rayların konumlandırılmaması olabilmektedir. İç su yolu ve boru hattı ile yapılabilecek taşıma faaliyeti sınırlıdır ve bu sebeple sektördeki payı bir hayli azdır (Batır, 2019: 8-9).

Tablo 1.1. Taşıma Türlerinin Karşılaştırması

Taşıma Türü	Maliyet	Hız	Hizmet Alanı	Tarifeli Seferlerin Sıklığı	Tarifelerin Uygulanma Güvenilirliği
Karayolu	Yüksek	Hızlı	Çok Geniş	Yüksek	Yüksek
Denizyolu	Çok Düşük	Yavaş	Sınırlı	Çok Düşük	Orta
Havayolu	Çok Yüksek	Çok Hızlı	Geniş	Yüksek	Orta
Demiryolu	Orta	Orta	Orta	Düşük	Çok Yüksek
İç su yolu	Düşük	Yavaş	Sınırlı	Düşük	Orta

Boru Hattı	Düşük	Yavaş	Çok Sınırlı	Orta	Yüksek
-------------------	-------	-------	-------------	------	--------

Kaynak: Vural D.;Gencer C.; Karadoğan D. (2014) “*Ulaştırma Uygulamalarına Yönelik Çok Modlu Model Önerisi*” , **Savunma Bilimleri Dergisi**, Cilt 13, Sayı 1, ss. 76.

Lojistik faaliyetler gerçekleştirilirken kullanılan taşıma türü, sayısı ve yüklerin elleçlenip elleçlenmediği durumlara göre yapılan taşıma işlemine; unimodal, multimodal, intermodal ve kombine taşımacılık isimleri verilmektedir. Buna göre;

Unimodal taşımacılık, ulaştırma sistemlerinden yalnızca birini kullanarak yapılan taşımacılık türüdür (Sayar, 2019: 2).

Multimodal taşımacılık, en az iki taşıma türü kullanılarak gerçekleştirilir (deniz yolundan karayoluna aktarılma vb.) ve yükün taşıma türü değiştirilirken aynı zamanda kabı da değişir başka bir deyişle yük elleçleme işlemine tabi tutulur (Barbanova, 2016: 2-3). Tüm taşıma sistemleri için tek bir taşıma sözleşmesi yapılmaktadır.

Intermodal taşımacılık, yükün taşıma aracı veya kabı değiştirilmeden en az iki taşıma türü kullanılarak yapılan yüklerin elleçlenmediği taşımacılık sistemidir. Her taşıma sistemi için ayrı ayrı taşıma sözleşmesi yapılmaktadır (Deveci ve Çavuşoğlu, 2013).

Kombine taşımacılık, taşımanın başlama ve bitirme aşamalarında kara yolunun kullanıldığı ve arada kalan uzun mesafeli kısımda taşımanın demir, nehir, kanal veya deniz yolu ile gerçekleştirildiği taşımacılık modudur. Taşıma faaliyetinin büyük bir kısmı denizyolu ya da demiryolu ile yapılmaktadır (Deveci ve Çavuşoğlu, 2012: 99).

Her bir nakliye şekli kendine ait nitelikler ve bu niteliklere bağlı olarak olumlu ve olumsuz yönleri sahiptir. Ne tür taşıma sisteminin kullanılacağı; taşınacak yükün türüne, adedine, varış noktasına, kaplayacağı alana, taşımanın yapılacağı noktalar arasındaki uzaklığa, yükün değerine ve mevsimsel, ekonomik faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Uludağ, 2013: 52).

Taşımacılık birçok bakımdan önemli bir faaliyettir. Havalimanlarına, kara ve demir yollarına, gemilere yapılan yüksek tutarda harcamalarla oldukça büyük bir sektördür. Taşıma işlemi ile tüm dünya birbirine bağlanır. Malların tüm dünya üzerinde dolaşma yeteneği ile ekonominin küreselleşmesi sağlanır (Tanyaş ve Düzgün, 2013: 19).

1.2.2. Talep Tahmini ve Yönetimi

Talep yönetimi, işletmelerin müşteri isteklerinin türünü, zamanını ve miktarını tahmin ederek bu doğrultuda elde edilen bilgiler ile üretim imkânlarını dengeleyerek tüm tedarik zinciri arasında bir uyum kurma kabiliyetidir (Yalçın, 2013: 10-11). Etkin bir talep yönetimi yapılabilmesi için iyi bir talep tahminine ihtiyaç vardır. Planlama faaliyetinin mühim bir bileşeni olan tahmin, geçmiş ya da güncel verilerden hareketle, gelecekte ortaya çıkabilecek durumları öngörme sanatı ve bilimi olarak ifade edilmektedir (Uludağ, 2013: 62-63).

İşletmeler üretimlerini verimlilik esasına dayandırır. Bir sürecin verimli olabilmesi ise minimum girdi ile maksimum çıktı sağlanması ile mümkün olur. Bu bağlamda işletmelerin üretimlerini çok iyi planlaması gerekmektedir. Ne satabileceklerinden az ne de fazla üretmelidirler. Gerekenden az üretim gerçekleştirildiğinde müşterinin talebi karşılanamayacak ve müşteri ihtiyacını başka bir firmadan karşılayacak bu şekilde potansiyel satış- kar fırsatını kaçırmış olacaktır. Fazla üretildiğinde ise, işletme hem stoklama hem de ellerinde kalan ürünleri piyasa fiyatının altında satma riski ve maliyeti ile karşı karşıya kalacaktır. Bu sebeple hangi üründen hangi miktarda üretim yapılması gerektiği bir işletme için oldukça önemli bir konudur (Yalçın, 2013: 10-11).

Bugün, temel lojistik faaliyetleri kapsamında ele alınan talep tahmin yönetimi; üretimin aksamadan devam etmesi amacıyla müşteri ihtiyaçlarının tam ve doğru tespiti ve bu bilginin eş zamanlı olarak tedarikçilerle paylaşılması yoluyla üretici işletmeye aralıksız malzeme akışının sağlanmasında stratejik bir rol üstlenmiş bulunmaktadır (Uludağ, 2013: 62-63). İşletme, kendisinin ve bağlı bulunduğu piyasanın hem geçmiş dönemlerini hem de şu anki piyasa koşullarını inceleyip sentezleyerek talep tahminini ortaya çıkarır. Talep tahmini, işletmelerin başarılı ve sürekli olabilmeleri açısından oldukça önemli bir konudur. Çünkü ürün ya da hizmete olan talep miktarı; personel sayısı, gerekli olan hammadde miktarı, tedarik süreleri, tedarik edilecek makinelerin sayı ve niteliği gibi işletmenin karar vermesi gereken birçok önemli unsuru etkilemektedir (Yalçın, 2013: 10-11).

Talep tahmin yöntemleri, daha önce gerçekleşen olaylara ya da benzer vakalarda elde edilen verilere bağlı olarak gelişmektedir. Üretim hacminin küçük olduğu işletmelerde talep tahmini çoğu zaman istatistiksel yöntemlere göre yapılmaz; iş hacmi büyüdükçe, matematiksel ve istatistiksel tekniklere dayalı tahminlemelerin önemi de artmaktadır. İşletmelerin iş hacminin büyümesi tedarik zinciri ağının genişlemesine sebep olmakta ve zincirler arası bilgi paylaşımına (iş birliği ve koordinasyonu sağlamak açısından) duyulan ihtiyacı arttırmaktadır (Uludağ, 2013: 62).

Talep yönetimi, tedarik zinciri sisteminin çok önemli bir parçasıdır. İyi işleyen bir talep yönetimi mekanizması, müşteri memnuniyetine ulaşılmasında etkilidir. Zira kademeler arasındaki bilgi aktarımının etkin ve sıkı olduğu durumlarda, müşteri ihtiyaçlarını tahminlerken hata oranı da düşmektedir (Uludağ, 2013: 63). Doğru kurgulanan ve uygulanan bir talep yönetimi ile müşteriler talep ettikleri ürüne eksiksiz bir şekilde, beklenen süre içerisinde, talep edilen teslim yerinde ulaşabilecek ve olası bir iade talebinde sistem yine aynı etkinlikle bu kez geriye doğru işleyebilecektir (Gürdal, 2006: 23). Böylece müşteri satın aldığı hizmet veya ürün hakkında iyi bir deneyim yaşadığı için işletmeye olan güveni ve dolayısıyla memnuniyeti artacaktır. Doğru talep yönetimi ile sadece müşteriler değil aynı zamanda tüm tedarik zinciri paydaşları da fayda elde edecektir.

1.2.3. Sipariş Yönetimi

Sipariş yönetimi; sipariş döngüsüyle ilişkili çeşitli aktivitelerin yönetiminden oluşmaktadır. Sipariş döngüsü ise müşterinin siparişi oluşturmaktan teslim almasına kadar geçen süreyi ifade etmektedir. İşletmeler müşteri siparişlerini istenilen düzeyde karşılayabilmek için mevcut satışlar ve stoklar bazında tahminler yapmaktadırlar. Aynı zamanda sipariş yönetimi ile müşteri hizmeti arasında da bağlantı vardır. Çünkü birçok işletme müşteri hizmetini sipariş döngüsü performanslarına göre analiz etmektedir. Tedarik zinciri konseyi sipariş döngüsü ile ilgili birçok faaliyet sıralamıştır. Buna göre sipariş döngüsünün dört parça, kısım veya aşamadan oluştuğu düşünülmektedir. Bunlar siparişin alımı, sipariş girme, sipariş toplama ve hazırlama ve sipariş teslimidir (Murphy ve Knemeyer, 2016: 113-114). Operasyonel anlamda sipariş yönetimi döngüsü ise; gelen sipariş iletişimi ve sisteme işlenmesi, sipariş kabul, sipariş evrakları, siparişin

hazırlanması, siparişin sevk edilmesi, teslimat ardından performans ölçümü başlıklarından oluşmaktadır (Dinçer, 2009: 194).

İşletmelerin ticari hayatlarını başarılı bir şekilde sürdürmeleri için gerekli olan satış cirosu ve kar elde etme, müşteriden gelen talepler doğrultusunda hareket edebilen esnek, çevik bir sipariş yönetiminin kesintisiz akması ile mümkün olabilmektedir (Toros, 2015: 2). İşletme için en uygun ve verimli bir ağ sistemi oluşturularak maliyetlerin azaltılması ve sürecin kesintisiz akmasının sağlanması ile finansal rahatlama, stokların en uygun düzeyde tutulması ve müşteri memnuniyeti elde edilebilmektedir. Bu durum ilgili işletme ile birlikte tedarik zincirindeki tüm işletmelerin performansını da olumlu yönde etkileyecektir (Dinçer, 2009: 191).

Tedarik zincirindeki tüm paydaşların katılımı ile hazırlanmış ve kabul görmüş bir sipariş yönetimi prosedürünün oluşturulması, standart hale getirilmesi ve uygulanması halinde ürün ve ilgili bilgiler izlenebilir olacaktır. Bu izlenebilirlik firmaya sürekli kontrol altında tutulabilen ve aksamadan gerçekleşen ürün akışı sağlayacak ve sonuç olarak sipariş karşılama oranında artma, tedarik çevrim süresinde azalma ve etkin stok takibi gibi katkılar sağlayacaktır (Toros, 2015: 20). Tedarik zinciri işletmelerinin müşteri taleplerini karşılamak için birbirleri arasında yaptıkları satın alma eylemlerini etkin ve verimli bir şekilde yürütebilmeleri için müşteri siparişlerinin zamanı, miktarı ve kalite gereksinimleri hakkında tam zamanında ve eksiksiz gelen bilgiye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu bilgi alışverişinin sistem içinde yüksek kalitede ve aksamadan devam edebilmesi için ise etkin bir sipariş yönetimi gerekmektedir. Bu amaca hizmet etmeyen aktarımlar ve bilgi paylaşımı firmalar için değer yaratmadığı gibi maliyet ve verimsizlik yaratabilmektedir (Toros, 2015: 3).

Özellikle imalat işletmeleri tedarik zincirinde müşteri siparişlerinin tam zamanında karşılanabilmesi işletme başarısının performans göstergelerinden biri olmaktadır. Siparişlerini istenen süre içinde karşılayabilen imalatçı, ürününü en yüksek değerle arz etme imkânına sahip olabilmektedir. Zamanında karşılanamayan siparişlerin değeri düşerek işletme açısından parasal kayıplara, müşteri açısından ise şikâyet, çatışma, memnuniyetsizlik gibi olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir (Baş ve Uzun, 2018: 68).

Günümüz değişen müşteri yapısı ve beklentileri içinde işletmelerin geleneksel yöntemler ve sınırlı bilgi kaynaklarına dayanarak optimal bir sipariş yönetimine ulaşmaları mümkün değildir. Bu yönetim anlayışı ile çalışan sipariş döngüsünde eksik, hatalı veya fazla teslimatlar ile karşılaşma ihtimali oldukça yüksektir. Bu durumun doğal sonucu olarak satış kayıpları, depolarda ve dağıtım alanlarında operasyonel verimsizlikler, artan lojistik maliyetler ve son olarak müşteri memnuniyetsizliği ortaya çıkmaktadır (Toros, 2015: 20)

Günümüzde lojistik faaliyetler içinde ve dolayısıyla tedarik zinciri yönetimi dâhilinde sipariş yönetimi önemi gittikçe artan bir faaliyet olarak görülmektedir. Sipariş yönetimi, stratejik anlamda iç ve dış taleplerin anlaşılmasını ve sistemin bunlara cevap verebilecek seviyeye getirilmesini mümkün kılar. Bu işlem müşterinin taleplerine cevap veren bir sistem ve tedarik zinciri tasarımını meydana getirir. Böylece işletmeler tarafından acil, ani ve yüksek talep durumlarında bile etkinliğini kaybetmeyen ve farklı taleplere cevap verebilen eş zamanlı olarak sürekli performansı takip edilen bir sipariş yönetimi süreci hedeflenmektedir (Dinçer, 2009: 195).

1.2.4. Stok Yönetimi

Stok, işletmenin gereksinimlerini karşılamak amacıyla mevcudunda bulundurduğu; nihai ürün ya da çeşitli aşamaları tamamlanmamış ürünler, yarı mamuller veya hammaddelerden oluşmaktadır. İşletmeler stok bulundurarak hammadde tedarikinde karşılaşılabilecek herhangi bir olumsuz durumun önüne geçmek ve beklenmedik - ani talep değişimlerinde üretim döngüsünün kesintiye uğramadan akmasını amaçlamaktadırlar. Böylece stok seviyesi ile müşteri beklentisi arasında bir denge yakalanmaktadır (Uludağ, 2013: 61-62).

Stok yönetimi, stoktaki dalgalanmaların etkisini ve stok maliyetlerini azaltmak, müşteri taleplerini beklenilen süre içinde karşılamak ve malların olası değer kayıplarını önlemek amacıyla; stokların temini ve üretim döngüsüne dâhil edilmesi, stok maliyetlerinin azaltılması, kayıp ve hasarların doğru bir şekilde yönetilmesini içeren bir süreçtir (Uludağ, 2013: 61-62; Karcıoğlu ve Temelli, 2014: 27-30).

Stok bulundurmada amaç ürünlere zaman faydası yaratarak müşterinin talep ettiği ürünü talep ettiği anda temin edebilmesini sağlamaktır (Seçkin, 2012: 19). Fakat stok

bulundurmak işletmeler için aynı zamanda maliyet arttırıcı bir unsur olması sebebiyle işletmeler mümkün olan en az stok yatırımı ve en düşük toplam masraf ile bunu gerçekleştirmek isterler. Yani işletme sınırlı kaynaklarını stok tutma ve diğer masrafları arasında en uygun şekilde dağıtmak fakat aynı zamanda da müşteri ihtiyaçlarına karşı stok seviyesini de uyumlaştırmak zorundadır (Long, 2019: 330).

Tedarik zinciri yönetiminde stok seviyesini belirlemek kritik öneme sahip konulardan biridir. Çünkü bir işletmenin stoksuz çalışması beklenmedik talep değişikliklerine etkin bir şekilde cevap verememesi veya üretimin durma noktasına gelmesine sebep olabilirken; lazım olandan fazla stok bulundurması ise stok bulundurma maliyeti, ürünlerin modasının geçmesi ve zarar görmesi gibi olumsuz sonuçları da beraberinde getirebilmektedir. Bu ihtimaller doğrultusunda stok tutma ve tutmama arasında denge sağlanması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu durum ise stok yönetiminin esas konusunu oluşturmaktadır (Uludağ, 2013: 61-62).

Günümüzde işletmeler tedarikçileri ile etkin bir bilgi paylaşımı ve koordinasyon sağlayarak minimum stok seviyesi ile üretime devam etme eğilimi göstermektedir. Bununla birlikte üretime konu olan ürün kritik öneme sahipse işletmeler, yüksek stok bulundurma veya birden fazla tedarikçi ile çalışarak stoksuz kalma riskinin önüne geçmek için alternatif yollara başvurabilmektedir (Uludağ, 2013: 62).

Ayrıca tedarik zinciri boyunca dijital sistemler kullanılarak stokların kayıt altına alınması da stok yönetimi sürecini etkinleştiren önemli unsurlarından biridir. Dijital sistemlerin kullanımı ile ürün giriş çıkış miktarları, zamanları daha doğru takip edilebilmekte ve hesaplamalar doğrudan sistem tarafından yapılarak emniyet stok seviyesi ve en uygun sipariş noktası tespit edilebilmektedir. Tüm bu işlemler tedarik zinciri paydaşları tarafından eşzamanlı görüntülenerek zincir boyunca tüm tedarik döngüsünün kesintisiz devam edebilmesi mümkün kılınmaktadır (Yıldırım, 2018: 21-29).

1.2.5. Depo Yönetimi

Depo; nakliye konu olan malzemenin çeşitli amaçlarla ve daha sonra kullanılmak üzere stoklanması amacıyla, saklandığı, istiflendiği, birleştirilip ayrıştırıldığı, malzeme türüne göre tasarlanmış farklı özelliklere sahip olabilen açık ya da kapalı alanlardır (Tanyaş ve Baskak, 2012: 2-3). Depo aynı zamanda üretimde veya satın

almada ölçek ekonomisinden faydalanmayı, nakliye maliyetini düşürmeyi, katma değerli işlemler yapmayı ve cevap verme süresini kısaltmayı amaçlayan tedarik zinciri içinde bir tesistir (Ramaa, Subramanya ve Rangaswamy, 2012: 14-15). Depolar ise; işletme fonksiyonuna, ürünün türüne ve niteliklerine, üretim sürecine, sahiplik şekline, dış cephe türüne, saklama birimine, coğrafi konumuna, otomasyon düzeyine göre ve antrepolar şeklinde sınıflandırılmaktadırlar (Tanyaş ve Baskak, 2012: 2-3).

Depolama; daha sonra kullanılmak veya tüketilmek üzere hammadde, yarı ürün veya nihai ürünün stoklanarak yer ve zaman faydası sağlayan lojistik faaliyetlerden biridir. Başka bir deyişle depolama belirli bir yerden gelen malzemenin belirli bir süre korunmak amacıyla teslim alınıp daha sonra sevke hazır hale getirilmesi işlemidir. Tıpkı taşıma faaliyeti gibi depolama faaliyeti de lojistik faaliyetler içerisinde en temel bileşenlerden ve işletmelerce üzerinde en fazla durulan konulardan biridir (Uludağ, 2013: 60-61).

Günümüzde depolama geleneksel depolama anlayışından farklı bir hal almaya başlamıştır. Eskiden depolama sadece ürünlerin zarar görmeden kullanım zamanı gelinceye kadar uygun bir yerde muhafaza edilmesi işlemi anlamına gelirken günümüzde depolama ürünlerin geleneksel depolama faaliyetlerinin yanı sıra; kalite ve nicelik testleri, montaj, etiketleme, paketleme gibi katma değerli işlemlere tabi tutulması anlamına gelmektedir (Uludağ, 2013: 60-61; Tanyaş ve Baskak, 2012: 2-3). Böylece ürünler depolardan çıkarken piyasa değeri daha yüksek olarak çıkabilmektedir.

Hızlı teslimatın önem arz ettiği durumlarda, müşterilere yakın noktalara depoların konumlandırılarak bu depolardan hızlı bir şekilde nakliyenin yapılabileceği gibi hızlı teslimat sağlayan taşıma sistemlerinin kullanılması ile mevcut depoların sayıları azaltılabilir veya ürünler herhangi bir depolama işlemine maruz kalmadan doğrudan müşteriye teslimat gerçekleştirilebilir (Uludağ, 2013: 60-61). Depolama, bir şirketin satış maliyetinin % 2 ile % 5'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle depolama maliyetlerini minimum seviyelere indirmek önemli bir konu haline gelmektedir (Ramaa ve diğerleri, 2012: 14).

Doğru uygulanan bir depo yönetimi stratejisi ile şirketler zaman, yer faydası ve müşterilerine özel çözümler sunarak, rekabet avantajı elde edebilmektedirler (Ramaa ve diğerleri, 2012: 15). Ayrıca işletmeler depolama faaliyetleri ile hem üretim maliyetlerini

azaltabilmekte hem de talepteki ani değişimlerden kendilerini koruyabilmektedirler (Karcioğlu ve Temelli, 2014: 27-30).

1.2.6. Paketleme ve Elleçleme

Paketleme; ürünlerin depolanması, taşınması, istiflenmesi, taşıma araçlarına yerleştirilmesi vb. esnasında ürünün nem, sıcaklık, basınç gibi çevresel faktörlerden ivmelenme, titreşim vb. durumlardan zarar görmesini engellemek amacıyla kaplama, ambalajlama ve sarmalama işlemine paketleme denilmektedir (Durmaz ve Gencer, 2019: 831; Karcioğlu ve Temelli, 2014: 27-30). Paketlemenin ürünü dış etkenlerden koruma işlevi dışında pazarlama faaliyetleri içinde de önemli bir yeri vardır. Paketlemede doğru renkler ve ambalaj kullanılması ile müşterinin dikkati ürün üzerine çekilerek satışlar arttırılabilmektedir (Karcioğlu ve Temelli, 2014: 27-30).

Paketleme; söz konusu malın özelliğine, taşıma aracı türüne ve niteliğine, eğer var ise aracı işletmelerin çalışma şekillerine, depolama şekline, depo türüne, tedarik zinciri uzunluğuna ve iklim koşullarına göre farklılık göstermektedir (Yıldırım, 2018: 21-29). Paketleme işlemi ile yalnızca ürünün içeriğini çevresel etkenlerden korumak değil aynı zamanda çevreyi üründen korumak – özellikle açığa çıktığında tehlike yaratacak madde ise- amaçlanmaktadır.

Paketleme ürünün sevkini, depolanmasını, satışını ve kullanılmasını daha kolay hale getirirken aynı zamanda maliyet etkileyici bir unsur olabilmektedir. Ayrıca uygun paketleme sayesinde malzeme işleme ve elleçleme maliyetleri minimize edilebilmektedir (Sayar, 2019: 4).

Elleçleme; malzemenin taşınma, depolama veya herhangi bir sebeple yer değiştirmesi esnasında kısa mesafe içinde yaptığı hareketlere elleçleme denir (Sayar, 2019: 4). Lojistik faaliyetler gerçekleştirilirken yapılan elleçleme işlemleri itme, çekme, aktarma, boşaltma, indirme, yükleme, tartma, yığma, düzenleme, sıralama şeklinde olmaktadır. Elleçleme işlemlerinin büyük bir çoğunluğu depolarda gerçekleşmektedir (Karcioğlu ve Temelli, 2014: 27-30). Ayrıca bakım onarım tesisleri içinde veya tesisler arası geçişte de elleçleme işlemi yapılmaktadır (Durmaz ve Gencer, 2019: 831).

Lojistik genel manada bir ürünün üretildiği yerden ihtiyaç duyulan noktaya ulaştırılması işlemidir. Bu işlemin gerçekleşmesi, söz konusu malzemenin gereken noktaya akışının tamamlanması sürecinde elleçleme işlemleri oldukça önemli bir yere sahiptir. Elleçleme ürüne katma değer sağlamadığı gibi verimsiz yapılan elleçleme işlemleri işletmelerin ek maliyetlere (zaman, para, enerji) katlanmasına sebep olabilmektedir. Bu doğrultuda elleçleme faaliyetlerinin titiz bir şekilde yürütülmesi işletmeler için önemli bir konudur (Uludağ, 2013: 67-68).

İki tür elleçleme yaklaşımı vardır: insan ve makine gücü ile elleçleme. İnsan gücüyle gerçekleştirilen elleçleme işlemlerinde ürünlerin hacimi ve ağırlığı küçüktür. Elleçleme işlemlerinin yapıldığı depolar insan bedeninin kapasitesi sınırınca inşa edilmiştir. Örneğin raflar insanların yetiştirebileceği uzunluktadır. Makine gücüyle yapılan elleçleme işlemi yarı ve tam otomatik sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Makine gücüyle elleçleme işlemi genelde ağır ve hacimli malzemelerde kullanılmakta ve hızlı işlem amaçlanmaktadır. Yarı otomatik sistemlere ‘yarı’ denilmesinin sebebi elleçleme işlemini gerçekleştiren forklift, vinç, konveyör gibi makinelerin kullanımının yine bir insan eliyle yönetilmesi sebebiyledir (Uludağ, 2013: 67-68). Dolayısıyla elleçleme, insan gücü, otomatik sistemler ve yarı otomatik sistemlerle yapılabilir. Hangi tip elleçleme uygulanacağı işletmenin mali gücüne, deponun fiziksel yapısına, elleçlemeye konu malzemenin niteliğine bağlı olarak değişebilmektedir. Günümüzde elleçleme ekipmanlarının teknolojikleşmesi işgücü, ekipman ve operasyon kaynaklı maliyetlerin azalmasına ve performansın artmasına etki etmiştir (Gürdal, 2006: 23).

1.2.7. Gümrükleme

Hammadde, mamul veya yarı mamullerin ülkeye geliş veya ülkeden çıkışında gümrük kanunu ve yönetmeliği hükümleri uygulanarak, ürünlerin gümrük idarelerinde denetleyici devlet mekanizmasına tabi tutulmasına gümrükleme denilmektedir (Çavdar, 2019: 2). Başka bir deyişle gümrükleme ithalat ve ihracat işlemlerine bağlı olarak malın ülkeye girişi veya ülkeden çıkışı için gerekli olan evrakların prosedüre uygun olarak hazırlanması, gümrük idaresine sunulması, ülkeden çıkış veya ülkeye giriş izinlerinin alınması sürecidir (Çancı ve Erdal, 2013: 211). İşletmeler bu işlemi kendi bünyelerindeki birim veya personellerle yapabileceği gibi dış kaynak da kullanabilirler. Gümrük

işlemleri karmaşık ve uzmanlık gerektiren süreçler olduğundan işletmeler gümrükleme işlemlerini genellikle dış kaynak kullanarak gerçekleştirirler (Tunç ve Kaya, 2016).

Uluslararası hareket halinde olan mal, ithalatçı ülkenin sınırlarına girdiğinde söz konusu malın o ülke şartlarına uygunluğu, beyan edilen mal ile mevcuttaki malın aynı olup olmadığı denetlenmesi gümrüklemenin faaliyet alanına girmektedir. Gümrükleme işlemleri her ülkede farklı şekilde uygulanabilmektedir fakat bu işlemin tüm ülkelerdeki ortak amacı ülke yasalarına uygun olmayan ve halk sağlığını tehlikeye atabilecek ürünlerin ülke içinde dolaşımını engellemek ve bu şekilde toplumu korumaktır (Sayar, 2019: 6). Ülkeler çeşitli birlikler kurarak üyeleri arasındaki gümrükleme işlemlerini kaldırabilirler. Fakat aralarında böyle bir anlaşma olamayan ülkeler ticari alışverişlerinde gümrükleme işlemine tabii tutulmaktadırlar (Han, 2018: 27).

Günümüzde gümrük idarelerinde işlemlerin daha hızlı, şeffaf, kolay ve standart bir şekilde ilerlemesi için bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılmaktadır. E-gümrük olarak adlandırılan bu teknolojiler firmalar açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Bu sistemler sayesinde gümrük kapılarında geçen bekleme süresi ve bürokrasi azalmaktadır. Bu sayede firmalar olumlu imaj kazanarak uluslararası rekabette avantaj elde etmektedirler (Çancı ve Erdal, 2013: 211).

1.2.8. Müşteri İlişkileri ve Müşteri Hizmetleri Yönetimi

Müşteri, bir işletmenin sunduğu ürün veya hizmeti, idari veya şahsi ihtiyaçları için satın alma işlemini gerçekleştiren kişi veya kuruluştur (Demir ve Kırdar, 2009: 299). Küreselleşme sebebiyle rekabetin artmasına tepki olarak firmalar müşterilerle özel olarak ilgilenmeye başlamıştır ve müşteriler firmalar için en değerli varlık haline gelmiştir. Bu özel ilgi müşterilerin kendilerini daha değerli hissetmesine, taleplerinin ve farkındalıklarının artmasına, sadakatlerinin azalmasına sebep olmaktadır. Araştırmalar yeni bir müşteri kazanmanın eski müşteriyi elde tutmaktan yedi ila on kat daha pahalı olduğunu ortaya koymaktadır. Yeni müşteriler elde etme ve mevcut müşteriyi koruma bir firmanın pazarda varlığını sürdürmesinin ön koşuludur. Bu durum müşteriye yönelik tutum ve sistemlerin geliştirilmesinin önemini arttırmaktadır. Müşteri ilişkileri ve müşteri hizmetleri yönetimi kavramları ve stratejileri bu amaç doğrultusunda ortaya çıkmıştır (Szymonik, 2012: 309-310).

Müşteri ilişkileri, işletme ve müşteri arasında gerçekleşen, satış öncesi, satış esnası, satış sonrası tüm eylemleri kapsayan, karşılıklı fayda ve ihtiyaç tatminini amacıyla sürdürülen bilgi alış veriş sürecidir. Müşteriler hakkında tüm bilgilerin sistem üzerinde tanımlanarak bu bilgilerin yönetimi ise müşterilerin davranışlarını tahmin edebilmeyi kolaylaştırmaktadır (Demir ve Kırdar, 2009: 299). Etkin müşteri yönetimi stratejisi ile müşterilerle temas edilen her noktada müşteriyi daha iyi anlama ve onun beklentileri ölçüsünde firmanın kaynaklarının yönlendirilmesi mümkün olabilmektedir. Müşteri ilişkileri yönetimi, tek bir sisteme adapte edilmiş, müşteri bilgilerini verimli bir şekilde kullanarak satış, pazarlama ve servis aşamalarını etkin bir hale getirmek ve müşteri sadakatini kazanarak müşteri değerini yükseltme çabalarının tamamıdır (Szymonik, 2012: 308-309; Demir ve Kırdar, 2009: 298).

Bazen müşteri ilişkileri yönetimi ve müşteri hizmetleri yönetimi terimleri uygulamada birbirlerinin yerine kullanılmaktadır. Müşteri ilişkileri yönetimi pratik bir eylemden ziyade bir stratejiyi işaret etmekte ve dijital sistemlerle desteklenmekteyken müşteri hizmetleri yönetimi mevcut ve potansiyel müşterilerin planlanması, örgütlenmesi, denetlenmesi ve motive edilmesi gibi faaliyetlerin yerine getirilmesi olarak tanımlanmıştır. Müşteri ilişkileri yönetiminin amacı müşteriyi daha iyi tanıyarak ona uygun ürün ve hizmet geliştirmektir (Szymonik, 2012: 350; Demir ve Kırdar, 2009: 298).

Müşteri Hizmetleri Yönetimi ve Müşteri İlişkileri Yönetimi Kavramları arasında ufak farklılıklar olsa da şirkette müşteri hizmetlerini ve müşteri ilişkilerini yöneten kişinin iş sorumlulukları arasında;

- Müzakereler, anahtar müşterilerle bağlantı kurma ve sürdürme,
- Ortaklar ve yüklenicilerle işbirliği,
- İç ve dış müşterileri desteklemek,
- Müşterilerle doğrudan ve dolaylı olarak işbirliği yapan insanlardan oluşan ekibi yönetmek,
- Müşteri hizmetlerinin ve onu iyileştirmeyi amaçlayan uygulanan sistemlerin izlenmesi ve kalite kontrolü,

- Pazarlama bilgi sistemlerinin izlenmesi (pazar araştırması, pazar potansiyelinin analizi, müşteri memnuniyeti anketleri, hizmet kalitesi, müşteri veri tabanının kullanımının denetimi),
- Pazarlama faaliyetleri, satış ve satış sonrası hizmetler için hedef pazar segmentlerinin oluşturulması,
- Pazarlama planlaması
- Şirketteki diğer departmanlarla, özellikle pazarlama ve satış departmanı ile aktif işbirliği
- Operasyonel birimlerle işbirliği,
- Müşteri sadakat programını yönetmek,
- Planlanan hedeflere ulaşmak,
- Standartların oluşturulması,
- Personel eğitimleri vermek, konferanslara, sempozyumlara ve çalıştaylara katılmak,
- Mevcut ve potansiyel müşterilerle sergi, ticari fuar ve diğer etkinliklerin hazırlanmasına, ekibin işe alınmasına katılmak bulunmaktadır. (Szymonik, 2012: 351-352).

1.2.9. Tedarik ve Satın Alma

İşletmelerin varlıklarını devam ettirmeleri ve diğer firmalarla rekabet edebilecek boyutta olmaları için maliyet kalemlerini iyi analiz etmeleri ve maliyet düşürücü politikalar benimsemeleri gerekmektedir. İşletme maliyetlerinin oldukça büyük bir kısmı satın alınan ürün ve hizmetler tarafından oluşturulmaktadır (Tursun, 2020: 21). İşletme, ürün veya hizmet üretmesi fark etmeksizin, kuruluşundan başlayıp hayatta kaldığı süreç içinde mamul, yarı mamul, ekipman, bilgi, teçhizat gibi üretim elemanlarına sürekli ihtiyaç duyacaktır. Bu bitmeyen bir tedarik süreci anlamına gelmektedir (Oğuz, 2010: 10). Ticari kuruluşların amacı kar elde etmek olduğu için maliyet unsurlarının tepe noktasında olan malzeme ve teçhizat giderlerini düşürmeleri önemli bir konu haline gelmektedir. Bu doğrultuda işletmeler çabalarını tedarik süreçlerini iyileştirme üzerine yoğunlaştırmaktadır (Tursun, 2020: 21, Oğuz, 2010: 10).

Tedarik; bir organizasyonun amaçlarını gerçekleştirebilmesi için gerekli olan hizmet, malzeme ve imkânların işletme dışındaki kaynaklardan temin edilmesi ve kullanıma hazır halde bulundurulması anlamına gelmektedir. Yine başka bir deyişle tedarik; işletme ihtiyaçlarının belirlenmesi, temin edilmesi ve tedarikçi seçimi arasında geçen tüm süreci kapsayan faaliyetler bütünüdür (Tursun, 2020: 21). İşletmelerin kar elde ederek varlıklarını devam ettirebilmeleri için yalnızca kendi etkinliklerini değil aynı zamanda birlikte iş yaptıkları tedarikçilerin etkinliklerini de düşünmeleri gerekmektedir. Günümüz rekabet ortamında hızlı gelişen teknoloji ve sürekli değişerek artan müşteri beklentileri göz önüne alındığında firmaların piyasada varlığını devam ettirmesi hususunda uygun tedarikçi seçimi oldukça önemli bir konu haline gelmektedir (Özçelik ve Atmaca, 2014: 6).

Satın alma; müşteri beklentilerini karşılamak amacıyla firma bünyesine ürün, hizmet veya bilgiyi bedelini ödeyerek dâhil etme işlemidir. Müşteri beklentilerini en yüksek seviyede karşılama amacının yanı sıra işletmeler satın alma sürecinde düşük maliyet, yüksek kalite ve hız amaçları da bulunmaktadır. Etkin bir satın alma faaliyeti için her firmanın satın alma stratejisi bulunması ve bu stratejilerin şirket politikaları ile koordineli bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir (Eymen, 2007: 11).

Diğer bir tanıma göre satın alma firmaların ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile başka bir firmadan etik ve ahlaki yapı içinde mal, hizmet ve ekipman elde etme işlemidir (Birdir ve Hiçyakmazer, 2019: 1143). Satın almanın profesyonel anlamda gerçekleşmesi doğru ürün veya hizmeti, doğru zamanda, doğru miktarda, doğru kalitede ve doğru fiyatla temin etme kriterlerine bağlıdır. Satın alma doğru yapılmazsa ihtiyaç duyulan malzemeler zamanında temin edilemez veya yanlış malzeme temin edilebilir. Doğru planlanmayan satın alma işlemi sebebiyle firmalar yanlış ürünü, yanlış zamanda, yüksek fiyatla temin etme ve bunun sonucunda artan maliyet ve düşük müşteri memnuniyeti riskleriyle karşı karşıya kalabilmektedirler (Birdir ve Hiçyakmazer, 2019: 1144). Satın alma işlemi sadece gerekli ürünün bedelini ödeyerek o ürünü firma bünyesine katmak demek değildir. Satın alma işlemleri aynı zamanda üretilen ürünün kalitesi, geliştirilmesi ve pazara hızlı bir şekilde sürülmesi üzerinde önemli bir role sahiptir. Günümüzde işletmelerin temel işlevlerinden biri haline gelen satın alma aynı zamanda tedarik zinciri yönetiminin bel kemiğini oluşturmaktadır. Satın alma süreci küçük işletmelerde tek bir kişi tarafından

yapılırken daha büyük işletmelerde ayrı bir departman tarafından yürütülmektedir. İmalat sektöründe bir ürünün satış bedelinin %55 ini o ürünün üretimi için satın alınan malzeme ve hizmetler oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu yüksek maliyet kalemi üzerinde yapılacak iyileştirme çalışmaları ile maliyet avantajı sağlanarak şirket performansının olumlu etkilenmesi ile işletmeler piyasada rekabet avantajı elde edeceklerdir (Birdir ve Hiçyakkalmaz, 2019: 1143-1144).

Satın alma ve tedarik kavramları genellikle birbirlerine karıştırılmaktadır. Satın alma, birçok kaynaktan ürün veya hizmetin ticari bedeli ödenerek elde edilmesi olarak aktarılmakta birlikte satın alma bir işlem olarak aktarılır tedarik ise satın alma işlemini de kapsayan bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Yani tedarik, işletmenin gereksinimi olan her türlü ürün, hizmet veya bilginin kaynağı olan tedarikçilerin tespit edilmesi, değerlendirilmesi ve nihayetinde seçilmesini kapsayan ve tedarikçiler ile stratejik iş birliğinin amaçlandığı bir süreçtir. Satın alma ise bu sürecin bir alt işlevidir (Tursun, 2020: 21).

1.2.10. Diğer Lojistik Faaliyetleri

Yukarıda sayılan faaliyetler haricinde bir lojistik operasyonun eksiksiz ve kesintisiz bir şekilde gerçekleştirilmesi için tamamlayıcı faktörlere ihtiyaç vardır. Bu faktörler: satış sonrası hizmetler, trafik yönetimi, sigortalama, bilgi yönetimidir.

Satış sonrası hizmetler: Satış sonrası yapılan işlemler lojistik sürecin tamamlayıcı unsurlarındandır. Bir lojistik operasyon ürünün müşteriye teslimi ile nihayete ermemektedir. Teslimat yapıldıktan sonra müşteriye ürünle ilgili teknik bilgi, yedek parça vs. desteği sağlanması gerekebilmektedir. Satış yapıldıktan sonra beklenen faydayı sağlamayan veya bozuk, eksik, hasarlı çıkan ürünlerin yenileri ile değişimi veya iadesinin gerçekleştirilmesi satış sonrası hizmetlerin kapsamına girmektedir ve müşteri memnuniyet seviyesini etkileyen oldukça önemli bir süreçtir (Akandere, 2013: 43).

Trafik yönetimi: Trafik yönetimi araçların ve yayaların güvenli ulaşımı sağlanırken trafik akışının sürekli kalması amacı ile trafik yoğunluğunun kontrol altına alınması, park problemlerinin çözümü ve yol kullanılabilirliğinin sağlanmasıdır (Işıkdag, 2003: 3). Lojistikte ise trafik yönetimi; ürünlerin tedarikçilerden alınıp işletmeye getirilmesi ile iadelerin toplanması başka bir deyişle ürünlerin günlük hareketlerini

(kaynaktan tüketim noktasına) ifade eden bir süreçtir (Bamyacı, 2008: 37). Lojistik performansı yükseltmek amacı ile en iyi rotanın ve en iyi nakliye türünün seçilmesi, yasal ve güvenlik gerekliliklerinin yerine getirilmesi, teslimatların tam zamanında ve uygun maliyetle gerçekleştirilme sürecine trafik yönetimi denilmektedir (Waters, 2003: 13; Bamyacı, 2008: 37).

Sigortalama: Ortaya çıkabilecek herhangi bir hasar, ziyan, eksik, kayıp gibi durumlara karşı müşteri ve satıcı arasında önceden yapılan eşyayı ve tarafları güvence altına alan bir işlemdir (Duranoğlu, 2013: 112). Sigortalama yapılırken tarafların sorumlulukları işe başlamadan önce belirlenir. Taşımaya konu olan mallar yasal olarak sigortalanmak zorundadır. Sigortalama yapılarak hem ürün olası risklere karşı güvence altına alınmış hem de tarafların mesuliyeti baştan belirlenmesi sayesinde huzurlu bir ortamda taşıma işleminin gerçekleşmesi sağlanmış olur (Akay, 2016: 32).

Bilgi yönetimi: Lojistik sistemi içerisinde bulunan ürün ve hizmetler hakkında veri üretilip bu bilgilerin depolanıp kullanılmasına bilgi yönetimi denilmektedir (Gleissner ve Femerling, 2012: 8). Bu veriler gönderici, alıcı, nakliyecisi ile sözleşmeye konu olan malın: miktarı, cinsi, tutarı, ağırlığı, hacmi vb hakkında bilgiler içermektedir (Gleissner ve Femerling, 2012: 8-9).

1.3. Lojistik Maliyetler ve Lojistik Maliyet Yönetimi

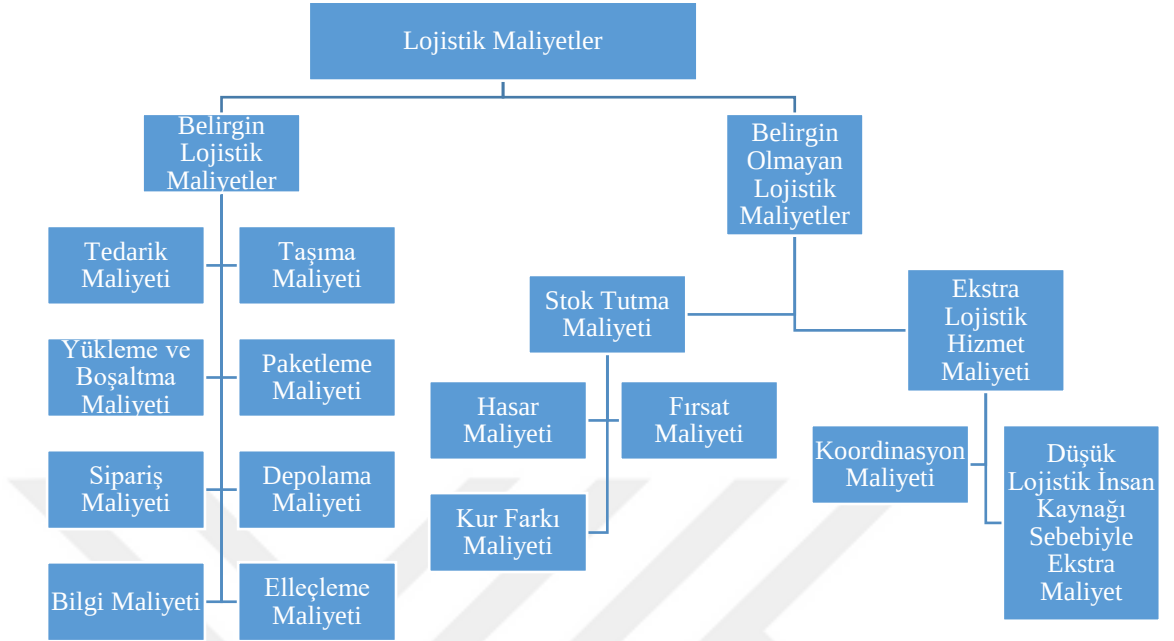
Uzun süre önce küreselleşen dünya ticaretinin her geçen gün boyutu genişlemekte, pazar büyümekte, çeşitlenmekte, müşteri sayısı ve istekleri artmaktadır. Bu durum rekabet şartlarını etkilemekle birlikte uluslararası dolaşan mal miktarını ve hızını da arttırmaktadır. Ne kadar çok ürün dolaşımı o kadar çok lojistik maliyeti (diğer maliyetlerle birlikte) demek olduğundan firmalar rekabet koşullarını güçlendirmek için lojistik maliyetleri doğru bir şekilde belirlemek zorundadırlar. Bu süreçte lojistik faaliyetlerin tam zamanında ve beklenen kalitede gerçekleşmesi kadar lojistik maliyetlerin kesin, tam ve ölçülebilir olması da işletmeler açısından son derece önemli bir konudur (Ercan, 2018: 94).

Bir ürünün başlangıç noktasından nihai tüketicisine ulaşana kadarki süreç içinde ortaya çıkan tüm faaliyetlerin parasal olarak ifade edilmesine lojistik maliyetler denilmektedir (Ercan, 2018: 88; Tokay ve diğerleri, 2010: 3). Başka bir deyişle lojistik

maliyetler, lojistik faaliyetlerin yerine getirilmesi için gerekli kapasitenin oluşturulması esnasında işletme tarafından ihtiyaç duyulan kaynakların maliyetidir (Ceran ve Alagöz, 2007: 157). Operasyon açısından lojistik maliyetler; giriş lojistiğiyle (kabul) ilgili maliyetler, depolama ve elleçleme (yükleme – boşaltma) ile ilgili maliyetler ve çıkış lojistiği (sevkiyat ve yollama) ile ilgili maliyetler olarak bölümlendirilmektedir (Ercan, 2018: 89). Bu doğrultuda bir lojistik operasyon sürecinde maliyet oluşturan lojistik faaliyetleri şöyledir; taşıma, depolama, elleçleme, stoklama, sipariş işleme, paketleme, satın alma ve tedarik, bilgi – belge yönetimi, gümrükleme, teknik destek, sigortalama, müşteri ilişkileri yönetimi, işlemlerin muhasebeleştirilmesi ve tahsilat işlemleridir (Şen, 2014: 91).

Lojistik maliyetler, işletmelerin bulunduğu sektöre, sipariş yapısına ve iş görme şekillerine göre değişmektedir (Ceran ve Alagöz, 2007: 156; Ekinci, 2007: 51; Ercan, 2018: 88). Buna göre lojistik maliyetler, belirgin (doğrudan) ve belirgin olmayan (dolaylı) lojistik maliyetler olarak Şekil 1.1.'de gösterildiği gibi ikiye ayrılmaktadır (Weiyi ve Luming, 2009: 538 Ceran ve Alagöz, 2007: 158).

Weiyi ve Luming (2009), yaptıkları çalışmada belirgin lojistik maliyetlerini; tedarik (procurement), taşıma (transportation), yükleme ve boşaltma (shipping and delivery), sipariş (order), bilgi (information), paketleme (packing), depolama (warehouse), elleçleme (bulk) faaliyetlerinin oluşturduğunu belirtmektedirler. Belirgin olmayan lojistik maliyetlerini ise; stok tutma maliyeti (inventory holding cost) ve ekstra lojistik hizmet maliyetler (extra logistics cost) olarak iki başlık altında incelemektedirler. Stok tutma maliyetinin (inventory holding cost); faiz (interest), fırsat (opportunity), hasar (damage) maliyetleri, ekstra lojistik hizmet maliyetlerinin (extra logistics cost) ise; koordinasyon (coordination), düşük lojistik insan kaynağı için ekstra maliyet (extra cost for low logistics human resource) sebebiyle oluştuğunu ifade etmektedirler.



Şekil 1.1. Lojistik Maliyetler

Kaynak: F. Weiye and Y. Luming, "The discussion of target cost method in logistics cost management," **ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management**, Cilt 4, 2009, s. 538.

İşletmeler, belirgin maliyetlerin izlenmesi ve kontrol edilmesi kolaylığı ve belirgin olmayan lojistik maliyetlerin hesaplanması ve ayırt edilmesinin zor olması sebebiyle dikkatlerini daha çok belirgin maliyetler üzerine yoğunlaştırmaktadırlar. İşletmelerin belirgin olmayan lojistik maliyetlerini göz ardı etmeleri, lojistik maliyet üzerinde gerçekleşen etkinin kaynağının doğru tespit edilememesine yol açmaktadır. Lojistik maliyetlerin diğer maliyet kalemleri ile ilişkilerinin tam olarak ölçülebilmesi karar alıcıların yanlış karar almalarına sebep olmaktadır (Şen, 2014: 91; Weiye ve Luming, 2009: 538).

İşletmeler kaynak kullanımını finanse edebilmek için hedef maliyeti belirlerler. Hedef maliyet tahminin yapılabilmesi için geçmişe dönük maliyet verilerinin bulunması oldukça önemlidir. Bu şekilde işletmelerin olumsuz faktörleri tespit edebilmeleri ve bütçede gerekli düzenlemeleri yapmaları kolaylaşabilmektedir. Lojistik maliyetlerin hesaplanırken diğer maliyetlerden arındırılması belirgin olmayan (dolaylı) lojistik maliyetlerin yüzeye çıkmasını da kolaylaştırmaktadır (Weiye ve Luming, 2009: 538).

Günümüz işletmelerinin toplam maliyetleri içinde lojistik maliyetlerinin yüzdesi giderek artmaktadır (Ercan, 2018: 89). Dünya ekonomisinin yaklaşık %12'si lojistik sektörüyle ilgili iken (Tırport, 2020), Türkiye GSYH'nın % 12'sini lojistik hizmetler (UTİKAD, 2020) oluşturmaktadır. İşletmeler bazında incelendiğinde ise lojistik giderlerin, üretilen veya satılan malın maliyetinden sonra ikinci sırada geldiği görülmektedir. Bu sebeple lojistik maliyetlerin iyi analiz edilmesi ve azaltılmaya çalışılması işletme karlılığı açısından oldukça önemlidir (Şen, 2014: 87). Toplam işletme maliyetleri içinde lojistik giderler %5 ile %10 arasında değişmekteyken faaliyet bazında dağılımları ise şöyledir (Şen, 2014: 91-92);

Sevkiyat %5

Depolama %2,5

Yönetim Giderleri %0,5

Stokların Maliyeti %2

Lojistik maliyetler içinde en yüksek maliyeti taşıma (sevkiyat, nakliye) faaliyeti oluşturmaktadır. Bu durum taşıma faaliyetlerini lojistik operasyon içinde önemli bir noktaya getirmektedir (Ercan, 2018: 89). 100 birimlik lojistik maliyeti dağılımları ise şöyledir;

Sevkiyat %45

Depolama %26

Yönetim Giderleri % 9

Stokların Maliyeti %20

Bazı işletmeler lojistik maliyetleri ayrı ayrı ele alıp hesaplarken birçok işletme lojistik maliyetleri satışların bir yüzdesi olarak veya geçmiş deneyime dayalı geleneksel yöntemlerle hesaplayabilmektedir. Sezgiye ve geçmiş deneyime dayalı hesaplamalar verimsiz olduğu gibi aynı zamanda hatalarla ve gereksiz bilgilerle doludur (Ercan, 2018: 89; Wei ve Luming, 2009: 538; Tokay, Deran ve Arslan, 2010: 3).

Lojistik maliyetlerin yönetilmesi ve kontrolünün sağlanması için öncelikle bu maliyetlerin tespit edilmesi gerektirmektedir. Maliyet yönetiminin esas faydası, hangi faaliyetler hangi maliyetleri yaratmaktadır ve hangi önlemlerle maliyetlerin düşürülüp kontrol altına alınabileceğinin bulunmasıdır (Yüzbaşıoğlu ve Ceran, 2010: 4). Lojistik maliyetlerin açığa çıkarılarak denetim altında tutulması işletmelerin maliyetlerini azaltacak ve bunun sonucunda işletme karlılığını arttırarak daha fazla rekabet avantajı kazanılacaktır. Ayrıca lojistik maliyetlerin yönetilmesi ürün, müşteri tatmini ve ürün fiyatlaması gibi konuları da etkilemektedir (Topal, 2013: 45). Lojistik maliyetlerin analiz edilip etkin bir şekilde yönetimi işletmenin mali performansını arttırarak hissedar değerini yükseltmeyi sağlaması bir diğer önemli konudur (Tokay ve diğerleri, 2010: 2).

Lojistik maliyetler sadece lojistik bölümünün maliyetleri olarak düşünülmemelidir. Çünkü lojistik maliyetler işletmenin tüm faaliyet alanlarında ortaya çıkabilmektedir. Satışlarla ters orantılı olan lojistik maliyetlerin satış arttıkça satış içindeki payı azalmaktadır (Ceran ve Alagöz, 2007: 158).

Son yıllarda maliyet kontrolü ve dolayısıyla maliyet avantajı sağlamada önemli konulardan biri de yeşil lojistik uygulamalarıdır. Çevresel konular sadece lojistik firmaları için değil birçok işletme için önemli bir husus haline gelmiştir. Çevresel meseleler lojistik değer zinciri boyunca hammadde tedariği, gelen ve giden lojistik de dahil olmak üzere birçok lojistik kararı etkileyebilmektedir (Murphy ve Poist, 2000:5). Firmalar yeşil lojistik yaklaşımlarını uygulamalarına dahil ettiklerinde hem kaynak israfını engelleyerek hem de çevre zararlarını en aza indirerek tüm lojistik sürecini daha verimli hale getirebilmektedirler.

1.4. Yeşil Lojistik

Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak tüketim artmıştır. Artan tüketim ve müşteri ihtiyaçlarını karşılama amacıyla üretim faaliyetleri de aynı hızla artış göstermiş ve bu durum doğal kaynakların azalmasına sebep olmuştur. Ortaya çıkan bu durum sebebiyle ekosistemin sürdürülebilirliği oldukça önemli bir mesele haline gelmektedir. Sürdürülebilirlik çevrenin her türlü zararlı etkiden korunması, ekolojik dengenin devamlılığı ve çeşitliliğin muhafaza edilmesi anlamına gelmektedir. Sürdürülebilirlik kapsamında insan kaynaklı sera gazı salınımı azaltılarak küresel ısınma

ve iklim değişikliğinin önüne geçme çabaları tüm ülkelerin vurguladığı bir konu haline gelmektedir. Sürdürülebilirlik alışmaları daha önce işletmeler için maliyet arttırıcı unsur olarak görülse de günümüzde çoğu işletme tarafından hem kendi faaliyetleri hem de evre için faydalı etkinlikler olarak benimsenmektedir. Bunun sebebi gelişen teknoloji yardımıyla sürdürülebilirliğin etkinliği arttırması ve karlılığı yükselterek avantaj sağlamasıdır (şahan, 2017: 2).

Birçok sektör gibi lojistik sektörü de sürdürülebilirlik kapsamındadır. Dünya çapında teknolojinin gelişmesi ile iletişim kolaylaşmış ve e- ticaret gibi kanallar gelişmiştir ve bu durum lojistiğin dünya ticareti içindeki hacmini genişletmiştir. Lojistik hacminin genişlemesiyle birlikte lojistik faaliyetlerin çevreye verdiği zararların boyutları da genişlemiştir (Chunguang, Xiaojuan, Kexi, Pan, 2008: 162, şahan, 2017: 2). Sürdürülebilirliğin ana düşüncesi olan yeşil yaklaşımlar doğrultusunda yeşil lojistik yaklaşımı ortaya çıkmıştır.

Lojistik faaliyetlerin neden olduğu evre sorunlarına 1980 sonrası dikkat çekilmeye başlanmıştır. Sadece taşıma kaynaklı sorunlar değil lojistiğin daha geniş çaplı çevresel etkilerinin incelenmesi gerektiği savunulmuştur (Chunguang ve diğerleri, 2008: 162). Yeşil lojistiğin kavram olarak önerilmesi ise 1990'ları bulmaktadır. Yeşil lojistiğin amacı evre dostu adımlar atarak emisyonları ve kaynak tüketimini azaltmak ve sonucunda sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmektir (Chunguang ve diğerleri, 2008: 162, Bouchery, Corbett, Fransoo, Tan, 2017: 148).

Yeşil lojistik; lojistik faaliyetler gerçekleştirilirken ortaya çıkan durumların çevreye etkilerini ve verebileceği zararları önceden tespit ederek bu olumsuz etkiyi azaltmaya veya yok etmeye çalışma amacı güden bir yaklaşım türüdür (Bolat, Bayraktar, ztrk ve Turan, 2011: 539). Buna göre ele alınan konular; gürültü kirliliği, kaynak israfı, doğal kaynakların tüketimi, zehirli ve zehirli olmayan çöplerin imha edilmesi ve gaz emisyonudur. Bir başka ifade ile yeşil lojistik, lojistik faaliyetlerin çevresel etkisinin sistematik olarak ölçülmesi, çözümlenmesi ve nihayetinde azaltılması anlamına gelmektedir. Lojistik faaliyetlerde çevresel olumsuz çıktılarını azaltmaya yönelik bu çaba, yenilenemeyen enerji kaynaklarının tüketiminin, hava emisyonlarının, sera gazı emisyonlarının ve atıkların azaltılmasını içermektedir (Bouchery ve diğerleri, 2017: 147

- 148). Yeşil lojistik, atık geri dönüşümü ve makul bir şekilde bertaraf edilmesi gibi tersine lojistik faaliyetlerini de kapsamaktadır (Chunguang ve diğerleri, 2008: 162, Akın, 2015: 66). Tersine lojistik son yıllarda artan ilgi gören bir diğer çevresel konudur. Tersine lojistiğe olan ilginin gelecekte de devam edeceği düşünülmektedir. Çünkü tersine lojistik tüm lojistik yönetim sürecinin önemli bir bileşeni olarak görülmektedir. Murphy ve Poist (2000) çalışmalarında tersine lojistikten uzun vadede sonuç verebilecek “stratejik bir silah” olarak bahsetmektedirler. Ayrıca dünya çapında tersine lojistik pazarının 20 milyon dolardan fazla olduğunu ve dolayısıyla geleceğin iş fırsatı olduğunu öne sürmektedirler (Murphy ve Poist, 2000: 6).

Tersine Lojistik: Tersine lojistik, yeşil lojistiğin önemli bir aşaması bir diğer deyişle tüm sürecin anahtarıdır. Tersine lojistik gereksiz malzemelerin geri dönüştürülmesi, uygun şekilde yok edilmesi, onarım, çoğaltma, doğrudan yeniden kullanım faaliyetlerini içerir. Bunlara ilave olarak defolu, eksik ya da iade edilen malların farklı satış kanalları ile tekrar satışa sunulması da tersine lojistik faaliyetleri kapsamındadır. Bu faaliyetleri ile tersine lojistik kaynakların etkin kullanımını sağlar, çevre verimliliğini artırır (Yangınlar ve Sarı, 2017: 179).

Yeşil lojistik anlayışında 3 yaklaşım mevcuttur. Bunlar; reaktif, proaktif ve değer yaratıcı yaklaşımlar şeklindedir (Chunguang ve diğerleri, 2008: 162; Akın, 2015: 66). Reaktif yaklaşımda çevre dostu faaliyetlerin önemi ve uygulanması minimum seviyededir. Reaktif yaklaşımda gerçekleştirilen uygulamaların çoğu yasal zorunluluktan kaynaklanmaktadır. Proaktif (önleyici) yaklaşımda ise, işletmelerin göstermiş olduğu yeşillenme çabalarının kaynağı sürdürülebilir kalkınma amacıyla rekabet üstünlüğü sağlama isteğinden gelmektedir. Bu yaklaşımda amaç çevre sorunları ortaya çıkmadan evvel gerekli çalışmalar yaparak sorunu önlemedir. Örneğin sistem içinde kullanılan ürünlerin işe yaramaz atıklar yerine geri dönüştürülebilir malzemeden elde edilmiş olmasına özen gösterilir. Değer yaratıcı yaklaşımda ise işletmeler yeşil felsefeyi tüm iş süreçlerine entegre ederler, kararlarını çevre dostu olarak alırlar ve bu felsefelerini tedarikçileri ile paylaşırlar (Akın, 2015: 66).

Yeşil lojistik felsefesini uygulamakta işletmenin amacı çevreye verilebilecek tüm olumsuz etkilerden kaçınarak ve çevreye olumlu etkisi olacak girişimlerde bulunarak

faaliyetlerine devam etmeyi sağlamaktır. Yeşil lojistik faaliyetlerinin, geri dönüşüm, tekrar kullanım ve tüketimi azaltma amaçlarına ulaşabilmesi için imalatçılar, tedarikçiler ve müşterilerin birlikte çalışması gerekmektedir. Bu sayede lojistik süreçlerin olumsuz çevresel etkilerinin azalması mümkün olabilecektir (Yangınlar ve Sarı, 2017: 179).

Lojistik operasyonlar yapılırken doğa ve çevre birçok aşamalarda olumsuz etkilenebilmektedir (Şahan, 2017: 2). Ürünler lojistik ağ vasıtası ile başlangıç noktasından nihai noktasına akarken fosil yakıtlarla çalışan araçlarla nakledilirler. Motorun yanması ile egzoz borusundan salınan gazlar başta yerel çevre; hava, su toprak kirlenirken daha sonra bu etki bölgesel ve küresel çapta yayılmaktadır. Taşıtlar aynı zamanda dolaştıkları lokasyonlarda gürültü ve titreşim üreterek insan ve yabani hayatın yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Zehirli ve toksik maddelerin taşınma sırasında sızması, dökülmesi gibi durumlarda da çevreye ciddi zararlar verilebilmektedir (Chunguang ve diğerleri , 2008: 162; Bouchery ve diğerleri, 2017: 149). Ürünlerin depolanması, elleçlenmesi vs. gerçekleştirilirken çevreyi (doğrudan olmasa da) yenilenemeyen enerji kullanımı ile dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Ürünlerin müşterilere bütün ve sağlam bir şekilde ulaştırılmasını amacıyla yapılan paketleme ve ambalajlamada kullanılan malzemelerin koşullara uygun ve yeterince imha edilmemesi sebebiyle ortaya çıkan fazla atıklar ve geri dönüştürülemeyen malzeme kullanımı lojistiğin diğer potansiyel çevresel etkileridir (Bouchery ve diğerleri, 2017: 149).

Lojistik faaliyetlerini bir bütün olarak ele alan yeşil lojistik uygulamaları ile tüm operasyon boyunca lojistik faaliyetlerin sebep olduğu olumsuz çevresel etkilerin azaltılması için bazı stratejiler geliştirilebilmektedir. Bu stratejilere örnek olarak taşımacılıkta kullanılan araçlarda yakıt olarak elektrik enerjisinden yararlanılması, ürün ambalajlarının iade edilebilir ve geri dönüştürülebilir malzemelerden üretilmesi gösterilebilmektedir. Bunun yanı sıra daha yeşil bir lojistik için diğer stratejiler ise, stok seviyelerini kontrol altında tutarken taşıma araçlarının kullanım kapasitelerini arttırarak enerji ve parasal israfın önüne geçilebilmesi, daha az sera gazı salan ulaşım sistemlerinin tercih edilmesi ve tersine lojistik faaliyetleri arttırılarak ürünlerin geri kazanılması veya yeniden kullanılması olabilmektedir (Bouchery ve diğerleri. 2017: 147 - 148). Lojistik operasyonlarda kullanılan araçların emisyon ölçümleri yapılması, doğa dostu akaryakıt kullanılması, yaygınlaştırılması ve hurda araç kullanımında kaçınılması yeşil lojistiğin

amaçları arasındadır. Taşıma araçlarının ülke içinde ve dışında eşya taşımacılığı yaparken belirli hız, ağırlık ve yükseklik limitlerine dikkat edilmesi yine yeşil lojistiğin amaçlarındandır (Akın, 2015: 66).

Yeşil yaklaşımların en önemli amaçlarından biri sera gazı salınımını makul seviyelere indirmektir. Sera gazlarının bir kısmı kendiliğinden ortaya çıkarken bir kısmı da insanlar tarafından üretilmektedir ve atmosferdeki faaliyetler sonucunda yeryüzünde küresel ısınmaya sebep olmaktadır (Bolat ve diğerleri, 2011: 540). Küresel anlamda sera etkisine sebep olan sera gazları karbondioksit, diazot monoksit, metan, klorofloro karbonlar ve florlu gazlardır ve bu gazlar içinde %76'lık bir oranla en fazla paya sahip olan karbondioksittir. Dolayısıyla karbondioksit sera etkisine neden olan en önemli unsur olarak görülmektedir. Atmosfere karbondioksit salınımı yapan kaynaklardan enerji sektörü %48 oranla ilk sırayı alırken ikinci sırada %24 oranla taşımacılık sektörü bulunmaktadır (Dündar ve Kolay, 2021: 318). Taşımacılık sektörü içinde ise karayolu taşımacılığı diğer taşıma türlerine göre çok daha fazla karbondioksit salınımına sebep olmaktadır (Dündar ve Kolay, 2021: 318; Bouchery ve diğerleri, 2017: 148). Tablo 1.2.'de 1990 ve 2018 yılları arasında Türkiye' de taşımacılıktan kaynaklı sera gazı emisyonları gösterilmektedir. Tabloya göre de karayolu taşımacılığı en fazla emisyon kaynağı olarak gösterilmekte ve toplam sera gazı emisyonu yıllar geçtikçe artış göstermektedir.

Tablo 1.2. Türkiye’de Taşımacılıktan Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları (1990-2018)

Yıl	Toplam	Yurtiçi Havacılık	Karayolu Taşımacılığı	Demiryol u	Yurtiçi Denizcilik	Diğer
1990	26 969	923	24 777	721	509	39
1994	30 640	1 764	27 419	768	623	65
1998	32 782	3 311	27 881	740	726	124
2002	36 234	2 503	32 084	612	822	213
2006	45 424	4 512	38 370	761	1 464	317
2010	45 392	2 862	39 941	517	1 682	390

2014	73 559	4 090	66 967	562	1 348	593
2018	84 502	3 688	78 907	435	931	542

Kaynak: Tüik, Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2018, **National Inventory Report for submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change**, 2020, s. 112.

Yeşil lojistik yaklaşımının lojistik operasyonların oldukça büyük bir kısmını kaplayan taşımacılık faaliyeti üzerinde daha fazla durulmaktadır. Bunun sebebi taşımacılık işlemlerinin çevreye olan etkilerinin genişliğidir. Lojistikte karbon salınımına % 90 oranla sebep olan faaliyet nakliye işlemleridir. Bu sebeple yeşil lojistikle ilgili odak noktası yük taşımacılığına ilişkindir. Nakliye işlemleri sebebiyle sürekli yer değiştiren taşıma araçları hem yerel hem bölgesel hem de küresel anlamda kirliliğe sebep olmaktadır. Taşımacılık faaliyetlerinin çevreye en büyük zararı kullanılan yakıtlar sebebiyle sera gazı salınımıdır. Taşıma modlarının birçoğunda dizel yakıt kullanılmaktadır ve bu yakıt çevreye en fazla karbon salınımı veren yakıt türüdür. Bu durumun önüne geçilmesi ve çevreye verilen zararın engellenmesi için çevreyi daha az kirlüten, geri dönüşüm ve tersine lojistik faaliyetleri kullanılarak elde edilen doğal kaynaklı yakıtların kullanılması gerekmektedir (Bolat ve diğerleri. , 2011: 540). Tablo 1.3.'de yakıt türlerinin sebep oldukları karbondioksit emisyonu görülmektedir.

Tablo 1.3. Litre Başına Yakıt Yakımından Kaynaklı Karbondioksit Emisyonu

Yakıt Türü	CO2 Emisyonu
Dizel	2700
Benzin	2500
LPG	1600

Kaynak: Synák, F. Gaňa, J. Rievaj, V. Mokříčková, L. Ways of reducing carbon dioxide from road transport , **The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji**, Cilt 86, Sayı 4, 2019, s.44.

Yeşil lojistiğe ulaşmak için önemli iki konu doğru planlanmış ağ tasarımı ve araç rotalamadır. Bu iki konuya yeterince önem verilmediği durumlarda lojistik kaynak israfı artacaktır. Etkin olmayan ağ tasarımı ve araç rotalama kaynaklı lojistik kaynak israfı; dağıtım merkezi ve dağıtım kanallarının yanlış dizaynı sebebiyle düşük verimli ve fazla

yakıt kullanımı olarak ortaya çıkabilmektedir. Bu iki konuda profesyonel olmayan işletmelerin dış kaynak (3. Parti Lojistik) kullanmaları kaynak israfının önüne geçilmesinde etkili olabilmektedir (Chunguang ve diğerleri, 2008: 163).

Yeşil yaklaşımları benimseyen firmalar, işletmelerinin çevreye verdiği zararı azaltmakla birlikte verimliliklerini arttırarak maliyetlerinin azaltmakta ve böylece sürdürülebilir bir kalkınma ortamı oluşturmuş olmaktadır (Bouchery ve diğerleri, 2017: 148; Chunguang ve diğerleri, 2008: 163; Akın, 2015: 66).

1.5. Lojistik Sektöründe Riskler ve Lojistik Risk Yönetimi

İşletmeler açısından ticaretin küreselleşmesi, daha fazla fırsat demek olduğu kadar daha az kontrol anlamına da gelmektedir ve işletmenin amaçlarının başka birçok işletmenin amaçları ile kesiştiği daha geniş bir arenada faaliyetlerini devam ettirmesi gerekmektedir. Şüphesiz bu durum iş yapmayı zorlaştırdığı gibi risk faktörlerinin artmasına ve risk yönetiminin güçleşmesine de sebep olmaktadır (Olson ve Wu, 2010: 17-18). Piyasalardaki hareket artışı, finansal işlemlerin karmaşıklığı ve uygulama şekilleri, sürekli gelişen bilgi ve iletişim teknolojileri işletmeler için yeni riskler doğurmaktadır (Özbilgin, 2012: 88).

Fransızca kökenli risk kelimesinin aslı “riziko”dur ve sözlük anlamı zarara uğrama tehlikesidir. Risk, genel manada istenmeyen olayların beklenmeyen zamanlarda meydana gelerek kötü sonuçlar ortaya çıkarma olasılığı olarak anlaşılabilmektedir (Fuchs ve Wohinz, 2009: 233-234; Özbilgin, 2012: 88).

Riskin temelinde (bir karar verme noktasına gelindiğinde) gelecekte gerçekleşebilecek olaylar hakkında net bir bilginin bulunmaması yatmaktadır. Riski tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmadığı için günümüz işletmelerinin çabaları riski azaltma ve etkin bir şekilde yönetme doğrultusunda gerçekleşmektedir. Finansal kuruluşlar olan işletmelerin tipik olarak karşılaştığı riskler şöyledir; Piyasa riski, kredi riski, operasyonel risk, hukuki risk, stratejik risk, likidite riski ve mevzuat riski (Olson ve Wu, 2010: 17-18; Özbilgin, 2012: 88). Risklerin ortaya çıkışının ve işletmelerin bu risklere katlanmalarının çeşitli sebepleri vardır. Bu sebepler; yontemsiz ve plansız çalışılması, aşırı motivasyon, ihmal, gerekli ekipman ve techizatların yoksunluğu, zaman

baskısı, idareci baskısı, ufak riskler karşılığında büyük kar beklentisi ve çevresel risklerdir (Emhan, 2009: 212).

Birçok kaynakta “lojistik risk” ve “tedarik zinciri riski” terimleri aynı anlam karşılığını vermektedir. Bu durumun sebebi, tedarik zincirinde meydana gelen riskin malzeme ve bilgi akışıyla ilgili olması, malzeme ve bilgi akışının ise hem lojistik faaliyetlerin hem de tedarik zincirinin konusu olmasıdır. Daha açık bir anlatımla tedarik zincirinde riskin ortaya çıkması tedarik zincirinin bozulması sonucunda meydana gelmektedir. Bu bozulma ise lojistiğin 5 doğrusu olarak bilinen; doğru malzemeyi, doğru miktarda, doğru yerde, doğru kalitede bulundurma hedeflerindeki eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla planlanan ürün akışının herhangi bir sebeple aksaması hem lojistik hem de tedarik zincirinde risk olarak görülmektedir (Fuchs ve Wohinz, 2009: 233-234)

Lojistik operasyonların devamlılığında risk yönetimi hayati önem arz etmektedir. Malzemelerin, ilgili bilgilerin beklenen süre içinde beklenen yerde olması kadar güvenli ve sağlıklı bir şekilde teslimat noktasına ulaştırılması da oldukça önemlidir. Lojistik sektörü tehlikeli madde ve belirli bir ömre sahip ürün taşınması, 7 gün, 24 saat boyunca çalışılması, ihmalkarlık, olası risk senaryolarının yazılmasındaki eksiklikler veya tedbirsizlikler, tecrübesizlik, alt yapı eksikliği gibi birçok sebepten dolayı sürekli risk altındadır. Lojistik hizmet verenler, faaliyetleri sırasında farklı risk grupları ile karşı karşıya kalabilmektedirler. Bu riskleri aşağıdaki şekilde sınıflandırmak ve açıklamak mümkündür (Globelink-unimar.com, 2019):

- Finansal Riskler: Sözleşme denetimi, kredibilite yönetimi, hazine riskleri, likidite yönetimi.
- Stratejik Riskler: Müşteri memnuniyeti, değişim yönetimi, e- ticaret lojistiği, politik riskler, birleşme ve satın alma riskleri.
- Fiziki Riskler: Terörizm ve sabotaj, kargo hasarları, hasar yönetimi, araç güvenlikleri, üçüncü şahıslara verilen zararlar, depolama ve elleçleme hasarları, kargo güvenliği, hava ve iklim şartları.
- Operasyonel Riskler: Tedarikçi yönetimi, filo yönetimi, sözleşme sorumlulukları, işe alma, personel uyumluluğu, varlıkların tasarrufu, yasalara uyum.

- Tabii Afetler, Kazalar ve Terör Olayları, Hastalıklar

Veselko ve Bratkovič'e göre (2009), dünya çapında hizmet veren lojistik firmalarının karşılaştığı risk ve tehdit türleri ise şöyledir:

- Finansal Risk: Bazı ürünlerin piyasalarının kaybolması veya malzeme miktarının yetersizliği sonucu ortaya çıkan risklerdir.
- Kaos Riski: Lojistik sistem içinde gereksiz müdahaleler, aşırı tepkiler ve çarpık bilgiler sonucu ortaya çıkan risklerdir.
- Piyasa Riski: İş fırsatlarını yakalama yetersizliği olarak görülmektedir. Lojistik zincirinde piyasa tepkilerini zamanında takip etmek için uygun sistemler kurulmaması sebebiyle piyasa değişiklikleri ve müşteri ihtiyaçlarına zamanında tepki verememe ile ortaya çıkan risklerdir.

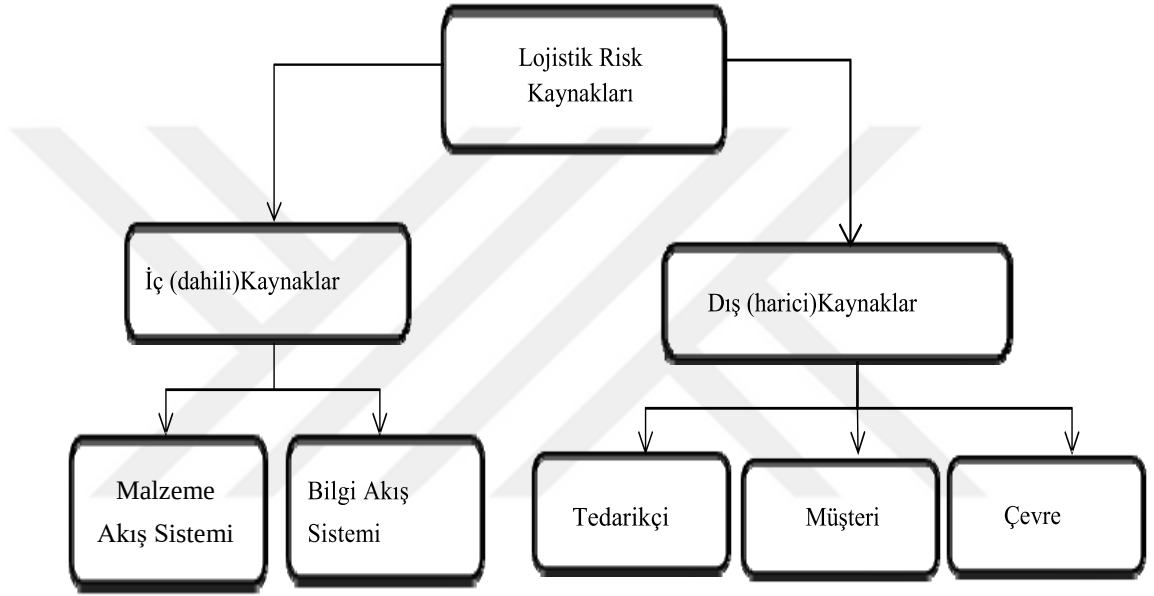
Bu üç risk çeşidinin ortaya çıkmasının sonucu, lojistik zincirlerin operasyonel verimsizliğine ve nihai tüketicilerin tatminsizliğine neden olur (Veselko ve Bratkovič, 2009: 70).

Choi, Chiu ve Chan (2016), ise çalışmalarında lojistik riskleri şu şekilde sınıflandırmıştır:

- Kesinti Riski: Lojistik sistemlerde insan veya doğal olayların sebep olduğu aksaklıklar,
- Operasyonel Risk: İş dünyasında arz- talep dengesizlikleri piyasa fiyatı ve maliyet konusundaki belirsizlikler, satıcı ile alıcı arasındaki asimetric bilgi alışverişi nedeniyle ortaya çıkan riskler,
- Afet ve Acil Durum Riski: Deprem, tsunami gibi felaketlerin sıradan lojistik operasyonlar, insani yardım ve kriz yönetimi operasyonlarını olumsuz etkilemesi,
- Lojistik Hizmet Riski: Üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcıları ve ya geleneksel nakliye şirketlerinin tümünün karşı karşıya kaldığı müşteri, taşıma modu ve diğer operasyonel risklerdir.

Lojistik Risk Kaynakları

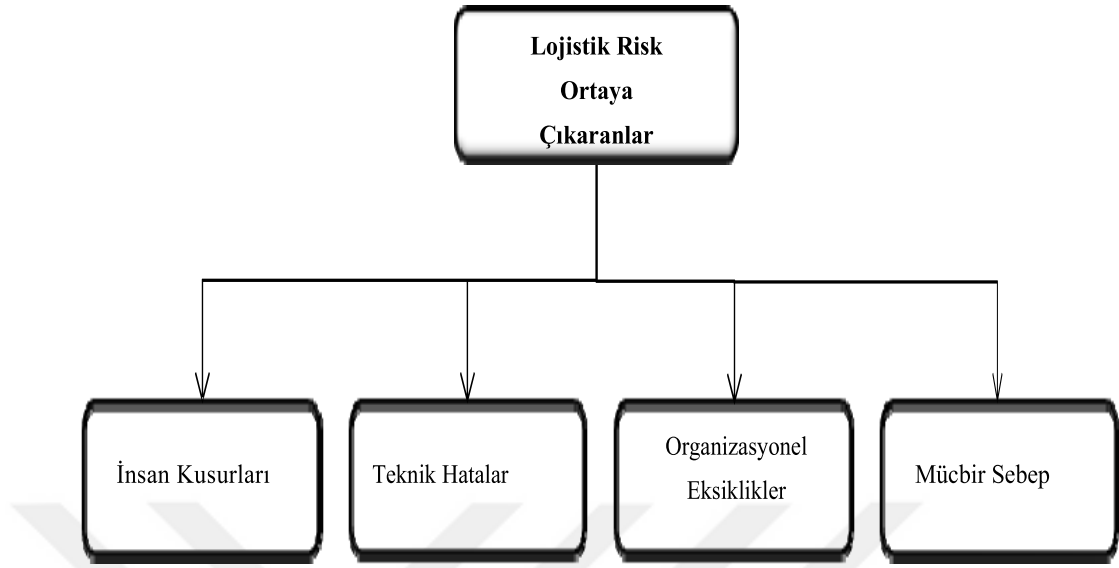
Lojistik risklerin doğru bir şekilde belirlenmesi için iyi bir başlangıç noktası belirlenmeli ve risk kaynaklarını iyi düşünülmüş bir çerçeveye oturtulması gerekmektedir. Fuchs ve Wohinz (2009), lojistik risk kaynaklarını Şekil 1.2.'deki gibi bir şemaya uyarlamış, sistem içi ve dışı olarak ikiye ayırmıştır. Sistem içi risk kaynakları malzeme ve bilgi akışındaki sorunları kapsarken sistem dışı risk kaynakları ise tedarikçi, müşteri ve çevresel etkenler olarak sıralanmıştır.



Şekil 1.2. Lojistik Risk Kaynakları

Kaynak: H. Fuchs ve J. W. Wohinz, “Risk Management in Logistics Systems”, **Advances in Production Engineering& Management Journal**, Cilt 4, Sayı 4, 2006, s.235.

Lojistik risk kaynakları riski ortaya çıkaranlarca etkilenen konumundadır. Etkilenen lojistik risk kaynaklarından bağımsız olarak risk ortaya çıkaranlar Şekil 1.3'deki gibi dörde ayrılmıştır. Bunlar; insan kusurları, teknik hatalar, organizasyonel eksiklikler ve mücbir sebepler olarak sıralanmıştır. Buna göre olup biten riskler insan hatasıyla, teknik cihazların istenildiği gibi çalışmamasıyla, kötü yapılmış bir organizasyon sebebiyle veya mücbir sebepten (önüne geçilemeyen doğa olayları) dolayı ortaya çıkmış olabilmektedir (Fuchs ve Wohinz, 2009: 235).



Şekil 1.3. Lojistik Risk Ortaya Çıkaranlar

Kaynak: H. Fuchs ve J. W. Wohinz, “Risk Management in Logistics Systems”, **Advances in Production Engineering& Management Journal**, Cilt 4, Sayı 4, 2006, s.235.

Hiçbir kuruluşun riski ortadan kaldırması mümkün olamayacağı gibi her risk için sigortalama yapması maliyet artışına sebep olacağından işletme performansını olumsuz etkileyecektir. Bu sebeple kuruluşların risk ile başa çıkma yeteneklerini geliştirmeleri gerekmektedir. Günümüzde işletmelerin karmaşık bir tedarik zinciri içinde yer almaları organize bir risk yönetimi ihtiyacını doğurmuştur. Risk yönetimi, işletmelerin finansal yapılarının ne ölçüde risk taşıdığının tespiti, ölçümü ve bu ölçütün kabul edilebilir bir risk düzeyine indirilmesi anlamına gelmektedir. Risk yönetimi, operasyon içinde yer alan ürün ve kişileri korurken aynı zamanda oluşabilecek beklenmeyen kayıpları en düşük maliyetle kontrol altına almak amacıyla işletme kaynaklarının ve personellerinin yönetilmesidir. Risk yönetim süreci birbiriyle ilişkili beş adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar; riskin tanımlanması, riskin değerlendirilmesi ve hesaplanması, alternatif risk yönetimi stratejisinin seçimi, seçilen alternatiflerin uygulanması, değerlendirme ve kontrol (risk izleme ve azaltma) süreçlerini kapsamaktadır (Fuchs ve Wohinz, 2009: 237; Olson ve Wu, 2010: 17-18; Emhan, 2009: 213). Risk yönetim sürecinin verimli bir şekilde çalışması, uygulama içinde her sorumluluğa uygun kişilerin atanması ile mümkün olabilmektedir (Olson ve Wu, 2010: 17-18).

Lojistik operasyonlarda risk yönetimi klasik risk yönetiminden çok da farklı değildir. Etkin bir risk yönetimi sağlanması için tüm sektörlerde olduğu gibi lojistik sektöründe de riske karşı hazırlıklı olmak gerekmektedir. Bunun gerçekleşebilmesi için oluşabilecek riskler göz önüne alınarak müdahale araçları ve yöntemleri geliştirilmeli ve bir risk tablosu ortaya konmalıdır. Firmaların faaliyet konuları ile ilgili tahmin edebilecekleri riskler olduğu gibi öngörülemez risklerle karşı karşıya kalmaları muhtemeldir. Bu durum lojistik firmaları için de geçerlidir. Örneğin tehlikeli madde lojistiği hizmeti veren bir firma için yangın çıkma durumu öngörülebilir dolayısıyla tedbir alınabilir bir risktir. Fakat tüm dünyada etkisini gösteren Covid-19 salgın hastalığı sebebiyle artan talepler, şoför sağlığı, sağlık kontrolleri sebebiyle ilave bekleme süreleri gibi faktörler teslimat gecikmesi, müşteri memnuniyetsizliği, araç rotalama problemleri, sağlık sorunları gibi risklerin ortaya çıkmasına sebep olmuş ve bu beklenmedik bir durum olarak ortaya çıkmıştır. Covid-19 salgını gibi beklenmedik risk durumlarının ortaya çıkması durumunda işletmeler, mevcut riskin kontrol edilebilirlik derecesi nedir? Risk yapılan işin hangi aşamasında ortaya çıkmaktadır? Gibi sorulara cevap arayarak riski kontrol altına alarak süreci minimum zararlar yönetmeye çalışırlar. Risk yönetiminin başarılı olabilmesi için işlemedeki tüm personellerin sürece dahil olması gerekmektedir. Önleyici ve müdahale edici yaklaşımların tüm personel tarafından benimsenmesi ve iş süreçlerine uygulanması lojistik sektörü için hayati önem taşımaktadır (globelink-unimar, 2019).

Sürecin doğru yönetilmesi ve operasyonların tamamlanması her zaman etkin bir risk yönetimi için yeterli olamamaktadır. Tüm lojistik süreçlerde anında, hızlı ve doğru karar alma iyi bir risk yönetimini mümkün kılmaktadır. Örneğin lojistik faaliyetlerin büyük bir kısmını kapsayan dağıtım operasyonlarında doğru bir dağıtım programının uygulanması yüksek performanslı dağıtım ve risk azaltma için yeterli değildir. Bunun için dağıtım programının öngörülemeyen olaylara etkin bir şekilde yanıt verebilmesi tam zamanlı karar alma ve uygulama becerisiyle tamamlanması gerekmektedir (Giaglis, Tatarakis ve Zeimpekis, 2004: 760).

Sonuç olarak lojistik sistem güvenliği lojistik risk yönetimi ile yakından ilişkilidir ve lojistik sistemin herhangi bir noktasında meydana gelen bir risk muhtemelen bütün

sistemi bozacaktır. Lojistik hizmet sağlayıcıları için risk yönetimi, çalışanların ve üçüncü kişilerin ölüm, yaralanma ve sakat kalmalarının yanı sıra ürün kayıplarından kaçınmak açısından hayati önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu türden lojistik risk faktörlerinin tanımlanması, azaltılması ve engellenmesi faaliyetleri bir lojistik işletmesinin en önemli endişeleri arasındadır. Lojistik işletmelerde güvenlik açığı ortaya çıkaracak risk faktörlerinin göz ardı edilmesi operasyonların aksamasına, sürücüler ve diğer kişilerin tehlikede olmasına, lojistik işletmesi için mali ve itibar kayıplarına sebep olacaktır (Wu ve Chaipiyaphan, 2019: 45-55).



İKİNCİ BÖLÜM

2. TEHLİKELİ MADDELER VE TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİ

2.1. Tehlike ve Tehlikeli Maddelerin Tanımı

Tehlike, günlük hayatta sıklıkla karşılaşılan ve belirgin bir tanımı olmayıp risk terimi ile karıştırılan bir kavramdır (Korkmaz, İşler ve Akman, 2014: 87). Türk Dil Kurumu'na göre tehlike: Büyük zarar yahut yok olmaya sebep olacak durum ve gerçekleşmesi istenmeyen fakat vuku bulma olasılığı olan sakıncalı durum olarak iki şekilde tanımlanmıştır (tdk.gov.tr, 2021).

İçeriği veya bileşimleri nedeniyle, genel güvenliği, sağlığı, düzeni, doğal hayatı ve toplumu tehlikeye atabilecek maddeler tehlikeli madde olarak tanımlanmaktadır (Korkmaz, İşler ve Akman, 2014: 87; Erdal, 2018: 936). Bir diğer deyişle tehlikeli maddeler, kimyasal (yanıcı, basınçlı) yapısal (katı, sıvı, gaz) ve tehlike (patlayıcı, zehirli) durumu itibarıyla üretimi, kullanımı, depolanması elleçlenmesi ve taşınması sırasında hayvanlara, insanlara, mülke veya çevreye karşı risk oluşturabilecek malzeme, nesne veya ürünlerdir (Yılmaz, Erol ve Aplaç, 2015: 39; Oral, Yumuşak ve Eren, 2021: 115; Dumlupınar ve Öztürkoğlu, 2019: 2; MEB, 2011: 5; Bali ve Göztepe, 2014: 672).

ABD İş Sağlığı Güvenliği İdaresi (OSHA), tehlikeli maddeyi sağlık tehlikesi veya fiziksel tehlikeye yol açacak tehlikeler olarak iki başlık altında tanımlamıştır. Fiziksel tehlikeler parlayıcı, patlayıcı, yanıcı, kararsız reaktifler veya su ile tepkimeye girebilecekler ile oksitleyici, piroforik maddelerin kullanımı yahut elleçlenmesi, depolanması, taşınması esnasında toz, gaz, duman veya sis açığa çıkaran kimyasal etkilerdir. Sağlık tehlikesine sebep olabilecek tehlikeli maddeler ise, zehirli etmenler, tahriş ediciler, aşındırıcılar, ciğerleri, deriyi, gözleri veya mukoza membranını etkileyen, hassaslaştırıcılar, hematopoetik sisteme etki eden etmenler ile kanserojenler olarak belirlenmiştir (Korkmaz, İşler ve Akman, 2014: 87; Erdal, 2018: 936).

Tehlikeli maddeler günlük yaşantımızda sıklıkla kullandığımız ancak tehlikeleri veya ortaya çıkarabileceği riskler hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığımız ürünlerdir. Madde doğrudan tehlike arz edebileceği gibi maddenin kullanım sıklığı ve şekli de tehlike durumunu ortaya çıkarabilmektedir. Hanelerde kullanılan temizlik malzemeleri, çamaşır

suyu, deterjanlar, parfümler, kozmetik ürünler, bazı kişisel bakım ürünleri, boyalar, sağlık malzemeleri, ısınmada kullanılan yakıtlar, araçlarda kullanılan akaryakıtlar ve yağlar tehlikeli maddeler arasında yer almaktadır. Bunların bazıları tek başına tehlike içermemektedir fakat evlerde çamaşır suyunun (hipoklorikasit) tuz ruhu gibi (hidroklorik asit) amonyak içeren çözücü ile karıştırılarak kullanılması zehirleyici etkiye sahip olmaktadır (Görçün, 2019).

Dünya genelinde hızla artan sanayileşme, tehlikeli maddelerin yaygın olarak kullanımını ve bu maddelerin bir noktadan diğer noktaya ulaştırılması ihtiyacını arttırmıştır. Hemen her gün zehirli, yanıcı, aşındırıcı, radyoaktif vb. bir yığın olumsuz etkileri olabilecek bu maddeler nüfusun yoğun olduğu yerlerden geçiş güzergahındaki küçük kentlere kadar birçok yaşam alanından geçmektedir. Tehlikeli maddeler, başta karayolu olmak üzere çeşitli taşıma sistemleri ile taşınmaktadır. Bu sevkiyatlar sırasında yaşanan problemler can, mal kayıpları ve çevre felaketlerine yol açmaktadır. Tehlikeli maddelerin etkileri – zararları ani olabildiği gibi yıllar sonra ve yavaş yavaşta olabilmektedir (Korkmaz, İşler ve Akman, 2014: 87; Dumlupınar ve Öztürkoğlu, 2019: 2).

2.2.Tehlikeli Maddelerin Sınıflandırılması

Tehlikeli maddelerin uluslararası alanda lojistiğinin gerçekleşmesi uluslararası anlaşmalarla bir takım kurallara bağlanmıştır. Bu anlaşmaların hükümleri hem yurt içi hem de yurt dışı tehlikeli madde lojistiği uygulamalarında geçerlidir. Bir diğer deyişle anlaşmaya taraf ülkeler sadece yurt içinde gerçekleştirdikleri tehlikeli madde uygulamalarında dahi bu kurallara uymak zorundadırlar. Tehlikeli madde lojistiğinin güvenli bir şekilde tamamlanabilmesi için operasyonda rol oynayan herkes tarafından söz konusu tehlikeli madde ve onunla ilgili hükümlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu maddeler, ilgili riskler ve bu maddelerin lojistiği ile ilgili hükümler, uluslararası düzenlemelerde açıkça belirtilmiştir. Her taşıma sistemine göre ayrı uluslararası konvansiyonlar bulunmaktadır. Bunlar; karayolu ile tehlikeli maddelerin taşınmasına ilişkin uluslararası konvansiyon ADR, denizyolu ile tehlikeli maddelerin taşınmasına ilişkin uluslararası konvansiyon IMDG, demiryolu ile tehlikeli maddelerin taşınmasına ilişkin konvansiyon RID (Kılavuzoğlu, 2011: 37-38), hava yolu ile tehlikeli madde

taşımasına ilişkin konvansiyon DGR, iç su yolu (kanal) ile tehlikeli maddelerin taşımasına ilişkin konvansiyon ADN'dir (AFAD, 2014:26; Mukanbay, Öztürk, Küçük ve Erol, 2016: 41). Bu anlaşmaların hükümleri uyarınca tehlikeli maddeler dokuz ana sınıfa ayrılmaktadır. Alt sınıflandırmalar ile beraber toplamda 13 tehlikeli madde sınıfı bulunmaktadır (ADR, 2018). Tehlikeli maddelere verilen sınıf numaralarının maddelerin tehlike önceliği sıralaması ile ilişkisinin olmadığı tesadüfi olarak sınıf numaralarının verildiği bilinmektedir.

Yalnızca bu dokuz sınıf tehlikeli maddeler değil aynı zamanda bu tehlikeli maddelerin karışımı sonucu tehlikeli maddeler ortaya çıkabilmektedir. Tehlikeli maddelerin hareketiyle ilgili hükümler her malın kendine özgüdür. Her malzeme için ayrı dört haneli bir BM yani UN (United Nations) numarası verilir. Bu UN numarası ürünün uluslararası ismi, gönderi ismi, madde teşhis numarası olarak da adlandırılabilir (Akçetin, 2012: 81). Aynı zamanda her sınıfa özgü etiketleme, ambalajlama, depolama, taşıma ve işaretleme hükümleri uygulanmaktadır (Görçün, 2019: 4). Tehlikeli maddelerin bir asıl riski ve birde yan riski bulunmaktadır. Bu risklere göre etrafına verebileceği zarar da değişmektedir. Örneğin: UN 2817 Amonyum hidrojen fulorid çözeltisinin asıl riski sınıf 8 iken yan riski sınıf 6.1 dir. Yani bu durum aynı maddenin hem aşındırıcı hem de zehirli etkisinin olduğunu göstermektedir. Dolayısı ile bu madde bulunduğu ortamı aşındırırken aynı zamanda etrafındaki canlıları zehirlemektedir (Uzundağ, 2020: 8). 9 ana ve 13 alt sınıftan oluşan tehlikeli maddeler ise Tablo 2.1.' de tanımlanarak sıralanmıştır.

Tablo 2.1. Tehlikeli Madde Sınıflandırma Tablosu

Tehlikeli Maddenin Sınıfı	Tehlikeli Maddenin Türü	Alt Sınıflar	Sınıf İsmi
1	Patlayıcı Madde ve Nesneler	1.1 – 1.6 arasında alt sınıflara 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 k�t�le halinde patlamayan duyarsız maddeler
2	Gazlar	2.1 – 2.3 arasında alt sınıflara 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 sınıflara ayrılmıştır.	3.1 zehirli yanıcı sıvılar 3.2 aşındırıcı yanıcı sıvılar 3.3 patlayıcı yanıcı sıvılar
4	Yanıcı Katılar	4.1- 4.3 arasında alt sınıfa ayrılmıştır	4.1 yanıcı katı maddeler 4.2 kendiliğinden tepkimeye giren yanıcı katı maddeler 4.3 ısılandığında 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 sınıf bulunmamaktadır	
8	Aşındırıcı (asidik) Maddeler	Alt sınıf bulunmamaktadır	
9	Muhtelif Tehlikeli Maddeler	Alt sınıf bulunmamaktadır	

Kaynak: Ş kr  Uzundağ, “Tehlikeli Madde Taşımacılığında Risk Analizi Yapılarak Coğrafi Bilgi Sistemi İle Güzergah Belirlenmesi” **Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı**, Doktora Tezi, 2020, s. 9.



Şekil 2.1. Sınıflarına Göre Uluslararası Tehlikeli Madde İşaretleri

Kaynak: Nermin Merve Yalçınkaya, Emine Demirel ve Nuriye Say “Tehlikeli Maddelerin Karayolu ile Taşınması Sürecinde Ortaya Çıkan Çevresel Risklerin Hata Ağacı (HAA) ile Değerlendirilmesi” **Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, Cilt 8, Sayı 4, 2020, s.973-984.

Şekil 2.1.’ de tehlikeli maddelerin ana ve alt sınıflarının levhaları görülmektedir. Bu çalışmanın konusu olan tehlikeli maddenin (sıkıştırılmış doğalgaz) grubu “Sınıf 2 Gazlar” olarak bilinmektedir ve “2.1 yanıcı gazlar” alt sınıfı içinde yer almaktadır.

Sınıf – 2 Gazlar grubunda, saf olarak bulunan gazlar ile beraber, bileşik halde bulunan gazlar yer almaktadır. Karışımında gaz bulunan meşrubatlar ve maden sodaları ADR kapsamında alınmamaktadır (Görçün, 2019: 6). Sıkıştırılmış gazlar, – 50°C de araçlar için basınç altında paketlenmeleri zaman tamamen gazdırlar (ADR, 2018: 133). Kritik sıcaklıkları – 50°C eşit veya küçük olan bütün gazlar bu bölümlendirmeye dâhildir. Sıkıştırılmış gazlar yüksek basınç altında gaz fazında taşınmakta ve tüketime yine gaz fazında sunulmaktadır (tesisat.org, 2016). Alt Grup 2.1 ise alevlenebilen gazlardır ve kimyasal yapıları gereği tutuşabilme özelliğine sahiptirler (ADR, 2018: 134; İtfaiye, 2012: 16).

2.3. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Uluslararası Konvansiyonlar Ve Türkiye’deki Tehlikeli Madde Kanunları

2.3.1. Uluslararası Konvansiyonlar

Dünya genelinde her yıl farklı ulaşım sistemleri ile milyonlarca ton tehlikeli madde dolaşımı olmaktadır. Yapısı gereği canlı varlığına potansiyel risk oluşturan bu maddelerin tedarik zinciri güvenliğinin sağlanması amacı ile ülkelerce özel kurallar oluşturulmuştur. Bu kuralların amacı, tehlikeli ürünlerin başlangıç noktasından nihai noktasına kadar geçen süreçteki tüm faaliyetlerinin (nakliye, depolama, elleçleme, paketlenme, etiketlenme vb.) insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilemeden güvenli bir biçimde tamamlanmasını sağlamaktır. Bu kurallar hem düzenleyici (reaktif) hem de önleyici (proaktif) yaklaşımlarla hazırlanmıştır. Kurallarda öncelikli amaç tehlikeli maddelerin risk oluşturduğu durumları tespit ederek olası bir felakete mahal vermeden durumun nasıl bertaraf edileceğidir. Daha sonraki düşünce ise tehlike durumunun ortaya çıkması durumunda zararı azaltmak için ne yapılması gerektiği ile ilgilidir. Önleyici (proaktif) kurallar çerçevesinde tehlikeli maddeler tanımlanmakta, tehlikeli madde lojistiğinde bulunacak ilgili tüm tarafların görev ve sorumlulukları açıkça belirtilmektedir. Düzenleyici (reaktif) yaklaşım ile oluşturulan kurallarda ise acil durumlarda yapılması gereken işlemler açıklanmaktadır (Akçetin, 2012: 74).

Tehlikeli madde lojistik işlemlerinin; karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu veya iç su yolu ile güvenli bir şekilde yapılabilmesi için ülkelerarası bir takım anlaşmalar yapılmıştır. Bu anlaşmalar değişen şartlara uyumlu bir biçimde sürekli olarak güncellenmektedir. Uluslararası bu konvansiyonlar taraf ülkelerin birbirleri ile yaptıkları tehlikeli madde sevkiyatları, kendi ülkeleri içindeki tehlikeli madde işlemleri hatta tehlikeli maddenin transit geçişinde bile uygulanmaktadır. Bu kuralların ihlali durumunda ihlal edenlere karşı cezalandırıcı ülkeler üstü bir kurum yoktur. Kurallara uyulmadığı takdirde her ülke kendi yaptırımını uygulayabilmektedir.

Tehlikeli maddelerin sevkiyatı konusundaki ilk girişimler 1953’de Birleşmiş Milletler tarafından “Ekonomik ve Sosyal Konsey” (ECOSOC) himayesinde “Tehlikeli Maddelerin Nakliyesi Konusunda Uzmanlar Komisyonu” kurulmasıyla gerçekleşmiştir. Bu komisyon 1956’ da bütün taşıma modlarını kapsayan ve tehlikeli malların dolaşımını

sağlamak için gerekli minimum koşulları saptayan Turuncu Kitap isminde bir rapor yayınlamıştır. Bu dokümanın oluşturulmasındaki amaç tehlikeli madde sevkiyatında uluslararası standartları belirleyerek riskleri bertaraf etmektir. Tehlikeli madde konusunda asli kaynak olarak kullanılan “Turuncu Kitapta” kurallar belirlenirken her ulaştırma türünün kendine has riskleri dikkate alınmıştır (Akçetin, 2012: 74-75).

Taşıma türlerine göre uluslararası tehlikeli madde nakliyesi anlaşmaları ve sorumlu kuruluşları aşağıdaki Tablo 2.2.’ de verilmiştir:

Tablo 2.2. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Uluslararası Sözleşmeler ve Sorumlu Uzman Kuruluşları

Taşıma Türü	Sorumlu Kuruluş	Uluslararası Konvansiyon
Kara	BM Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE)	ADR
Deniz	Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO)	IMGD-Code
Hava	Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA)	DGR
Demir	Uluslararası Taşımacılık Merkez Ofisi (OCTI)	RID
İç Suyolu	Tehlikeli Malların Ren Navigasyonu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması	ADNR/ADN

Kaynak: Tuğçe Dumlupınar ve Yücel Öztürkoğlu “Analyzing the Risk of Transportation of Dangerous Goods Based on the ADR” **Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 21, Sayı 1, 2019, s.1-13.

A) Tehlikeli Maddelerin Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route)

UNECE tarafından hazırlanan, başlangıçta 15 üye ülkece 1957’de Cenevre’de imzalanan ADR, 1968 yılında yürürlüğe girmiştir. ADR, anlaşmaya taraf olan ülkelerin sınırları içinde ya da sınırları arasında karayolu ile yapılan tehlikeli madde taşımacılığını konu alan uluslararası nitelikte bir sözleşmedir. ADR Konvansiyonuna günümüzde 48 üye ülke bulunmaktadır (Kayhan, 2018: 11). Türkiye bu anlaşmaya 2010 yılında taraf olmuştur (www.tobb.org.tr, 2021).

ADR anlaşmasının temel amacı, uluslararası tehlikeli maddelerin karayolu ile taşımacılığının güvenliğini artırmaktır. ADR sözleşmesi genel olarak; tehlikeli madde sevkiyatında kullanılacak araçların ve taşıma malzemelerinin teknik özelliklerine, bu malzemelerin paketlenme ve etiketlenmesine, tehlikeli madde taşımada sorumluluk alacak tarafların, personellerin eğitime ve verilen eğitimin sertifikalandırılmasına standartlar getirmektedir. Ayrıca tehlikeli maddelerin analiz edilmesi ve sınıflandırılması da ADR içeriğinde bulunmaktadır (Uzundağ, 2020: 32; Dumlupınar ve Öztürkoğlu, 2019: 4-5). Anlaşmaya taraf ülkeler karşılıklı güven ve işbirliğini hedeflemektedir. Yapılan kontroller sonucu anlaşma hükümlerine uyulmadığının tespiti halinde ülkeler tarafından kendi mevzuatlarına yasal işlemler uygulanmaktadır. ADR, AB müktesebatının bir parçası olup AB'ne dahil olmak isteyen ülkelerin uymak zorunda olduğu çok taraflı uluslararası bir sözleşmedir (Ulaştırma Hizmetleri, 2011: 5-7; Uzundağ, 2020: 32). Her iki yılda bir yenilenen ADR, teknik gelişmeler oldukça revize edilmektedir (Balanco, 2011: 1-2).

B) Tehlikeli Maddelerin Denizyolu ile Taşınmasına İlişkin Uluslararası Kodu IMDG-Code (International Maritime Dangerous Goods Code)

Tehlikeli maddelerin denizyolu kullanılarak taşınması durumunda sürecin emniyetli bir şekilde sürdürülmesi ve tamamlanması için başvurulacak uluslararası kaynak IMDG- Code'dur. Bu kaynak 1965 yılında Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından uluslararası denizyolu tehlikeli madde taşımacılığı yapacak taraflar için tavsiye niteliğinde hazırlanmış ve 2004 tarihinden itibaren denizyolu tehlikeli madde lojistiğinde bu kaynağın kullanılması zorunlu hale getirilmiştir. IMDG Kod'u denizyolu ile taşınacak tehlikeli mallar hakkında bilgi vermekte bu malların sınıflandırmasını yapmaktadır. Aynı zamanda elleçleme, paketlenme, ambalaj, tank hükümleri ve testleri, sevkiyat operasyonuna ilişkin hükümler, dokümantasyon ve etiketleme ile ilgili konuları da içermektedir (Mert ve Çetinyokuş, 2020: 44).

IMDG Kod'un amacı tehlikeli yüklerin güvenli bir şekilde taşınmasını düzenlemek ve yapılan işlemlere standartlar getirerek tek düzen sağlamaktır. Bu sayede tehlikeli mallar denizyolu ile bir yerden bir yere sevk edilirken çevre ve canlı sağlığı güvence altına almak kolaylaşacaktır. Öncelikli olarak denizciler için hazırlanmış olan

IMDG kod daha sonra terminal ve depolama firmaları, liman otoriteleri gibi denizyolu tehlikeli mal sevkiyatına taraf olan tüm kişi ve kurumlar tarafından başvurulmuş bir rehber haline gelmiştir (Mert ve Çetinyokuş, 2020: 44; Zorba, 2009: 91-92).

Uluslararası Denizcilik Örgütü IMO tarafından yayınlanan kitaplarda IMDG Kod'un nasıl uygulanacağı açıklanmaktadır. Yayınlanan bu kitaplar ortaya çıkan yeni tehlikeli mallar ve tehlikeli mal taşımacılığında ortaya çıkan yeni çalışma yöntem ve tedbirler hakkında kullanıcıları bilgilendirmek için her iki yılda bir güncellenmektedir (Mert ve Çetinyokuş, 2020: 44).

C) Tehlikeli Maddelerin Demiryolu İle Taşınmasına İlişkin Düzenlemeler RID (Reglement concernant le transport International ferroviaire des marchandises Dangereuses)

RID, tehlikeli maddelerin demiryolu ile taşınmasına ilişkin uluslararası bir konvansiyondur. Bu düzenleme yurtiçinde ve COTIF üyesi ülkeler arasında demiryollarında tehlikeli maddelerin yüklenmesi, boşaltılması, aktarılması ve etiketlenmesine ilişkin kuralları ve taşıma sırasında alınması gereken tedbirleri belirtmektedir (Şenkayaş, Danışman, Uzundağ, 2018: 298).

RID'in amacı demiryolu ile uluslararası yapılan tehlikeli mal taşımacılığında her ülkenin kendi mevzuatlarını uygulamasından dolayı lojistik süreçlerin aksamaması, uzaması, karmaşıklaşmasının ve bunlardan kaynaklı ekonomik kayıpların önüne geçilmesini sağlamaktır. Ülkelerin bu uluslararası konvansiyonu kendi mevzuatlarına uyumlaştırması ile tehlikeli mal taşımacılığında güvenlik sorunlarının önüne geçmek, can, mal kayıplarını engellemek, çevre güvenliğini arttırmak amaçlanmaktadır (TCDD, 2020: 8).

Diğer tehlikeli mal konvansiyonları gibi RID da her iki yılda bir ortaya çıkan tedbir, yöntem, tehlikeli mal değişimleri sebebiyle güncellenmektedir (TCDD, 2020: 10).

D) Uluslararası Hava Taşımacıları Birliği Tehlikeli Madde Düzenlemeleri IATA-DGR (International Air Transport Association - Dangerous Good Regulations)

IATA (International Air Transport Association) üyesi havayolu kuruluşları, 1953 yılında, tehlikeli maddelerin havayolu ile taşınma ihtiyacının gün geçtikçe arttığını ve bu

maddelerin kontrol edilmediği sürece yolcu, mürettebat ve uçakların güvenliğini olumsuz etkileyebileceğinin farkına varmışlardır. IATA diğer taşıma türlerinden elde ettiği tehlikeli madde sevkiyatı deneyimini endüstri hava taşımacılığına ilişkin bilgileri ile bütünleştirerek tehlikeli maddenin havayolu ile taşınmasına için ilk düzenlemeleri geliştirmiştir. Bu düzenlemelerin ilki 1956 yılında IATA Kısıtlı Maddeler Yönetmeliği olarak yayınlanmıştır. Uluslararası bir ticari kuruluş olan IATA' ya sadece havayolu şirketleri üye olabilmektedir. IATA tarafından havayolu ile tehlikeli madde taşımacılığı kurallarını belirlemek amacı ile DGR (Dangerous Good Regulations, Tehlikeli Madde Düzenlemeleri) isimli bir klavuz yayınlanmıştır. Başka bir deyişle IATA'nın yayınladığı tehlikeli madde düzenlemeleri, tüm ticari havayolu taşımacılığında tehlikeli niteliklere sahip madde ve malzemelerin hava yoluyla emniyetli bir şekilde taşınmasını, operasyona dahil olacak tüm taraflar için prosedürler sağlamasını amaçlamaktadır (DGR, 2013; www.tse.org.tr, 2021).

Tehlikeli madde taşımacılığı yapan tüm havayolu şirketlerinin DGR'da belirtilen kurallara uyma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu düzenlemelerce taşınmasına izin verilmeyen hiçbir gönderi, sevkiyat için kabul edilememektedir. Taşınmasına müsaade edilen kargoların ise etiket, miktar, istifleme, doğru bildirim gibi belirli kuralları eksiksiz bir şekilde yerine getirmesi beklenmektedir (Küçük ve Coşkun, 2014: 5).

IATA'nın tehlikeli malzemeler için oluşturduğu düzenlemeler Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) Tehlikeli Malların Hava Yoluyla Güvenli Taşınmasına ilişkin Teknik Talimatları'nı temel almaktadır. Talimatlar eşyanın veya malzemenin havayolu nakliyesi için kabul edilebilirliğini, sınıflamasını, depolanmasını, etiketlenmesini, ambalajlanmasını ve taşıma koşullarını her bir eşya için ayrı ayrı detaylı bir şekilde tanımlamaktadır. Bununla birlikte havayolu ile tehlikeli madde taşınmasıyla ilişkili tüm taraflar için gerekli operasyonel bilgiler de bu talimatların içinde yer almaktadır. Tarafların eğitimi tehlikeli madde taşımacılığında önemli bir faktördür. Başka bir deyişle eğitim, düzenleyici bir rejimin güvenli bir şekilde sürdürülmesi için önemli bir unsurdur. Tehlikeli maddelerin taşımaya hazır hale getirilmesine dahil olan tüm kişiler doğru bir şekilde eğitildiklerinde ve süreç IATA DGR'na uygun olarak sürdürüldüğünde bu maddelerin bir soruna neden olma ihtimalleri oldukça azalmaktadır. Talimatlar, önleyici adımları sıralayıp açıkladığı gibi aynı zamanda bir kaza sonucunda tarafların ne yapması

olaya nasıl müdahale etmesi gerektiği gibi bilgileri de içermektedir (DGR, 2013; www.tse.org.tr, 2021).

E) Tehlikeli Maddelerin Ren Navigasyonu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa İç Suyolu Anlaşması ADN / ADN (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways)

Tehlikeli Maddelerin İç Su Yolları ile Uluslararası Taşımacılığına (ADN) ilişkin Avrupa Anlaşması, 26 Mayıs 2000 tarihinde Cenevre'de Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE) ve Merkezi Güvenlik Konseyi'nin ortak düzenlediği bir konferansta imzalanmıştır (unece.org, 2021).

ADN, bir ana yasal metinden (sözleşmenin kendisi) ve ek yönetmeliklerden oluşmaktadır. ADN' nin amacı tehlikeli malzemelerin taşınmasında iç su yolları kullanılırken maksimum seviyede güvenlik sağlamaktır. Bir başka deyişle ADN bu taşıma esnasında herhangi bir kaza ya da olayda çevre kirliliğine, canlı sağlığına sebep olabilecek durumların önüne geçmeyi amaçlamaktadır. Bunlarla birlikte taşıma işlemlerini kolaylaştırmak ve tehlikeli maddelerin uluslararası alanda lojistiğini teşvik etmek de amaçları arasında bulunmaktadır (ADN, 2017: 85).

ADN' a ek yönetmelikler; tehlikeli madde ve eşyalarla ilgili hükümleri, bunların ambalajlanmış şekilde ve dökme olarak iç seyrüsefer gemilerinde veya tanker gemilerde taşınmasıyla ilgili hükümleri içermektedir. Ayrıca bu gemilerin inşa, yapım ve işletilmesi ile ilgili konular da ADN ek yönetmeliğinde yer almaktadır. Tüm bunlara ek olarak izleme, denetleme, onay sertifikalarının düzenlenmesi, uzmanların eğitimi için gereklilikler ve prosedürler de ek yönetmelikte yer almaktadır (unece.org, 2021).

Tehlikeli maddelerin uluslararası alanda lojistiği için hazırlanan konvansiyonların ele aldıkları genel konular şöyledir (Demirci, 2017: 56);

- Genel hükümler ve açıklamalar,
- Tehlikeli malların sınıflandırılması,
- Tehlikeli eşyaların listelenmesi, özel kurallar ve muafiyetler,
- Tehlikeli eşyaların lojistiğinde görev alan personellerin eğitimi,
- Tarafların güvenlik sorumlulukları,

- Güvenlik açısından yapılan denetim ve destekleyici önlemler,
- Güvenlik kuralları,
- Paketleme, ambalaj, tank, vagon, konteynerların hükümleri ve zorunlu testler,
- Nakliye prosedürleri,
- Dağıtım, elleçleme, yükleme, boşaltma vb. operasyona ilişkin faaliyetler,
- Taşıma aracı donanım, ekipman ve teçhizatı ile birlikte dokümantasyona ilişkin hükümler,
- Taşıma araçlarının üretimi ve onayına ilişkin maddeler,
- Tüm sürecin dökümante edilmesi.

2.3.2. Yönetmelikler

Türkiye’ de yürürlükte bulunan tehlikeli madde lojistiğine ilişkin yönetmelikler ise şöyledir: “Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkındaki Yönetmelik, tehlikeli maddelerin demiryolu ile taşınması hakkında yönetmelik, tehlikeli maddelerin havayoluyla taşınması hakkında yönetmelik, taşıma işleri organizatörlüğü yönetmeliği, mülga tehlikeli maddelerin karayoluyla taşınması hakkında yönetmelik (değişikliklerin işlendiği son hali), tehlikeli madde taşıyan araç ve üst yapıların teknik muayeneleri hakkında yönetmelik, tehlikeli maddelerin deniz yoluyla taşınması hakkında yönetmelik, limanlar yönetmeliği, uluslararası gemi ve liman tesisi güvenlik kodu uygulama yönetmeliği, tehlikeli atıkların kontrolü yönetmeliği, SOLAS ve MARPOL sözleşmelerine göre bildirimlere ilişkin yönetmelik, liman devleti denetimi yönetmeliği, Türk bayraklı gemilerde bayrak devleti adına hareket edecek kuruluşların seçimi ve yetkilendirilmesine dair yönetmelik, gemilerden atık alınması ve atıkların kontrolü yönetmeliği, dökme yük gemilerinin güvenli bir şekilde yüklenmesi ve boşaltılması hakkında yönetmelik, denizlerde ve yurt yüzeyinde görülen patlayıcı madde ve şüpheli cisimlere uygulanacak esaslara ilişkin yönetmelik, deniz çevresinin petrol ve diğer zararlı maddelerle kirlenmesinde acil durumlarda müdahale ve zararların tazmini esaslarına dair kanunun uygulama yönetmeliği, karayolu taşımacılık faaliyetleri mesleki yeterlilik eğitimi yönetmeliği, karayolu taşıma yönetmeliği” (Şengür, 2018: 187).

2.4. Tehlikeli Madde Lojistiği

Yapıları gereğiyle tehlikeli maddeler; canlılara, mala, umumi düzene ve çevreye zarar verebilme özelliğine sahip nesnelerdir. Potansiyel tehlikeleri sebebiyle bu nesnelerin lojistiği ayrı bir dikkat ve özen gerektirmektedir (Danışman, 2019: 46).

Tehlikeli maddeler ile hayatın her alanında karşılaşmak ve risklere maruz kalmak mümkün olabilmektedir. Sanayideki ilerlemelerle birlikte gelişmiş ülkeler başta olmak üzere tehlikeli madde kullanımı gün geçtikçe artmaktadır (Uzundağ, 2020: 4-5). Günümüzde tehlikeli malların birçok sektörde kullanımının artması sebebiyle bu maddelerin ihtiyaç duyulan noktalara ulaştırılarak değer yaratıp fayda sağlanabilmesi için bir takım işlemlerden geçmesi dolayısıyla yer değiştirmesi gerekmektedir. Tehlikeli madde lojistiği, sadece söz konusu maddelerin bir yerden bir yere nakliyesi anlamına gelmemektedir. Taşıma işlemi tehlikeli madde lojistiğinde bir aşamayı belirtmektedir. Genel olarak tehlikeli madde lojistiği, söz konusu tehlikeli malın depolanması, elleçlenmesi, paketlenmesi ve taşınması süreçlerinin tamamından oluşmaktadır. (Erdal, 2018; Danışman, 2019: 46-49). Ayrı özelliklere sahip olmaları sebebiyle 9 ana ve 13 alt sınıfa ayrılan tehlikeli maddelerin lojistik işlemleri yapılırken her sınıfa ait hükümler dikkate alınmaktadır. Tehlikeli maddenin yapı özelliğine uygun paket, ambalaj, araç, güzergâh koşulları, taşıma modu, depo türü seçilmesi gerekmektedir (Danışman, 2019: 46-49).

Tehlikeli maddelerin her hareketi yani konum, araç, ambalaj değiştirmesi tehlike boyutunu ve alanını genişletebilmektedir. Tehlikeli madde lojistiğinde tehditler, lojistik süreçler yönetilirken meydana gelen aksaklıklar, dikkatsizlikler ve bilgi eksikliği sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Tehlikeli madde lojistiğinde meydana gelebilecek herhangi bir kusurun sonucunda birçok kesimin olumsuz etkilenebileceği, yaralanma ve ölümle sonuçlanan olayların ortaya çıkabileceği göz önüne alındığında tehlikeli madde lojistiği oldukça kritik bir konu haline gelmektedir. Bu sebeple tehlikeli madde lojistiğinde rol alan tüm tarafların alanında uzman, dikkatli ve özenli kişiler olması gerekmektedir (Uzel ve Durdağ, 2014: 57).

Tehlikeli maddeler küreselleşen ticaretin bir neticesi olarak farklı taşıma türleri kullanılarak tüm dünya üzerinde devamlı hareket halinde bulunmaktadır. Taşıma sisteminin ve geçilen ülkenin değişmesi durumunda her defasında kuralların ve

uygulamaların değişmesi tehlikeli madde lojistik operasyonlarını zorlaştırmıştır. Zaman içinde bu durum uluslararası ortak düzenlemelere olan ihtiyaı arttırmıştır. Lojistik faaliyetleri sırasında büyük risk oluşturan tehlikeli maddelerin risklerini minimum seviyede tutmak veya ortadan kaldırmak, uluslararası alanda tehlikeli madde lojistiğini tek bir düzene oturtmak amaçları ile BM komisyonu uluslararası düzeyde “Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods” isminde tavsiye niteliğinde kararlar yayınlamaktadır (Uzundağ, 2020: 5; Uzel ve Durdağ, 2014: 57). Tehlikeli madde lojistiği hakkında eğitim vererek sertifika sağlamak, kontrol ve belgelendirme yapmak bu düzenlemelerin diğer amaçları arasında bulunmaktadır (www.lojiport.com, 2019). Radyoaktif maddelerin lojistiği, BM tarafından oluşturulan düzenlemelere değil “Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA)” tarafından oluşturulan ve tüm taşıma tip ve türleri için tavsiye niteliğindeki “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material” yönetmelik hükümlerine tabii olmaktadır (Danışman, 2019: 48). Sözü geçen düzenlemeler meydana gelen değişikliklere paralel olarak güncellenmektedir. Her taşıma türüne göre ayrı bir uluslararası konvansiyon vardır. Bunlarla ilgili detaylı bilgi sonraki bölümde verildiği için burada detaylandırılmamıştır. Uluslararası düzenlemelerin yanı sıra her ülkenin tehlikeli madde lojistiğiyle ilgili yönetmelikleri bulunmaktadır. Bu yönetmelikler taraf olunan uluslararası konvansiyonlar dikkate alınarak hazırlanmaktadır (Yılmaz, 2015: 4). Ulusal ve uluslararası düzenlemelere riayet edilmediği sürece tehlikeli madde lojistik operasyonunun etkin yönetilmesi mümkün olmamaktadır. Bu durum hem yaşam alanlarını hem canlıları hem de işletmeleri büyük zararlara uğratabilmektedir (Erdal, 2018). Tehlikeli maddelerin belirlenmesi, uygun paketleme, iletişim, taşıma ve istifleme ile ürünün oluşturduğu riskleri azaltmak mümkün olabilmektedir (www.faa.gov, 2021).

Tehlikeli maddelerin depolanması lojistik süreçler içerisinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Sınıfları dikkate alınarak doğru depolama yapılmayan tehlikeli maddelerin insan ve evre sağlığıyla birlikte mülke zararları da oldukça büyük olacaktır. Tehlikeli maddenin depolanma hükümleri dahil olduğu sınıfa göre değişmektedir. Tehlikeli maddelerin depolama faaliyetleri belirli kurallar ve koşullar çerçevesinde yapılmalıdır. Örneğin bazı tehlikeli maddeler yer üstünde depolanırken bazı tehlikeli maddelerin yer altında depolanması güvenlik açısından daha uygun olmaktadır. Başka bir örnek ise

tehlikeli madde sınıflandırmasında 1. sınıfta yer alan ‘patlayıcı maddeler’ çevresel etkilere dayanıklı her türlü risk ve tehlike karşı korunaklı “patlayıcı depolarında” muhafaza edilmesi olarak verilebilmektedir. Bununla birlikte kapsül içindeki patlayıcı maddeler ıslak ve nemli yerlerde alevlenebilme özelliğinden dolayı kuru ortamlarda depolanması gerekmektedir. Tehlikeli maddelerin sınıfsal koşulları göz önüne alınarak depolama yapılması kadar özellikleri gereği tepkimeye sebep olacak maddelerden uzak tutularak depolanması da ayrıca önemli bir konudur. Tehlikeli maddelerin türlerine uygun depolanmaları kadar önemli başka bir konu da depo içinde bulunan elektrik bağlantılarının güvenli bir şekilde yapılmış olması, her türlü ikaz gereçleri, dedektör ve alarmların bulunması gerektiğidir (Danışman, 2019: 52-53). Tehlikeli maddenin istiflendiği ve muhafaza edildiği depolar bu maddelerin zararlı etkilerinden dış çevrenin korunması ve can güvenliği adına uygun ısı, izolasyon, yalıtım, uygun havalandırma sistemleri, yangın söndürme düzeneği ile donatılmalı ve bu depolar inşa edilirken maddenin tehlike türü dikkate alınmalıdır. Depoların iç tasarımı ve yapı malzemeleri kadar depo çevresinde bulunan yükleme- boşaltma alanları da tehlikeler göz önüne alınarak uygun bir şekilde konumlandırılmalı, uyarı yazı ve işaretleri konulmalıdır. Ayrıca tehlikeli maddeler, insan ve hayvan ilacı, besin maddesi ve bunların katkı maddeleri ile aynı yerde depolanmaları kesinlikle yasaktır (MEB, 2011: 35).

Tehlikeli madde depolama işlemlerinin uzmanlık gerektirdiği açıkça görülmektedir. Tehlikeli madde işlemlerinde rol alan tüm taraflar can ve mal güvenliğini tehlikeye atmayacak şekilde depolama yapmakla yükümlüdür. Potansiyel tehlikeleri sebebiyle bu maddelerin yetkili olmayan kişilerin eline geçmesinin önlenmesi de yükümlülükler arasındadır (Danışman, 2019: 52-53; MEB, 2011: 35).

Tehlikeli yükün, asli özellikleri değiştirilmeksizin bulunduğu noktanın değiştirilmesi, kaptan kaba aktarılması, havalandırılması, ayrıştırılması, karıştırılması, yükleme ve boşaltılması, taşıma birimlerinin ve ambalajlarının yenilenmesi, değiştirilmesi veya tamiri ile taşımaya yönelik benzer işlemlere tehlikeli maddelerin elleçlenmesi denilmektedir (www.socar.com.tr, 2018: 3)

Tehlikeli maddelerin elleçlenmesi sırasında taşıma şekli, elleçleme kuralları ile tehlikeli maddenin yapısı, sınıfı, miktarı ve özelliği göz önüne alınmaktadır. Örneğin,

yanıcı özelliğe sahip tehlikeli maddeler elleçlenme esnasında kıvılcım oluşturan araç veya aletlerden uzak tutulmaktadır. Tehlikeli madde elleçlenmesi sırasında oluşabilecek yangın tehlikesine karşı müdahale edici kişiler ve ekipmanlar daima hazır bulundurulmalıdır. Tehlikeli maddelerin güvenlik sorunu oluşturmada elleçlenebilmesi için bu işlemlerin gerekli eğitim ve sertifikalara sahip kişi veya kurumlarca yapılması gerekmektedir (Erişen, 2018: 6).

Tehlikeli madde elleçlemesinin en önemli faaliyetlerinden ikisi yükleme ve boşaltma faaliyetleridir. Yükleme ve boşaltma faaliyetlerinin doğru yapılmaması elleçlemeden kaynaklanan en büyük sorunları ortaya çıkarabilmektedir. Araca hatalı yüklenen tehlikeli madde araç içinde özgür bir şekilde hareket ederek büyük risklere sebep olmaktadır. Yükleme yapılırken tehlikeli maddenin hareket kabiliyeti minimum seviyeye indirilmelidir. Maddenin türüne göre yükün sabitlenmesi ile risk olabildiğince azaltılmaktadır (Voke, 2000: 78). Yükleme esnasında yapılan hatalar yükün araçtan kaymasına, diğer yüklere çarpmasına, araçtan düşmesine, tepkime başlatmasına, istiflendiği araç ile birlikte devrilmesine sebep olabilmektedir. Yükleme aracı hareket ettikten sonra ise yanlış yükleme sebebiyle yük araçtan kayabilmekte, başka yükleri ezebilmekte ve yükte sızıntı olabilmektedir. Bu riskler tehlikeli madde dışında diğer tüm maddelerin yüklemesi sırasında da meydana gelebilmektedir. Fakat yüklemeye konu olan malın tehlikeli madde olması sadece maddi hasara değil başta can kaybı olmak üzere telafisi mümkün olmayacak olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir (Uzundağ, 2020: 29).

Tehlikeli maddenin güvenlik sorunu oluşturmada yükleme- boşaltma işleminin yapılabilmesi için uygun şekilde ambalajlanmış olması gerekmektedir. Elleçleme esnasında ambalajın bozulmamasına, patlayıcı madde bulunan ünitelerin sarsılmamasına, yüksekte düşürülmemesine yönelik tedbirler alınması önem arz etmektedir. Tehlike yaratacak şekilde bozulmuş ambalaja sahip yükler yükleme ve boşaltma esnasında yükten ayrılmaktadır. Özellikleri gereği kendi kendine alevlenebilen maddeler ile yakıcı, patlayıcı ve yanıcı maddelerin yükleme ve boşaltılması yapıldığı esnada sigara ve benzerleri bu maddelerin bulundukları alana en az 30 metre uzaklıkta içilmesi gerekmektedir. Benzer bir şekilde, alev ve kıvılcım çıkaran maddelerin kullanılması da tehlikeli madde yükleme ve boşaltma işlemi sırasında büyük tehlikelere yol açabilmektedir. Ayrıca yükleme ve boşaltma esnasında aracın motoru soğutma amacı ile

kullanılmayacaksa olası bir tehlikenin önüne geçilmesi adına mutlaka kapalı konumda olması gerekmektedir (MEB, 2011: 35-39).

Paketleme/ambalajlama ürünü dış etkenlerden korumak, elleçlenmesini, taşınmasını ve depolanmasını kolaylaştırmak amaçlarını içerirken aynı zamanda pazarlama alanında ürünü alıcıya hoş göstermek amacı güden bir pazarlama aracı olarak bilinmektedir (Sütütemiz, Çift yıldız ve Temiz, 2016: 18). Tehlikeli madde lojistiğinde ambalajlama/paketleme işleminin amacı yükün çevreye zarar vermeyecek şekilde saklanması, taşınması, elleçlenmesini sağlamaktır (Erberk, 2010).

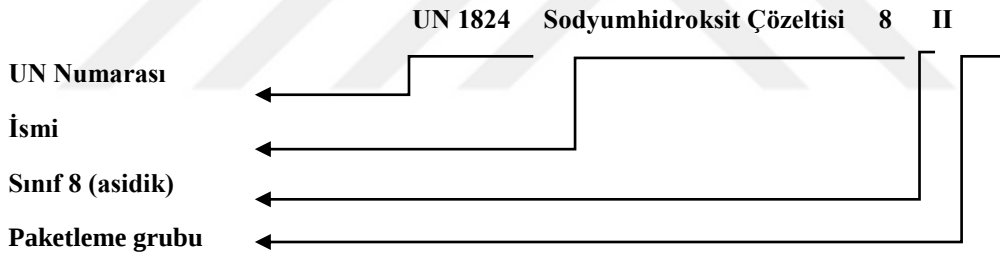
Tehlikeli maddelerin çevreye zarar vermeden lojistik süreçlerinin tamamlanması için her tehlikeli yükün sınıfına uygun bir şekilde, özellikleri göz önüne alınarak ambalajlanması gerekmektedir. Bu doğrultuda yükün göreceği işlemler, araç, güzergah, yükün niteliği göz önüne alınarak uzman kişiler tarafından ambalajlamanın yapılması gerekmektedir (Erberk, 2010: 34).

Tehlikeli madde sınıfına girmeyen yüklerin ambalajlanması ve paketlenmesi uzmanlık gerektirmezken tehlikeli maddelerin ambalajlanması uzmanlık, dikkat ve özen gerektirmektedir. BM tarafından tehlikeli madde taşımacılığına tavsiye niteliğinde yayınlandığı bilinen “orange book” kitabında ambalajlanan tehlikeli maddelerin uygunluğunu ve güvenliğini kontrol etmek için bazı testler bulunmaktadır. Bu testler tehlikeli maddenin türüne uygun olarak yapılmaktadır. Örneğin, sınıf 2’de yer alan ve çok elemanlı gaz konteynerlerinin içinde taşınan gazlar “sızdırmazlık” testine tabii tutulurken ambalaj olarak delikli ahşap varil kullanılan yükler de fıçı testine tabii tutulmaktadır. Tehlikeli maddenin türüne uygun olarak yapılan bu testler: düşürme, sızdırmazlık, iç basınç (hidrolik), istifleme, delikli ahşap variller için fıçı testi, bazı ambalajlar için ilave geçirgenlik testi (Erberk, 2010: 35).

Tehlikeli maddeler mutlaka ambalajlanarak taşınmalıdır (dökme taşımalar hariç) (www.tehlikelimaddetasimaciligi.org). Tehlikeli maddenin ambalajı üzerinde Şekil 2.2.’de gösterildiği gibi sırasıyla maddenin UN numarası, ismi, sınıf numarası, paketleme grubu yazmaktadır. UN numarası ilgili maddenin tüm dünyada geçerli olan ismine karşılık gelmektedir ve 4 hanelidir. Örneğin; UN 1971 numarası tüm dünyada metan, sıkıştırılmış doğalgaza, UN 1090 Asetona karşılık gelmektedir (Akçetin, 2012:100).

Belirtilen bu UN numarası ile maddenin özellikleri ortaya konularak lojistiğinin nasıl yapılması gerektiği ve operasyon gereklilikleri hakkında tarafları bilgilendirmiş olmaktadır (Menoni, 2007: 3). UN numarasının ardından maddenin uluslararası konvansiyonlarda belirtilen ismi ve ait olduğu sınıf numarası yazılmaktadır. Bunlar da tıpkı UN numarası gibi madde ile ilgili genel ve özel bilgileri açıklamaktadır (Uzundağ, 2020: 24).

Madde tanımlaması amacıyla yapılan numaralandırmada en sondaki numara maddenin paketleme grubunu göstermektedir. Sınıf 1, 2, 4.1, 5.2, 6.2, 7 tehlikeli maddeler paketleme grubuna dahil değildir. Paketleme grubu ilgili maddenin tehlike derecesini belirterek ambalajlamada kullanılacak madde, alınacak güvenlik önlemleri ve ambalajlama koşulları ile ilgili uluslararası genel hükümler hakkında tarafları bilgilendirmektedir (Danışman, 2019: 47-48; Uzundağ, 2020: 24-26; Anul, 2015: 39).



Şekil 2.2. Tehlikeli Maddenin Tanımlanması (Tehlikeli Maddenin Uluslararası Kimliği)

Kaynak: MEB, (2011) “Ulaştırma Hizmetleri Alanı, Tehlikeli Madde Taşımacılığı”, <https://lojistik.igdir.edu.tr/Documents/Transportation/TAŞIIMAMODELLERİ/TehlikeliMaddeTaşımacılığı.pdf>, Erişim Tarihi 10/05/2021.

Tehlikeli maddeler arz ettikleri tehlikenin derecesine göre üç paketleme gruplarına ayrılmaktadır (Danışman, 2019: 47-48; Uzundağ, 2020: 24-26; Anul, 2015: 39). Bu gruplar ve paketleme grubu kodları Tablo 2.3.’ de gösterilmektedir.

Tablo 2.3. Tehlikeli Yüklerin Paketleme Grupları ve Kodları

Paketleme/Ambalajlama Grubu	Tehlike Derecesi	Kapsadığı Paketleme Grupları	Paketleme Grubu Kodu
PG I	Çok Tehlikeli	PG I, II ve III paket için kullanılabilir.	X

PG II	Tehlikeli	PG II ve III paket için kullanılabilir	Y
PG III	Düşük Tehlikeli	Yalnızca PG III paket için kullanılabilir.	Z

Ambalajlama metaryellerinin fiziksel özelliklerini yani paket türünü gösteren numaralar ve ambalajın üretim maddesini gösteren harfler bulunmaktadır ve paketler üzerine yazılmaktadır. Bunlar Tablo 2.4.' de gösterildiği gibidir.

Tablo 2.4. Taşınan Tehlikeli Yükün Ambalaj Türünü, Maddesini Gösteren Numara ve Harfler

Tehlikeli Yükün Ambalaj Türünü Gösteren Numaralar	
1. Silindir	5. Torba
2. Ahşap Fıçı	6. Birden Çok Bileşeni Olan Ambalaj
3. Galon	0. Hafif Alaşımli Metal Ambalajlar
4. Sandık	
Tehlikeli Yükün Ambalaj Maddesini Gösteren Harfler	
A. Çelik	H. Plastik Metaryel
B. Alüminyum	L. Tekstil
C. Ahşap	M. Kağıt, Çok Katlı Mukavva
D. Kontrplak	N. Metal (Çelik ve alüminyum dışında kalan)
F. İşlenmiş Ağaç	P. Cam, Porselen veya Taş Kaplar
G. Fiber	

Kaynak: Murat Erdal, Ömer Faruk Görçün, Mehmet Sıtkı Saygılı, “Entegre Lojistik Yönetimi”, 2008, Beta Yayınları, 2. Baskı, s.327, İstanbul.

Tehlikeli Yüklerin Ambalajlama/ Paketleme işlemi yapılırken genel olarak aşağıdaki kurallara uyulması can ve mal güvenliği açısından yasal zorunluluktur: (www.tehlikelimaddetasimaciligi.org, 2016).

- Paketlenen tehlikeli yük paketinin dışına bulaşmamalıdır.
- Paket içine konulan maddeden etkilenmeyecek malzemeden üretilmelidir.
- Sıvı halde bulunan tehlikeli maddelerin paketlenmesinde ısı genleşme göz önüne alınarak patlama, yırtılma gibi olumsuzlukların önüne geçilmesi için kaplarda boş alan bırakılmalıdır.
- Birbiri ile şiddetli kimyasal tepkimeye sebep olacak iç kaplar aynı dış kap içinde depolanmamalı ve taşınmamalıdır.
- Tehlikeli madde paketlerinin dış görünüşü paket ve etiketi gıda paketleri ile karıştırılabilir şekilde olmamalıdır.

- Ambalaj olarak kullanılacak her türlü malzeme kullanım amacına uygun olup olmadığına dair testlerden geçirilmelidir.

Etiket kelimesi iktisadi anlamda bir malın tür, çeşit, miktar, fiyat gibi özelliklerini açıklayan küçük kağıt parçası” anlamına gelmektedir (megap.meb.gov.tr, 2012: 2). İş sağlığı ve güvenliği açısından etiketleme, tehlikeli madde ve muhtazarlara karşı tüketici ve endüstriyel kullanıcıları koruma amacı güden bilgilendirici ürün anlamına gelmektedir (Başol ve Özkan, 2020).

Etiket, bir zararlı maddenin tehlikelerini ve bu tehlikelere karşı alınacak tedbirleri öğrenmek için başvurulacak en doğru kaynaktır. Bu sebeple, bir etiketin okuyan kişiye mesajını hızlı, açık, sade, okunaklı, silinmez ve anlaşılır bir şekilde olması gerekmektedir. Etiketlemenin yetkisiz ve bilgisiz kişilerce yapılması tehlikeli madde lojistiğinde iş kazalarına, mesleki hastalıklara, can kaybına ve yanlış/ eksik bilgi sebebiyle önlem alınmamasından dolayı kişi ve kurumların zarar görmesine sebep olabilmektedir. Etiketlemenin doğru yapılmasının yüksek önem arz etmesi yerel veya uluslararası kurallara uyulmasını zorunlu hale getirmiş ve küresel düzeyde uyumlaştırılması ihtiyacını doğurmuştur. Bu amaç doğrultusunda “BM Küresel Uyum Sistemini (GHS, Globally Harmonized System)” meydana getirmiştir. GSH, kimyasalların sınıflandırılması, etiketleme kuralları, güvenlik bilgi formlarının uyumlaştırılmasıyla tehlikeli kimyasalların fiziksel, çevre, sağlık ve güvenlik bilgilerinin uluslararası seviyede harmonizasyonu sağlamaktadır. Kanunen bir bağlayıcılığı olmayan GHS’nin diğer bir amacı da uluslararası ticareti kolaylaştırmaktır (Başol ve Özkan, 2020; Özdemir, 2017).

Etiket; tehlikeli maddeyi üreten, satan ve kullanan arasında bir iletişim aracı niteliğindedir. Ülkemizin yasal mevzuatında etiketleme hükümleri “Tehlikeli Maddelerin ve Müstahzarların Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmeliğinde” açıkça belirtilmektedir. Etiketler her zaman paketlerin üst kısmında bulunmalı ve etikette belirtilen madde ile kabın içindeki madde farklılık göstermemelidir. Etiketler tehlikeli maddenin niteliğini, ticari adını, fiziksel özelliğini açıkça belirtir şekilde olmalıdır. Etiket üzerinde ayrıca malın tehlike önceliğini, zehirli, bulaşıcı, patlayıcı vb. durumunu belirten sembollerin, güvenlik (S, safe) ve risk (R, risk)

numaralarının bulunması gerekmektedir (Yamak, 2021: 6-13). Örneğin, R 43 risk ibaresi, cilt ile temas edildiğinde hassasiyet oluşturma tehlikesine karşı uyarırken S 9 ibaresi ‘Kabı çok iyi havalandırılan ortamda muhafaza edin’ şeklinde güvenlik önlemini tanımlamaktadır (www.bursa.bel.tr, 2021).

Maddenin ismi, uluslararası düzenlemelerde o maddeye tahsis edildiği şekilde etikete yazılmalıdır. Tehlikeli maddenin piyasada dolaşımından sorumlu tedarikçi, ithalatçı ya da dağıtıcının ismi, telefon numarası ve açık adresi düzgün bir şekilde etikette yer almalıdır. Tehlike sembolleri ve varsa tehlike işareti yönetmeliğe uygun olarak belirtilmelidir. Tehlike sembolleri, Tablo 2.5’de gibi turuncu zemin üstüne siyah baskı olarak verilmektedir (Yamak, 2021: 14).

Tablo 2.5. Tehlikeli Kimyasalların Uluslararası Sembolleri

				
C Aşındırıcı	E Patlayıcı	O Oksitleyici	F Hafif Yanıcı	F+ Yüksek Yanıcı
				
T Zehirli	T+ Çok Zehirli	Xi Tahriş Edici	Xn Sağlık Bozucu	NÇevreye Zararlı

Kaynak: Muhaz, (2017), “Tehlikeli kimyasalların uluslararası sembolleri”, <https://muhaz.org/12unite-etiket-ve-isaretlerde-bulundurulmasi-asgari-gerekler-v.html>. Erişim Tarihi 10/12/2021.

Etiketin üzerindeki ibarelerin tamamı açık olarak fark edilecek zemin rengi üzerinde olmalıdır. Yazı boyutu kolaylıkla okunabilecek düzeyde olmalıdır. Genel manada etiketler; reklam amacıyla kullanılmamalı insan ve çevre sağlığı – güvenliği için gerekli olacak tüm uyarı ve bilgileri barındırıcı şekilde olmalıdır. Etiketlerin, tehlikeli madde içeren paketin bir veya daha fazla yüzeyine sağlam bir şekilde yapıştırılması ve piyasaya arz edildiği ülkenin resmi dilinde olması gerekmektedir (Çekim, 2014).

İşaret; özel bir durumu, malzemeyi, faaliyeti işaret eden ve can, mal güvenliği ve sağlığı açısından bilgi veren uyaran veya talimat veren levha, tabela, sesli - ışıklı görseller ya da el kol işaretleridir. İşaretlemede kırmızı renk yasak ve tehlike alarmı anlamına gelirken, sarı renk uyarı, mavi renk ise zorunluluğu belirtmektedir. Tehlikeli madde lojistiğinde işaretlemenin amacı etiketlemeden farklı değildir. Her ikisinde de amaç tehlikeli maddeden doğacak zararların önüne geçmek bunları kontrol ve takip etmek amacıyla süreçte rol alan tüm taraflara belirlenen mesajları vermektir (Başol ve Özkan, 2020).

Kurallara uygun ve güvenli bir şekilde üretilen, ambalajlanan ve elleçlenen tehlikeli maddeler için en son işlem taşıma işlemidir. Bu işlemlerin doğru bir şekilde yapılması tehlikeli maddenin dağıtımından sonra da önem arz etmektedir. Sözgelimi teslimat noktasına ulaştırılan bir tehlikeli madde tekrar elleçleme işlemine tabi tutularak yüklendiği araçtan boşaltılacaktır. Taşıma, tüm lojistik faaliyetleri içinde kritik bir öneme sahip olduğu gibi tehlikeli madde lojistiğinde de büyük bir önem sahiptir. Tehlikeli madde taşımacılığında sıradan bir taşıma operasyonundan farklı olarak yaşanacak herhangi bir problem sadece maliyet artışına sebep olmayacak aynı zamanda insan sağlığına ciddi zararlar verebilecektir. Bu sebeple tehlikeli madde taşımacılığı hayati önem arz etmektedir (Erdal, 2018).

Tehlikeli madde taşınırken yükün aracın içinde kendi kendine veya bir kaza, sarsıntı, titreşim sonucunda tehdit oluşturmaması için önlemler alınması gerekmektedir. Bu maddeler taşınırken oluşabilecek bir kazada yaralanma ve can kaybını en aza indirmek amacıyla nüfus yoğunluğunun az olduğu güzergâhlar seçilmelidir. Ayrıca güzergâhlar seçilirken yolun yapısı (eğim, dönemeç, yol kusurları vb.), trafik yoğunluğu da dikkate alınması gereken diğer önemli konudur. Güzergâh seçimi alanında uzman kişiler tarafından titizlikle yapılmalı tehlikeli maddenin taşınacağı rotanın uygunluğu daha önce bu kişiler tarafından kontrol edilmelidir (Özat, 2018: 21).

Tehlikeli madde lojistiğinde birçok farklı tehlikede madde taşınabilmektedir. Taşınan tehlikeli maddenin çeşidine göre ortaya çıkabilecek riskler farklılık göstermektedir. Örneğin alevlenebilir sıvıların ve aşındırıcı maddelerin kaza oranı diğer

tehlikeli maddelere göre daha yüksektir. Dolayısıyla bu maddeler taşınırken daha dikkatli süreç takibi yapılmalıdır (Özat, 2018: 21).

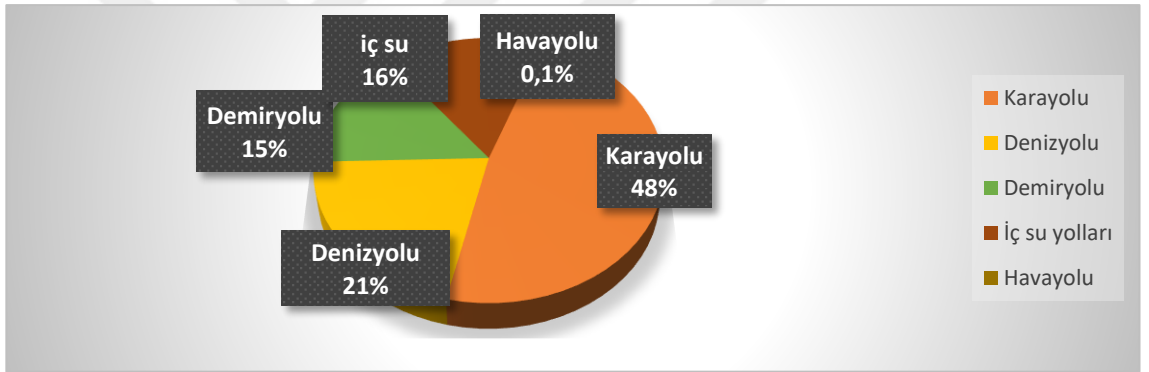
Tehlikeli madde taşımacılığında bir diğer önemli konu araç seçimidir. Tehlikeli maddenin taşınacağı araç seçilirken konu ile ilgili yönetmelikler ve maddenin özelliği dikkate alınmaktadır. Tehlikeli maddenin ihtiyaç duyulan noktaya kazaya mahal vermeden ulaştırılması için doğru taşıma sistemi ve doğru taşıma aracı seçimi oldukça önemli bir konudur. Tehlikeli maddenin sevkiyatı trafik düzenini de etkilemektedir. Uygun olmayan yollarda büyük hacimleri ile tehlikeli madde taşıyan araçların seyir halinde olması tehlikeye, kazaya, can ve mal kaybına sebep olabilmektedir. Doğru taşıma aracı seçildikten sonra o aracı kullanacak kişilerin de mevzuata uygun belgeleri tamamlamış bir şekilde olan kişilerce kullanılmasını sağlamak gerekmektedir. Tehlikeli madde taşımacılığında sürücü olabilmek için birçok sertifika ve belgeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu belgeler kişinin psikolojik durumunun tehlikeli madde taşıyıcılığına elverişliliği dahil tüm mesleki yeterlilikleri sağladığının göstergesidir (Özer, 2011: 18). Taşıma işlemi başlamadan evvel gerekli evrak, işaretleme, etiketleme, araç donanımı ve araç aksamı kontrolü ilgili kişiler tarafından yapılmalıdır.

Lojistik hizmet faaliyetlerinin başlıca amacı herhangi bir ürüne artı bir değer katmaktır. Bu amaca ulaşmak için maliyetlerin azaltılması, hız, kalite ve ulaşılabilirliğin artırılması gerekmektedir. Bu sayede müşteri memnuniyeti sağlamak mümkün olabilmektedir. Birçok ürün ve malzeme için geçerli olan bu öncelikler tehlikeli madde lojistiği söz konusu olduğunda ikinci sıraya gelmektedir. Tehlikeli madde lojistiğinde öncelik insan ve çevre sağlığını güvence altına almaktır maliyet bazlı endişeler ikinci sırada yer almaktadır (Yıldıztekin, 2018).

2.4.1. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Taşıma Sistemleri

Tehlikeli madde taşımacılığı karayolu, demiryolu, deniz yolu, hava yolu, iç su yolu ve boru hattı taşımacılığı ile yapılabilmektedir. Tehlikeli madde lojistiğinde taşıma türü ve kullanılacak araç seçilirken ilk olarak ilgili tüm tarafların ve çevrenin güvenliği göz önünde bulundurulmaktadır. Bununla birlikte hız, kalite, hizmet verilen liman/ terminal sayısı, elleçleme sıklığı, depolama hizmetleri, tehlikeli maddenin yapısı, güzergah özellikleri, trafik yoğunluğu, ekonomik verimlilik, araç özellikleri dikkate alınması

gereken diğer etkenlerdir (Özat, 2018: 22). Türkiye’de en çok tercih edilen taşıma türü karayolu taşımacılığıdır. Ancak günümüzde yeşil lojistiğin öneminin artması ile birlikte daha az çevre kirliliğine sebep olan demiryolu lojistiğine olan ilgi artmakta, bu doğrultuda geliştirilen projelerin demiryolunun etkinliğini arttıracakları düşünülmektedir (Küçük ve Bali, 2016: 75). Şekil 2.3.’ de görüldüğü gibi tehlikeli madde taşımacılığında da en fazla kullanılan taşıma türü karayolu taşımacılığıdır. Daha sonra sırasıyla denizyolu, demiryolu ve iç su yolları gelmektedir. Tehlikeli madde taşımacılığında en az kullanılan taşıma türü havayolu olarak görülmektedir (AFAD, 2014: 24). Bütün bir tehlikeli madde lojistik operasyonu tek bir taşıma türü ile tamamlanabileceği gibi birden fazla taşıma türü kullanılarak operasyon kombine bir şekilde de yapılabilmektedir.



Şekil 2.3. : Taşıma Türlerine Göre Tehlikeli Madde Taşıma Oranları

Kaynak: MEB (2011), “Ulaştırma Hizmetleri Alanı Tehlikeli Madde Taşımacılığı”, s.4, Ankara.

ABD Ulaştırma Bakanlığı PHMSA verilerine göre 2011 ve 2020 yılları arasında gerçekleşen tehlikeli madde kazalarının toplamı 1805’i yaralanma ve 94’ü ölümle sonuçlanmıştır. Tablo 2.6’ ya göre en fazla yaralanma ve can kaybı karayolu tehlikeli madde taşımacılığında görülmektedir.

Tablo 2.6. Tehlikeli Madde Taşımacılık Türüne Göre Yaralanma ve Ölümler (2011-2020)

Ulaşım Türü	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Toplam
Havayolu	7/0	20/0	12/0	15/0	20/0	9/0	3/0	8/0	6/0	2/0	102/0

Kara yolu	130/12	147/13	142/11	134/11	157/12	148/8	130/10	131/6	165/7	56/3	1340/93
Demi ryolu	20/1	18/0	15/0	14/0	213/0	17/0	12/0	9/0	11/0	6/0	335/1
Deniz yolu	8/0	0/0	2/0	0/0	0/0	8/0	10/0	0/0	0/0	0/0	28/0
Topla m	165/13	185/13	171/11	163/11	390/12	182/8	155/10	148/6	182/7	64/3	1805/94

Kaynak: PHMSA (Boru Hattı ve Tehlikeli Madde Güvenlik İdaresi), Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı, “Tehlikeli Madde Taşımacılığında 10 Yıllık Olay Raporu” Hazmat Intelligence Portal, <https://www.phmsa.dot.gov/hazmat-program-management-data-and-statistics/data-operations/incident-statistics>, Erişim Tarihi 23/06/2021.

Tablo 2.7.’ de ABD Ulaştırma Bakanlığı PHMSA verilerine göre 2011 ve 2020 yılları arasında Amerika’da toplam 176.045 adet tehlikeli madde taşımacılığı olayı (kaza) gerçekleşmiş ve bu olayların toplam maddi hasarı 895.131.449 dolara ulaşmıştır.

Tablo 2.7. Tehlikeli Madde Taşımacılık Türüne Göre Gerçekleşen Olaylar ve Hasarlar (Dolar) (2011-2020)

Ulaşım Türü	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Toplam
Havayolu	1401/171.467	1460/41.089	1442/143.105	1327/129.417	1130/46.971	1204/1.929.865	1166/27446	1433/75.099	1668/64.891	1434/6000	13665/2.635.350
Karayolu	12812/113.102.635	13255/60.19.859	13887/49.517.686	15316/59.605.470	15130/59.605.470	16527/50.178.906	15746/43.628.714	17928/92.134.193	20661/74.550.386	15006/27.749.848	156271/632.886.963
Demiryolu	745/12.309.566	661/17.838.609	667/37.780.045	718/22.780.045	581/22.656.840	545/27.387.862	573/20.612.006	507/22.200.033	422/17.434.594	378/28.552.470	5797/25.2.858.031
Denizyolu	71/205.000	70/806.168	63/18.713	47/117.350	24/117.350	11/53.211	9/5.497.886	9/32.500	6/15.100	2/1750	312/6.751.105
Toplam	15029	15446/78.875.725	16059/87.459.549	17408/82.509.077	16865/82.509.077	18287/79.549.844	17494/69.766.052	19877/114.441.825	22757/92.064.971	16820/56.310.068	176045/895.129.949

Kaynak: PHMSA (Boru Hattı ve Tehlikeli Madde Güvenlik İdaresi), Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı, “Tehlikeli Madde Taşımacılığında 10 Yıllık Olay Raporu” Hazmat Intelligence Portal, <https://www.phmsa.dot.gov/hazmat-program-management-data-and-statistics/data-operations/incident-statistics>, Erişim Tarihi 23/06/2021.

A) Denizyolu ile Tehlikeli Madde Lojistiği

Denizyolu taşımacılığı tüm dünyada tehlikeli madde taşımacılığında karayolundan sonra en fazla tercih edilen ikinci taşıma türüdür. Ülkemizde de yoğun olarak gerçekleştirilen denizyolu taşımacılığına talep her geçen gün artmaktadır. Örneğin, 1936 yılında İstanbul Boğazı'ndan günde 17 gemi geçmekte iken bugün bu sayı 110'a ulaşmıştır. Bununla birlikte boğazlardan geçen tehlikeli madde miktarı da artış göstermiştir. Aşağıdaki Tablo 2.8.' de 2019 yılında İstanbul ve Çanakkale Boğazlarından geçen tehlikeli yük gemilerinin türü ve sayısı verilmektedir (DTO, 2020: 96).

Tablo 2.8. 2019 Yılı İstanbul ve Çanakkale Boğazlarından Geçen Tehlikeli Yük Gemisi Sayısı

Gemi Türleri	İstanbul Boğazı	Çanakkale Boğazı
Petrol Tankeri	5934	6178
Kimyasal Madde Tankeri	2462	2996
Gaz Tankeri	561	669 (sıvılaştırılmış petrol gazı ve doğalgaz)
Toplam	8957	9843

Kaynak: DTO (2020) “İstanbul ve Marmara, Ege, Akdeniz, Karadeniz, Karadeniz Bölgeleri Deniz Ticaret Odası Denizcilik Sektör Raporu”, s.96-100.

Tablodan anlaşılabacağı üzere İstanbul Boğazı'ndan 2019 yılında 8957 adet tehlikeli madde taşıyan gemi geçiş yapmış olup, bu gemilerin 5934'ü petrol tankeri, 2462'si kimyasal madde tankeri ve 561'i ise gaz tankerleridir. Çanakkale Boğazı'ndan 2019 yılında 9843 adet tehlikeli yük gemisi geçmiş olup, bu gemilerin 6178'i petrol tankeri, 2996'sı kimyasal madde tankeri ve 669'u ise sıvılaştırılmış petrol gazı tankeri ve sıvılaştırılmış doğalgaz tankeridir.

Denizyolu ile yapılan lojistik işlemleri diğer taşıma türlerine nazaran maliyet açısından daha uygundur. Her ne kadar güvenlik, tehlikeli madde lojistiğinde ilk planda yer alsada tüm lojistik faaliyetlerinde olduğu gibi tehlikeli madde lojistiğinde de maliyet önemli bir unsurdur. Öte yandan denizyolu taşımacılığı oldukça güvenli bir taşıma türüdür. Uluslararası denizyolu ile tehlikeli madde lojistiği ile ilgili kurallar “Uluslararası

Denizcilik Organizasyonu (International Maritime Organization-IMO)” tarafından düzenlenen “International Maritime of Dangerous Good (IMDG-Code)” sözleşmesinde belirtilmiştir. Bu anlaşmaya taraf ülkeler hem ulusal hem de uluslararası denizyolu tehlikeli madde taşımacılığında bu sözleşme hükümlerine uygun bir şekilde işlemlerini gerçekleştirmek zorundadırlar (Danışman, 2019: 46-49).

B) Demiryolu İle Tehlikeli Madde Lojistiği

Demiryolu lojistiği hava ve karayolu ile yapılan lojistik işlemlerden daha az bir maliyet ile yapılabilir. Demiryolu taşımacılığı uzun mesafe ve ağır tonajlı yükleri taşımada en verimli taşıma türlerinden biridir. Özellikle karayolu taşımacılığı ile bütünleşmiş bir şekilde taşımacılık yapılmaktadır. Bununla beraber taşınan büyük miktarda yük ek riskler ortaya çıkararak hasar derecesini yükseltebilmektedir. Demiryolu hatlarının ve terminallerinin her ülkede yeterli seviyede olmaması bu taşıma türünün tehlikeli madde lojistiğinde pek tercih edilmemesinin sebeplerinden biridir. Uluslararası demiryolu tehlikeli madde lojistiğinde “Uluslararası Demiryolu Taşımacılığı Örgütü (OTIF)” tarafından hazırlanan “Tehlikeli Maddelerin Demiryolu ile Taşınmasına Dair Yönetmelik (RID)” uygulanmaktadır (Danışman, 2019: 46-49; Banabakova ve Minevski, 2017: 216-217).

C) Karayolu İle Tehlikeli Madde Lojistiği

Karayolu taşımacılığı, birçok yönden avantajlara sahip bir taşıma türüdür. Diğer lojistik operasyonlarında olduğu gibi tehlikeli madde lojistiğinde de yükü kapıdan kapıya taşıma imkanı vermektedir. Diğer taşıma türlerine göre daha esnektir. Karayolu lojistiğinde yükleme ve boşaltma işlemlerinin gerçekleştirilmesi için bir terminale ve belirli bir zaman dilimine ihtiyaç yoktur. Olası bir durumda daha kısa bir sürede güzergah optimizasyonu sağlanabilmektedir. Daha hızlı teslimat yapılabilmesi adına daha küçük kapasiteli araçlar kullanılarak yük daha kısa bir sürede teslim edilebilmektedir. Bu avantajlarının yanı sıra tehlikeli maddeleri karayolu ile taşımının yol açabileceği sorunlar da mevcuttur. Geçilen güzergahlarda bulunan yerleşim yerleri, trafik ve nüfus yoğunluğu, hava koşullarından yüksek oranda etkilenme karayolu ile tehlikeli madde taşırken büyük riskleri ve büyük hasar ve can kayıplarını beraberinde getirebilmektedir (Banabakova ve Minevski, 2017: 216-217; Özat, 2018:22).

Ülkemiz karayolu ile yapılan tehlikeli madde lojistiğinde Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu bünyesinde hazırlanan “Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması” yani “European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)” ye tabidir (Korkmaz, İşler ve Akman, 2014: 87). Karayolu ile tehlikeli madde taşımacılığı diğer taşıma türlerine göre insanlara, yerleşim alanlarına, hayvanlara daha yakından temas halindedir ve ülkemiz de dahil olmak üzere tüm dünyada karayolu taşımacılığı en çok tercih edilen ulaşım türüdür (Bali ve Göztepe, 2013: 672). Bu sebeple literatürde ve yasal mevzuatlarda karayolu taşımacılığı üzerine daha çok çalışma bulunmaktadır (Yılmaz, 2015: 13).

D) Havayolu ile Tehlikeli Madde Lojistiği

Havayolu ile ürün sevkiyatı yapmanın bilinen en temel avantajı hızdır. Havayolu ile yapılan tehlikeli madde taşımalarında tehlikeli mallar teslimat noktalarına hızlı bir şekilde ulaşmaktadır. Bununla birlikte taşıma maliyeti en yüksek taşıma türü de yine havayoludur. Havayolu ulaşımının pahalı olmasının sebepleri kullanılan yakıt miktarı ve yüksek teknoloji gerektiren parçalardır. Tehlikeli madde lojistiğinde havayolu taşımacılığı oldukça düşük oranda kullanılmaktadır. Maliyet yüksekliği dışında tehlikeli madde lojistiğinde havayolu taşımacılığının düşük oranda kullanılmasının sebepleri; tehlikeli yüklere uygun terminal yatırımlarının az olması, hava alanı hizmetlerinin gelişmemesi, uluslararası standartlarda uçak bakım-onarım hizmetlerinin olmaması şeklinde sıralanabilmektedir. Havayolu ile tehlikeli madde taşımacılığında güvenlik standardı sağlanması amacıyla “Uluslararası Hava Taşımacıları Birliği (IATA)” tarafından “DGR (International Air Transport Association- Dangerous Good Regulations)” tehlikeli mal düzenlemeleri yürürlüğe konmuştur. Bu düzenleme gereği bazı maddelerin havayolu ile taşınması yasaktır. Bu maddeler günlük hayatta kullanılır ve zararsız olarak bilinirler fakat içlerinde gizli tehlike barındırabilmektedirler (Özat, 2018; Küçük ve Coşkun, 2014: 5-6).

E) Boru Hattı ile Tehlikeli Madde Lojistiği

Yukarıda belirtilen taşıma türlerine ilave olarak boru hattı taşımacılığı da tehlikeli madde taşımacılığında kullanılmaktadır. Boru hattı ile petrol ve doğalgaz taşımacılığı

ilave bekleme sürelerine maruz kalmadan hızlı bir şekilde taşınabilmektedir. Fakat boru hatlarının her noktada yeterli seviyede bulunmaması bu taşıma türünün sınırlılığını oluşturmaktadır (Danışman, 2019: 48).

2.4.2. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Taraflar Ve Tarafların Sorumlulukları

Tehlikeli madde lojistiğinde söz konusu tehlikeli maddenin çıkış yerinden çevre, canlı sağlığı açısından bir soruna neden olmadan varış yerine güvenle ulaşabilmesi için operasyona dahil olan tarafların sorumlulukları ve uyması gereken bir takım kuralları vardır. Tehlikeli madde lojistiğinde her bir aktörün sorumluluk alanına has farklı görevleri vardır. Bu görev ve sorumluluklar uluslararası konvansiyonlarda ve yasal mevzuatlarda detaylıca belirtilmektedir (www.und.org.tr, 2020). Hangi taşıma sistemi (kara, hava, deniz, demiryolu) ile operasyon gerçekleştirilecek ise buna uygun sözleşme ve mevzuatlara bakılarak uyulması gereken kurallara, sorumluluklara ve sahip olunması gereken yetkinliklere ait bilgiler bu kaynaklardan temin edilebilmektedir (MEB, 2011: 4-5). Örneğin söz konusu tehlikeli madde demir yolu taşımacılığı kullanılarak taşınacak ise bu operasyonda görev alan aktörler kendi sorumluluk alanları ile ilgili bilgiye uluslararası sözleşme olan RID (RID, 2018) ve her ülkenin kendisine ait yasal mevzuatındaki düzenlemelerden ulaşabilmektedir.

Tehlikeli madde lojistiğinde birçok sorumlu taraf bulunmaktadır. Bunların başlıcaları; gönderen, yükleyen, boşaltan, dolduran, alıcı, paketleyen, taşıyıcı, tank/konteyner işletmecisidir. Her birinin farklı sorumlulukları olan bu aktörler ortak bir amaca hizmet etmektedir ki bu amaç söz konusu tehlikeli maddenin tüm lojistik faaliyetleri sırasında (hareket halinde veya sabit haldeyken) çevreye, canlı sağlığına ve işletmenin kaynaklarına zarar vermeden sürecin tamamlanmasını sağlamaktır. Her bir ilgilinin sorumluluk alanı, yaptığı iş veya görev tanımı farklı olsa da bir bütün olan lojistik sürecin herhangi bir yerinde meydana gelen aksaklık, hata, ihmal tüm operasyonu başarısızlığa uğratabilecek ve onarılamaz sonuçlara sebep olabilecektir (Erdal, 2018: 936).

Tehlikeli yük lojistiğinde yer alan taraflar sorumluluk alanları ile ilgili her türlü bilgiye sahip olmalı, oluşabilecek riskleri öngörebilmeli ve acil durumlarda ne yapılacağını bilmeli, riskler meydana gelmeden önlemini alabilmelidir. Taraflar halk

sağlığı ve güvenliğini tehlikeye atacak bir durumla karşılaştıklarında acil durum servislerine haber vermeli, acil durum servisleri gelene kadar olayın etkisini azaltıcı müdahalelerde bulunmalı ve her türlü bilgi için ulaşılabilir durumda olmalıdırlar. Ayrıca taraflar ilgili alanlarındaki bütün olaylarda ulusal ve uluslararası düzenlemelere uymak zorundadırlar (adrbook.com, 2021; Akçetin, 2012: 76).

A) Gönderen ve Gönderenin Yükümlülükleri

Tehlikeli madde lojistiğinde gönderen; kendi veya üçüncü bir kişi adına tehlikeli yükleri gönderen taraftır (RID, 2018: 13).

Gönderen;

- Tehlikeli yükü gönderen taraf hangi taşıma türü ile (hava, kara, deniz ve demiryolu) yükü gönderecek ise o taşıma türünün tabi olduğu düzlemeyi dikkate alarak (RID, ADR, DGR, IMDG-code) yükün teslimatını gerçekleştirmekle ve bakanlıktan uygun yetki belgesini almakla,
- Tehlikeli malın ilgili düzenlemelere uygun bir şekilde sınıflandırılmış ve taşınmasına izin verilmiş olduğunu tespit etmekle,
- Taşıyıcıya gerekli veri ve bilgileri açık, anlaşılır bir şekilde vermekle,
- Taşıyıcıya gerekli belgeleri (izin, onay, sertifika) ibraz etmekle,
- İzlenilecek güzergahla ilgili taşıyıcıyı bilgilendirmekle,
- Taşınacak tehlikeli yükün yapısına uygun ambalaj ve yüke uygun tank, vagon, konteynerleri kullanılmasını sağlamakla,
- Kullanılan taşıma aracının tehlikeli maddenin niteliklerine uygun şekilde olmasını sağlamakla,
- Sevk edilecek yükün gönderme sınır ve limitlerine uymakla,
- Boş, temizlenmemiş veya gazı boşaltılmamış olsa dahi tank ve vagonların uygun işaret - levhalandırma yapıldığından ve boş tankların bile doluymuş gibi sızdırmazlık testlerinin yapıldığından emin olmakla,
- Gönderen eğer üçüncü bir taraf adına çalışıyorsa ihtiyacı olan tüm bilgiyi yazılı bir şekilde üçüncü taraftan almakla,
- Gönderen, bakanlıktan yetki belgesi almış firmalarla çalışmakla Gönderici; varış, çıkış ve transit ülkelerin yürürlükte olan kurallarını yerine getirmekle,

- Gönderici tehlikeli malın kurallara uygun bir şekilde hazır edildiğinden (paketleme, işaretleme, etiketleme, dokümantasyon) emin olmakla yükümlüdür (RID, 2018: 21-28  zkul, 2018: 21; www.und.org.tr, 2020; adrbook.com, 2021;  zer, 2011: 10).

B) Paketleyen Ve Paketleyenin Yükümlülükleri

Ulaştırma ve alt yapı bakanlığına göre paketleyen; *“tehlikeli maddeleri, büyük paketler ve orta boy hacimli konteynerler de dâhil olmak üzere değişik tipteki ambalajlara yerleştiren ve gerektiğinde paketleri taşınmak üzere hazır hale getiren işletmeler”* (T.C. Resmi Gazete, 24.03.2019, sayı: 30754) olarak tanımlamaktadır.

Paketleyen;

- Hangi taşıma türü kullanılıyor ise o taşıma türünün tabi olduğu yasal mevzuata uygun şekilde paketlemekle,
- Paketler  zerindeki etiketleme ve işaretleme kurallarına uymakla yükümlüdür ( zkul, 2018: 22, www.und.org.tr, 2020;  zer, 2011: 10; ADR, 2018: 41; RID, 2018: 30).

C) Yükleyen Ve Y kleyenin Yükümlülükleri

Ulaştırma ve altyapı bakanlığına göre yükleyen; *“paketli veya dökme tehlikeli maddelerin içerisinde bulunduğu ambalaj, konteyner veya portatif tankları bir aracın içine veya üzerine veya bir konteynerin içine yükleyen işletmeleri”* (T.C. Resmi Gazete, 24.03.2019, sayı: 30754) ifade etmektedir.

Yükleyen;

- Ambalajlanmış tehlikeli yükleri veya temizlenmemi  boş tank vagon vb. taşıma ünitelerini taşıyıcıya teslimi esnasında sağlam olup olmadığını kontrol etmekle,
- Taşıma türüne uygun yasal mevzuatı göz önüne alarak elleçleme kurallarına uymakla,
- Yükleme işlemini tehlikeli yükün sadece yasal mevzuata uygunluğu takdirinde ger ekle tirmekle,
- Zarar görmüş, sızdırma tehlikesi bulunan paketleri yüklememekle (boş olsa dahi),

- Yüklenecek paketler üzerindeki işaret ve etiketlerin bulunduğundan emin olmakla,
- Tehlikeli malların araca yüklenmesinin ardından taşıma birimi üzerine gerekli etiket, işaret ve turuncu renkli plakaları temin etmekle,
- Tehlikeli yüklerin türüne uygun dikkatli ve özenli bir şekilde yükleme yapmakla,
- Yükleme kapasitesine dikkat etmekle,
- Sürücüyü yüklenen madde ile ilgili bilgilendirmekle,
- Yükleme yapan personelin eğitilmiş olmasını sağlamakla ve gerektiğinde eğitim belgelerini ibraz etmekle,
- Yükleme esnasında ve araç hareket halindeyken yükün devrilme, kayma vb. durumlarını engellemek için gerekli yük sabitleyicileri kullanmakla,
- Bir arada yüklenmesi durumunda tehlike ve zarar oluşturacak yükleri birlikte yüklememekle,
- İnsan ve hayvan gıdası olan ürünleri tehlikeli maddelerle yüklememekle,
- Yükleme esnasında patlama, yangın vb. durumlara sebep olabilecek sigara vb. kıvılcım çıkaran herhangi bir cismin bulunmamasını sağlamakla ve açık ışıklandırma yapılmasını engellemekle,
- Tehlikeli maddenin türüne uygun taşıta yüklemekle,
- Hasarlı ya da sızdırma riski taşıyan paket ve yük taşıma birimlerinin hasarı giderilene kadar yükleme yapmamakla yükümlüdür (Özku, 2018: 23; www.und.org.tr, 2020, 2020; adrbook.com, 2021; Özer, 2011: 10-11; ADR, 2018: 41; RID, 2018: 30).

D) Dolduran Ve Dolduranın Yüklümlölükleri

Ulaştırma ve altyapı bakanlığına göre dolduran “*tehlikeli maddeleri; tankerlere, tanklara, portatif tanklara ya da tank konteynerlere, tüplü gaz tankerlerine, çok elemanlı gaz konteynerine veya konteynere dökme olarak dolum yapan işletmeler*” (T.C. Resmi Gazete, 24.03.2019 sayı: 30754) şeklinde tanımlanmaktadır.

Dolduran;

- Dolum yapmadan önce dolum yapılacak tankların ve donanımlarının teknik açıdan yeterli ve taşıma işlemine uygun olmasını sağlamakla,
- Doluma başlamadan önce söz konusu tehlikeli madde dolumunda kullanılacak tank, taşıt ve diğer malzemelerin muayene, test ve kontrol zamanlarını aşmış olmadığını denetlemek ve eksiği bulunmayan ve ilgili maddeye uygunluk belgesi olan tanklara dolum yapmakla,
- Dolum öncesinde tank veya konteynerların kapaklarının çalışıp çalışmadığını kontrol etmekle,
- Dolum işlemi sona erdikten sonra tank kapaklarının kapalı olduğundan sızdırmazlığından ve dolum yapılan maddenin tankın dış yüzeyine kalıntı bırakmadığından emin olmakla,
- Söz konusu tehlikeli maddeyi belirtilen sınırları aşmadan (azami doldurma oranı, limiti) doldurmakla, (Özkul, 2018: 22).
- Dolum aşamasında birlikte yükleme kurallarını göz önünde bulundurarak dolum yapmakla,
- İlgili maddenin taşınmasına izin verilen tanka dolum yapmakla ve bitişik dolum panelindeki tehlikeli mallarla ilgili kurallara uygun davranmakla,
- Dolum yapıldığı sırada doğum panelinin yakın çevresinde sigara içilmesine, ateş yakılmasına ve açık ışıklandırma yapılmasına engel olmakla (und.org.tr, 2020),
- Tehlikeli maddeler sevkiyat için hazırlanırken gerekli levha, işaret, etiket turuncu plakaların tank, araç ve konteynerların üzerine doğru şekilde takılmasını sağlamakla, yükümlüdür (adrbook, 2021; Özer, 2011: 11-12; ADR, 2018: 42; RID, 2018: 30).

E) Taşımacının (Taşıyıcının) Yükümlülükleri

Taşıyıcı veya taşımacı, taşıma sözleşmesi olup olmadığına bakılmaksızın taşıma işini yürüten taraf anlamına gelmektedir (RID, 2018: 20). Ulaştırma ve altyapı bakanlığı “C1, C2, C3, K1, K2, K3, L1, L2, M1, M2, N1, N2, P1, P2, R1, R2 ve TİO yetki belgesi sahiplerini” taşımacı olarak tanımlanmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 24.03.2019 sayı: 30754).

Taşımacı veya taşıyıcı ;

- Gönderenin taşıyıcıya teslim ettiği tehlikeli yükün ulusal ve uluslararası mevzuata uygun olup olmadığını kontrol etmekle;
- Tehlikeli maddenin sevkiyatında kullanılacak aracın bu sevkiyat için uygun olup olmadığını tespit etmekle;
- Taşıma yapılacak araçların izinlerinin eksiksiz ve muayene vb. kontrollerinin zamanında yapıldığını garanti altına almakla;
- Tehlikeli madde sevkiyatı için gerekli tüm belgelerin eksiksiz ve doğru olarak araçta mevcut olmasını sağlamakla ve kağıt belgeler yerine elektronik belgeler kullanılıyor ise belgelerdeki ilgili verilerin kağıt belgelere eşdeğer olacak şekilde taşıma aşamasında mevcut olduğundan emin olmakla,
- Taşıt, konteyner, tank, vagon ve paketlerde görsel olarak belirgin ezik, sızıntı, patlak olup olmadığını kontrol etmekle;
- Tehlikeli madde taşımacılığında gerekli (koruyucu ve müdahale edici) ekipman ve donanımların araçta olup olmadığını kontrol etmekle;
- Mobil tank, tüplü gaz tankeri, hareketli tank, tanker, tank konteynerleri, çok bölmeli gaz konteynerlerinin muayene, test ve kalibrasyonunun geçerlilik tarihini araştırarak kontrol etmekle;
- Taşıtların kapasitelerine uygun yüklendiğinden emin olmakla,
- Araca yüklenen yük ile belgelerdeki yük bilgisinin aynı olmasını sağlamakla,
- Söz konusu tehlikeli maddeyi taşıyan aracın sürücüsünün (şoför, pilot, makinist veya kaptan) gerekli sertifika ve eğitimlere sahip olduğundan emin olmakla,
- Yasal düzenlemelerde belirtilen kurallardan herhangi birinin ihlali durumunda söz konusu ihlal ortadan kaldırılıp durum düzeltilene kadar taşıma işlemini başlatmamakla;
- Taşıma işlemi başladıktan sonra (araç seyir halindeyken) taşınan tehlikeli maddenin kamu sağlığını, trafik güvenliğini, yük güvenliğini ve çevre düzenini bozacak bir durum ortaya çıkarması durumunda sevkiyatı olabildiğince çabuk durdurmak ve güvenlik önlemlerini almakla,
- Tehlikeli maddenin sevkiyatı esnasında kamu sağlığını, trafik güvenliğini, yük güvenliğini ve çevre düzenini bozacak bir durum ortaya çıkarması durumunda

yetkili makamlardan izin gelmediği sürece veya sorun ortadan kalkmadığı sürece taşıma işlemini devam ettirmemekle,

- Tehlike işaret, turuncu plaka ve etiketlerin araçların üzerine doğru bir şekilde takılmasını sağlamakla,
- Araç sürücüsüne ilgili yazılı talimatları vermekle ve okuyup anlamasını, gerektiğinde uygulayabilmesini sağlamakla ve yazılı talimatlarda belirtilen ekipman ve malzemenin sürücü mahalinde bulunmasını sağlamakla,
- Araç sürücüsüne taşıma işlemi başlamadan önce tehlikeli mallar ve konumları hakkında bilgi vermekle,
- Tehlikeli yüke uygun taşıma ünitesinin (tank, konteyner, paket) kullanımını sağlamakla,
- Tank vagonların, araçların, tüplü gaz vagonlarının, sökülebilir tanklı vagonların, portatif tankların, tank konteynerlerin ve vagonların azami yükleme oranının aşılmadığını doğrulamakla,
- Taşıma ünitelerinin amaçları dışında kullanılmasını önlemekle yükümlüdür (adrbook.com, 2021; www.und.org.tr, 2020; Özer, 2011: 13; RID, 2018: 29).

F) Taşıt Sürücüsünün ve Araçta Bulunan Diğer Görevlilerin Yükümlülükleri

Mesleki Yeterlilik Kurumu'na göre tehlikeli madde sürücüsü; *“İSG, kalite yönetim sistemi ile çevre ve trafik kurallarına uygun, ilgili mevzuat hükümlerine göre tescil edilmiş bir araçla, tankerle taşınan tehlikeli maddelerle, patlayıcı ve radyoaktif madde içeren paketli maddeleri taşıyan nitelikli kişidir”* (Mesleki Yeterlilik Kurumu, 2014: 6).

Sürücü ve araçta bulunan diğer sorumlu personel;

- Taşıma aracı içinde bulunması gereken alet, teçhizat ve donanımların eksiksiz ve doğru bir şekilde olmasını sağlamakla,
- Araçta bulunması gereken donanım, alet ve ekipmanların kullanımı hakkında bilgi sahibi olmakla,
- Tehlikeli madde yüklenmiş veya boş olduğu halde temizlenmemiş taşıtları yerleşim merkezlerinde zorunlu olmadıkça durmamak veya park etmemekle,

- Araçta meydana gelen bir arıza veya kaza durumunda sürücü aracı terk etmemekle, buna mecbur olduğu durumda ise aracın yanında bir şirket görevlisi bırakmakla,
- Yükleme yapılmadan önce aracın temiz olup olmadığını kontrol etmekle
- Sevkiyat esnasında tehlikeli yük paketlerini açmamakla,
- Sevkiyata başlanmadığı sürece aracın motorunu kapalı konumda tutmakla,
- Yükleme, boşaltma, dolum vb. durumlar için araç durdurulduğunda veya park halinde iken mutlaka el freninin çekik pozisyonunda olduğundan emin olmakla,
- Araç kapasitesinin üzerinde yüklendiğinde taşıma işlemini başlatmamakla,
- Tehlike ve tehdit anında ve öncesinde ilgili yasal düzenlemelere uygun olarak önleyici ve sonrasında müdahale edici uygulamalar yapmakla,
- Gerekli belge, sertifikaya sahip olmak ve belgeleri yanlarında bulundurmamakla,
- Sadece geçişe izin verilen güzergahları kullanmakla,
- Tehlikeli yükün hasar görmesi, sızıntı yapması veya böyle bir olasılığın bulunması halinde taşımayı yapmamakla,
- Kullanılan taşıma türünün (hava, kara, deniz, demir) tabi olduğu düzenlemelerde belirtilen levha, etiket ve turuncu plakaların iliştiirmesini ve bunların boşaltılmış taşıtlardan çıkartılmasını sağlamakla,
- Yanıcı özelliği olan taşınabilir aydınlatma ve yüzeyi metal alaşımlı aletlerle taşıma aracına binmemekle,
- Taşıma aracına yükleme, doldurma ve boşaltma yapıldığı esnada yakın çevresinde ateş yakılmamasına, açık ışıklandırma yapılmamasına ve sigara içilmesine müsaade etmemekle, kıvılcım çıkarma niteliğine sahip cisimler bulundurmamakla ve bu özelliğe sahip kıyafetlerle çalışmamakla,
- Sevkiyat esnasında tehlikeli madde kaza veya uygunsuzluk durumunda üçüncü kişiler açısından tehdit oluşturuyorsa en yakındaki yetkili makama ulaşp gerekli bilgiyi vermekle yükümlüdürler (Özkul, 2018: 25; www.und.org.tr, 2020; Özer, 2011: 13- 15).

G) Alıcı ve Alıcının Yükümlülükleri

Ulaştırma ve altyapı bakanlığına göre alıcı “*taşıma evrakı, sevk irsaliyesi, taşıma irsaliyesi veya taşıma senedinde belirtilen tehlikeli maddenin teslim edileceği işletmeyi veya taşıma işlemi, taşıma sözleşmesi olmadan gerçekleştiriliyorsa, varış noktasında tehlikeli malların idaresini üstüne alacak işletmeyi*” (T.C. Resmi Gazete, 24.03.2019 sayı: 30754) ifade etmektedir.

Alıcı;

- Yükü teslim almaya engel zorlayıcı bir sebep olmadıkça tehlikeli yükü zamanında kabul etmekle,
- Yükün boşaltma işlemi gerçekleşmesinin ardından yasal düzenlemelerce belirlenen kendi sorumluluğundaki işleri yerine getirdiğini doğrulamakla,
- Diğer taraf hizmetleri kullanıyorsa (boşaltan, temizleyici, doküman edici vb.) ilgili yasal mevzuata uyulduğundan emin olmakla,
- Boşaltma işlemi bittikten sonra tank, vagon, taşıt, konteyner vb. taşıma ünitelerinin tabi olunan yasal düzenlemelere uygun bir şekilde kimyasal ve fiziksel olarak temizleme işlemini yapmakla ve bu işlemleri başkasına yaptırıyorsa ilgili düzenlemelere uygun şekilde yapıldığından emin olmakla,
- Kimyasal ve fiziksel temizleme işlemi sona erdikten sonra araç üstündeki tehlike işaretlerinin çıkarılmasıyla,
- Temizleme, boşaltma, zehrinden arındırma gibi işlemlerde üçüncü taraflardan hizmet alıyorsa ve bu işlemlerin yapılmasında bir ihmal veya ihlal ile karşılaştıysa durum düzeltilmeden konteyner, tank vb. taşıyıcıya iade etmemekle,
- Boşaltma işlemi gerçekleştirilirken boşaltım sahasında gerekli tüm güvenlik önlemlerinin alınmış olmasını sağlamakla ve boşaltma işleminde kullanılan ekipmanın hatasız bir şekilde çalışıp çalışmadığını denetlemekle,
- Boşaltma işlemi yapıldığı esnada taşıt yakınlarında yangına sebebiyet verecek madde ve malzemelerin bulunmamasını sağlamakla yükümlüdür (Özkul, 2011: 26; www.und.org.tr, 2020; adrbook.com, 2021; Özer, 2011: 15; RID, 2018: 29).

H) Boşaltan ve Boşaltanın Yükümlülükleri

Ulaştırma ve altyapı bakanlığına göre boşaltan “*tehlikeli madde yüklü konteyneri, çok elemanlı gaz konteynerini, tank-konteynerini, portatif tankı bir araçtan indiren;*

paketli tehlikeli maddeleri ve portatif tankları bir araç veya konteynerden indiren; bir tüplü gaz tankerinden, çok elemanlı gaz konteynerinden, bir araçtan veya dökme yük taşıyan konteynerden boşaltan işletmeyi” tanımlamaktadır (T.C. Resmi Gazete, 24.03.2019 sayı: 30754).

Boşaltan;

- Doğru yükün boşaltıldığından emin olmak için boşaltma işlemi öncesinde paket, taşıt veya konteyner bilgileri ile taşıma belgelerinde bulunan bilgilerin uyumluluğunu tesbit etmekle,
- Boşaltma işlemi öncesinde ve boşaltma esnasında taşıma üniteleri veya paketlerde boşaltmayı tehlikeli kılacak şekilde hasarın olmadığından emin olmakla,
- Olumsuz bir durumun ortaya çıkması halinde önlemler alınıp durum düzeltinceye kadar boşaltma işlemini başlatmamak veya devam ettirmemekle,
- Boşaltma işlemi sırasında tank, konteyner veya taşıta söz konusu tehlikeli maddeden bulaşması, yapışması durumunda temizlik ve arındırma işlemlerinin yapılmasını sağlamakla,
- Boşaltma işleminin hemen ardından valf/vana ve kontrol deliklerinin emniyetli bir şekilde kapatılmasını sağlamakla,
- Yasal düzenlemelere uygun olarak kullanılan taşıt, konteyner, vagon vb. taşıma ünitelerinin arındırma ve temizleme işleminin yapılmasını sağlamakla,
- Boşaltma öncesinde ve sonrasında tank- vagon kapaklarını sızdırmazlığını ve doğru şekilde çalışıp çalışmadığını kontrol etmekle,
- Taşıma ünitelerinin tamamen temizlendiğinden, gazdan, zehirden arındırılması işlemlerinin bağlı bulunulan yasal mevzuata uygun gerçekleştirildiğini tespit etmekle,
- Vagon, konteyner veya tankın tamamen boşaltılıp zehrinden arındırıldıktan (dezenfekte edildikten) sonra üzerlerinde bulunan tehlike işaret, turuncu renkli plaka ve levhaların kaldırılmasını sağlamakla,
- Boşaltma işleminde üçüncü taraf hizmetlerinden faydalanılıyorsa (temizleyici, dekontaminasyon tesisi vb.) ilgili yasal zorunluluklara uyulması için uygun tedbirleri almakla

- Boşaltma işlemi yapıldığı esnada taşıt yakınlarında yangına sebebiyet verecek madde ve malzemelerin bulunmamasını sağlamakla yükümlüdür (RID, 2018: 31; Özkul, 2018: 23; www.und.org.tr, 2020; ADR, 2018: 42).

I) Tank- Konteyner/ Taşınabilir Tank İşletmecisi ve Tank- Konteyner/Taşınabilir Tank İşletmecisinin Yükümlülükleri

Ulaştırma ve altyapı bakanlığına göre tank-konteyner/portatif tank işletmecisi *“tank-konteyner veya portatif tankları, adına kayıtlı olduğu ya da bunları bir sözleşmeye dayalı olarak işleten işletmecileri”* şeklinde açıklanmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 24.03.2019 sayı: 30754).

Tank/Depo/Konteyner İşletmecisi;

- Tank, konteyner, vagon veya taşınabilir tanklarda test ve işaretlemelerin taşıma türünün tabi olduğu anlaşma ve düzenleme hükümlerine uygunluğunu temin etmekle,
- Tank, konteynerler, vagon veya taşınabilir tankların yapı, donanım ve ekipmanlarının yasal düzenlemelere uygun olmasını sağlamakla,
- Boşaltılan taşıma ünitelerinin tekrar kullanıma sunulmadan önce yeterince sağlam ve temiz olmasını sağlamakla yükümlüdür (www.und.org.tr; 2020; RID, 2018: 31; ADR, 2018: 42).

2.5. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörleri, Ortaya Çıkabilecek Riskler ve Risk Yönetimi

Her işyerinde çalışma koşullarından ve yapılan işin niteliğinden kaynaklanan çeşitli riskler ve risk faktörleri bulunmaktadır. Bu riskler ortaya çıkarak kazalara, malzeme kaybına, iş donanımlarının hasar görmesine neden olabildiği gibi, işletme operasyonlarının en önemli unsuru olan çalışanlarının yaralanmalarına, hastalanmalarına, uzuvlarını kaybetmelerine ve ölümlerine de sebep olabilmektedir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011: 27). Dünya üzerinde nüfusun giderek artması ve acımasız tüketim dürtüsü, her yıl artan miktarda tehlikeli malların üretilmesini, taşınmasını, depolanmasını ve nihayetinde kullanıma hazır olabilmesi için bir takım işlemlerden geçmesini zorunlu kılmıştır (Fabiano, 2005: 403). Tehlikeli madde lojistiğinde geri dönülmez hasarlara ve yüksek

maliyetlere yol açma potansiyeli diğer iş gruplarına göre daha yüksektir. Ortalama bir tehlikeli madde olayının maliyeti, tehlikeli olmayan bir olayın maliyetinden önemli ölçüde yüksek olmasa da, yangın veya patlamayla sonuçlanan tehlikeli madde olayının maliyeti tehlikeli olmayan olayın maliyetinden önemli ölçüde daha yüksektir. Tehlikeli madde taşımacılığı kazaları, düşük olasılıklı-yüksek sonuçlu olaylar olarak algılanmaktadır (Erkut, Tjandra ve Verter, 2007: 540- 542; Brown ve Dunn, 2007).

Büyük bir kısmını kimyasal maddelerin oluşturduğu tehlikeli maddelerin, lojistik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi işlemi bu maddelerin fiziksel ve yapısal özelliklerinden kaynaklanan riskler açısından diğer madde ve malzemelerin lojistik süreçlerinden oldukça farklıdır. Dolayısıyla bu tehlikeli yüklerin ihtiva ettiği riskler de diğer yüklere göre daha farklıdır. Bu durumun temel sebebi tehlikeli maddelerin içerikleri sebebiyle herhangi bir olay sonucunda ekolojik yapıyı, sosyal dokuyu ve insan sağlığını olumsuz etkileyebilme potansiyeline sahip olmasıdır. Tehlikeli madde lojistiğinde riskin ortaya çıkmasına hatalar, aksaklıklar ve maliyet endişeleri gibi kasıtlı olan veya kaza yoluyla ortaya çıkan durumlar sebep olabilmektedir (Yalçınkaya, Demirel ve Say, 2020: 974).

2.5.1. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörleri

Tehlikeli maddelerin lojistik operasyonları gerçekleştirilirken birçok sorun, tehlike, risk ortaya çıkabilmektedir. Bazen geri dönülmez olumsuz sonuçların ortaya çıkmasına sebep olan birçok risk faktörü/ etmeni vardır. Tehlikeli madde risk faktörlerinin belirlenmesi olaylara müdahale veya önlem almayı kolaylaştıracak ve böylece can ve mal kayıplarının önüne geçilebilecektir. Literatürde risk faktörü terimi ile risk terimi zaman zaman birbirinin yerine kullanılsa da risk; istenmeyen, olumsuz, zarar verici bir olayın olma ihtimali anlamına gelirken risk faktörü bu istenmeyen, olumsuz ve zarar verici durumun ortaya çıkmasına/vuku bulmasına sebep olan etmen anlamına gelmektedir. Başka bir deyişle risk faktörü, mevcut bir durumun sebep olacağı problem yahut potansiyel bir unsur ile doğrudan ilgili hasar ve belirsizlik durumudur (Yalçınkaya, Demirel ve Say, 2020: 977).

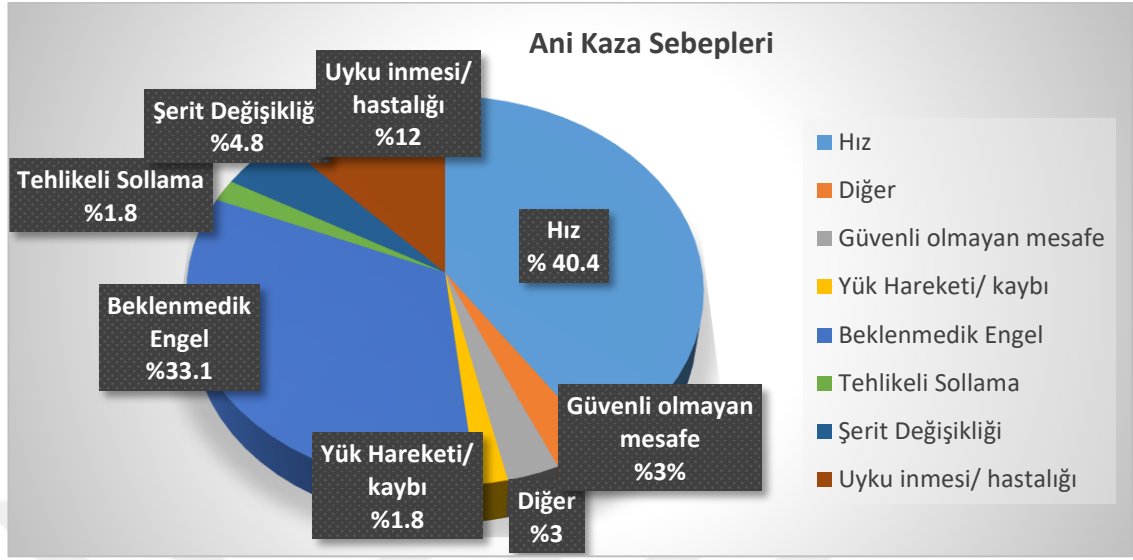
Tehlikeli madde lojistiğinde risk değerlendirmesi konusu geçmişten günümüze kadar birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve çeşitli risk faktörleri ortaya konmuştur.

Alan yazın incelendiğinde tehlikeli madde lojistiğinde risk ve risk faktörleri çalışmalarının büyük bir çoğunluğunun taşımacılık faaliyeti ile ilgili olduğu gözlenmiştir. Fabiano ve diğerleri (2002), risk etmenlerini; olumsuz hava şartları, trafik koşulları ve yolun karakteristik özellikleri olarak üçe ayırmıştır. Sun ve diğerleri (2003) 117 tipik tehlikeli madde taşıma vakasının nedenlerini analiz etti ve toplamda 263 neden elde etti ve bunlar şu şekilde özetlendi: 77 uygunsuz yönetim, 69 insan hatası, 66 araçlardan, paketlenme tesislerinden ve ekipmanlardan kaynaklanan eksiklikler, 51 trafik ve çevreden kaynaklanan sorunlar. Liu ve diğerleri (2005), risk faktörlerini 4 ana gruba ayırmıştır. Bunlar; taşıtlardan kaynaklanan nedenler, idari (yönetimsel) nedenler, ambalaj ve ekipman, trafik şartları, çevre ve insanlar tarafından yasa dışı veya yanlış kullanımdır. Chen ve diğerleri (2007), tehlikeli madde taşımacılığında risk faktörlerini 5 temel gruba ayırmıştır. Bunlar; personeller, araçlar, yol ve çevre, tehlikeli maddeler, güvenlik izleme ve acil kurtarmadır. Ren ve Wu (2007), risk faktörlerini taşıma hatları, araç durumu, personel kalitesi ve güvenlik yönetimi şeklinde ayırmıştır. Liu ve diğerleri (2006), etki faktörlerini yol/çevre, nüfus yoğunluğu ve trafik şartları olarak üçe ayırmıştır. Tehlikeli madde taşımacılığını bir insan – makine sistemi olarak adlandıran Shang ve diğerleri (2008), çalışmalarında tehlikeli madde taşımacılığı risk faktörlerini 3 ana grupta incelemiştir. Bunlar; insan, malzeme ve çevredir. Zhao ve diğerleri tehlikeli madde taşımacılığında risk faktörlerini 3 başlıkta açıklamıştır. Bunlar; insan, paketlenme ve yükleme, araçlar ve tesislerdir. Dumrupınar ve Öztürkoğlu (2019), Bali ve Göztepe (2014), yaptıkları çalışmalarda tehlikeli madde risk faktörlerini 5 ana maddede incelemiştir. Bunlar; insan, işletme/şirket, malzeme ve paketlenme, araçların/taşıtların durumu, çevre ve trafiktir. Ambituuni ve diğerlerinin (2015) yaptıkları petrol ürünü taşımacılığı risk değerlendirmesinde risk faktörleri; insandan kaynaklanan, insandan kaynaklanmayan ve diğer risk faktörleri olarak üç kısma ayrılmıştır. Xing, ve diğerleri (2020), yaptıkları çalışmada tehlikeli madde kazalarına katkısı olan risk faktörlerini; tehlikeli maddenin türü, sürücü, mekan, çevre, araç kaza faktörleri olarak bölümlendirmiştir. Yang, Chin, ve Li (2018), çalışmalarında risk faktörlerini; insan, çevre, malzeme ve yönetim olarak dört bölüme ayırmışlardır. Chen ve diğerleri (2019) tehlikeli madde taşımacılığı risk değerlendirme kriterlerini 4 ana başlık altında toplamıştır. Bunlar; insan, yönetim, çevre ve ekipmandır. Ayyıldız ve Gümüş (2021)

tehlikeli madde risk faktörlerini ise şu şekilde kategorize etmiştir; yol, çevre, trafik, araç, malzeme.

Yapılan çalışmalara bakıldığında tehlikeli madde risk faktörleri bazı noktalarda farklılık gösterse de temelde risk faktörleri benzer konuları işaret etmektedir. İşaret edilen beş temel başlık; insan, işletme/şirket/firma, malzeme ve paketlenme, araçların/taşıtların durumu, çevre ve trafik faktörleridir. Bu faktörler ilgili birçok alt faktöre ayrılmaktadır (Shang vd, 2008; Dumlupınar ve Öztürkoğlu, 2019; Bali ve Göztepe, 2014).

Tehlikeli madde lojistiğinde olası sonuçlardan etkilenecek veya olaylara sebebiyet verecek birçok taraf, kurum ve faktör vardır. Bu kişilerin veya kurumların yaptıkları işlemlerdeki dikkatsiz davranışları maddi kayıplara sebep olabileceği gibi kendi can güvenlikleriyle birlikte çevre güvenliğini de olumsuz etkileyebilecektir. Örneğin yükleme ve boşaltma işlemi sırasında uygun olmayan malzeme ve istifleme yöntemi kullanımı birlikte yükleme kurallarına riayet etmeme ciddi sorunlara yol açabilir. Refakatçilerin yeterince bilgi sahibi olmaması acil durumlara gerekli müdahaleleri yapamamalarına sebep olabilmektedir. Sürücülerin sevkiyata yorgun - uykusuz çıkmaları, kaçak geçiş yapmaları, park etme ve hareket kurallarına uymamaları sürüş esnasında büyük sorunlara davetiye çıkarabilmektedir. Ayrıca, tehlikeli yük kazalarının başlıca sebeplerinin sürücülerin yanlış tutumu ve araç arızası olduğu, patlamalar ve yangınların en ciddi kaza sonuçlarına yol açtığı bilinmektedir (Geyik ve Çetinyokuş, 2020: 494). Tamir ve kontrol birimlerinin kötü araç bakımı, dikkatsiz muayene, uygunsuz ortamlarda araç tamiri yapma (patlayıcı ve yanıcı) vb. hatalı uygulamaları tehlikeli madde lojistiğinde risk doğuracak eylemler arasındadır. Tehlikeli madde lojistiğinde rol alan bir diğer taraf ise idareciler/ amirler /yöneticilerdir/işletme sahipleri. Bunların riske sebep olabilecek davranışları ise yönetim bilgisi ve kabiliyeti yetersizliği, kaza/olay öngörememe, acil durum bağlantılarında yetersizlik ve umursamaz hareketlerde bulunmalarıdır (Shang vd. 2008; 1554). Şekil 2.4.' de karayolu ile tehlikeli madde taşımacılığı yaparken ani kazaların ortaya çıkmasına sebep olan faktörler gösterilmiştir. Görüldüğü gibi bu kazalar insan faktörünün tehlikeli maddeyi taşınması esnasında dikkatsiz ve özensiz davranması sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.4. Karayolu ile Tehlikeli Madde Taşımacılığında Ani Kaza Sebepleri

Kaynak: Fabianao, B. Curro F. Reverberi, A.P. Pastorino R. “Dangerous Good Transportation by Road: From Risk Analysis to Emergency Planning” **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, Cilt 18, Sayı 4-6, 2005, s.408.

Tehlikeli madde kazalarının olasılığı genellikle düşük olmakla birlikte, bunların kazaları büyük felaketlere, ölümlere ve maddi kayıplara neden olacak şekilde sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle, tehlikeli madde lojistiğindeki risklerin dikkatli bir şekilde araştırılması ve belirlenmesi gerekmektedir. Risklerin, risk şiddetinin belirlenebilmesi ve riskin ortaya çıkma sıklığının tahmin edilebilmesi için (sonuçların derecesi) geçmiş kaza, olay kayıtları incelebilmektedir. (Asadi ve Ghatee, 2015: 2757).

Tehlikeli maddelerin insanla ve çevreyle kontrolsüz buluşması sonucunda birçok risk ortaya çıkabilmektedir. Bu riskler aşağıda sıralandığı gibidir. İnsanın tehlikeli maddeden etkilenmesi üç yolla gerçekleşir. Bunlar; soluma, yutma ve temastır (Sunar, 1998: 28-30). Tehlikeli maddeye maruz kalmak insan vücudunda; yanma, zehirlenme, mukoza ve deri tahrişi, aşınma, donma, alerji, tümör oluşumu gibi birçok hasara sebep olabilmektedir (Söyleriz, 2021). Bununla birlikte tehlikeli maddeye uzun süre maruz kalınması sonucu; sinir, solunum ve sindirim sistemlerinde kalıcı hasarlara sebebiyet vermekteyken cilt hastalıkları ve üreme bozukluklarına da yol açabilmektedir. Çevre veya mülkün tehlikeli maddeye maruz kalması ise ya kasıtlı olarak dökme atma sonucunda ya da kaza eseri sızıntı, dökülme vb. sonucu olmaktadır (Şiltu, 2015: 3; Sunar, 1998: 76-79; Akçetin, 2012; 50).

2.5.2. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Ortaya Çıkabilecek Riskler

A) Patlayıcılık

Kimyasal bir reaksiyon olan ve aniden ortaya çıkan patlama, kararlı olmayan sıvı, katı gaz halindeki maddelerin darbe alması, titreşmesi veya sürtünmesi halinde aniden genleşmesi ve ısı artışı meydana getirmesi ile gerçekleşmektedir (Akçetin, 2012: 63). Patlamanın 4 karakteristik özelliği vardır. Bunlar; basınç, şarapnel, ısı ve sarsıntı etkileridir. Patlama sırasında ortaya çıkan ışığın doğrudan ulaşması halinde gözlere zarar verebilmektedir. Ayrıca ortaya çıkan ısı yanmalara (ısı etkisi) yol açabilecektir. Patlamanın vereceği hasarlardan bir diğeri de aşırı basınç sebebiyle (basınç etkisi) oluşan patlamadır ki bu patlama parçalanmaya (şarapnel etkisi) sebep olduğu gibi işitme kaybına sebep olacak büyük bir gürültü (sarsıntı etkisi) de meydana getirebilmektedir. Başka bir deyişle patlama ısı yayılımı ve basınç dalgası şeklinde etkisini gösterir (www.kmo.org.tr, 2021; Vatansever, Kırtas ve Barışık, 2021: 144).

B) Yanıcılık

Tehlikeli maddelerin yanabilmesi için gaz halinde olması gerekmektedir. Yani yanma olayının başlaması için maddenin belli bir sıcaklık derecesinde gaz açığa çıkarması ve bu gazın birleşeceği minimum oksijenin ortamda bulunması gerekmektedir. Her maddenin bir yanma (parlama) noktası bulunmaktadır. Parlama noktası bir madde için gazın hava ile birleşerek yangını başlattığı en düşük sıcaklık derecesidir. Söz konusu yanıcı maddeler belli ısı seviyesinde ve oksijen miktarında tepkimeye girerek ısı ve ışık üretir ve bu durumda yangın gözlemlenebilmektedir. Maddenin oksijenle karışma hızına göre üç farklı şekilde reaksiyon meydana gelmektedir. Maddenin oksijen ile yavaş bir şekilde tepkimeye girmesine oksidasyon, hızlı bir şekilde tepkimeye girmesine yanma ve ani bir şekilde tepkimeye girmesine ise patlama denilmektedir (Akçetin, 2012: 64-65).

C) Zehirleyicilik (Toksisite)

Solunum, sindirim ve cilt teması yoluyla canlı organizmaya girerek biyolojik sistemi ve sağlığı bozabilme durumuna maddenin zehirleyicilik özelliği denilmektedir. Bu durumların dışında yaralanma sonucu sızma, damar yolu ile zehir vücuda girebilmektedir. Zehirlenme ciltte hafif bir döküntü veya tahriş şeklinde görülebileceği gibi ağır organ

tahribatı, işlev bozukluğu veya can kaybına da yol açabilmektedir. Zehirleyicilik derecesi maddenin vücuda giriş miktarı, vücutta kaldığı süre, maruz kalma süresi veya kişinin yaş ve diğer özelliklerine göre değişebilmektedir. Zehirli maddeyle temasa geçtikten sonra uzun bir süre toksisitenin devam etmesi ciddi zehirlenme, etkisinin sınırlı bir zaman diliminde kalması yarı ciddi zehirlenme ve etkisinin uzun süreler devam etmesi ise kronik zehirlenme olarak tanımlanmaktadır (Akçetin, 2012: 68).

D) Aşındırıcılık

Canlı doku ile temasında doku tahribatına neden olan ve aynı zamanda diğer nesneler ve yükleri de aşındırabilen maddelerdir. Diğer materyaller ile tepkimeye girerek bunların kullanım amacına etki edecek önemli değişiklikler meydana getirirler (Demirci, 2017: 20).

E) Boğuculuk

Solunumu engelleyecek şekilde havadaki oksijeni azaltan veya yok eden zehirlilik özelliği az olan veya zehirsiz gazların yarattığı etkidir. Oksijen oranı yetersiz olan havanın belli bir süre solunması sonucunda boğulma gerçekleşir ve bu olay ölüme sebep olur. Boğulmaya sebep olan gazlar genellikle kokusuz ve stabil oldukları için kandaki karbondioksit oranı yüksek seviyelere ulaşana kadar hissedilemeyebilirler (Görçün, 2018: 8-15).

F) Soğuk Yanığı

Soğuk ısırması olarak da bilinen soğuk yanığı donma noktasının altındaki sıcaklıklarda kalma sonucu deri ve diğer dokularda ortaya çıkan donma durumudur. En fazla el ayak ve yüzde etki oluşturan soğuk yanığının ciddiyeti soğuğa maruz kalma süresine göre değişiklik gösterir. Birden dörde kadar hasar derecesi belirtilen soğuk ısırmasında birinci derece yüzeysel zararı gösterirken dördüncü derecede ise kaslar, kemikler ve tendonların zarar gördüğü tedavi edilemez durumları göstermektedir (www.emedicinehealth.com, 2021).

G) Reaktivite (Tepkimeye Girme Eğilimi)

Reaktiflik genel olarak bir maddenin kimyasal değişikliklere veya kimyasal tepkimelere girme eğilimine denilmektedir. Tepkime veya reaksiyon, iki veya daha fazla maddenin

birbiri ile etkileşmesi sonucu kendi özelliklerini kaybederek yeni özellikte maddeler oluşturması anlamına gelmektedir. Maddeler su, hava, diğer tehlikeli maddeler ile veya kendiliğinden tepkimeye girebilmektedir. Bu reaksiyonlar doğru yönetilmediğinde zehirli özelliği olan gazlar, ısı ve tepkimelerin ani gerçekleşmesi sonucu patlamalar meydana gelebilmektedir. Bunun sonucu olarak mülk, can ve çevre üzerine ciddi boyutlarda olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (www.osha.gov, 2021; Sunar, 1998: 22-23).

H) Kimyasal Dengesizlik ve Ürünlerin Bozunması

Sabit olmayan kimyasallar kendi içlerinde ayrışma ya da polimerleşme tepkimelerine girme eğilimi göstermektedir. Ayrışma eğilimi gösteren maddeler tepkimeleri sonucunda ısı, zehirli ve yanıcı gazlar ortaya çıkarmaktadır. Bu tepkimeler yüksek sıcaklıkta taşınma veya asit, alkali, metal gibi küçük miktarda bile olsa katalizör etkisi yapan maddeler ile olan etkileşiminden dolayı tetiklenebilmektedir (Demirci, 2017: 23).

Ekzotermik ayrışma (bozunma) reaksiyonlarının ana tehlikesi tepkime sonucunda basıncı artırmaları, ayrıca zehirli ve yanıcı gaz, buhar, duman ortaya çıkarmalarıdır. Polimerleşme reaksiyonları, bir ya da daha çok monomer yapıda olan saf kimyasalların ekzotermik tepkimeleri sonucunda birleşerek polimerleşmesidir. Polimer yapılar monomer yapılara kıyasla daha ağır ve viskoz niteliktedir. Polimerleşmenin kendiliğinden gerçekleşmesine ortamdaki yüksek sıcaklık sebep olabilmektedir. Bu tür polimerleşme tepkime esnasında oluşan yüksek sıcaklık sonucunda bulunduğu kap içerisindeki basıncı artırır ve yeni oluşan maddenin ağır bir yapıya ulaşması sebebiyle elleçlenmesi zorlaşmaktadır (Demirci, 2017: 23).

I) Radyasyon

Atomların ayrışması sonucu ortaya çıkan enerji ve parçacıklar insanlar ve ekosisteme zarar verebilmektedir. Yüksek frekanslı radyasyon düzeyi DNA'nın yapısını bozarak hücre ölümüne yol açar ve dokulara zarar verebilmektedir. Bu durum kanser oluşumuna sebep olabilmektedir. Radyasyonun çeşitlerinden alfa, beta ve gama radyasyonlarından sırasıyla ince bir kağıt, ince bir plastik veya alüminyum, bir metrelik beton veya birkaç cm'lik kurşun levhalar ile radyasyonun etkisini bertaraf etmek mümkündür. Diğer bir deyişle kişi radyasyon kaynağı ile arasına fiziki bariyerler koyarak radyasyonun olumsuz etkilerinden korunabilmektedir. Diğer bir korunma yolu ise emisyon noktasında daha az

durarak maruz kalma süresini azaltmaktır. Maruz kalma süresi kısaldıkça hasar seviyesi de azalacaktır (Kuş, 2011: 175; Akçetin, 2012: 70).

İ) Bulaşıcılık

Maddenin canlılara bulaşarak yaşamsal fonksiyonlarını (biyolojik yapıyı) olumsuz etkileme durumudur. Bu maddeler insanlar için bulaşıcılık tehlikesi olan maddeler, sadece hayvanlar için bulaşıcılığı olan tehlikeli maddeler, klinik atıklar, biyolojik maddeler olarak ayrılırlar. Bu maddelerin lojistik işlemleri yapılırken oldukça dikkatli olunması gerekmektedir. Korumacı ekipman kullanmak ve doğru paketlenme yapmak bulaşıcı maddelerin lojistiğinde çok daha önemli hale gelmektedir (Akçetin, 2012: 141).

J) Çevresel Kirlilik

“Çevresel risk; sonuçları, insan sağlığı, yaşam koşulları ve çevreyi, toprağı, yüzeysel suları, yer altı suyunu, havayı, iklimi, flora ve faunayı, biyolojik çeşitliliğı, toplum yapısını, binaları, manzarayı, şehrin görüntüsünü, kültürel mirası ve bu bileşenler arasındaki ilişkiyi etkileyen risk olarak tanımlanmaktadır” (Karabulut ve Akünal, 2014: 353). Başka bir ifade ile tehlikeli maddelerin su, toprak veya hava ve yahut üçü ile birden buluşarak canlıların yaşaması için gerekli yapının bozulmasına sebep olmasına çevresel kirlilik denilmektedir. Bir başka deyişle ekosistemin bu maddelere maruz kalması sonucu organizmaların korunması ve gelişmesi için gereken doğal ortamın bozulmasına sebep olmaktadır. Tehlikeli maddenin toprak ile buluşması genellikle su ve hava ile buluşmasından daha az hasarlı olabilmektedir. Bunun sebebi su ve hava ortamlarının akıcılığı sebebi ile tehlikeli maddelerin daha geniş sahalara ulaşabilme potansiyelidir. Örneğin havaya bulaşan bir tehlikeli madde rüzgârın etkisi ile daha hızlı ve geniş alana yayılabilmektedir. Tehlikeli maddenin suya karışması (özellikle suda çözünür bir madde ise) içinde bulunduğu tüm kanalı hızlı bir şekilde kirlitebilmektedir. Ayrıca su, hava ve toprağın birbiri ile etkileşimde olması sonucu bir ortama bulaşan tehlikeli madde diğerini de etkileyerek tehlikeli maddenin maruz kalma alanının genişletebilmektedir. Tehlikeli maddelerin çevreyi kirlilemesi bazen kasıtlı olarak atma, dökme vb. durumlarla gerçekleşirken bazen de bu durum kaza sonucu ortaya çıkmaktadır (Sunar, 1998: 76-79).

2.5.3. Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Yönetimi

Dünya çapında nüfus artışı olması sebebiyle diğer tüketim ve kullanım maddeleri ile birlikte tehlikeli maddelerin kullanımı ve tüketiminde de artış yaşanmıştır. Tehlikeli maddelere olan bağımlılık, sanayileşen toplumlarda hayatın bir gerçeği haline gelmiştir. Tehlikeli maddeleri üreten, kullanan, depolayan veya taşıyan sanayi şirketlerinin sayısı, çeşitli sektörlerdeki talebin artması sebebiyle dünya çapında sürekli artmaktadır. Doğaları gereği büyük dikkat ve özen gerektiren bu malzemelerin günümüzde kullanımda bulunan binlerce farklı türü vardır. (Soussi ve diğerleri, 2020: 21; Erkut, Tjandra ve Verter, 2007: 539). Tehlikeli maddelerin tüketiminde olan artış tehlikeli madde üretimini ve dolayısıyla tehlikeli madde lojistiğine olan ihtiyacı arttırmıştır. Bu durum tehlikeli maddelerin olası tehlikelerinin etki alanı genişletmektedir. Oluşabilecek herhangi bir kaza operasyona taraf olan tüm kişi ve kurumları etkileyeceği gibi operasyon güzergâhındaki tüm çevre ve kişileri de etkileyebilecektir. Bu sebeple tehlikeli madde risk analizi ve yönetimi tüm taraflarca benimsenmesi gereken bir konudur. Tehlikeli madde lojistiğinde yaşanan olaylar ölümler, yaralanmalar, tahliye, mal tahribatı, çevresel hasar ve trafik kesintisi ile birlikte birçok ciddi sonuçlara yol açmaktadır. Tehlikeli maddeler tüm tedarik zinciri boyunca (üretimden nihai kullanıma olan süreçte) çok sayıda istasyon/durak/depo/araç/terminal gibi noktalara uğramakta burada bulunan çevre, insan ve hayvanlarla temas halinde olmaktadır. Bulunduğu her nokta için tehlikeli maddeler çok ve farklı sayılarda riskler doğurabilmektedir. Örneğin Petrol sahalarından çıkarılan ve bir rafineriye sevk edilen (tipik olarak bir boru hattı yoluyla) petrol; daha sonra ülke içinde farklı yerlerdeki depolama tanklarına sevk edilmektedir. Diğer bir örnek olarak, poliklorlu bifeniller (PCB'ler), eski enerji üretim ve transfer istasyonları gibi birçok endüstriyel tesiste toplanıp ve güvenli bertaraf (genellikle yakma) için özel bir atık yönetim tesisine gönderilmektedir. Başka bir örnekte sıkıştırılmış doğalgazlar tesislerde çok elemanlı gaz konteynerlarına doldurularak ihtiyaç noktalarına taşınmaktadır. Tehlikeli maddelerden istenen faydanın sağlanabilmesi için hareketinin güvenli bir şekilde sağlanması gerekmektedir ve bu nedenle tehlikeli maddeler için ulaşım önemli bir rol oynamaktadır. Bu rolün büyüklüğü, bir ülkenin büyüklüğü ve sanayileşme seviyesine bağlı olarak değişmektedir (Erkut, Tjandra ve Verter, 2007: 540- 542).

Tehlikeli maddelerin taşımacılığında risk yönetimi, tüm lojistik işlemler boyunca güvenlik ve emniyetin sağlanması için elzem ve gereklidir. Mevcut riski başarılı bir

şekilde yönetebilmek, önlemek ve güvenli seviyelere indirebilmek için tehlikeli madde taşımacılığı esnasında çeşitli aşamalarda oluşabilecek her türlü tehlike ve riskin analiz edilip değerlendirilmesi ve elde edilen çıktılar ile sürecin kontrol edilmesi gerekmektedir (Banabakova ve Minevski, 2017; 218). Risk yönetimi prosedürünün ana aşamaları şunlardır: tehlike tanımlama ve risk analizi, risk değerlendirilmesi, kontrol tedbirlerini belirleme, izleme ve tekrar edilmesi (Ceylan ve Başhelvacı, 2011: 28-29).

Tehlikeli Madde Güvenlik Kılavuzu'na göre (2019) tehlike; bir kazanın nedeni olabilecek herhangi bir faaliyet, prosedür, tesis, süreç, madde, durumdur. Tehlikeli maddelerin hangi tehlikeleri içerdiklerinin bilinmesi/tanımlanması bu maddelerin fiziksel, kimyasal ve toksikolojik özelliklerinden kaynaklanan tüm tehlikeleri ve bunlarla ilişkili insanlara, mülklere ve çevreye yönelik olası riskleri hakkında tahmin yürütülmesi ve tehlikeye müdahale açısından oldukça önemlidir. Tablo 2.9.'da tehlikeli madde sınıflarının hangi tehlikeleri içerdiği gösterilmektedir.

Tablo 2.9. Sınıflarına Göre Tehlikeli Maddelerin İçerdiği Tehlikeler

Tehlike	Sınıf/Bölüm (alt riskler dahil)											
	2.1	2.2	2.3	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	8	9
Yanıcılık	☐			☐	☐	☐	☐		☐			☐
Kimyasal Patlama	☐			☐	☐							
Fiziksel Patlama	☐	☐	☐									
Fiziksel ve kimyasal patlama	☐											
Patlayıcı Atmosfer	☐			☐		☐						
Solunması halinde zehirleyici			☐							☐		
Cilt/göz teması ile Zehirli										☐	☐	
Yutulduğunda Zehirli										☐		
Sıcaklık hassasiyeti						☐			☐			
Boğulma riski		☐										
Sıcak Sıvı												☐
Aşındırıcılık											☐	
Yüksek reaktivite					☐	☐	☐	☐	☐			
Soğuk Yanığı		☐										☐
Kimyasal kararsızlık								☐	☐			
Tehlikeli ayrışma ürünleri						☐	☐	☐		☐	☐	

Kaynak: Dangerous Goods Safety Guide Risk Assessment For Dangerous Goods, Government of Western Australia Department of Mines, Industry Regulation and Safety, 2019, s.7.

Risk analizi, çeşitli sistemler dahilinde çevre, sağlık vb. konularda öngörülen sorunlara yönelik risklerin ve bu risklerin seviyesine bağlı tedbir düzeylerinin tespit edildiği analitik karar verme süreçleridir (Yalçinkaya, Demirel ve Say, 2020: 977).

Tehlikeli madde taşımacılığı çevre ve insan sağlığı açısından ihtiva ettiği büyük tehlikeler sebebiyle dikkate alınması gereken önemli bir konudur. Bu durumda tehlikeli madde taşımacılığında risk analiz ve değerlendirilmesi yapılarak gerçekleştirilecek operasyonda risk sınıfının belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sayede risk seviyesi yüksek olarak tespit edilen operasyonlar için iptal kararı veya riskin ortaya çıkmasını engellemek amacı ile ek tedbirler alınabilecektir (Bali ve Göztepe, 2014; 673).

Risk analizinin amaçları; risk odaklarını tespit etmek, bunları değerlendirmek, önlemleri almak, yapılabilecek tasarrufları ve ortaya çıkabilecek masrafları belirlemek, güvenlik ve sağlıktan ödün vermeden en ekonomik methodları bulmak, alınan tedbirlerin uygulanmasını sağlamak, amaca ulaşma potansiyeline bakmak, bir riski engellerken başka bir riske sebep olmamaktır (Ceylan ve Başhelvacı: 2011).

Risk Değerlendirmesi, bir sistem veya organizasyondaki risklerin etkilerini tahmin etme ve bu risklerin kabul edilebilir türde olup olmamasına karar verme aşamasıdır. Risk değerlendirilmesi yapılırken temel amaç ‘Riskler kabul edilebilir midir?’ ve ‘Kabul edilemez riskler için hangi tedbirler alınmalıdır?’ sorularını cevap bulmaktır. Kabul edilebilir risk işletmenin, yasal zorunluluklara ve kendi İSG politikasına göre, katlanabileceği seviyedeki risktir. Bir organizasyonda risklerin sadece olasılık ve şiddetinin hesaplanması o organizasyondaki kaza olasılığını ve riskini ortadan kaldırmayı sağlamamaktadır. Bunun sağlanması için analizi yapılan riske uygun kontrol tedbirlerinin alınması gerekmektedir. İşletmelerde doğru uygulanan risk değerlendirme çalışmaları sayesinde çalışma koşullarında iyileşme sağlanmakta, iş kazası ve meslek hastalığı ile karşılaşma oranında azalma görülebilmektedir (Ceylan ve Başhelvacı: 2011).

Tehlikeli mallar için risk değerlendirmesinin amacı risk analizi sonuçlarına göre hangi riskin ortaya çıktığı ve nasıl müdahale edileceği, müdahale uygulamasının önceliği

konusunda veri üretmektir. Tehlikeli madde lojistiğinde çevre, insan ve mülke verilen zararların bertaraf edilmesi için risk kontrolü tek başına yeterli olmamakta bu sürecin risk azaltma tedbirleri ile de desteklenmesi gerekmektedir. Bu konuda tehlikeli mallar ile riskin muhattapları arasında mesafe veya bariyer konulması, yangınla mücadele tesisleri ve kişisel koruyucu donanım, güvenlik prosedürleri, kilit personelde yeterlilik sağlama, acil durum planları etkili olabilmektedir (Dangerous Goods Safety Guide, 2019; 6-7).

Tehlikeli madde risk analizi ve değerlendirilmesi yapılabilmesi için önemli bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgiler; tehlikeli yükün miktarı ve cinsi, belirlenen rotadaki tehlikeli alanları, yaşam alanlarını, hava ve iklimin özellikleri, alternatif güzergahları, güzergah boyunca olan olayların sayısı ve türü, rota üzerindeki kurtarma hizmetlerinin yeri gibi verileri içermelidir (Banabakova ve Minevski, 2017; 219).

Risk analiz ve değerlendirmesinin ardından risk kontrol önlemlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Risk tanımlamasının yapılması risk kontrol önlemlerinin uygulanmasının aciliyetine karar verecektir. Riski kabul edilebilir bir seviyeye ulaştırmak için hangi risk önleme sistemlerinin, tedbirlerinin veya prosedürlerinin gerekli olduğuna karar vermek gerekmektedir.

Kontrol tedbirleri seçilirken amaç “makul olarak uygulanabilir tüm tedbirleri” olarak riski en aza indirmektir. Bunu belirlerken aşağıdaki Tablo 2.10.’ da gösterildiği gibi kontrol tedbirleri hiyerarşisi dikkate alınmalıdır (Dangerous Goods Safety Guide, 2019; 8-9).

Tablo 2.10. Tehlikeli Maddelerin Risk Kontrol Önlemleri Hiyerarşisi

Kontrol önlemleri hiyerarşisi	Adımlar
Riski ortadan kaldırmak	Tehlikeli mallar yerine zararsız bir madde kullanın
İş, madde veya tesis sistemini daha az tehlikeli bir şeyle değiştirmek	Sahada tutulan tehlikeli maddelerin türünü değiştirin Sahada tutulan tehlikeli madde miktarlarını azaltın
Tehlikeyi izole etmek	Kısıtlı bir çalışma alanı belirleyin Sistemi kapatın Malları diğer tehlikelerden ayırın Uyumsuz maddeleri ayırın
Mühendislik kontrolleri/	Dumanı gidermek için zorunlu havalandırma

tehlikeden sakınma	Dökme kabı
	Darbe koruması
	Tehlikeli alanlarda aleve dayanıklı veya kendinden güvenli elektrikli ekipman kullanın
	Emniyet tahliye vanaları
	Taşma koruması
	Tehlikeli maddelerin stabilitesini kontrol edin
İdari controller / iş yerinde önlem al	Belirli görevlerin yapıldığı zamanları değiştirmek gibi çalışma sistemini değiştirin
	Afişler veya tehlike uyarı işaretleri kullanın
	Özel eğitim ve çalışma talimatları
Kişisel koruyucu ekipman (KKE) ve güvenlik ekipmanı	İşçi için göz, solunum ve el koruması sağlayın (ve ne zaman ve nasıl kullanılacağına dair talimat)
	Yangın söndürme ekipmanı
	Güvenlik duşları
	Dökülenleri temizleme ekipmanı

Kaynak: Dangerous Goods Safety Guide Risk Assessment For Dangerous Goods, Government of Western Australia Department of Mines, Industry Regulation and Safety, 2019, s.9.

Tehlikeli madde lojistiğinde risk analiz ve değerlendirilmesi yapılırken risklerin oluşmasını engellemek ilk amaçtır. Tüm tanımlama, analiz, değerlendirme işlemleri ilk olarak bu amaca hizmet etmek için yapılmaktadır. Fakat bazen tüm önlemler alınsa dahi riskin ortaya çıkmasının önüne geçilememektedir. Böyle durumlar için işletmelerin acil durum planlarının bulunması hayati önem taşımaktadır. Acil durum planı; beklenmedik bir kaza, olay, hasar vb. meydana geldiğinde ortaya çıkan durumun etkileri nasıl azaltılır/ bertaraf edilir? Acil müdahale kimler tarafından yapılır? Hangi ekipmanlar kullanılır? Vb. Sorulara cevap verir nitelikte olmalıdır. Acil müdahalenin amacı olayı bir an önce sonlandırmak olduğu gibi aynı zaman hasarın etki alanlarını da mümkün olan en kısa sürede daraltmaktır. Çünkü tehlikeli yük kazaları genellikle meydana geldikleri alandan çok daha geniş alanlara hızlıca yayılabilme özelliğine sahiptir. Meydana gelen bir tehlikeli madde kazası ister çok önemli ve yoğun bir yerde ister daha az önemli ve kalabalık olmayan bir yerde olsun etkisi bulunduğu bölgeyle sınırlı kalmamakta bu tarz olaylara daha geniş sahalar ve sistemler dahil olabilmektedir (Menoni, 2007: 4).

Meydana gelen bir tehlikeli madde olayında verimli bir müdahale sağlanması için ilk yapılması gereken durum tespitidir. Bu amaç doğrultusunda olayın gerçekleştiği yerde

bulunan insan varlığı, yangın, patlama vs durumunda etkilenebilecek başka bir tehlikeli maddenin varlığı, olay sahasında kazanın etkilerinin genişlemesine sebep olabilecek durum ve metaryallerin varlığı gibi durumların tespit edilmesi gerekmektedir. Durum tespitinin ardından planlama yapılmalı ve müdahalenin başlaması için komut verilmelidir (Yavuz, 2020: 3-8).

Sürdürülebilir bir risk yönetiminde son adım izleme ve tekrar etmedir. İyi bir risk yönetimi için analiz ve değerlendirme işlemleri ile riskler ve risk faktörleri belirlenmiş olmaktadır. Ardından belirlenen ve değerlendirilen riskler için kontrol tedbirleri hiyerarşisi oluşturulmakta ve son adım olarak sürecin beklenen faydayı sağlayıp sağlamadığını vuku bulan olay/kaza durumunda tekrar edilip edilemediğini kontrol etmek açısından izleme ve tekrar edilme süreçleri yapılmaktadır. İzleme ve tekrar edilme sürecin etkin ve verimli bir şekilde çalışıp çalışmadığını kontrol etmek amacıyla gerçekleştirilmektedir (Çokgör, 2016: 65; Emhan, 2019: 216).

Tehlikeli madde lojistiği risk yönetiminde izleme ve tekrar edilme aşaması oldukça önemlidir. Bu aşamada yaşanan aksaklıklar sürecin herhangi bir noktasındaki sorundan kaynaklanıyor olabilmektedir. Örneğin gerçekte yanıcı etkisi olan bir tehlikeli maddenin yanlış tespit sonucu boğucu etkisi olduğunun sanılması tüm risk yönetimi faaliyetlerini değiştirecek ve sonuçta tüm süreci olumsuz etkileyecektir. İzleme ve tekrar edilme aşaması ile sürecin etkinliği test edilmiş olacak ve böylece (varsa) aksaklıklar tespit edilerek düzeltilebilecektir (Emhan, 2019: 216).

2.6. Sıkıştırılmış Doğalgaz (CNG)

Dünyada her geçen gün toplam nüfusun artması sebebiyle enerjiye olan talebin artması (Koç ve Şenel, 2013: 33), enerji kaynaklarının azalması ve teknolojik ilerlemelerin hız kazanması gibi durumlar mevcut enerjiyi daha verimli kullanma çabalarını da arttırmaktadır. Mevcut enerjiyi verimli kullanmanın yanı sıra, daha uzun süre enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla alternatif enerji arayışı da yaygınlaşmaktadır. Alternatif enerji, mevcut enerji türünün yerine yeni bir enerjinin geliştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Özdemir ve Dulupçu, 2018: 124). Alternatif enerji kaynaklarından biri de doğalgazdır. Geçmişte petrol elde ederken ortaya çıkan ve faydasız bir madde olarak görülmesi sebebiyle üretim noktasında yakılarak ortadan

kaldırılan doğalgaz, bugün tüm dünyada önemli bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmekle alternatif enerji kaynaklarının önemini ortaya koymaktadır (www.petform.org.tr, 2021; Özdemir ve Dulupçu, 2018: 124). Yeni enerji kaynakları temin edilirken en önemli noktalardan biri de enerji kaynaklarının çevreye olan etkileridir. Bazı enerji kaynaklarının tüketimi atmosferdeki sera gazı salınımını arttırarak canlıların hayatını olumsuz etkilemektedir (Kadioğlu ve Tellioglu, 1996). Bu enerji kaynaklarından fosil yakıtların içinde yer alan doğalgaz diğer fosil yakıtlar içerisinde çevreye en az zararı olan doğa dostu bir enerji kaynağıdır. Doğalgaz diğer yakıtlar içinde en az sera gazı salınımı yaparak çevre problemlerinin önüne geçmekle birlikte kullanıldığı sistemlerdeki bakım maliyetlerini azaltarak ürün kalitesinin artmasına da katkı sağlamaktadır (Diler ve diğerleri, 2008: 255).

İlk defa ABD tarafından 1815'te Batı Virginia Charleston bölgesindeki bir tuz madeninde kullanılan ve boru hatları ile taşınması ise ilk defa yine ABD'de 1883 yılında gerçekleştirilen (Bayraç, 2016: 16) doğalgazın 1950'li yıllarda toplam enerji tüketimindeki payı %10'u geçmemektedir (www.petform.org.tr, 2021). 2020 yılına gelindiğinde ise bu pay % 24'e yükselmiştir (yearbook.enerdata.net, 2021). Rus doğalgaz şirketi Gazprom'a göre doğalgazın küresel enerji bileşimindeki payı 2035 yılında petrolünkine yakın bir seviyeye ulaşacaktır. 2020 yılında petrolün toplam enerji tüketimindeki payı %30'dur (yearbook.enerdata.net, 2021).

Aşağıdaki tablolarda 2010 – 2020 yılları arasında (ülkelere göre ve toplam) dünya kanıtlanmış doğalgaz rezervlerinin ve tüketiminin dağılımı verilmektedir. Tablo 2.11'e göre dünya doğalgaz rezervi 2010 yılında 179,9 trilyon metreküp iken bu miktar 2020 yılında 188,1 metreküpe yükselmiştir (kanıtlanmış doğalgaz rezervi üretilebilir rezervi göstermektedir). Yine Tablo 2.11'e göre en fazla rezerve sahip olan ülke Rusya olarak görülmektedir (www.petform.org.tr, 2021).

Tablo 2.11. Dünya Kanıtlanmış Doğalgaz Rezervlerinin Dağılımı

Ülke	2010 Yılı Rezervleri	2019 Yılı Rezervleri	2020 Yılı Rezervleri
Rusya	34,1	37,6	37,4
İran	32,3	32,1	32,1
Katar	25,9	24,7	24,7
Türkmenistan	13,6	13,6	13,6
ABD	8,3	12,6	12,6

S. Arabistan	7,5	6,0	6,0
BAE	5,9	5,9	5,9
Venezuela	6,1	6,3	6,3
Nijerya	4,9	5,5	5,5
Cezayir	4,3	4,3	2,3
Avustralya	2,9	2,4	2,4
Irak	3,0	3,5	3,5
Çin	2,7	8,4	8,4
Endonezya	3,0	1,4	1,3
Norveç	2,0	1,5	1,4
Diğer	23,4	24,5	24,7
Toplam	179,9	190,3	188,1

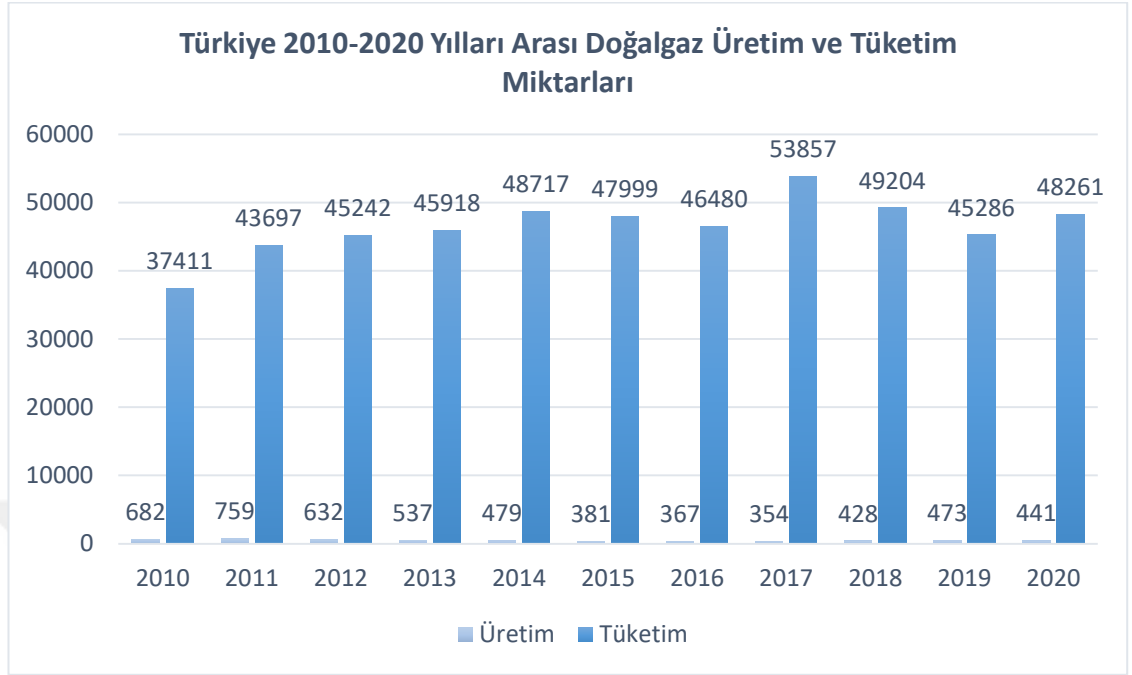
(*) Rezerv değerleri trilyon metreküptür.

Aşağıdaki Tablo 2.12' ye göre dünya doğalgaz tüketimi sıralamasında ilk sırayı ABD almaktadır. 2010 yılında dünya doğalgaz tüketimi 3160,5 iken bu miktar 2020 yılında 3822,8'e yükselmiştir (www.petform.org.tr, 2021).

Tablo 2.12. Dünya Doğalgaz Tüketimi Dağılımı

Ülke	2010 Yılı Tüketimi	2015 Yılı Tüketimi	2020 Yılı Tüketimi
ABD	648,2	743,6	832,0
Rusya	423,9	408,7	411,4
İran	144,4	184,0	233,1
Çin	108,9	194,7	330,6
Japonya	99,9	118,7	104,4
Kanada	92,0	110,5	112,6
S. Arabistan	83,3	99,2	112,1
İngiltere	98,5	72,0	72,5
Almanya	88,1	77,0	86,5
İtalya	79,1	64,3	67,7
Meksika	66,0	80,8	86,3
BAE	59,3	71,5	69,6
Hindistan	59,0	47,8	59,6
Ukrayna	54,6	32,0	29,3
Diğer	1.055,2	1.173,5	1.215,1
Toplam	3.160,5	3.478,2	3.822,8

Şekil 2.5.'de Türkiye'nin 2010 – 2020 yılları arasında doğalgaz üretim ve tüketim miktarları gösterilmektedir. Grafiğe göre 2010 yılında Türkiye'nin doğalgaz üretimi 682 Milyon sm³ iken bu miktar 2020 yılında 441 milyon sm³'e gerilemiştir. Yine grafiğe göre 2010 yılında 37411 milyon sm³ olan Türkiye'nin doğalgaz tüketimi 2020 yılında 48261 milyon sm³'e yükselmiştir.



Şekil 2.5. Türkiye 2010 – 2020 Yılları Arası Doğalgaz Üretim ve Tüketim Miktarları

Kaynak: EPDK, Sektör Raporu, 2020, s.17, 84.

Doğalgaz, Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketiminde petrolün ardından ikinci sırada yer almaktadır ve Türkiye doğalgazda net ithalatçı konumundadır (TSKB Enerji Sektör Görünümü Raporu, 2021: 17).

Enerji, taşıma ve sanayi sektörlerinde doğalgaz kullanımı gün geçtikçe artmaktadır (GAZBİR, 2021: 7-8). Günümüzde birçok alanda kullanılan doğalgaz enerji ve ısı üretiminde vazgeçilmez bir yakıt haline gelmektedir. Doğalgaza çeşitli işlemler uygulanarak kullanımı daha da arttırılabilmektedir. Doğalgazın boru hattı ile ulaşmadığı yerlerde kullanımının sağlanması için doğalgaza sıkıştırma (CNG), sıvılaştırma (LNG) gibi birtakım işlemler uygulanmaktadır (Bayraç, 2018: 15; Çetiner, 2019: 23-25).

Doğalgaz ihtiyaç duyulan noktalara sıvılaştırılarak (LNG), sıkıştırılarak (CNG) veya normal basıncında (boru hattı ile) taşınabilmektedir. Sıkıştırılan veya boru hattı ile taşınan doğalgaz yine gaz fazında (gaz olarak) taşınmaktadır. İki taşıma türünün arasındaki fark sıkıştırılmış doğalgazın basıncının, boru hattı ile taşınan gazın basıncından daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Boru hattı ile taşımada doğalgaz

Şekil 2.6’de gösterildiği gibi çıkarıldığı bölgeden ihtiyaç duyulan noktaya uygun boru hattı tesisatı vasıtası ile gaz fazında ulaştırılmaktadır (EPDK, 2020: 50-52).

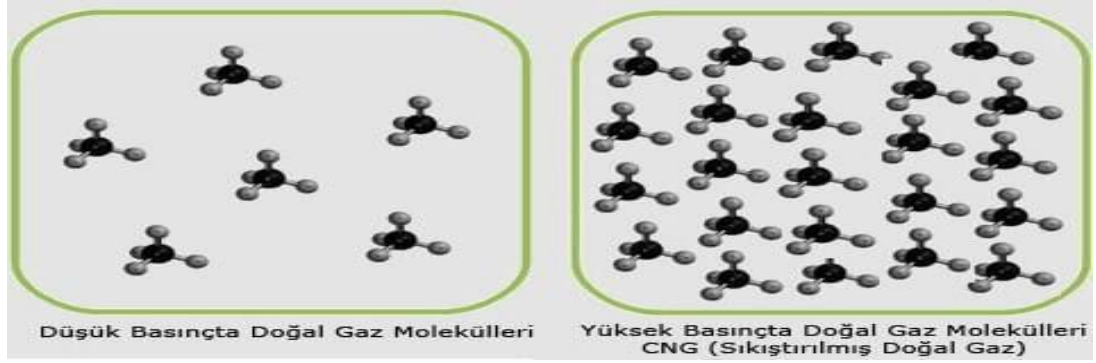


Şekil 2.6. Doğalgazın Boru Hattı ile Taşınması

Kaynak: TANAP, <https://www.tanap.com/fotograf-galerisi>, Erişim Tarihi 05/11/2021.

İkinci gaz fazında taşıma şekli ise doğalgazın uygun basınç altında sıkıştırılarak taşınmasıdır. Doğalgazın sıkıştırılarak taşınmasının ve kullanıma sunulmasının nedeni coğrafi koşullar sebebiyle ihtiyaç duyulan her noktaya boru hattının çekilememesi ve ulaşımında petrole alternatif olabilecek bir yakıt arayışı olarak bilinmektedir. CNG, uluslararası literatürde sıkıştırılmış doğalgaz için kullanılan kısaltmadır. Compressed Natural Gas kelimelerinin baş harfleriyle oluşmuştur ve Türkçede karşılığı sıkıştırılmış doğalgazdır (www.brcturkiye.com, 2021; Çetiner, 2019: 25).

Doğalgazın depolama kapasitesinin artması için uygun basınç altına 200 bara kadar sıkıştırılıp hacminin 1/250 oranında küçültülmesiyle sıkıştırılmış doğalgaz elde edilmiş olur (Tezören, 2012: 65). Şekil 2.7’ de düşük ve yüksek basınçta sıkıştırılmış doğalgaz molekülleri gösterilmektedir.



Şekil 2.7. Düşük ve Yüksek Basıncıta Sıkıştırılmış Doğalgaz Molekülleri

Kaynak: Tesisat.org (2016), “LNG ve CNG Nedir? Özellikleri Nelerdir?” <https://www.tesisat.org/lng-cng-nedir-ozellikleri-nelerdir.html>, Erişim Tarihi 06/10/2021.

Sıkıştırılan bu doğalgaz araçlarda yakıt olarak kullanılmakta ya da çok elemanlı gaz konteynerlarına doldurularak boru hattı tesisatının bulunmadığı yerlere (ısınma, gıda, endüstri amacıyla) ulaştırılmaktadır. Sıkıştırılmış doğalgaz tüm dünyaca kabul edilen dokuz tehlikeli madde sınıflandırmalarından “Sınıf 2 Gazlar, 2.1” içinde yer almaktadır (ADR, 2018: 133). Sıkıştırılmış doğalgazın tıpkı doğalgaz gibi koku, rengi ve zehirleyici etkisi bulunmamaktadır. Doğalgazdan koku alınmasının sebebi ev ve endüstri kullanımında olası bir kaçağın fark edilmesi için Türkiye’deki yerel dağıtım firması Botaş tarafından dağıtımdan önce kokulandırılmasıdır (www.botas.gov.tr, 2021). Yüksek yanma verimi, uygun maliyeti, düşük emisyon salınımı seviyesi ve güvenli olması sıkıştırılmış doğalgazın tercih edilmesine sebep olmaktadır (cng.co.tt, Çetiner, 2019). CNG toprağı veya suyu kirletmemekte ve yüksek uçuculuk özelliği sebebiyle zemine çökme yapmamaktadır (Naturelgaz MGBF, 2013; Khan, Yasmin ve Shakoar, 2015: 508-509).

Sıkıştırılmış doğalgaz herhangi bir sabit birimde uzun süre depolanamamaktadır. Yerel dağıtım şebekesinden, kuyu başından, (EPDK, 2021: 50) şehir içi dağıtım noktasından gaz olarak veya LNG terminallerinden sıvılaştırılmış doğalgaz olarak temin edilmektedir (www.tesisat.org.com, 2016). Ardından dolum panellerinde uygun basınç altında kompresörler yardımıyla sıkıştırılarak tüplere (çok elemanlı gaz konteyneri Şekil 2.8.) doldurulmakta ve ihtiyaç noktasında basınç düşürülerek tüketime sunulmaktadır. Başka bir deyişle doğalgaz gaz fazında taşıma aracına yüklenmekte ve yine gaz fazında

tüketime sunulmaktadır. Böylece çok elemanlı gaz konteynerlerine yüklenen sıkıştırılmış doğalgaz endüstriyel alanda kullanılması, gıda (pişirme) veya bir alanın ısıtılması için yola çıkmış olmaktadır. Sıkıştırılmış doğalgazın kullanıldığı başka bir alan araç yakıtı şeklindedir. Sıkıştırılmış doğalgazı araçlarda yakıt olarak kullanmak için ise CNG yakıt istasyonlarından araç depolarına dolum yaptırmak gerekmektedir. Yine aynı şekilde gaz sıkıştırılarak araç depolarına doldurulmaktadır. Temin noktasından tüketim noktasına ulaşana kadar doğalgaz uygulanan işlemler sırasıyla basınç arttırmak ve basınç düşürmektir (www.lngcng.org.tr, 2021; web.itu.edu.tr, 2021, Çetiner, 2019).



Şekil 2.8. Çok Elemanlı Gaz Konteyneri

Kaynak: <http://www.lngcng.org.tr/dogal-gaz-piyasa-faaliyetleri/>, Erişim Tarihi 10/10/2021.

Aşağıdaki Tablo 2.13.' de Türkiye'de CNG lisansı bulunan firmalar, aktif olarak faaliyette olan firmalar ve bunların lisans türleri verilmiştir. Tablo 2.13.'e göre Türkiye'de 43 adet CNG dağıtım lisansı olan firma bulunmakta ve bunların 24'ü aktif olarak çalışmaktadır. 39 adet satış lisansı olan firma bulunmakta ve bunların 32'si aktif olarak çalışmakta iken Oto CNG lisansına sahip 14 firmadan 11'i aktif olarak faaliyetlerine devam etmektedir. Tabloya göre toplamda 96 CNG lisansına sahip firma bulunurken bunların yalnızca 67'si faaliyette bulunmaktadır.

Tablo 2.13. 2020 Yılı Sonu itibariyle Lisans Türüne Göre Doğal Gaz Piyasasında Yer Alan CNG Lisans Sayılarının Dağılımı

Lisans Türü	Lisans sayısı	Faaliyeti Olan Lisansların Sayısı
CNG Lisansı (İletim-Dağıtım)	43	24
CNG Lisansı (Satış)	39	32
CNG Lisansı (Oto CNG)	14	11
Toplam	96	67

Kaynak: EPDK, Sektör Raporu, 2020: s.5.

2020 yılında CNG lisansına sahip firmalar tarafından sıkıştırılmak üzere toplam 274,86 milyon Sm³ doğal gaz satın alınmıştır ve bu miktarın %1,25'i LNG (sıkıştırılmış doğalgaz) olarak satın alınmıştır.

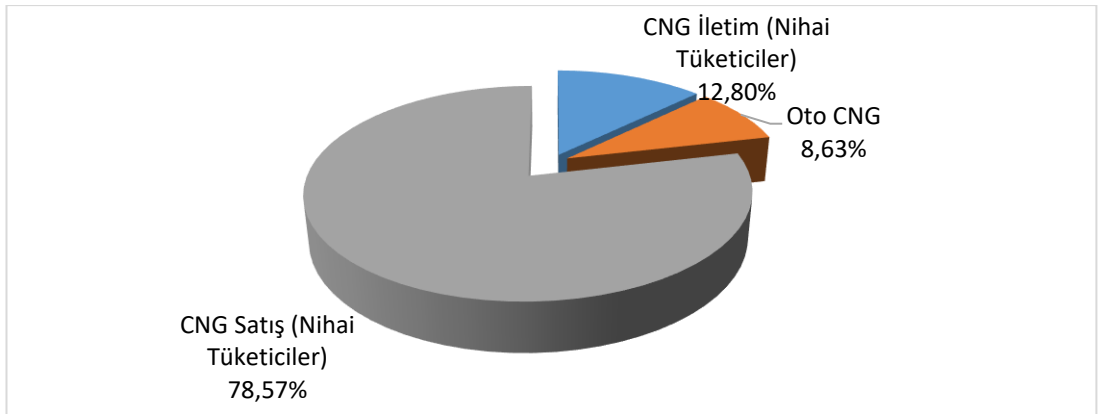
2010 ve 2020 yılları arasında Türkiye’de nihai tüketiciye yapılan CNG satış miktarları aşağıdaki Tablo 2.14.’ de verilmektedir. 2020 yılında 211,07 Milyon Sm³ CNG satışı gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2.14. 2010-2020 Yılları CNG Satış Miktarları (Milyon Sm³)

Yıllar	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Miktar	46,2	55,5	54,9	76,6	120,09	178,93	191,78	222,09	212,33	228,15	211,07

Kaynak: EPDK, Sektör Raporu, 2020: 50-51.

Nihai tüketiciye yapılan CNG satışları farklı lisanslara sahip firmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. 2020 yılında nihai tüketiciye yapılan 211,07 milyon Sm³ CNG satışının lisans türü bazında dağılımı şekil 2.9.’ de gösterilmektedir. Buna göre gerçekleştirilen satışların %78,57’sini CNG satış, %12,80’ini CNG dağıtım- iletim ve % 8,63’ünü Oto CNG lisansına sahip firmalar tarafından yapılmıştır.



Şekil 2.9. 2020 Yılında Nihai Tüketicilere Yapılan CNG Satışlarının Lisans Türüne Göre Dağılımı (%)

EPDK 2020 sektör raporunda, 2020 yılında 48.261,352 Milyon Sm³ miktarında tüketilen ulusal doğalgazın iletim- dağıtım türlerine göre dağılımı verilmiştir. Rapordan alınan bilgilere göre 2020 yılında gerçekleştirilen 48.261,352 Milyon Sm³ doğalgaz satışının 47.387,048 Sm³'ü boru hattı ile 449,741 Sm³'ü sıvılaştırılarak (LNG) ve 208,901 Sm³'ü sıkıştırılarak (CNG) ihtiyaç duyulan noktalara dağıtılmıştır. 2020 yılında sıvılaştırılarak dağıtılan 449,791 Sm³'lük gazın 0,809'u Oto LNG'de, sıkıştırılarak dağıtılan 208,901 Sm³'lük gazın 15,945 Sm³'lük kısmı Oto CNG de kullanılmıştır.

2020 yılında 48.261.352.140 Sm³ olarak gerçekleşen ulusal doğal gaz tüketim miktarının %39,81'ini ithalat lisansına sahip işletmeler, %51,84'ünü dağıtım lisansına sahip işletmeler, %7,92'sini toptan satış lisansına sahip işletmeler ve %0,44'ünü ise sıkıştırılmış doğal gaz lisansına sahip işletmeler tarafından nihai tüketicilere satılmış bulunmaktadır. Aşağıdaki Tablo 2.15.' de 2020 yılında sıkıştırılmış doğalgaz lisansı sahibi olan firmaların yaptıkları CNG satışı ve toplam CNG satışı içindeki payları gösterilmektedir. Buna göre CNG sektöründe en fazla pay sahibi olan firma %75,37'lik pay ile Naturelgaz Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketidir.

Tablo 2.15. 2020 Yılı Sıkıştırılmış Doğalgaz Lisansı Sahiplerinin Nihai Tüketicie Yaptığı Doğalgaz Satış Miktarları (Milyon Sm³)

Şirket Ünvanı	Satış Miktarı	Pay(%)
Naturelgaz Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	159,08	75,37
Ataerk Akaryakıt Çimento İnşaat Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi	7,38	3,50
Yılmazlar Sınai Ve Tıbbi Gazlar Pazarlama Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi	6,53	3,09
Tez Oksijen Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	4,95	2,35
Genia Turkey Enerji Yatırımları Anonim Şirketi	3,59	1,70
Habaş Sınai Ve Tıbbi Gazlar İstihsal Endüstrisi Anonim Şirketi	3,41	1,62
Karabörk Gaz Pazarlama Ve Ticaret Limited Şirketi	3,33	1,58
Or-Can Doğal Gaz Toptan Satış Dağıtım Anonim Şirketi	3,15	1,49
Gitaş Gaz İşletmeleri Taşımacılık Anonim Şirketi	2,85	1,35
Cng Gaz Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	2,72	1,29
Cngaz Petrol Ürünleri Dağıtım Ve Ticaret Anonim Şirketi	2,56	1,21
Akpet Gaz Anonim Şirketi	2,55	1,21
Ay-Tek Doğalgaz Dönüşüm Sistemleri Mühendislik İnşaat Ve Taahhüt Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi	1,75	0,83
Doğalhayat Petrol Ürünleri, Cng, Gaz, İnşaat, Gıda Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi	1,59	0,75

Şirket Ünvanı	Satış Miktarı	Pay(%)
İnci Enerji Lpg Doğalgaz Ve Akaryakıt Sanayi Ticaret Limited Şirketi	1,50	0,71
Erzurum Enerji Üretim Dağıtım Doğalgaz Petrol Metal Taşımacılık Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	1,43	0,68
Erd Cng Endüstriyel Gazlar Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	1,21	0,57
Ang Doğal Gaz Taşımacılık Dönüşüm İnşaat Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi	0,83	0,39
Cmy Gaz Ürünleri Mühendislik İnşaat Nakliyat Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi	0,35	0,17
Mete Turizm Ticaret Sanayi İthalat İhracat Limited Şirketi	0,12	0,06
Arar Petrol Ve Gaz Arama Üretim Pazarlama Anonim Şirketi	0,10	0,05
Bewer Grup Enerji Anonim Şirketi	0,07	0,03
Bagi İnşaat Enerji Sanayi Ticaret Anonim Şirketi	0,01	0,01
Seralgaz Sınai Ve Tıbbi Gazlar İnşaat Malzemeleri Ticaret Ve Sanayi Limited Şirketi	0,01	0,00
Genel Toplam	211,07	100

Kaynak: EPDK, Sektör Raporu, 2020, s.92.

2.6.1. CNG Kullanım Alanları ve Amaçları

Doğalgazın kullanıldığı tüm alanlarda rahatlıkla kullanılabilen CNG büyük sanayi kuruluşlarından küçük işletmelere kadar geniş bir yelpazede doğalgaz talebine cevap verebilmektedir. CNG, motorin ve benzin ile karşılaştırıldığında daha düşük emisyon değerlerine sahip olduğundan, yaygın olarak taşıt araçlarında da Oto CNG olarak kullanılmaktadır. Dünya da sıkıştırılmış doğalgazın en fazla araçlarda yakıt şeklinde kullanılmaktadır (www.tesisat.org.tr). Türkiye de ise CNG'nin yoğun olarak kullanıldığı alan dökme CNG'dir (EPDK, Sektör Raporu, 2021: 90). Türkiye'de yakıt olarak kullanıma bakıldığında en fazla doğalgaz, karayolu taşımacılığında tüketilmektedir (insights.tirport.com).

Sıkıştırılmış doğalgazın kullanıldığı başlıca birimler Şekil 2.10.'da gösterildiği gibi; endüstri, otomotiv, gıda, ısıtma (Tesisat.org, 2016).



Şekil 2.10. Sıkıştırılmış Doğalgaz Kullanım Alanları

Kaynak: Tesisat, (2016) “LNG ve CNG Nedir? Özellikleri Nelerdir ?”
<https://www.tesisat.org/lng-cng-nedir-ozellikleri-nelerdir.html>, Erişim Tarihi 20/10/2021.

Dökme CNG, doğalgazın boru hattı ile ulaşmadığı ya da ulaşmasının iktisadi açıdan uygun olmadığı noktalara gaz ulaştırmanın farklı yollarından biridir. Burada doğalgaz belirlenen basınç altında sıkıştırılarak hacmi küçültülür ve uygun kaplara yüklenir. Daha sonra bu kaplar taşınmalı bir şekilde ihtiyaç noktasına ulaştırılır. Dökme CNG; kimya, inşaat malzemeleri üretimi, metal sanayilerde endüstriyel amaçla (www.naturelgaz.com, 2021), boru hattı tesisatı ile ısınmayan haneler, işyerleri vb. noktalarda ısıtma amacıyla, gıda sektöründe ise sıcak ve kızgın su, kızgın yağ, pişirme ve kurutma işlemlerinde kullanılmaktadır (www.lngcng.org.tr, 2021).

Dünyada ve Türkiye’de doğalgaz, alternatif bir yakıt olarak tercih edilmektedir. Dünya geneli doğalgazlı araç sayısı 28 540 819 ve doğalgaz akaryakıt istasyonu sayısı 33 383’tür. Bu rakamlar iki tekerlekli araçlardan arazi araçlarına kadar tüm karatabanlı motorlu araçları kapsamaktadır. Yakıtlar arasında CNG, LNG ve biyometan (RNG) bulunmaktadır. En fazla doğalgazlı araç kullanan ilk üç ülke sıralaması ise şöyledir: Çin, İran ve Hindistan (www.iangv.org, 2021).

CNG diğer fosil yakıtlara kıyaslandığında daha düşük sera gazı emisyonları ile soluduğumuz havayı kirleten kirleticilerin (partikül madde ve azot oksitler veya NOx) neredeyse hiçbirini barındırmaz (Kagiri, Zhang, Xia, 2017: 94). Olumlu çevre etkileri vb. artıları sebebiyle CNG Avrupa, Güney Amerika, Orta Doğu başta olmak üzere dünya çapında uzun zamandır araçlarda yakıt olarak kullanılmaktadır (Khan, Yasmin ve Shakoor, 2015: 508) ve araçlar için en hızlı büyüyen yakıt pazarını oluşturmaktadır

(Gord, Targhi ve Khadem, 2016: 454). Araçlar 1 m³ CNG ile yaklaşık 12 km yol katedebilmektedir (Irgalı, 2019: 3). CNG ekonomik, çevreci ve güvenli olması sebebiyle özellikle toplu taşıma ve lojistik hizmetlerde kullanılan büyük araçlarda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Avrupa’da birçok başkente yakıt olarak CNG kullanmayan toplu taşıma araçlarının girişi yasaklanmaya başlanmıştır. Otobüs, kamyon ve büyük arazi araçlarında yakıt olarak CNG’nin tercih edilmesi, özellikle kamu kurumları, belediyeler ve lojistik firmaları için oldukça karlı bir yatırım olarak görülmektedir. Dünya da sıkıştırılmış doğalgazı yakıt olarak tercih eden bazı ülkeler ve CNG ’li araç sayıları şöyledir: İran ’da 4.000.000; Pakistan’da 3.700.000; Çin’de 3.327.000; Arjantin’de 2.466.000; Brezilya’da 1.781.000; Hindistan’da 1.800.000; Ukrayna’da 170.000; Kore ’de; 23.000; Tayland’da 448.000; Bangladeş’te 220.000. Türkiye’de ise: Ankara EGO 1.292, Kayseri halk otobüsçüleri 254; Kocaeli Büyükşehir Belediyesi 63; İETT 368; Otobüs A.Ş. hat sahipleri 234; Gaziantep Büyükşehir Belediyesi 60; Afyon Halk Otobüsleri 100; Konya Büyükşehir Belediyesi 166; Düzce Halk Kooperatifinde 30; Bolu Belediyesinde 10 adet Çöp Kamyonu ve 15 Adet CNG’li araç kullanılmaktadır (www.mmo.org.tr, 2021).

Dünya’da ve Türkiye’de CNG’ın yakıt olarak kullanıldığı araç türleri şöyledir:

- Otomobiller,
- Şehir içi ve şehirlerarası otobüsler,
- Şehir içi lojistik araçları, araç filoları,
- Çöp kamyonu, yol süpürgesi gibi araçlar,
- Ağır vasıtalar, askeri ve kamu hizmet araçları,
- Deniz ve kanalda çalışan tekne, feribot, deniz taksileri,
- Trenler, motosikletler, triportörler,
- Uçaklar ve her türlü apron araçları,
- İş makineleri ve hafriyat kamyon filoları, forkliftler (megep.meb.gov.tr, 2014).

2.6.2. Sıkıştırılmış Doğalgazın Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları

- Diğer yakıtlara göre daha ekonomiktir ve az miktarda kirletici emisyon yaydığı için temizdir.

- Doğalgaz çevreyi olumsuz etkileyecek zehirli ve korozif maddeler içermediğinden diğer fosil yakıtlara göre en temiz yakıttır.
- Yakıt olarak kullanıldığında araç motoruna doğrudan gaz fazında girmesi sebebiyle soğuk havalarda dahi kolayca yanabilmektedir.
- Katkı maddesi (kirletici madde) içermediği için yanma sonrasında motorda fazla artı bırakmamakla birlikte oktan değerinin yüksek olması sayesinde motor yanma verimini daha yüksek seviyeye çıkarmaktadır. Başka bir deyişle temiz ve tam yanma sağlayarak motor ömrünün uzamasına ve performans artımına katkıda bulunmaktadır.
- Patlama tehlikesi diğer yakıt türlerine göre daha düşüktür. Güvenli olmasının yanı sıra diğer yakıt türlerine nazaran risk seviyesi daha düşüktür. Herhangi bir kaza durumunda doğalgaz havadan hafif olduğu için çabucak dağılır. Başka bir deyişle fiziksel özelliği neticesinde CNG daha zor alev almaktadır ve diğer yakıtlar gibi zemine dökülerek patlayıcı veya yanıcı bir ortam oluşturmamaktadır.
- CNG'nin yere dökülmeyip havaya karışması sebebiyle sızdığı yerdeki canlılara zararı olmamaktadır.
- Coğrafi veya başka engeller veya ekonomik sebepler nedeniyle boru hattı tesisatı ile ulaşmadığı noktalara doğalgazın arzını sağlamaktadır.
- Gazın yüksek basınç altında sıkıştırılarak taşıma ünitelerine doldurulması tek seferde daha yüksek miktarlarda gaz taşımayı mümkün kılmaktadır.
- Her sektörden tüketicilerin çeşitli amaçları için kullanımlarına uygundur. Örneğin; buhar eldesi, ısınma, pişirme gibi farklı kullanım amaçları için uygundur.
- Yakıcı cihazlarda temiz yanma sayesinde cihaz verimliliğini arttırmaktadır. Başka bir ifade ile kullanıldığı sistemlerde temiz yanma sayesinde periyodik bakım zamanını uzatmakta, az titreşim sayesinde yıpranma azalmaktadır.
- 1m³ CNG;1.5 litre benzine, 1.35 litre LPG'ye ve 1 litre motorine eşit değerdedir. 1m³ CNG ile 12 km yol alınmaktadır. Buna göre CNG benzin ve motorine göre daha ucuzdur. CNG benzinle çalışan araçlara göre %70-80, LPG ile çalışan araçlara göre % 40-50 oranında daha avantajlıdır.

- CNG tüpleri ısı, basınç ve çarpışma testlerinden geçtiği için diğer yakıt kaplarına göre daha güvenlidir.
- Doğalgaz diğer yakıtlar gibi dışarı çıkarılmadığı için yakıt çalınması söz konusu olmamaktadır.
- Diğer yakıtlar ile kıyaslandığında doğalgazın %90 daha az azot ve %25 daha az karbon monoksit ürettiği görülmektedir.
- Yandığında kül ve kükürt bileşikleri ortaya çıkarmamakta, asit yağmurlarına sebep olmamaktadır.
- Endüstriyel kullanımda sayaç ile faturalandırılması sebebiyle kullanıldığı kadar ödenir.

Dezavantajları

- Dolum istasyonları yaygın olarak bulunmamaktadır ve kurulum maliyetleri yüksektir.
- Yakıt olarak kullanımda araç içinde yakıt tüpleri fazla yer kaplamaktadır. Bu sebeple bagaj hacmi küçülür ve
- Farklı yakıt kullanan araçlar CNG kullanmak istediklerinde araçlardaki dönüşüm maliyetleri yüksek olabilmektedir.
- Motor performansında düşüşe neden olmaktadır.
- Gerek depolama gerekse düşük enerji yoğunluğundan dolayı benzin ve motorin ile aynı depolama hacmine sahip doğal gazlı araçların kat edebilecekleri mesafe daha kısadır.
- Gaz elde edilmesi şuan ki teknoloji ile henüz ekonomik değildir (www.tesisat.org, 2016; www.lngcng.org.tr, 2021; megep.meb.gov.tr, 2014: 19-20; www.mmo.org.tr, 2021; www.ngvaeurope.eu, 2021; www.iangv.org, 2021; Çakar, 2008; cng.co.tt, 2021).

2.6.3. Dökme CNG Lojistik Faaliyetleri

Sıkıştırılmış doğalgazın lojistik süreci Şekil 2.11.' de gösterildiği gibi doğalgazın boru hattından veya LNG (sıvılaştırılmış doğalgaz) olarak tutulan depolardan çekilip dolum tesislerinde özel kompresörler yardımıyla 200 bar basınca varana kadar sıkıştırılması ile başlamaktadır. Daha sonra sıkıştırılan bu doğalgaz boru hattından

çekilerek özel kompresörler ile dolum tesislerinde 200 bar basınca kadar sıkıştırılmakta ve CNG stok ünitelerinin (palet) içine konumlandırılmış tüplere doldurularak CNG taşıma araçları ile ihtiyaç duyulan noktalara (müşteri sahalarına) taşınmaktadır. Müşteri sahasında bulunan basınç düşürücü sistem yardımı ile sıkıştırılmış doğalgazın basıncı düşürülerek 2-8 bar aralığında müşteriye arz edilmektedir. CNG'nin temel lojistik faaliyetleri şöyledir: Yükleme (dolum), taşıma (sevkiyat) ve boşaltma (EPDK, 2021: 50; www.naturelgaz.com, 2021). Sıkıştırılmış doğalgaz tehlikeli madde sınıfı (Sınıf 2 Gazlar) içinde yer aldığından tüm lojistik faaliyetlerinin usulü ulusal ve uluslararası konvansiyon, yönetmelik, kanun vb. gibi kurallar çerçevesinde belirlenmiştir. Bu çalışmada karayolu ile CNG taşımacılığı incelenmektedir ve karayolu ile tehlikeli maddelerin taşınmasında ulusal mevzuatların yanı sıra ADR' ye (Karayolu ile Tehlikeli Maddelerin Taşınmasına İlişkin Uluslararası Anlaşma) tabi olunmaktadır (ADR, 2018: 133).



Şekil 2.11. Dökme CNG Lojistik Süreç Modeli

Kaynak: Naturelgaz, (2021), “Dökme CNG Lojistik Süreç Modeli” <http://www.naturelgaz.com/sayfa/7/is-modeli>, Erişim Tarihi 21/10/2021.

Sıkıştırılmış doğalgaz dolumu CNG dolum tesislerinde gerçekleştirilmektedir. CNG dolum işlemi ulusal şebeke hattından tedarik edilen ve 35-70 bar basınç seviyesinde olan doğalgazın uygun tesisat yardımı (doğalgaz kompresörü) ile 200 bara kadar basıncı artırılarak sıkıştırılması ile başlamaktadır. Sonraki adım sıkıştırılan bu doğalgazın eş zamanlı olarak çok elemanlı gaz konteynerlerine veya gaz tankerlerine yüklenmesidir. Böylece dolum işlemi tamamlanmış olmaktadır. Bu işlemi gerçekleştiren personellere “dolduran” denilmektedir. Bknz syf 75. Bu operasyonda sadece ulusal doğalgaz şebeke hattından alınan doğalgaz değil aynı zamanda LNG sıvılaştırılmış doğalgazın yeniden gazlaştırılması ile de gaz tedariği sağlanabilir. Fakat sıvılaştırılmış gazın yeniden gaz

haline getirilip ve tekrar sıkıştırılması yüksek maliyetlere yol açacağından bu yöntem pek tercih edilmemektedir. Bu çalışmanın kapsamını ulusal şebeke hattından tedarik edilen doğalgazın sıkıştırılması ile yapılan CNG lojistik operasyonu oluşturmaktadır (Çetiner, 2019: 37).



Şekil 2.12. 165’lik Taşıyıcı Treyler (Çok elemanlı gaz konteyneri yüklenmiş bir çekici)

Kaynak: Yeksan, “165’lik Taşıyıcı Treyler” <http://www.yeksan.com.tr/165-Cng-Tasiyici-Treyler.asp>, Erişim Tarihi 01/11/2021.

Şekil 2.12.’ de gösterildiği gibi sıkıştırılmış doğalgazın yüklenmesi için farklı boyutlarda tüpler ve çekiciler bulunmaktadır. Çeşitli kapasitelerdeki tüplere veya tankerlere yüklenen sıkıştırılmış doğalgaz dolum işleminin tamamlanmasıyla uygun çekiciler yardımı ile doğalgazın boru hattı ile ulaşmadığı noktalara sevk edilir. İhtiyaç noktasına getirilen CNG, boşaltım için ayrılan noktaya getirilir ve müşterilerin kullanması için gaz yüklü birimler boşaltım noktasında bırakılmaktadır. Çekiciler gaz üniteleri olmaksızın tesise dönerek başka bir CNG operasyonunda kullanılması için hazır bulundurulmaktadır (Çetiner, 2019: 39). CNG taşımacılığını özel belgelere ve donanımına sahip şoförler gerçekleştirmektedir.

200 bar seviyelerine kadar sıkıştırılarak ihtiyaç sahasına getirilen CNG’nin kullanılması için basıncını 1 – 10 bar seviyelerine düşürülmesi gerekmektedir. İhtiyaç noktasına getirilen konteynerler basınç düşürme istasyonlarına yanıştırılır. Daha sonra yüksek basınca uygun ekipmanlar aracılığı ile tüketim hattına bağlanarak bu basınç düşürme işlemi gerçekleştirilmiş olmaktadır. Böylece gaz tedariği sağlanmış olmaktadır. İhtiyaç noktasında gaz tüketimi devam ettikçe çok elemanlı gaz konteyneri içindeki gaz basıncı azalacaktır. Zamanla azalan gaz basıncı konteynerlerin içindeki gaz bitene kadar devam edecektir. Gerekli ihtiyaç karşılanmadan gazın tükenmesi durumunda sıkıştırılmış doğalgaz hangi noktada kullanılıyor ise orada yoksunluk başlayacaktır. Örneğin; endüstride kullanılması durumunda üretim duracak, mekanların ısıtılmasında

kullanılıyorsa ev veya hastane gibi noktalarda soğuk ortamlar olabilir ya da gıda da kullanılıyor ise gıdalar pişirilemeyecektir. Böyle durumların yaşanmaması için CNG lojistiğinin etkin bir şekilde planlanmış olması gerekmektedir. İhtiyaç noktasında gaz akışı kesilmeden gaz doldurulan ünitelerin değiştirilmesi gerekmektedir (Çetiner, 2019: 27).

2.6.4. CNG Lojistiğinde Ortaya Çıkabilecek Riskler ve Yönetimi

Tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörlerine bağlı olarak bazı riskler ortaya çıkma ihtimali bulunmaktadır. Tehlikeli madde sınıfında yer alan CNG de bu risklerden bazılarını barındırmaktadır. CNG zehirli değildir; ancak yüksek konsantrasyonlarda basit bir boğucu gaz etkisi yapabilmektedir. Başka bir ifade ile gaza, kapalı alanlarda uzun süre maruz kalınması boğulmalara yol açabilmektedir. Çok kolay alev alabilmektedir ve aşırı derece yanıcıdır. Ortama dolan gaz sebebiyle oksijenin azalması sonucu baş dönmesi veya bulantıya neden olabilmektedir. Hava ile belli bir oranda karıştığında patlayıcı olabilmektedir. Dökme CNG lojistik süreci esnasında depolama alanından tasarruf etmek amacıyla yüksek basınçla sıkıştırılmaktadır ve bu basıncın aniden serbest kalması Sınıf 1'dekine benzer bir şekilde kuvvetli bir şarapnel etkisine sebep olabilmektedir (Akçetin, 2012: 127). Ayrıca yüksek basınçlı ani genişlemede soğuk yanığı da yapabilmektedir (Naturelgaz, 2013: 3).

Etkin bir risk yönetiminin yapılabilmesi için temel risk yönetimi aşamalarının ortaya konulması ve takip edilmesi gerekmektedir. Bu aşamalar riskin belirlenmesi, analiz edilmesi, değerlendirilmesi, kontrol önlemlerinin belirlenmesi ve tüm sürecin izlenmesi, tekrar edilmesidir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011: 28-29). Risk yönetimi yapılmasındaki ilk amaç risk faktörlerinin belirlenerek ortadan kaldırılması ve riskin ortaya çıkması durumunda zararın ve yayılmanın en aza indirilmesidir. Tehlikeli kimyasalların risk yönetimlerinin doğru bir şekilde yapılabilmesi için bu kimyasalları üreten, ithal eden ya da satışını yapan tüm firmaların MSDS, Material Safety Data Sheet Türkçe karşılığı MGBF (Malzeme Güvenlik Bilgi Formu) olan formları hazırlamaları ve bir alt kullanıcıya sunmaları gerekmektedir. Bu formda tehlikeli maddenin ne olduğu (bileşimi ve içindekiler hakkında bilgi), maruz kalındığında ortaya çıkabilecek zararlılık etkileri ve bu etkilere karşı alınacak güvenlik önlemleri

bulunmaktadır. Ayrıca elleçleme, depolama, taşıma, bertaraf etme gibi tehlikeli kimyasalın lojistik süreçlerinde ortaya çıkabilecek risklerle ve bu riskleri yönetme ile ilgili detaylı bilgiler bulunmaktadır. MSDS belgelerinin Türkiye’de personel belgelendirme konusunda akredite olmuş kuruluş tarafından belgelendirilen uzman kişiler tarafından oluşturulması veya Türkçeye tercüme edilmesi zorunludur (www.crad.com.tr, 2022).

CNG zehirli olmamakla birlikte bulunduğu ortamda oksijenin azalması durumunda boğucu özelliğe sahiptir. Solunan havada oksijenin azalması sırasıyla baş dönmesi, yorgunluk, bilinç kaybı, solunum ve kalp atışı durmasına sebep olabilmektedir. Boğulma durumunda kazazedenin temiz havaya çıkarılması, ağzı ve burnunun su ile çalkalanması gerekmektedir. Solunum zayıflığı durumunda suni teneffüs yapılmalıdır. Daha sonra kişi gözlem altına tutulmalı ve kusmasının engellenmesi gerekmektedir. Kusması halinde başı alçak bir şekilde tutulmalı ve talimatlarla birlikte en yakın sağlık kuruluşuna gidilmelidir. Göze veya cilde temas durumunda bol su ile yıkanmalı soğuk yanığı durumunda derhal sağlık kuruluşuna gidilmelidir (Lukoil, 2018).

CNG çok kolay alevlenebilen ve ısıtıldığında patlayabilecek basınçlı gaz içeren bir tehlikeli maddedir. CNG bu özellikleri neticesinde yangınlara sebep olabilmektedir. Olası bir CNG yangın durumunda alan tahliye edilmeli yangına müdahale eden personel dışındakiler alandan uzaklaştırılmalıdır. Yangına müdahale edecek personel koruyucu ekipman kullanılmalıdır. Yangın alanı izole edilmelidir. Yangın söndürmede uygun olmayan söndürücüler kullanılmamalıdır. Uygun olan söndürücüler: su spreyi, kuru kimyasallar ve karbon dioksit ‘dir. İmkan var ise ilk olarak gaz kaçağı durdurulmalıdır ve akış kesilmelidir. Akışın kesilmesi durumunda yangının kontrollü bir şekilde yanıp bitmesi beklenmelidir. Eğer gaz kaçağı önlenemiyor ise yanmaya izin verilmelidir. Kaçak olasılığı bulunan ortamlardan tutuşturucu maddelerin uzak tutulması gerekmektedir. Alana yakın basınçlı gaz tüpleri kaldırılmalıdır. Yangın sebebiyle ortamın ısısının artmasına bağlı olarak tüplerdeki basınç artarak patlamaya yol açabilmektedir. Bu durumun yaşanmaması için yangına mazur kalan tüpler soğutulmalıdır. Yangın söndürüldüğü halde gaz akışı devam etmesi durumunda patlama riski oluşmaması için alanın iyice havalandırılması gerekmektedir. Yangından geriye kalan atıklar ulusal yönetmeliğe uygun bir şekilde bertaraf edilmelidir (Naturelgaz, 2013).

CNG kazası meydana geldiğinde ilk olarak olay mahalinin boşaltılması gerekmektedir. Daha sonra olaya müdahale edecek personel koruyucu giysi ve solunum maskesi takmalıdır. Olayın olumsuz etkilerinin yayılmasını önlemek adına detandör veya tesisattaki vanalar kapatılarak gaz çıkışı kesilmeye çalışılmalı ve olay kapalı alanda gerçekleşti ise mekan iyi bir şekilde havalandırılmalıdır. Ortamdan kıvılcım ve tutuşmaya sebep olabilecek her türlü madde (sigara, statik elektrik kaynağı) uzaklaştırılmalı ve gaz çıkışı olan bölgeye motorlu araç girişi yasaklanmalıdır. Gaz çıkışı soğuk ve yüksek basınçlı olacağından sadece uzman personel tarafından müdahale edilmelidir (Lukoil, 2018).

CNG elleçlenmesi ve depolanması esnasında cilt, deri ve gözlerle temastan kaçınılmalı bu sebeple işlemi yapacak personel uygun gözlük ve koruyucu kıyafet giymelidir. İşlemler sırasında sigara içilmemeli ve her türlü kıvılcım kaynağından uzak olunduğuna emin olunmalıdır. CNG özelliğine uygun yapılmış tüplere doldurulmalıdır. Gaz kullanımının gerekli olmadığı durumlarda valfler ve dolum ağızları kapalı tutulmalıdır. Tüpler, depolar ve uygulama sahasının tamamı tehlikeli durumlar için uyarı levhaları bulundurulmalıdır. Boş tüplerde bir miktar CNG kalabilme olasılığı sebebiyle uyarı levhaları tüplerin üzerinden çıkarılmamalıdır ve tüplere kesme, kaynak vb. işlemler uygulanmamalıdır. Bu tüplerin üzerine “boş” yazılı levha takılarak depoya götürülmelidir. Dolu ve boş tüpler ayrı olarak depolanmalıdır. Hasarlı tüpler ilgili işletmeye bildirilmelidir. Tüpler nakledilirken vanaları tam kapalı ve kapakları kapalı olmalıdır. Nakil işlemi sırasında tüplerin yan yatmamalı, düşmemeli, birbirine değmemeli ve bir araç üzerinde bağlı şekilde taşınmalıdır. Türler kapak veya ventilinden tutularak taşınmamalıdır. Kullanım sahasına ulaştırılan tüplerin üzerindeki etiket kontrol edilerek doğru ürünün kullanıldığına emin olunmalıdır. Sabun köpüğü veya solüsyon ile kaçak olup olmadığı kontrol edilmelidir. Tüplerin depolandığı alan -40 derecenin altında ve 45 derecenin üzerinde olmamalıdır. Ayrıca tüplerin bulunduğu alan yeterince havalandırılmalıdır. Tüp depoları hafif tavanlı olmalı ve yanmaya karşı dayanıklı malzemeden yapılmalıdır. Tesisler ve tüp depoların konumu yasal düzenlemelere uygun noktalarda olmalıdır. CNG tüpleri sürücü bölgesinden ayrılmış ve kapaklı olarak taşınmalıdır. Tüplerin devrilmesinin ve çarpmaya maruz kalmasının önüne geçilmelidir.

Ayrıca tüpler araç veya konteyner üzerine istiflenirken ters dönmeyecek ve düşmeyecek şekilde konumlandırılmalıdır. (Lukoil, 2018; Naturelgaz, 2013; HABAŞ, 2019).



Şekil 2.13. Kaza Sonucu Devrilmiş CNG Yüklü Çekici

Kaynak: <https://www.haberturk.com/yerel-haberler/14976506-muglada-sikistirilmis-dogalgaz-tupu-yuklu-tir-devrildi>, Erişim Tarihi 01/03/2021.

Şekil 2.13’da CNG dolu tüpleri taşıyan çekicinin ön lastiğinin patlaması sonucu bariyere çarparak devrildiği bir kaza gösterilmektedir. Çekicide 110 adet CNG doldurulmuş tüpün devrildiği ve bazı tüplerin gaz kaçırdığı bilinmektedir. Haberde kazanın olumsuz etkisinin yayılmasını engellemek adına olay yerinin trafiğe kapatıldığı ve tüplerdeki gazın kontrollü bir şekilde boşaltıldığı belirtilmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK YÖNETİMİ: SIKIŞTIRILMIŞ DOĞALGAZ (CNG) ÖRNEĞİ

3.1. Araştırmanın Amacı, Önemi ve Kısıtlılıkları

Araştırmanın Amacı

Lojistik faaliyetler esnasında gerçekleşebilecek tehlikeli madde salınımları, genel halkı, müdahale personellerini ve çevreyi belirgin tehlikelerle karşı karşıya getirmektedir. Bu çalışmanın amacı bir tehlikeli madde olan sıkıştırılmış doğalgaz (CNG) lojistiğinin etki alanındaki tüm tarafları, CNG risk faktörleri hakkında bilgi sahibi yaparak, korumaya çalışmaktır. Başka bir ifade ile çalışmanın amacı, tehlikeli madde lojistiği; sıkıştırılmış doğalgaz örneğinde risk faktörlerini ve bu faktörlerin önem derecelerini tespit etmek ve etkin bir lojistik risk değerlendirmesi ve yönetiminin yapılabilmesi için kriterler ortaya koymaktır. Kriterlerin belirlenmesi sayesinde okuyucunun; tehlikeli madde lojistiği ile birlikte CNG lojistiği esnasında ortaya çıkabilecek tehlikeli olayların sonuç dağılımlarını değerlendirmek için nicel bir risk değerlendirme yapabilmesi, çalışmanın başka bir amacını oluşturmaktadır. Diğer yandan okuyucunun risk yönetimi için nicel risk değerlendirmesinin riski önlemede ve riske müdahale etmedeki etkisinin ne olduğu, nicel risk değerlendirmesinin önemli yönlerini ve bu tür yöntemlerin pratik açıdan bir soruna nasıl uygulanabileceğini anlaması amaçlanmaktadır. Böylece risk derecesinin yüksek olduğu belirlenen faaliyetler için iptal kararı alınması, sürecin iyileştirilmesi, potansiyel tehlikelerin önüne geçilmesi, olası kazalarda meydana gelebilecek zararların azaltılmasına yönelik ek tedbirlerin alınması, meydana gelen kazalardan sonra müdahalenin iyileştirilmesi, tehlikenin boyutu ve kapsamı hakkında hem CNG lojistiği yapan firmaların hem de halkın bilinçlendirilmesi araştırmanın temel amacını ortaya koymaktadır.

Bu araştırmaya başlarken ilgili alan yazın titizlikle taranmış ve dökme CNG ile ilgili çok az çalışmaya rastlanmıştır. Alanda yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu OTO CNG ile ilgili olup konu içerikleri ise CNG'nin otomotivde yakıt olarak kullanılması, maliyet ve çevresel avantajları, risk yönetimi ile sınırlı kalmıştır. Dökme

CNG, Oto CNG ile benzer risk faktörleri barındırmakla birlikte tamamen aynı değildir. Dökme CNG farklı risk faktörleri içermektedir. Bu doğrultuda alan yazındaki boşluğu doldurmak ve okuyuculara fayda sağlamak amacı ile bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın Önemi

Tehlikeli bir madde olan CNG otomotivde yakıt ya da dökme olarak (üretim, pişirme, ısıtma) kullanılmaktadır. Dünya çapında CNG yoğun olarak araçlarda yakıt şeklinde tüketilmekte iken Türkiye’ de ise daha yoğun miktarlarda dökme CNG olarak kullanılmaktadır.

Sıkıştırılmış doğalgaz patlayıcı, alevlenebilir ve aşırı derecede yanıcı bir madde olması sebebiyle tehlikeli madde kapsamına girmektedir. Dünyada her geçen gün artan tehlikeli madde kullanımının bu maddelerin lojistik faaliyetlerinin kapsamının genişlemesine sebep olmuş ve bunun beklenen bir sonucu olarak bu maddenin barındırdığı riskten etkilenebilecek taraflar artmıştır. İnsanlara, çevreye, mülke karşı potansiyel zararları sebebiyle sıkıştırılmış doğalgazın lojistik operasyonu (depolama, taşıma, elleçleme, uygun tesis yeri seçimi vb.) oldukça bilgi, dikkat ve eğitim gerektiren önemli bir konudur. Risk yönetiminin etkin bir şekilde yapılabilmesi için riskin gerçekleşmesine sebep olabilecek her türlü olayın, durumun veya etkenin (risk faktörü) önceden belirlenmesi tehlikeli madde lojistiğinden etkilenecek tüm taraflar için önem arz etmektedir. Genel olarak tehlikeli maddelerin lojistik işlemleri tüm paydaşlar (gönderen, paketleyen, yükleyen, dolduran, taşıyan, alıcı, boşaltan) için tehlikeli maddenin salıverilmesi ve bunlarla ilgili riskler sebebiyle tehlike içermektedir. Tehlikeli maddelerin dökülmesi- salınması vb. olaylar ciddi çevresel hasarlar ve tüm paydaşlar için sağlık sorunlarına yol açarken aynı zamanda sorumlu kurum- kuruluşlar için önemli ekonomik kayıplara (hukuki mücadeleler, mal kayıpları) da sebep olabilmektedir. Bu durum doğrultusunda riskin değerlendirilmesi ve azaltılması tüm tarafların faydasına olacaktır. Risk faktörlerinin ve risk faktörlerinin önem derecelerinin belirlenmesi işletmeler açısından riskleri azaltma ve tehlikeli olayları engelleme faydasının yanı sıra devletler için de ekonomik büyüme, toplum sağlığını güvence altına alma ve sürdürülebilir kalkınma faydalarını sağlamaktadır.

Tehlikeli maddelerin risk faktörleri hakkında bilgi sahibi olmak tehlikeli madde lojistiğinde doğru bir risk politikası oluşturma noktasında oldukça önemlidir. Böyle bir risk politikasının varlığı sayesinde işletmeler tehlikeleri tespit ederek büyük kayıplara yol açmadan, zamanında müdahale avantajına sahip olabileceklerdir. Ayrıca risk faktörlerinin açık bir şekilde belirlenmesi bu faktörler ile ilgili açık bir şekilde iletişim kurmayı da mümkün kılacaktır.

Araştırmanın Kısıtları

Araştırma için gerekli bilgilerin toplanması amacı ile yapılan görüşmelerin bazıları yüz yüze yapılırken bazılarının Covid 19 pandemisi sebebi ile uzaktan yapılması, katılımcıların iş yoğunluğu sebebiyle genellikle müsait olamamaları gibi nedenler veri toplanma sürecinin uzamasına sebep olmuştur. Ayrıca bazı katılımcılara AHP anketinin puanlama (uygulama) mantığının uzaktan (çevrimiçi) anlatılmasında güçlük çekilmiştir. AHP anketinin puanlama mantığının katılımcıya yüz yüze daha kolay anlatılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada katılımcı çeşitliliği sadece CNG lojistiğinde görev alan 12 uzmanın görüşleri ile sınırlı olduğundan sonuçların sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde görev alan tüm personellerin risk değerlendirme görüşlerini kapsamaması araştırmanın bir diğer kısıtını oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra yerli ve yabancı yazında dökme CNG ile ilgili yeterli çalışmanın bulunmaması bu araştırmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır.

3.2. Geçerlik ve Güvenilirlik

Bilimsel bir araştırmanın değeri, araştırmacının elde ettiği bulguların inanılabilirliği ile yakından ilişkilidir. Guba ve Lincoln (1985) nitel araştırmalarda geçerlik güvenilirliğin sağlanabilmesi için inandırıcılığın olması gerektiğini vurgulamışlar ve bu konuda bazı kriterler belirlemişlerdir. Bu bağlamda araştırmanın geçerlik ve güvenilirliği Guba ve Lincoln (1985), tarafından geliştirilen ve nitel çalışmalarda sıklıkla temel alınan kriterlere göre oluşturulmuştur. Bu doğrultuda kriterler: İnandırıcılık, aktarılabilirlik, güvenilebilirlik ve onaylanabilirlik, uzman incelemesi ve katılımcı teyidi ile sağlanmaktadır. İnandırıcılık çerçevesinde; uzun süreli etkileşim, katılımcı doğrulaması, uzman incelemesi ve araştırmacı duruşu gibi stratejiler benimsenmektedir (Lincoln ve Guba, 1985; Meriam, 2013; Patton, 2014). Bu doğrultuda çalışmada kullanılan araştırma

modelinin yanı sıra, görüşme formunun oluşturulması, geliştirilmesi ve elde edilen verilerin analizi sürecinde alanda bu tür bilimsel çalışmalarda uzman olan kişilerin görüşlerine başvurulmuştur. Araştırmanın geçerli ve güvenilir olması için aynı zamanda güvenilebilirlik kriterinin bir yöntemi olan üçgenleme/çeşitleme ve aktarılabirlik kriterinin bir yöntemi olan amaçlı örneklem yönteminden faydalanılmıştır. Amaçlı örneklem; araştırmacıların, araştırma için en uygun niteliklere sahip örnekleme seçmesi olarak bilinmektedir. Üçgenleme tekniği ise elde edilen bulgular ve yorumların çaprazlama şekilde kontrol edilmesi amacıyla farklı yöntemlerin, veri kaynaklarının, araştırmacıların ve bakış açılarının birlikte kullanılması olarak kabul edilmektedir. Nitel araştırmalarda üçgenleme tekniği “veri kaynaklı üçgenleme, araştırmacı üçgenleme, teori üçgenleme ve yöntem üçgenlemesi” olarak 4 farklı biçimde yapılabilmektedir (Denzin, 1978). Teori üçgenleme; diğer araştırmacılar ya da basılı alanyazın kullanılarak çeşitli görüşlerin elde edilmesi ile sağlanabilmektedir. Yöntem üçgenleme; pek çok veri toplama yönteminin kullanımı ile (ör: görüşmeler, gözlemler ve doküman incelemesi gibi) gerçekleştirilmektedir (Houser, 2015; Streubert ve Carpenter, 2011). Bu çalışmada basılı literatür ve uzman görüşleri değerlendirilerek teori ve yöntem üçgenleme tekniklerinden yararlanılmıştır.

3.3. Araştırmanın Örnekleme ve Veri Toplama Yöntemleri

Araştırmanın örnekleminin oluşturulmasında amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme tekniğinden yararlanılmıştır. Bu teknikte amaç araştırmanın katılımcılarının, araştırma konusu ile ilgisi ve bilgisi olan kişilerden oluşturulmasıdır (Patton, 2002). Tehlikeli bir madde olan sıkıştırılmış doğalgaz lojistik faaliyetleri esnasında can, mal ve mülk için potansiyel riskler barındırmaktadır. Bu önemli konu ile ilgili alanyazında yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu sebeple CNG lojistiğinde risk faktörlerinin ve risk faktörlerinin önem derecelerinin anlaşılması için bu sektörde istihdam edilen personellerden elde edilecek bilgiler kritik önem arz etmektedir ve bu durum araştırmanın örneklem alma stratejisini belirlemiştir. Bu kapsamda çalışmanın temel veri kaynağını sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde (dökme/taşımali CNG) rol alan temsilciler/uzmanlar oluşturmaktadır. Araştırmanın başlarında Covid 19 vakalarının ciddi boyutlara henüz ulaşmaması sebebiyle uzmanların bazıları ile yüz yüze görüşme fırsatı bulunmuştur. Vakaların yükselmesinin ardından bazı uzmanlar ile de görüşmeler

telefon, e- mail ve whatsapp olmak üzere üç iletişim aracı ile kullanılarak uzaktan gerçekleştirilmiştir. Araştırmamızda yarı yapılandırılmış mülakat görüşmesi ve anket olmak üzere iki veri toplama tekniği kullanılmıştır. Öncelikle katılımcılara; araştırmanın amacı, içeriği ve yönteminden bahsedilmiştir. Ardından bu anketin ve mülakatın bilimsel bir araştırma için hazırlandığı, kişisel bilgilerin saklı tutulacağı, değerlendirmelerini yaparken sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde etkin bir risk yönetiminin sağlanması için gerekli ve önemli olan risk faktörlerini dikkate almaları gerektiği hakkında bilgiler verilmiş ve katılımcıların gönüllüğünü gösteren imzalı belgeler katılımcılardan alınmıştır. Ayrıca anket formu ile ilgili olarak tabloda yer alan satırların her birinde iki uça yer alan ifadeleri önem derecesine göre karşılaştırmaları ve katılımcıya göre hangisi daha önemli ise o taraftaki puanlama çizelgesinden tercihlerine uygun rakamı işaretlemeleri, puanların ne anlama geldiği, boş satır bırakmamaları gibi gerekli bilgiler de verilmiştir. Katılımcılarla birlikte kararlaştırılan gün ve saatte görüşmeler yapılmaya çalışılmış fakat katılımcıların çalışma saatlerinin esnekliği ve iş yoğunlukları sebebiyle görüşmeler belirlenen süreden daha uzun bir sürede tamamlanmıştır. Araştırmaya dâhil edilen 12 katılımcının betimleyici özellikleri ise tablo 3.1.' de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

	CİNSİYET	YAŞ	EĞİTİM	FİRMADAKİ UNVAN	CNG FİRMASINDA TECRÜBESİ
Görüşme 1	ERKEK	27	Lisans	Lojistik Operasyon Sorumlusu	1 Yıl
Görüşme 2	ERKEK	28	Lisans	Lojistik Operasyon Sorumlusu	3 Yıl
Görüşme 3	ERKEK	34	Lisans	Tesis Müdürü	8 yıl
Görüşme 4	ERKEK	44	Lise	Lojistik Yöneticisi	15 yıl
Görüşme 5	ERKEK	36	Ön Lisans	Lojistik Operasyon Sorumlusu	1,5 Yıl
Görüşme 6	ERKEK	34	Lisans	Lojistik Operasyon Sorumlusu	2,5 Yıl
Görüşme 7	ERKEK	39	Lise	Lojistik Operasyon Sorumlusu	14 Yıl

Görüşme 8	ERKEK	25	Lisans	Lojistik Operasyon Sorumlusu	1 Yıl
Görüşme 9	ERKEK	24	Ön Lisans	Lojistik Operasyon Sorumlusu	1 yıl
Görüşme 10	ERKEK	34	Lisans	Lojistik Operasyon Sorumlusu	5 Yıl
Görüşme 11	ERKEK	31	Lisans	Planlama Mühendisi	3,5 Yıl
Görüşme 12	ERKEK	38	Lise	Lojistik Operasyon Sorumlusu	8 Yıl

Araştırmaya katılan uzmanlardan tamamı erkek olmak üzere; 1 tanesi tesis müdürü, 1 tanesi lojistik yöneticisi, 1 tanesi planlama mühendisi, 9 tanesi ise lojistik operasyon sorumlusu olarak çalışmaktadır. Uzmanların taşımaları CNG sektöründe görev süreleri ise, 1 – 15 yıl aralığındadır.

Alan yazın ve uzman görüşleri değerlendirilerek teori ve yöntem üçgenleme tekniklerinden yararlanılan bu çalışmada hem nicel hem de nitel veri toplanmıştır. Dolayısıyla araştırmanın veri toplama yöntemi farklı zamanlarda gerçekleştirilen iki ayrı aşamadan oluşmaktadır. Geniş çaplı veya alternatif bakış açılarına imkân vermesi, araştırmaya katılanları destekleyici olması ve çalışılan olguyu daha iyi anlamayı sağlama bakımından fayda yaratması açısından veri toplama şekli bu tasarımda kurgulanmıştır.

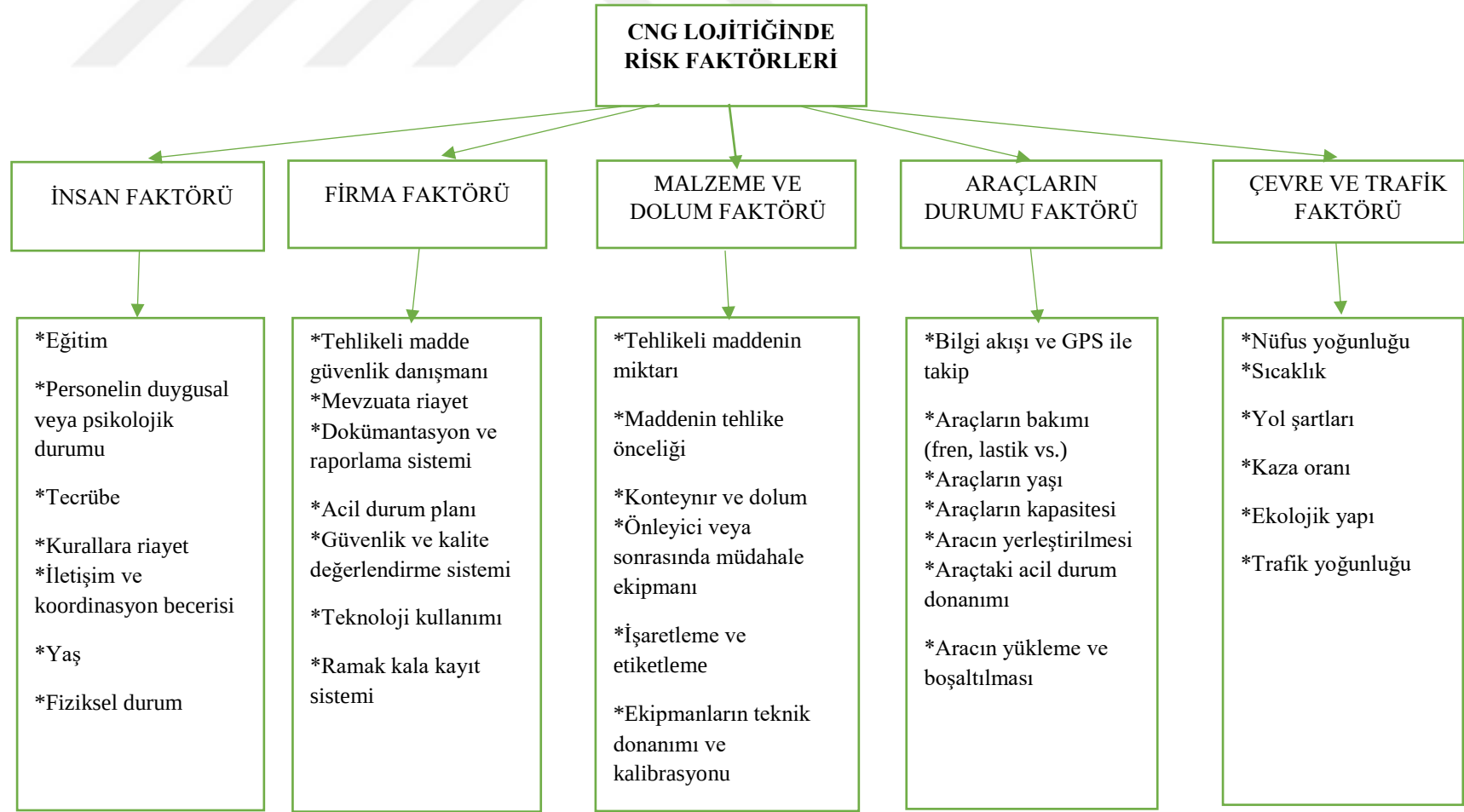
İlk olarak araştırmada gerekli olan verilerin elde edilmesi için nitel araştırma yöntemlerinden mülakat tekniğinin kullanılarak bir pilot çalışması yapılmıştır. Bu doğrultuda ilgili alan yazın titizlikle taranmış ve araştırmanın amacına hizmet edeceği düşünüldüğü için Özkan ve Bali'nin (2014), yaptıkları çalışmada geliştirmiş oldukları tehlikeli madde taşımacılığında risk değerlendirme endeksinden ve uzman görüşlerinden yararlanılarak mülakat soru formu hazırlanmıştır. Mülakat formu 6 sorudan oluşmaktadır. Bu soruların 5 tanesi (her ana risk faktörleri alt faktörleri ile birlikte bir soruya denk gelecek şekilde) “Sizce tehlikeli madde lojistiğinde sıkıştırılmış doğalgaz açısından risk değerlendirilmesi yapılırken hangi faktörleri önemli görüyorsunuz, neden? CNG lojistiği ile ilgili eklemek veya çıkarmak istediğiniz risk faktörleri var mıdır? Var ise bunlar nelerdir?” soruları yöneltilmiştir. 6. ve son soruda ise katılımcılara “Tehlikeli madde lojistiğinde ve bunun içinde de CNG lojistiğinde risk faktörlerinin önceden belirlenip

değerlendirilmesinin risk yönetimi açısından önemi nedir?” sorusu yöneltilmiştir. Mülakat tekniği olarak yarı yapılandırılmış mülakat tekniği kullanılmıştır. Katılımcıların mülakatı tamamlamasının ardından elde edilen veriler MAXQDA 2020 paket programı ile analiz edilmiş ve buradan elde edilen veriler ile CNG risk faktörleri belirlenmiştir. 5 ana ve toplamda 33 alt risk faktörü elde edilmiştir. Bu yöntem ile araştırmamızın pilot çalışması tamamlanmıştır. Katılımcılardan ilk olarak mülakat tekniği ile veri toplanarak konu üzerine odaklanmaları sağlanmış ve bu sayede ankette verecekleri cevapların gerçeği daha iyi yansıtacağı düşünülmüştür. Bu kapsamda anket verilerinin kalitesinin artacağı varsayılmıştır. İkinci aşama ise, belirlenen kriterlerin ve alt kriterlerin CNG lojistiği risk yönetimi sürecindeki göreceli önem derecesinin hesaplanmasından oluşmaktadır. Değerlendirme kriterlerinin risk yönetimi sürecindeki göreceli önem derecesinin hesaplanması amacıyla kriterlerin ve alt kriterlerin ikili karşılaştırmasından oluşan bir anket formu hazırlanmıştır. Anket formu toplam yedi bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm ana kriterlerin (yani insan, firma, malzeme ve dolum, araçların durumu, çevre ve trafik) kendi aralarındaki ikili karşılaştırmalarından oluşmaktadır. Devam eden beş bölümde her bir kritere ilişkin alt kriterler kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Son bölüm ise katılımcılara ilişkin demografik bilgileri içermektedir. Anket formu toplam 103 ikili karşılaştırma ve 4 demografik sorudan oluşmaktadır. Hazırlanan anket formu (aynı katılımcılar ile farklı bir zaman diliminde tekrar iletişime geçilmiştir) e- mail yolu ile katılımcılara ulaştırılmış ve anketi doldurmaları istenmiştir. Katılımcılar ise tamamladıkları anket formlarını tekrar e-mail yolu ile araştırmacıya ulaştırmışlardır. Süreç sonunda elde edilen veriler AHP tekniğinden yararlanılarak analiz edilmiştir.

3.4. Araştırmada Kullanılan Ölçek

İki aşamadan oluşan çalışmanın ilk aşamasında pilot çalışması yapılmıştır. Pilot çalışma için veri toplama yöntemi olarak mülakat tekniği seçilmiş ve mülakat soru formunun oluşturulması için ilgili alan yazın titizlikle taranmıştır. Detaylı literatür incelemelerinin ardından araştırmamızın amacına uygunluğu sebebiyle Bali ve Göztepe’ nin (2014) geliştirdiği TEHMAT (Tehlikeli Madde Taşımacılığı) Risk Değerlendirme Endeksinden yararlanılmıştır.

3.5. Araştırmanın Modeli



3.6. Araştırmada Kullanılan Karar Verme ve Analiz Yöntemleri

3.6.1. MAXQDA ile İçerik Analizi

Sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde risk faktörlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışmada ön çalışma olarak nitel araştırma yöntemlerinden mülakat tekniği kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Analizin yapılmasında MAXQDA 2020 paket programından faydalanılmıştır.

İçerik analizi; metinlerden teorik sonuçlar çıkarılması amacıyla oluşturulan bir araştırma yöntemidir. (Cohen, Manion ve Marrison, 2007). İçerik analizi, önceden görülmeyen temaların ve boyutların ortaya çıkarılması sürecidir. İçerik analizi sayesinde veriler incelenerek birbirine benzer yanları olanlar bir tema çerçevesi altında birleştirilmekte ve daha sonra bu veriler okuyucuların anlayabileceği şekilde düzenlenerek yorumlanmaktadır (Kahyalıoğlu, 2016: 50).

1989 yılında piyasaya çıkarılan MAXQDA, gömülü teori, fenomenoloji, etnografi, odak grup, içerik analizi, vaka çalışmaları gibi birçok nitel veriyi analiz etmeyi kolaylaştıran bir nitel veri analizi programıdır. Bu program araştırmacılara verileri kodlama, analiz etme ve sonuçları görselleştirme imkanı sunmaktadır. Bu yazılım sayesinde araştırmacılar yazılı dokümanlar haricinde görüntü, ses kayıtları hatta Twitter ve Survey Monkey üzerinden veri aktarımını bile mümkün kılmaktadır.

MAXQDA araştırmacılara onlarca veri arasından araştırma sorularına cevap verecek veriyi kolayca ayırt edebilme ve veriyi kapsamlı ve derinlemesine inceleme olanağı sunmaktadır. MAXQDA ile veri analizi süreci; verilerin kodlanması, temaların bulunması, verilerin kodlara ve temalara göre düzenlenmesi ve tanımlanması ile bulguların yorumlanması olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır (Denzin ve Lincoln, 2005; Miles ve Huberman, 1994). Bu programda ilk olarak araştırma kapsamında elde edilen veriler “belge sistemi” yazan kısma aktarılmaktadır. Ardından verileri keşfetme süreci başlamaktadır. Bu süreç verilerin titizlikle incelenip çözümlenmesi faaliyetini kapsamaktadır. Ardından çözümlenen veriler kodlanmaktadır. Kodlama işlemi yapılırken birbirine benzer olan veriler temalar altında birleştirilmekte ve daha sonra bu temalar kategorileştirilmektedir. MAXQDA’da son adım ise analiz edilen verilerin

görselleştirilmesidir. Bu yöntem araştırmacıya çeşitli görsel yöntemler ile sonuçların dışarı aktarılmasını sağlamaktadır.

3.6.2. AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi)

Araştırmanın ikinci aşamasında pilot çalışması sonucu elde edilen veriler ile AHP anket formu hazırlanmış ve bu yöntem ile risk faktörlerinin önem derecelerinin belirlenmesi sağlanmıştır.

AHP, karar verme süreçlerine destek olması amacıyla Saaty tarafından 1970’li yıllarda geliştirilen ve 1980 yılında detaylarıyla açıklanan çok kriterli bir karar verme tekniğidir. Bu yöntem uzman görüşleri ve birçok değerlendirme kriterinin birlikte ele alınmasını mümkün kılmaktadır.

AHP yöntemi altı aşamada özetlenebilmektedir. İlk aşamada karmaşık bir karar problemi hiyerarşik bir yapıda düzenlenmektedir. Başka bir deyişle araştırmanın amacı, kriterleri, alt kriterleri ve (eğer varsa) alternatifler arasındaki bağlantıyı gösteren hiyerarşik yapının ortaya çıkarılması AHP sürecinin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Bu yapı ile problemin doğru bir şekilde yapılandırılması kolaylaşmaktadır (Nart, Güner ve Nart, 2017: 382-383).

İkinci aşamada kriterler ve alt kriterler kendi aralarında ikili karşılaştırmaya tabi tutulmaktadır. AHP tekniği ile ikili karşılaştırmalar yapılırken Tablo 3.2.’de gösterilen 9 seviyeli bir ölçek kullanılmaktadır. Karar vericiler ya da uzmanlar tarafından yapılan bu karşılaştırmalar ile uzman görüşleri karar sürecine dahil edilmiş olmaktadır (Saaty, 1994; Bhutta ve Huq, 2002).

Tablo 3.2. AHP Karşılaştırma Ölçütü

Tanım	Önem Skala Değeri
Eşit önemli	1
Biraz önemli	3
Kuvvetli derecede önemli	5
Çok kuvvetli derecede önemli	7
Kesin önemli	9
Ara değerler	2,4,6,8

Üçüncü aşamada uzmanlar tarafından karşılaştırılması yapılan kriter ve alt kriterlerin sonuçları kullanılarak karşılaştırma matrisi ortaya çıkarılmaktadır. Bu adımda kriter sayısı n olan ikili karşılaştırmanın sonucu olarak $n \times n$ boyutlu bir karşılaştırma matrisi (A) elde edilmektedir. a_{ij} , i satır sayısını ve j sütun sayısını göstermek üzere, i . kriter ile j . kriterin karşılaştırma değerini ifade etmektedir. Aşağıda örnek bir karşılaştırma matrisi gösterilmektedir (Nart ve diğerleri, 2017: 382-383).

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Dördüncü aşamada, karşılaştırma matrisi normalize edilmektedir. Normalize edilen karşılaştırma matrisinin (B) oluşturulabilmesi için, A matrisinin her bir elemanının, sütun toplamına bölünmesi gerekmektedir. bu işlemin yapılabilmesi için aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Nart ve diğerleri, 2017: 382-383).

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, \quad i=1,2,\dots,n; \quad j=1,2,\dots,n$$

Beşinci aşamada, B matrisinin her bir satırının ortalaması alınarak kriter ağırlıkları (w) belirlenmektedir. Bunun için aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Nart ve diğerleri, 2017: 382-383).

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n}, \quad i=1,2,\dots,n; \quad j=1,2,\dots,n$$

Altıncı ve son aşamada ise, elde edilen sonuçların tutarlı olup olmadığı ölçülmektedir. Bu yöntemde elde edilen çıktıların kalitesi ile yapılan karşılaştırmaların tutarlılığı arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır (Özkan ve Bali, 2014). Nihayetinde elde edilen kriter ağırlıkları karar vericilerin nesnel yargılarını barındırmaktadır. Dolayısıyla bu nesnel yargıların güvenilir olup olmadıklarının ölçülmesi gerekmektedir. Sonuçların tutarlılığı için aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Nart ve diğerleri, 2017: 382-383).

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Bu formülde *CR* tutarlılık oranını, *CI* tutarlılık indeksini, *RI* ise rassal indeksi göstermektedir (Bhutta ve Huq, 2002). Tutarlılık indeksi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

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

$\lambda_{\max}$ en yüksek öz değeri, n ise kriter sayısını göstermektedir. Öte yandan *RI* ise kriter sayısına bağlı olarak değişmektedir. Aşağıdaki tablo 3.4.' te *RI* değerleri gösterilmektedir (Saaty, 1980).

Tablo 3.3. Karşılaştırma Matrislerinin Boyutlarına Göre *RI* Değerleri

Kriter Sayısı (<i>n</i>)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rassal İndeks (<i>RI</i>)	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Genel kabul görmüş bir kural olarak, *CR* değeri 0,1'den (yani %10) küçük eşitse sonuçların tutarlılığı kabul edilebilir bir seviyede demektir. *CR* değerinin daha büyük çıkması durumunda ise uzman görüşlerinin tutarlı olmadığı, dolayısıyla da çıktılarının güvenilir olmadığı kabul edilmektedir (Bali ve Özkan, 2014: 673).

3.7. Analiz ve Bulgular

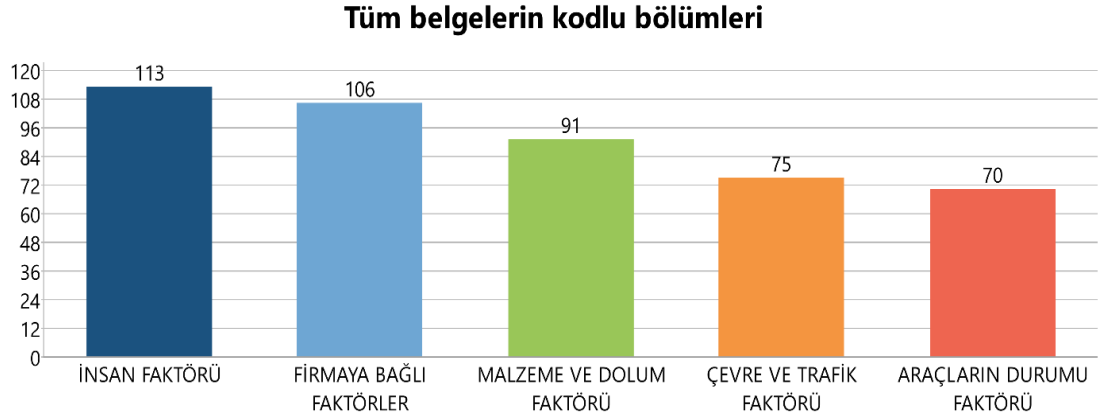
3.7.1. Pilot Çalışması

Araştırmanın uygulaması iki aşamada gerçekleşmiştir. Birinci aşamada, CNG lojistiğinde risk yönetiminin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için gerekli olan ana ve alt risk faktörlerinin ortaya çıkarılması amacıyla bir pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla *araştırmada kullanılan ölçekler* kısmında bahsedildiği üzere Bali ve Göztepe (2014), tarafından geliştirilen bir risk değerlendirme indeksi kullanılarak mülakat soru formu hazırlanmış ve görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Ardından pilot çalışması kapsamında yapılan tüm görüşmeler analiz edilmek üzere MAXQDA 2020 programına aktarılmıştır. Araştırmanın kodlama aşamasında belirlenen temalar, MAXQDA programına kodlanmış, ardından elde edilen veriler cümleler halinde ilişkili oldukları tema ve kodlara aktararak analizler gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan ana temalar ve alt temalar tablo 3.5.' te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Analiz Kapsamındaki Tema ve Kodlar

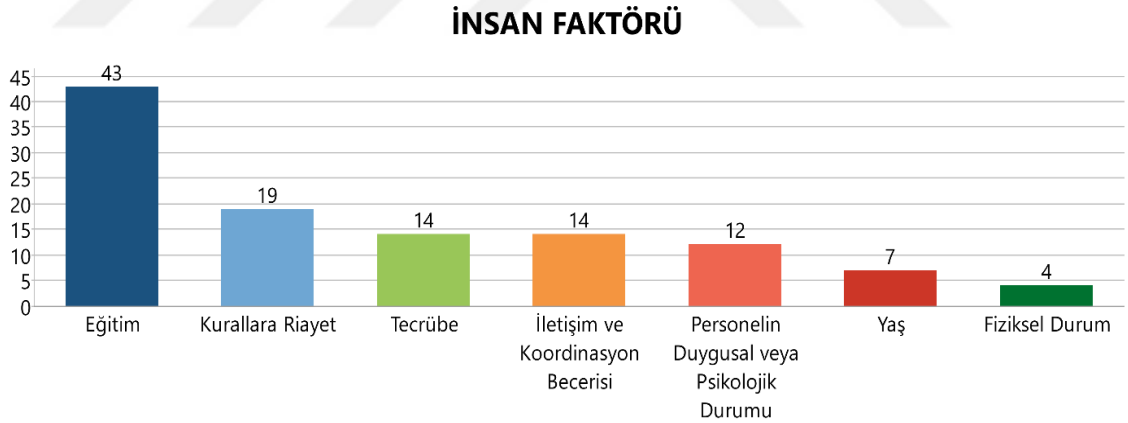
Temalar	Kodlar
İnsan Faktörü	Eğitim
	Personelin duygusal veya psikolojik durumu
	Tecrübe
	Kurallara riayet
	İletişim ve koordinasyon becerisi
	Yaş
	Fiziksel durum
Firma Faktörü	Tehlikeli madde güvenlik danışmanı
	Mevzuata riayet
	Dokümantasyon ve raporlama sistemi
	Acil durum planı
	Güvenlik ve kalite değerlendirme sistemi
	Teknoloji kullanımı
	Ramak kaza kayıt sistemi
Malzeme ve Dolum	Tehlikeli maddenin miktarı
	Maddenin tehlike önceliği
	Konteyner ve dolum
	Önleyici veya sonrasında müdahale ekipmanı
	İşaretleme ve etiketleme
	Ekipmanların teknik donanımı ve kalibrasyonu
Araçların Durumu	Bilgi akışı ve GPS ile takip
	Araçların bakımı
	Araçların yaşı
	Araçların kapasitesi
	Araçın yerleştirilmesi
	Araçtaki acil durum donanımı
	Araçın yükleme ve boşaltılması
	Nüfus yoğunluğu
Çevre ve Trafik	Sıcaklık
	Yol şartları
	Kaza oranı
	Ekolojik yapı
	Trafik yoğunluğu

Araştırma kapsamında elde edilen bulguların kodlanması, temalar ve kategoriler altında bütünleştirilmesi sonucunda sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde 5 ana ve 33 alt risk faktörleri ortaya çıkarılmıştır. Sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde ana risk faktörleri *temalar* olarak alt risk faktörleri ise *kodlar* olarak yukarıda bulunan tablo 3.5.'te açıkça gösterilmiştir. Verilerin MAXQDA da analizi ile belirlenen risk faktörlerinin sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde etki dereceleri ortaya çıkarılmıştır. Ana risk faktörlerinin frekans değerleri şekil 3.1.' deki gibidir.



Şekil 3.1. Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde Risk Faktörlerine Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği

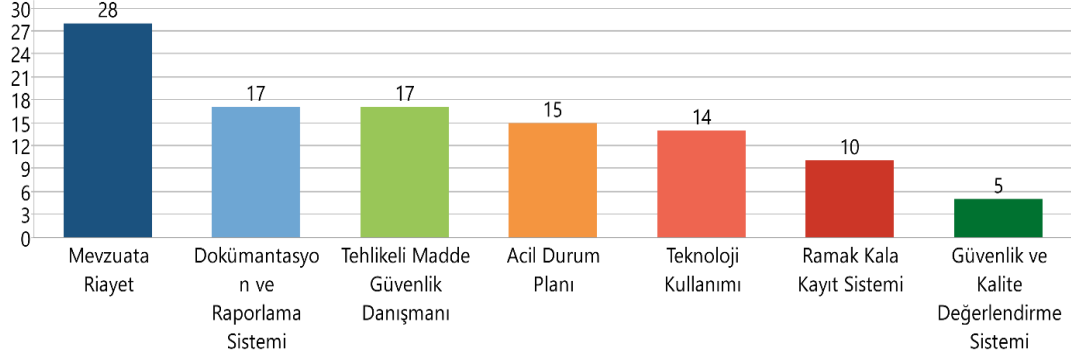
Şekil 3.1.’de görüldüğü üzere katılımcılar tarafından CNG lojistiğinde ana risk faktörleri için üretilen görüşlere yönelik 5 kod şekillenmiş ve bunlar “CNG lojistiğinde risk faktörleri” kategorisini oluşturmuştur. Katılımcılar tarafından en fazla “insan faktörü” kategorisinde görüş üretilmiştir (f=113).



Şekil 3.2. Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde İnsan Faktörüne Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği

Şekil 3.2.’de görüldüğü üzere katılımcılar tarafından CNG lojistiğinde insandan kaynaklanan risk faktörlerine yönelik üretilen görüşler neticesinde 7 kod şekillenmiş ve bunlar “insan faktörü” temasını oluşturmuştur. Katılımcılar tarafından en fazla “eğitim” kodunda görüş üretilmiştir (f=43).

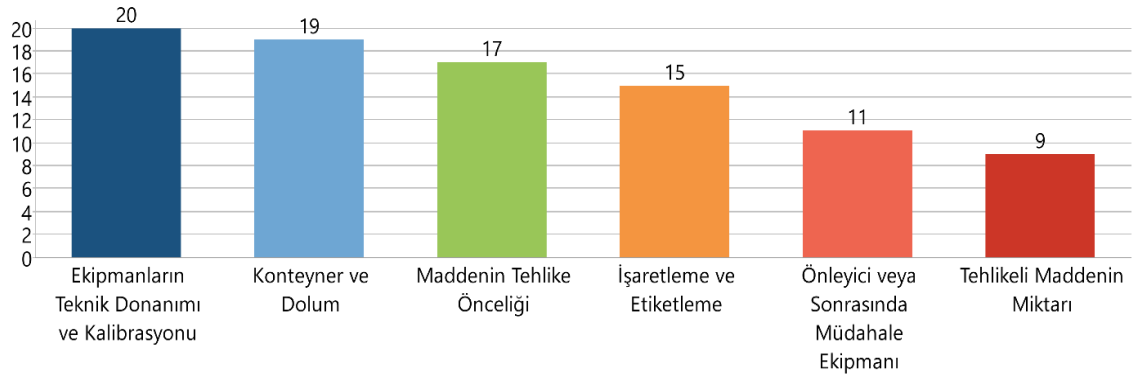
FİRMAYA BAĞLI FAKTÖRLER



Şekil 3.3. Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde Firmaya Bağlı Faktörlere Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği

Şekil 3.3.'de görüldüğü üzere katılımcılar tarafından CNG lojistiğinde firmadan kaynaklanan risk faktörlerine yönelik üretilen görüşler neticesinde 7 kod şekillenmiş ve bunlar “firmaya bağlı faktörler” temasını oluşturmuştur. Katılımcılar tarafından en fazla “mevzuata riayet” kodunda görüş üretilmiştir (f=28).

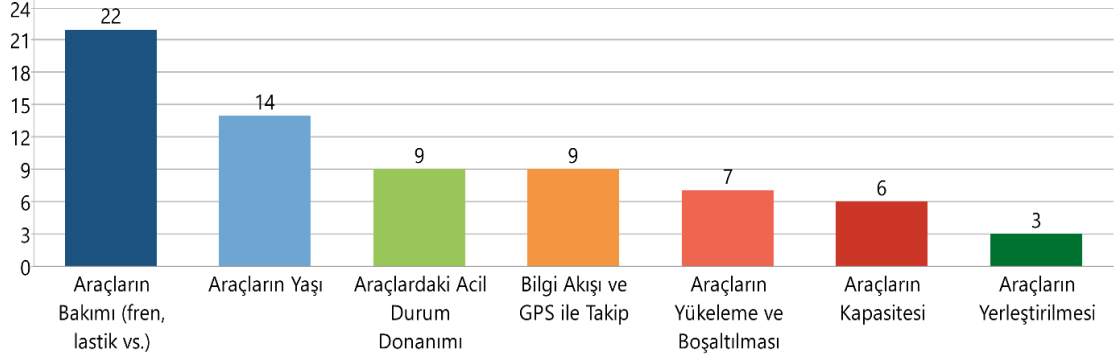
MALZEME VE DOLUM FAKTÖRÜ



Şekil 3.4. Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde Malzeme ve Dolum Faktörüne Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği

Şekil 3.4.'de görüldüğü üzere katılımcılar tarafından CNG lojistiğinde malzeme ve dolum işleminden kaynaklanan risk faktörlerine yönelik üretilen görüşler neticesinde 6 kod şekillenmiş ve bunlar “malzeme ve dolum faktörü” temasını oluşturmuştur. Katılımcılar tarafından en fazla “ekipmanların teknik donanımı ve kalibrasyonu” kodunda görüş üretilmiştir (f=20).

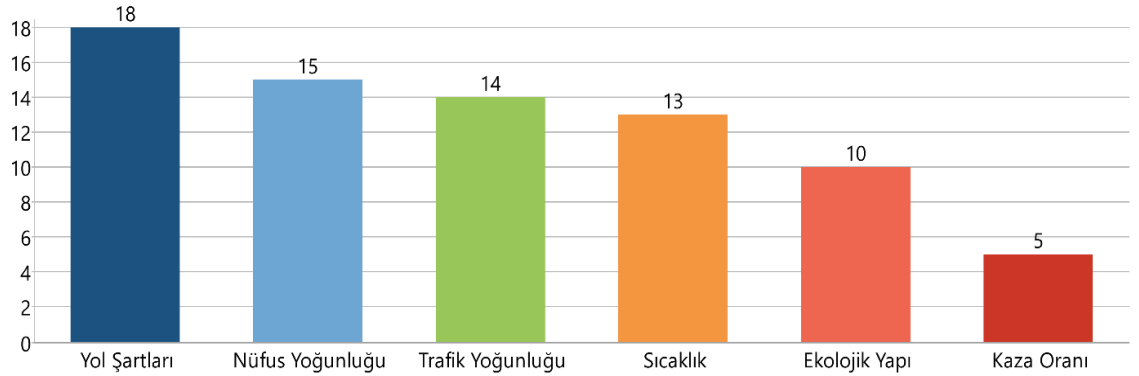
ARAÇLARIN DURUMU FAKTÖRÜ



Şekil 3.5. Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde Araçların Durumu Faktörüne Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği

Şekil 3.5’ te görüldüğü üzere katılımcılar tarafından CNG lojistiğinde araçların durumundan kaynaklanan risk faktörlerine yönelik üretilen görüşler neticesinde 7 kod şekillenmiş ve bunlar “araçların durumu faktörü” temasını oluşturmuştur. Katılımcılar tarafından en fazla “araçların bakımı (fren, lastik vs.)” kodunda görüş üretilmiştir (f=22).

ÇEVRE VE TRAFİK FAKTÖRÜ



Şekil 3.6. Katılımcıların Sıkıştırılmış Doğalgaz Lojistiğinde Çevre ve Trafik Faktörüne Yönelik Görüşlerinin Frekans Grafiği

Şekil 3.6.’ da görüldüğü üzere katılımcılar tarafından CNG lojistiğinde çevre ve trafikten kaynaklanan risk faktörlerine yönelik üretilen görüşler neticesinde 6 kod şekillenmiş ve bunlar “çevre ve trafik faktörü” temasını oluşturmuştur. Katılımcılar tarafından en fazla “yol şartları” kodunda görüş üretilmiştir (f=18).

3.7.2. Nihai Bulgular

Araştırmanın ikinci aşaması, pilot çalışma sonucunda elde edilen kriterlerin ve alt kriterlerin CNG lojistiği risk yönetimi sürecinde görece önem derecesinin hesaplanmasından oluşmaktadır. Değerlendirme kriterlerinin risk yönetimi sürecindeki görece önem derecesinin hesaplanması amacıyla kriterlerin ve alt kriterlerin ikili karşılaştırmasından oluşan anket formu uzmanlara ulaştırılmıştır. Uzmanların kriter ve alt kriterlere ilişkin ikili karşılaştırmaları alındıktan sonra analiz sürecine geçilmiştir. Uzmanların tamamladıkları anketler ile ilk olarak karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

Tablo 3.5.' da ana kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi gösterilmektedir. Tablo 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10' de ise alt kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisleri sunulmuştur. Tablolardaki değerler on iki uzmandan alınan görüşlerin geometrik ortalaması hesaplanarak elde edilmiştir. Tablolarda, kriterlerin ve alt kriterlerin kısaltmalarına yer verilmiş olup, bu kısaltmaların açıklamaları ise ait oldukları matrisin altında verilmektedir.

Tablo 3.5. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırması

	İ	F	MVD	AD	ÇVT
İ	1	1,226884	1,483904	1,981675	2,625467
F	0,814801	1	1,604616	0,815086	1,899404
MVD	0,673786	0,623202	1	0,912287	1,808458
AD	0,504497	1,226353	1,095690	1	2,430638
ÇVT	0,380821	0,526481	0,552957	0,537811	1

*İ: İnsan, F: Firma, MVD: Malzeme ve dolum, AD: Araçların durumu, ÇVT: Çevre ve trafik.

Tablo 3.6. İnsan Faktörü Kriterinin İkili Karşılaştırması

	E	PDVPD	T	KR	İVKB	Y	FD
E	1	3,313266	1,502438	1,022532	1,234974	5,042162	1,649379
PDVPD	0,301857	1	0,453751	0,251802	0,591661	3,791308	1,565085
T	0,665685	2,203612	1	0,39218	1,068708	4,052096	2,614596
KR	0,978111	3,972269	2,406898	1	1,146982	4,622828	4,082469
İVKB	0,809619	1,59539	0,935639	0,882763	1	3,276516	2,60055
Y	0,198352	0,263803	0,246798	0,216348	0,305195	1	0,890891
FD	0,606324	0,638948	0,382487	0,244964	0,384489	1,122453	1

*E: Eğitim, PDVPD: Personelin duygusal ve psikolojik durumu, T: Tecrübe, KR: Kurallara riayet, İVKB: İletişim ve koordinasyon becerisi, Y: Yaş, FD: Fiziksel durum.

Tablo 3.7. Firma Faktörü Kriterlerinin İkili Karşılaştırması

	TMGD	MR	DVRS	ADP	GVKDS	TK	RKKS
TMGD	1	0,428071	0,855848	0,452687	0,797974	0,718935	0,955504
MR	2,336391	1	3,566365	0,942279	1,696182	1,276769	2,177312
DVRS	1,208677	0,28044	1	0,648714	0,697817	0,743636	1,291817
ADP	2,208975	1,061407	1,54146	1	1,401828	1,9934	2,495257
GVKDS	1,253163	0,589604	1,433017	0,961494	1	1,276695	1,253153
TK	1,391039	0,783331	1,344733	0,394292	0,739249	1	1,025324
RKKS	1,046629	0,459385	0,774078	0,40072	0,797974	0,975301	1

*TMGD: Tehlikeli madde güvenlik danışmanı, MR: Mevzuata riayet, DVRS: Dokümantasyon ve raporlama sistemi, ADP: Acil durum planı, GVKDS: Güvenlik ve kalite değerlendirme sistemi, TK: Teknoloji kullanımı, RKKS: Ramak kala kayıt sistemi.

Tablo 3.8. Malzeme ve Dolum Faktörü Kriterlerinin İkili Karşılaştırması

	TMM	MTÖ	KVD	ÖVSME	İVE	ETDVK
TMM	1	0,190664	0,611994	0,212461	0,233977	0,159612
MTÖ	3,637036	1	2,19611	0,982675	1,349402	1,504832
KVD	1,634235	0,455332	1	0,311135	0,54556	0,2438
ÖVSME	4,707808	1,017783	3,213989	1	2,334815	0,75976
İVE	4,274523	0,741044	1,833145	0,428289	1	0,752687
ETDVK	6,267749	0,664449	4,10176	1,316063	1,328562	1

*TMM: Tehlikeli maddenin miktarı, MTÖ: Maddenin tehlike önceliği, KVD: Konteyner ve dolum, ÖVSME: Önleyici ve sonrasında müdahale ekipmanı, İVE: İşaretleme ve etiketleme, ETDVK: Ekipmanların teknik donanımı ve kalibrasyonu.

Tablo 3.9. Araçların Durumu Faktörü Kriterinin İkili Karşılaştırması

	BAVGPSİ T	AB	AY	AK	AYER	AADD	AYVB
BAVGPSİ T	1	0,174762	0,304769	0,506584	0,336933	0,304002	0,411408
AB	5,723014	1	4,531708	5,709594	3,727788	3,294212	3,53516
AY	3,280791	0,220721	1	0,818182	0,537068	0,296803	0,265481
AK	1,973761	0,175186	1,222212	1	0,561741	0,280972	0,581046
AYER	2,967625	0,268318	1,862087	1,780106	1	0,510568	0,609871
AADD	3,289837	0,303585	3,369687	2,46783	1,958718	1	2,768206
AYVB	2,430638	0,282915	3,766999	1,720964	1,6398	0,361233	1

*BAVGPSİT: Bilgi akışı ve GPS ile takip, AB: Araçların bakımı, AY: Araçların yaşı, AK: Araçların kapasitesi, AYER: Aracın yerleştirilmesi, AADD: Araçlardaki acil durum donanımı, AYVB: Aracın yükleme ve boşaltılması.

Tablo 3.10. Çevre ve Trafik Faktörü Kriterinin İkili Karşılaştırması

	NY	S	YŞ	KO	EY	TY
NY	1	1,975258	0,315895	0,423103	1,308518	0,388978
S	0,506331	1	0,184608	0,191433	0,65438	0,19549
YŞ	3,165553	5,418201	1	2,407791	3,294459	1,386865
KO	2,363432	5,224273	0,415308	1	2,59002	0,838034
EY	0,764261	1,52801	0,303613	0,386085	1	0,411636
TY	2,570965	5,116	0,720973	1,19325	2,429716	1

*NY: Nüfus yoğunluğu, S: Sıcaklık, YŞ: Yol şartları, KO: Kaza oranı, EY: Ekolojik yapı, TY: Trafik yoğunluğu.

Tablo 3.11. Kriter ve Alt Kriter Ağırlıkları

Kriter	Tutarlılık Oranı	Ağırlık	Alt Kriter	Tutarlılık Oranı	Alt Kriter Ağırlığı	Genel Ağırlık
İnsan Faktörü	29,36%		E	2,90%	21,38%	6,28%
			PDVDP		9,27%	2,72%
			T		15,75%	4,62%
			KR		25,75%	7,56%
			İVKB		16,48%	4,84%
			Y		4,46%	1,31%
			FD		6,91%	2,03%
Firma Faktörü	21,77%		TMGD	1,58%	9,43%	2,05%
			MR		22,68%	4,94%
			DVRS		10,35%	2,25%
			ADP		21,26%	4,63%
			GVKDS		14,40%	3,14%
			TK		12,04%	2,62%
			RKKS		9,85%	2,14%
Malzeme ve Dolum Faktörü	2,66%		TMM	1,21%	4,35%	0,76%
			MTÖ		22,58%	3,92%
			KVD		7,90%	1,37%
			ÖVSME		24,46%	4,25%
			İVE		15,67%	2,72%
			ETDVK		25,04%	4,35%
			BAVGPSİT		4,36%	0,91%
Araçların Durumu Faktörü	20,93%		AB	3,87%	38,45%	8,05%
			AY		7,19%	1,50%
			AK		6,90%	1,44%
			AYER		10,72%	2,24%
			AADD		19,12%	4,00%
			AYVB		13,26%	2,76%
			NY		9,75%	1,03%
Çevre ve Trafik Föktörü	10,57%		S	2,67%	4,99%	0,53%
			YŞ		32,72%	3,46%
			KO		20,56%	2,17%
			EY		8,46%	0,89%

TY	23,52%	2,49%
----	--------	-------

Oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin normalize edilmiş ve daha her bir kriterin ve alt kriterin göreceli ağırlığı tespit edilmiş ve tablo 3.11.'de verilmiştir. Ayrıca ikili karşılaştırmalara ilişkin tutarlılık oranları da tablo 3.11' de gösterilmiştir. Tabloda bulunan *tutarlılık oranı* sütunlarından da anlaşılacağı üzere tüm ikili karşılaştırmalar kabul edilebilir bir tutarlılık düzeyindedir.

Ana kriterler genel olarak değerlendirildiğinde, CNG lojistiğinde en önemli risk faktörünün insan faktörü olduğu görülmektedir (%29,36). İnsan faktörünü sırasıyla firma faktörü ve araçların durumu faktörü takip etmektedir (sırasıyla %21,77 ve %20,93). Firma faktörü ve araçların durumu faktörüne göre daha yüksek bir puan almasına rağmen bu iki kriterin puanlarının birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Diğer risk faktörlerinin önem dereceleri ise sırasıyla malzeme ve dolum (%17,37) ve çevre ve trafik faktörüdür (%10,30). Görüldüğü üzere çevre ve trafik faktörü en düşük öneme sahip risk faktörü olarak belirlenmiştir.

Alt kriterler incelendiğinde, toplam 33 alt kriter içerisinde en önemli risk faktörünün “araçların bakımı” faktörü olduğu tespit edilmiştir (%8,05). İkinci en önemli risk faktörü ise “kurallara riayet” kriteridir (%7,56). “Eğitim”, en önemli üçüncü risk faktörü olarak tespit edilmiştir (%6,28). Eğitimin ardından “mevzuata riayet” en önemli dördüncü risk faktörü olarak belirlenmiştir (%4,94). Bu doğrultuda, araçların durumu, insan ve firma faktörüne ilişkin alt kriterlerin en önemli risk faktörleri olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda insan, araçların durumu ve firma faktörlerinin CNG lojistiği risk yönetimi sürecinde en önemli risk faktörleri olduğu ortaya konmuştur.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Tehlikeli madde konusu günümüze kadar birçok araştırmacı tarafından merak edilip üzerinde çalışılan bir konu olmuştur. Tehlikeli madde talebine paralel olarak risklerin etki alanının artması toplumda endişelere neden olmaktadır. Bu nedenle, tehlikeli madde lojistiğinde tehlike veya risklerin ortaya çıkmasına katkıda bulunacak risk faktörlerinin tespit edilmesi pratik öneme sahiptir. Tehlikeli madde çalışma konuları genel olarak; risk değerlendirmesi (risk azaltma, risk analizi vb.), yönlendirme ve programlama, acil durum müdahale, ağ tasarımı, kaza analizi başlıkları altında toplanmıştır. Bu başlıklardan hakkında en fazla çalışma yapılan konu ise tehlikeli madde taşımacılığında “risk değerlendirme” başlığı olmuştur (Yılmaz vd, 2015; Yacob ve Hassim, 2017). Literatürdeki tehlikeli madde lojistiği ile ilgili risk faktörleri üzerine olan çalışmalar incelenmiştir ve çalışmaların büyük bir çoğunluğun tehlikeli madde taşımacılığı üzerine olduğu görülmüştür. (Bknz: 2. Bölüm, Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörleri). Taşımacılık her ne kadar lojistik faaliyetlerin büyük bir bölümünü kapsasa da tamamı değildir. İlgili alan yazın incelendiğinde CNG, taşıtlar için alternatif yakıt olarak değerlendirilmiş ve yapılan çalışmalar da taşıtlara yakıt olarak yüklenen gazın dolumu, oto doğal gaz istasyonları, CNG maliyet değerlendirmeleri ile sınırlı kaldığını görülmektedir. Endüstriyel ihtiyacı karşılamaya yönelik kurulan veya işletilen dökme CNG dolum tesisleri için literatürde herhangi bir risk değerlendirme çalışmasına rastlanmamıştır. Literatürde benzer bir çalışmaya rastlanmamış olması ve bir dökme CNG lojistik operasyonu için okuyuculara önerilecek risk değerlendirme kriterleri tez çalışmasının özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

Çalışmanın ilk aşamasındaki verilerin analizi ile sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde 5 ana ve 33 alt risk faktörü tespit edilmiştir. İlgili literatür incelendiğinde ise birçok risk faktörünün sıralandığı fakat genel olarak tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörlerinin 5 ana başlık altında toplandığı görülmektedir. Bu beş ana başlık; insan, işletme/şirket/firma, malzeme ve paketlenme, araçların/taşıtların durumu, çevre ve trafik faktörleridir. Bu faktörler ilgili birçok alt faktöre ayrılmaktadır (Shang vd, 2008; Dumlupınar ve Öztürkoğlu, 2019; Bali ve Göztepe, 2014; Fabiano vd, 2002; Liu vd, 2005; Chen vd, 2007; Ren ve Wu, 2007; Liu vd, 2006; Xing vd, 2020). Bu doğrultuda çalışmada belirlenen risk faktörleri literatür ile benzerlik göstermektedir. Araştırmanın ikinci

aşamasında elde edilen analiz sonuçları, sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde en önemli risk faktörünün insan faktörü olduğunu ortaya koymuştur. Literatür incelendiğinde Shang ve diğerleri (2008), Zhao ve diğerleri (2012), Ambituuni ve diğerleri (2015), Bali ve Göztepe (2014)' nin de yaptıkları tehlikeli madde risk değerlendirme çalışmalarında insan kriterini en önemli risk faktörü olarak tespit ettikleri görülmüştür. Dolayısıyla söz konusu çalışmalar araştırmada elde edilen bu bulguyu destekler niteliktedir. İnsan faktörünün ardından en yüksek derecelendirmeye sahip ikinci risk faktörünün firma faktörü üçüncü risk faktörünün ise araçların durumu faktörü olduğu belirlenmiştir. Firmaya bağlı risk faktörleri ile araçların durumu faktörünün sıkıştırılmış doğalgaz lojistiği sürecindeki önem derecelerinin birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir.

İnsan, firma ve araçların durumu faktörlerinin sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde en önemli risk faktörleri olarak ortaya çıkması beklenen bir sonuçtur. Nitekim, CNG lojistiğinde görev alacak personelin yaşının, fiziksel ve psikolojik durumunun, almış olduğu eğitimin tehlikeli madde lojistiğinde görev yapabilmeye elverişli olması tehlikelerin ortaya çıkmaması için oldukça önemlidir. Diğer yandan, personelin sektör geçmişi, belirlenen kurallara uyması, iletişim ve koordinasyon becerisine sahip olması riskin engellenmesi veya sonrasında riske doğru bir şekilde müdahale edilebilmesi noktasında kritik bir önem taşımaktadır.

Firmanın tehlikeli madde güvenlik danışmanının rehberliğinden yararlanarak mevzuata dair bilgileri sürekli ve güncel bir şekilde alması tehlikeli madde mevzuatına uygun bir şekilde hareket etmesini ve böylece potansiyel tehlikeleri engellemesini sağlamaktadır. Tehlikeli madde sürecinin güvenli ve kontrollü bir şekilde yürütülmesinde teknoloji kullanımının, sürekli iyileştirme sağlanmasında ise dokümantasyon ve raporlama sisteminin, ramak kala kayıt sisteminin ve acil durum planının oldukça büyük etkileri vardır.

Lojistik faaliyetlerin en önemli adımı olan taşıma faaliyetlerinin gerçekleştirmesinde araçların durumu kritik rol oynamaktadır. Sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde basınçlı tüpleri taşıyan araçların çok eski olmaması ve bakımlarının tam olması seyir halinde meydana gelebilecek kazaların olasılığını azaltabilmektedir. Araçların lojistik uzmanları tarafından GPS ile sürekli olarak takibinin yapılması ve

araçta acil durum donanımının varlığı bir kaza durumunda müdahaleyi hızlandırabilmektedir. CNG lojistiğinde çekicilere yüklenecek tüp miktarının kapasiteyi aşması risklerin ortaya çıkmasına yol açabilecek bir faktördür. Sıkıştırılmış doğalgazın şirket veya müşteri sahasında kurallara uygun bir şekilde yerleştirilme, yükleme ve boşaltıma işlemlerinin uygun personeller tarafından doğru bir şekilde yapılması riskin azaltılması veya engellenmesi için başka önemli kriterlerdir. Görülmektedir ki insan, firma ve araçların durumu faktörleri birbirleri ile ilişkili faktörlerdir. Riskin engellenmesi veya azaltılmasında doğru araçların seçilmesi ve acil durum donanımı her ne kadar araçların durumu faktörü içinde yer alsa da araç seçimini yapan firma acil durum ekipmanını kullanan ise insandır. Başka bir deyişle personelin acil durum ekipmanını doğru bir şekilde kullanabilmesi için yeterli eğitimi almış olması ve kurallara riayet etmesi firmanın doğru araç seçimini yapması için ise mevzuata riayet etmesi gerekmektedir. İnsan, firma ve araçların durumu risk faktörlerinin birbirleri ile sıkı ilişki içinde olduklarını gösterecek daha birçok örnek vermek mümkündür.

Araştırma sonucunda sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde önemli etkiye sahip iki risk faktörü daha bulunmuştur. Bunlar önem sırasına göre malzeme ve dolum faktörü ile çevre ve trafik faktörüdür. Bu iki faktör diğerlerine göre daha az önemli görülmüştür fakat bunların göz ardı edilmesi (büyük kayıplar potansiyeli sebebiyle) tehlikeli madde lojistiğinde başarılı bir risk yönetiminin yapılmasını engelleyebilir. Shang ve diğerleri (2008) ve Bali ve Göztepe (2014), Chen ve diğerleri de (2019) yaptıkları çalışmalarda bu çalışmadakine benzer olarak çevre faktörünü tehlikeli madde taşımacılığı esnasında en az öneme sahip kriter olarak tespit etmişlerdir. Bunun aksine Ayyıldız ve Gümüş'ün (2021) yaptıkları risk değerlendirme çalışmasında göreceli önemi en yüksek ana kriter çevre faktörü olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma sıkıştırılmış doğalgazın karayolu kullanılarak gerçekleştirilen lojistik faaliyetlerinde risk faktörlerini belirleyip bu risk faktörlerinin önem derecelerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu çalışmadan elde edilen çıktılarla karar verici ve uygulayıcılar sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde risk faktörlerinin neler olduğu hakkında bilgi sahibi olacaklardır. Bununla birlikte ortaya konulan risk faktörlerini daha kolay bir şekilde değerlendireceklerdir. Önem derecesi yüksek olarak çıkan risk faktörlerinin üzerine daha fazla eğilerek yatırım - geliştirme çabaları ile riskin ortaya çıkmasını engelleyebilecekler

ya da etkisini azaltabileceklerdir. Bu doğrultuda çalışmada belirlenen risk faktörleri ve önem dereceleri sıkıştırılmış doğalgaz tehlikeli maddesi özelindedir.

Bu çalışmadan elde edilen çıktılarla karar verici ve uygulayıcılar sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde risk faktörlerinin neler olduğu hakkında bilgi sahibi olacaklardır. Bununla birlikte ortaya konulan risk faktörlerini daha kolay bir şekilde değerlendireceklerdir. Önem derecesi yüksek olarak çıkan risk faktörlerinin üzerine daha fazla eğilerek yatırım - geliştirme çabaları ile riskin ortaya çıkmasını engelleyebilecekler ya da etkisini azaltabileceklerdir. Karar vericiler tarafından çalışmada sıkıştırılmış doğalgaz lojistiğinde görece önemi en yüksek çıkan insan faktörüne yönelik iyileştirme ve geliştirme çabaları arttırılabilir. Örneğin bu sektörde görev alan personellere periyodik olarak eğitim verilerek mevzuata ve kurallara uymaları arttırılabilir. Personellerin duygusal ve psikolojik durumları takip edilebilir, sorun tespit edilen noktada personellere profesyonel destek sağlanarak işe olan dikkat ve özenleri arttırılabilir. Böylelikle sıkıştırılmış doğalgaz lojistiği işlemlerinde potansiyel tehlikelerin önüne geçebilir ya da olay sonrasında müdahale yeteneği arttırılabilir.

Bu çalışmada kullanılan yöntem tasarımı basitliği ve uygulama kolaylığı ile diğer tehlikeli maddelerin risk değerlendirmesinde kullanılabileceği gibi aynı zamanda işletmelerin performans yönetimi, kalite yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi vb. kısımlarında da kullanılabilir. Yeni gelişmeler çalışmaya dahil edilerek güncelleştirilebilir ve daha fazla katılımcı ile analiz çerçevesi genişletilebilir.

KAYNAKÇA

- ADR (2018) “Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması” Cilt 1, Birleşmiş Milletler New York ve Cenevre, 2018.
- ADRBOOK, (2022) “Dangerous Goods by Road”
<https://adrbook.com/en/2017/Kitap/2022>, Erişim Tarihi 15/04/2022.
- AFAD, (2014) 2014-2023 Tehlikeli Madde Taşımacılığı Kazaları Yol Haritası Belgesi.
- AKANDERE, G. (2013) Lojistik Yönetimi, 1. Baskı, Dizgi Ofset Yayınevi, Konya, ss. 43.
- AKAY, D. (2016) “Uluslararası Lojistikte Taşıma Modu Seçimini Etkileyen Faktörler Türkiye Uygulaması ve Bir Model Önerisi” Yüksek Lisans Tezi, **KTO Karatay Üniversitesi, S.B.E.** Konya.
- AKÇETİN, E. (2012) “Tehlikeli Madde Lojistiğinde Kalite Denetleme Sistemi Ve Türkiye Örneği” Doktora Tezi, **İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Ve İşletmeciliği Enstitüsü**, İstanbul.
- AKIN, Ü. (2015) Yeşil Lojistik Yönetimi,
<http://www.transmedya.com/dergi/sayilar/2015/6/files/assets/common/downloads/page0066.pdf>, Erişim Tarihi 22/04/2021.

- ALBAYRAK, B. (2011) “Denizyolu Taşımacılığında Muhasebe Düzeni ve Yük Taşıma Maliyetlerinin Muhasebeleştirilmesi”, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi, S.B.E.** İstanbul.
- ANUL, K. (2015) “Kumport Tehlikeli Madde Rehberi” <https://www.kumport.com.tr/resources/files/documents/Kumport%20Tehlikeli%20Madde%20Rehberi.pdf>, Erişim Tarihi 24/02/2022.
- ASADI, R., & GHATEE, M. (2015) “A rule-based decision support system in intelligent hazmat transportation system”, **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, Cilt 16, Sayı 5, ss. 2756-2764.
- AYYILDIZ, E.; TASKIN GUMUS, A. (2021) “Pythagorean fuzzy AHP based risk assessment methodology for hazardous material transportation: an application in Istanbul”, **Environmental Science and Pollution Research**, Cilt 28, Sayı 27, ss.35798-35810.
- BAHAR, E. (2007) “Lojistikte Risk Yönetimi ve Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi, S.B.E.** İstanbul.
- BALİ, Ö.; GÖZTEPE, K. (2014) “Tehlikeli Madde Taşımacılığında Risk Değerlendirilmesi İçin Bir İndeks Geliştirilmesi” **III.Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi**, 15-17 Mayıs 2014, Trabzon, ss. 672- 679.
- BAMYACI, M. (2008) “İstanbul Modern Lojistik Yönetimi: Organize Lojistik Bölgeleri İçin Bir Yer Seçimi Modeli”, **Doktora Tezi**, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- BANABAKOVA, V.; MİNEVSKİ, I. (2017) “Problems and risk management options for the transport of dangerous goods”, **Globalization, the State and the Individual**, Cilt 2, Sayı 14, ss. 216-225.
- BARBANOVA, K. (2016) “Türkiye İhracatında Multimodal Taşımacılık” **Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi**, Cilt 41, ss.1-12.
- BAŞ, S.; UZUN, A. (2018) “Tedarik Zincirinde Müşteri Siparişlerinin Lojistik Regresyon Analizi İle Değerlendirilmesi”, **Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 11, Sayı 3, ss. 67-81.
- BAŞOL. O.; ÖZKAN, A.H. (2020) “Kimyasal Madde Ve Karışımlar İçin Yeni Bir Etiketleme Ve İşaretleme Sistemi Önerisi”, **KARATAHTA/İş Yazıları Dergisi**, Sayı: 16, ss: 103-126.
- BATIR T. (2019) “Ulaştırma Sektöründe Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Etkinliğini Arttırmaya Yönelik Bir Model Önerisi”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi S.B.E.** İstanbul.

- BAYRAÇ, H. N. (2018) “Uluslararası doğalgaz piyasasının ekonomik yapısı ve uygulanan politikalar”, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 13, Sayı 3, ss. 13-36.
- BHUTTA, K. S.; HUQ, F. (2002) “Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches”, **Supply Chain Management: An International Journal**, Cilt 7, Sayı 3, ss. 126-135.
- BİLGİÇ, E.; TÜRKMENOĞLU M. A.; KOÇAK, A. (2020) “Dijitalleşmenin Lojistik Yönetimi Bağlamında İncelenmesi”, **Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi**, Cilt 5, Sayı 1, ss. 56-69.
- BİRDİR, K.; HİÇYAKMAZER, C. T. (2019) “Otel İşletmelerinde Kırmızı Et Satın Alma ve Tedarik Sürecinin İncelenmesi”, **Journal of Tourism and Gastronomy Studies**, Cilt 7 , Sayı 2, ss. 114- 1158.
- BOLAT, H. B., BAYRAKTAR, D., ÖZTÜRK, M., TURAN, N., (2011) “Yeşil Lojistik Zincirinde Araç Rotalama Problemi İçin Bir Model Önerisi” **XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu**, 23-24 Haziran 2011.
- BOUCHERY, Y.; CORBETT, C. J.; FRANSOO, J. C. (2017) Sustainable Supply Chains, Cilt 4, Los Angeles, (Ed.) Tarkan Tan, Springer.
- BRC, (2018) “CNG Nedir?”, <https://www.brcturkiye.com/haber/cng-nedir>, Erişim Tarihi 20/05/2022.
- BROWN, D.F.; DUNN, W.E. (2007) “Application of a quantitative risk assessment method to emergency response planning”, **Computers & Operations Research**, Cilt 34, ss.1243–1265, doi:10.1016/j.cor.2005.06.001.
- BURSA BELEDİYESİ, (t.y) “Kimyasalların R ibareleri, S ibareleri” <https://www.bursa.bel.tr/dosyalar/birimek/kimyasal-risk-ve-guvenlik-ibareleri-brosuru.diger.zDjcFd6AKA..pdf> 14/04/2022.
- CERAN, Y.; ALAGÖZ A. (2007) “Lojistik Maliyet Yönetimi: Lojistik Maliyetler ve Lojistik Maliyet Muhasebesi”, **Selçuk Üniversitesi Yönetim Bilimleri Dergisi**, Cilt 5, Sayı 2,ss. 137-156.
- CEYLAN, H.; BAŞHELVACI, V. S. (2011) “Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi İle Risk Analizi: Bir Uygulama”, **International Journal of Engineering Research and Development**, Cilt 3, Sayı 2, ss. 25-33.
- CHEN, Z. S.; Lİ, M.; KONG, W. T.; CHİN, K. S. (2019) “Evaluation and selection of hazmat transportation alternatives: a PHFLTS-and TOPSIS-integrated multi-perspective approach” **International journal of environmental research and public health**, Cilt 16, Sayı 21, ss. 4116, doi:10.3390/ijerph16214116.

- CHEN, Z.; CHEN, Z. G.; TIAN, H. (2007) "Assessment on Road Transportation System for Dangerous Goods," **Industrial Safety and Environmental Protection**, Cilt 33, ss. 51-53.
- CHOI, T. M.; CHIU, C. H.; CHAN, H. K. (2016) "Risk management of logistics systems", **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation**, Cilt 90, 1-6.
- CHUNGUANG, Q.; XIAOJUAN, C.; KEXI, W.; PAN, P. (2008) "Research on Green Logistics and Sustainable Development" **International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering**, ss. 162-165.
- CNG.CO.TT, "Introducing CNG" <https://cng.co.tt/what-is-cng/>, Erişim Tarihi, 22/05/2022.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. (2007) Research methods in education, 6t. Baskı, Routledge/Taylor & Francis Group.
- CRAD (Çevre Risk Analiz Denetim) "Malzeme Güvenlik Bilgi Formu (MSDS/SDS/GBF) Nedir?" <https://www.crad.com.tr/tr/621/MSDS-Nedir/#.Yp8RBXZBxPY>, Erişim Tarihi 02/03/2022
- ÇAKAR, A. E. (2008) "LPG/CNG'ye Dönüştürülmüş Araçlarda Denetim Uygulamaları Oda Raporu" https://www1.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=4320&tipi=2&sube=8. Erişim Tarihi 10/04/2022.
- ÇANCI, M.; ERDAL, M. (2013) Lojistik Yönetimi, 4. Baskı, İstanbul, UTİKAD Yayınları.
- ÇAVDAR, H. (2019) "Gümrük Defterlerine Göre XIX. Yüzyılın İlk Yarısında Gelibolu Gümrüğü", Yüksek Lisans Tezi, **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi S.B.E.**
- ÇEKEROL, G. S.; KURNAZ, N. (2011) "Küresel Kriz Ekseninde Lojistik Sektörü ve Rekabet Analizi", **Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, ss. 47-59.
- ÇEKİM, A. (2014) "Madde Ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi Ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik", **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**.
- ÇETİNER, İ. (2019) "Endüstriyel Dökme Cng Dolum Tesisi Operasyonlarının Maliyet Esaslı Optimize Edilmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Isparta.
- ÇOKGÖR, O. (2016) "Risk Yönetimi Bilgilendirme Semineri" <https://gazi.edu.tr/posts/download?id=153625>, Erişim Tarihi 21/05/2021.

- DANGEROUS GOODS SAFETY GUIDE, (2019) “Risk assessment for dangerous goods” **Government of Western Australia Department of Mines, Industry Regulation and Safety.**
- DANIŞMAN, E. (2019) “Tehlikeli Madde Lojistiğinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilerek Depo Yerinin Seçimi”, **Doktora Tezi**, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, S.B.E. Aydın.
- DEMİR, O. F. & KIRDAR, Y. (2009), “Müşteri İlişkileri Yönetimi: CRM”, **The Review of Social, Economic and Business Studies**, Cilt 7, Sayı 8, ss. 293-308.
- DEMİRCİ, S. M. E. (2017) “Türkiye’de Tehlikeli Madde Lojistik Sektörü Analizi Ve Gereksinimlerinin Tespiti; Sektör Temsilcilerinin Uluslararası Anlaşmalara Uyum Sürecini Değerlendirmesine Yönelik Araştırma”, **Necmettin Erbakan Üniversitesi, S.B.E. Konya.**
- DENZİN, N. K. & LINCOLN, Y. S. (2005) “Introduction: The Discipline and Practice of Qualitative Research” **The Sage Handbook of Qualitative Research**, **Thousands Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.**, ss. 1-32.
- DENZİN, N. K. (1978) “The research act: A theoretical introduction to sociological methods” 2. Baskı, New York, NY: McGraw Hill.
- DEVECİ A.; ÇAVUŞOĞLU, D. (2013) “İntermodal Demiryolu Taşımacılığı: Türkiye İçin Fırsatlar Ve Tehditler”, **Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi** Cilt 5, Sayı 1, ss. 93-120.
- DGR (2013) Dangerous Goods Regulations, (IATA) International Air Transport Association Montreal – Geneva, 54. Basım.
- DİLER, A.; TEKTANIL, M.; SORUŞBAY, C.; ERGENEMAN, M. (2008) “Doğalgaz Yakıtlı Otobüslerin Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi” **Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu-2008**, 22-25 Ekim 2008, Hatay.
- DİNÇER, C. (2009) “Tedarik Zincirinde Sipariş İşleme Süreci”, **Öneri Dergisi**, Cilt 8, Sayı 31, ss. 191-196.
- DUMLUPINAR, M. T.; ÖZTÜRKÖĞLU, Y., (2019) “Tehlikeli Madde Taşımacılığında ADR’ye Göre Risklerin Analiz Edilmesi” **Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 21, Sayı 1, ss. 1-13.
- DURANOĞLU, A. (2013) “Lojistik Ve Dış Ticarete Risk Ve Riskten Kaçınma Yolları” **Maltepe Üniversitesi, S.B.E, İstanbul.**
- DURMAZ, K. İ ; GENCER, T. C. (2019), “Tedarikçi Seçiminde Entegre Lojistik Destek Yaklaşımı ve İşletme Uygulaması : SWARA- SMAA-2”, **Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Cilt 8, Sayı 2, ss. 831.

- DÜNDAR, A. O.; KOLAY, A. (2021) “Karayolu Yolcu ve Yük Taşımacılığının Çevresel Sürdürülebilirlik Bakımından Değerlendirilmesi ve Konya İli Sera Gazı Emisyonunun Hesaplanması”, **Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi** Cilt 14, Sayı: 1 ss: 317-334.
- EKİNCİ, C. (2007) “Logistic Management And The Harmonization Requirement From View Of Point Turkey’s Full Membership To The EU” Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Bilgi Üniversitesi, S.B.E**, İstanbul.
- EMEDİCİNEHEALTH, (2021) “Frostbite” https://www.emedicinehealth.com/frostbite/article_em.htm, Erişim Tarih 17/04/2022.
- EMHAN, A. (2009) “Risk Yönetim Süreci ve Risk Yönetmekte Kullanılan Teknikler” **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 23, Sayı 3, ss. 212-213.
- ENERDATA, “Global Energy Transition Statistics”, <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>, Erişim Tarihi 19/05/2022.
- EPDK (2020) **Sektör Raporu 2020**, Ankara.
- ERBERK, D. (2010) “Tehlikeli maddelerin ambalajlanması”, **Ambalaj Bülteni**, Kasım, ss. 30-37.
- ERCAN, C. (2018), “Lojistik Maliyetler ve Muhasebeleştirilmesi”, **Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi**, Cilt 2, Sayı 2, ss. 88-94.
- ERDAL, H. (2018) “Tehlikeli Madde Taşımacılığı Güzergâh Seçimi Problemi İçin Stokastik Bir Risk Analizi”, **Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 6, Sayı 6, ss. 935-943.
- ERDAL, M.; GÖRÇÜN, Ö. F.; GÖRÇÜN, Ö.; SAYGILI, M. S. (2008). Entegre lojistik yönetimi, Beta Yayınları, ss. 578-595.
- ERİŞEN, V. (2018) “Tehlikeli Madde Rehberi” https://www.ekinciler.com/DocumentHandler.ashx?path=~/Resources/Documents/EKMAR%20TMR_TUR%2001.pdf. Erişim Tarihi 22/02/2022.
- ERKUT, E.; TJANDRA, S. A.; VERTER, V. (2007) “Hazardous materials transportation” **Handbooks in operations research and management science**, Cilt 14, ss. 539-621.
- ERTURGUT, R.; COŞKUN, A.E. (2019) “Lojistik ve Tersine Lojistik: Etimolojik Bir Analiz”, **Avrasya Dil Sosyal Bilimleri Konferansı**, Antalya, ss. 38-48.
- EYMEN, U. E. (2007), Tedarik Zinciri Yönetimi, Kalite Ofisi Yayınları.

- FAA (Federal Aviation Administration) “What are Dangerous Goods?” United States Department of Transportation, https://www.faa.gov/hazmat/what_is_hazmat, Erişim Tarihi 08/03/2022.
- FABIANO B.; CURRÒ F.; PALAZZI, E.; PASTORINO R. (2002) “A framework for risk assessment and decision-making strategies in dangerous good transportation”, **Journal of Hazardous Materials**, Cilt 93, ss. 1–15.
- FABIANO, B., CURRÒ, F., REVERBERİ, A. P., & PASTORINO, R. (2005) “Dangerous good transportation by road: from risk analysis to emergency planning”, **Journal of Loss Prevention in the process industries**, Cilt 18, Sayı 4, ss. 403-413.
- FUCHS, H.; WOHINZ J. W. (2009) “Risk Management in Logistics Systems”, **Advances in Production Engineering & Management**, Cilt 4, Sayı 4, ss. 233-242.
- GAZBİR (Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği), (2021) Doğal Gaz Dağıtım Sektör Raporu.
- GEYİK, A.; ÇETİNYOKUŞ, S. (2020) “Karayolu Tehlikeli Madde Taşımacılığı Kapsamında Tünel Güvenliği ve Risk Analizi”, **Journal of Humanities and Tourism Research**, Cilt 10, Sayı 3, ss. 492-510, DOI: 10.14230/johut865.
- ĞİAGLİS, G.M.; TATARAKİS, A.; ZEİMPEKİS, V. (2004) “Minimizing Logistics Risk Through real-time Vehicle Routing and Mobile Technologies Research to Date and Future Trend”, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Cilt 34, No 9, ss. 749-764.
- GLEİSSNER H.; FEMERLİNG J. C. (2012) “Logistics Basics – Exercises – Case Studies”, Springer Cham Heidelberg, New York.
- GÖKMEN, M. K.; ÖZDEMİR, F. S. (2016) “Lojistiğin Evrimi ve Türkiye’deki Önlisans ve Lisans Programları Yönünden Lojistik Öğretimi” **Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 9, Sayı 3, ss. 115-135.
- GÖRÇÜN, Ö. F. (2018) Tehlikeli Madde Lojistiği ve İş Güvenliği, Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Editör: Ali Savaş KOPARAL.
- GÖRÇÜN, Ö. F., (2019) “Tehlikeli Madde Taşımacılığı” <https://alonot.com/wp-content/uploads/2019/06/Ata-A%C3%B6f-Ta%C5%9F%C4%B1ma-7.pdf>, Erişim Tarihi 28/04/2021.
- GUBA, E. G.; LİNCOLN, Y. S. (1982) “Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry”, **Educational Communication and Technology Journal**, Cilt 30, Sayı 4, ss. 233-252.
- GÜLENÇ, İ. F.; KARAGÖZ, B. (2008) “E-Lojistik Ve Türkiye’de E-Lojistik Uygulamaları”, **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, ss. 74-80

- GÜMÜŞ, Y. (2009) “Lojistik Faaliyetlerin Rekabet Stratejileri ve İşletme Kârı İle Olan İlişkisi”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, Sayı.41, ss 97-106.
- GÜRDAL, S. (2006) “Türkiye Lojistik Sektörü Altyapı Analizi”, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 2006-14, İstanbul.
- HABAŞ (2019)“SIKIŞTIRILMIŞ DOĞAL GAZ (CNG)GÜVENLİK BİLGİ FORMU”
<https://www.habas.com.tr/uploads/files/MSDS/CNG%20MSDS.pdf>. Erişim Tarihi 06/04/2022
- HABERTÜRK, (2018) “Muğla'da CNG (sıkıştırılmış doğalgaz) tüplü yüklü tır devrildi.”,
<https://m.haberturk.com/yerel-haberler/14976506-muglada-sikistirilmis-dogalgaz-tupu-yuklu-tir-devrildi>, Erişim Tarihi 18/05/2022.
- HAN, O. (2018) “E-Ticaret İçin Lojistik Yönetiminde Yeni Trendler”, Yüksek Lisans Tezi, **Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İstanbul.
- HAYATİ, E. N. (2014) “Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik Yönetimi”, Endüstri Mühendisliği Eğitim Programı, **Stikubank Semarang, Central Java Üniversitesi**.
- HOUSER, J. (2015) “Nursing Research: Reading, Using, and Creating Evidence” 3. Baskı, Jones & Bartlett Learning, Burlington.
- <https://muhas.org>, (2017) “Tehlikeli kimyasalların uluslararası sembolleri”,
<https://muhas.org/12unite-etiket-ve-isaretlerde-bulundurulmasi-asgari-gerekler-v.html>. Erişim Tarihi 10/12/2021.
- IMDG (2018) Denizyolu İle Taşıman Tehlikeli Maddelere İlişkin Uluslararası Kod, “Çevrimiçi”
<https://uhdgm.uab.gov.tr/uploads/pages/uluslararasi-sozlesmeler/imdg-kod-2018-versiyonu.pdf>, Erişim Tarihi 01/05/2021.
- IRGALI, C. (2019) “CNG Araçlarının Türkiye’de Uygulama Alanları”
<http://berument.bilkent.edu.tr/No031.pdf>, ss.3. Erişim Tarihi 15/04/2022.
- İŞIKDAĞ, B. (2003) “Trafik Yönetiminde Karşılaşılabilecek Teknik, İdari ve Finansal Sorunların Belirlenmesi ve Çözüm Yollarının Bulunması”, Yüksek Lisans Tezi, **Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**.
- İTFAİYE DAİRESİ BAŞKANLIĞI (2012), “Tehlikeli Maddeler Ve Sınıflandırılması” Ankara Büyükşehir Belediyesi.
- İTÜ/PDGB, “Petrol, Doğal Gaz ve Jeotermal Enerji Hakkında Merak Edilenler”,
https://web.itu.edu.tr/~yamanlar/faq_t/ Erişim Tarihi 22/05/2022.
- KADIOĞLU, S.; TELLİOĞLU, Z. (1996) “Enerji Kaynaklarının Kullanımı Ve Çevreye Etkileri”, **TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU**, 12-14 Kasım, Ankara, ss. 55-67.

- KAGIRI, C., ZHANG, L., & XIA, X. (2017) "Compressor and priority panel optimization for an energy efficient CNG fuelling station" **11th Asian Control Conference (ASCC)**, ss. 2200-2203, DOI:10.1109/ASCC.2017.8287516.
- KAHYALIOĞLU, M. (2016) "Türkiye’de Çevre Eğitimi Üzerine Yapılan Araştırmalar: Bir İçerik Analizi Çalışması", **Marmara Coğrafya Dergisi**, Sayı 34, ss. 50-60.
- KARABULUT, S.; AKÜNAL, Ö. E.V.; (2015) "Karayolu İle Tehlikeli Madde Taşımacılığı İçin Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Çevresel Risk Analizi", **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.**, Cilt 30, Sayı 3.
- KARCIOĞLU, R. TEMELLİ, F. (2014), "Lojistik Faaliyetler ve Yönetimi: Erzurum’ daki Lojistik Kargo Firması Çalışanlarına Yönelik Bir Araştırma", **Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 3, Sayı 2, ss. 24-30.
- KAYHAN, R. (2018) "Tehlikeli Madde Lojistiğinde Taşıma Performansının Ölçülmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İstanbul.
- KHAN, M. I.; YASMİN, T.; SHAKOOR, A. (2015) "International experience with compressed natural gas (CNG) as environmental friendly fuel" **Energy Systems**, Cilt 6, Sayı 4, ss. 507-531.
- KILAVUZOĞLU, E. (2011) "Tehlikeli Malların Karayolu İle Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması Ve Anlaşmanın Türk Dış Ticaretine Etkisi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Ticaret Üniversitesi, S.B.E.** İstanbul.
- KOÇ, E.; ŞENEL, M. C. (2013) "Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu–Genel Değerlendirme," **Mühendis ve Makina Dergisi**, Cilt 54, Sayı 639, ss. 32-44.
- KOÇAK, D. R. (2019) "Lojistiğin Tarihsel Gelişimi: Askeri Gereksinimden İşletme Lojistiğine ve Tedarik Zinciri Yönetimine Evrilme Süreci", **Yaşar Üniversitesi Dergisi**, Cilt 15, Sayı 58, ss. 246-255
- KORKMAZ, E.; İŞLER, M. C.; AKMAN, A. (2014) "Karayolu İle Tehlikeli Madde Taşımacılığında Güvenlik Önlemleri: Manifoldlu Tüp Demetleri" **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Cilt 30, Sayı 2, ss. 86-95.
- KURTARAN, U. (2012), "Osmanlı Seferlerinde Organizasyon ve Lojistik", **Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic**, Cilt 7, Sayı 4, ss. 2271-2272.
- KUŞ, K., (2011) "Radyasyon Nedir", Erişim Tarihi: 10.11.2016. <http://bilkent.edu.tr/~bilheal/aykonu/ay2011/radyasyonturk.html>.
- KÜÇÜK, Ö.; ÇOSKUNER, S. (2014) "Tehlikeli Maddelerin Hava Yolu ile Tasınması ve Türkiye Uygulamaları" **III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi**, 15-17 Mayıs, Trabzon.

- KÜÇÜK, Ö.; MUKANBAY, R. G.; ÖZTÜRK, E.; EROL, S. (2016) “Tehlikeli Madde Taşımacılığı Yapan Hava Kargo Şirketine Uçak Seçimi Modellemesi” **Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 2, Sayı 1, ss.37-51.
- LAMBERT, D. M.; JAMES, R S.; ELLRAM L. M. (1998) “Fundamentals Of Logistics Management” McGraw-Hill Press, Newyork.
- LİU, H. X.; ZHOU, X.; YANG, J.R. (2006) “Fuzzy synthetic evaluation model of transportation routes of dangerous goods,” **Journal of Traffic and Transportation Engineering**, Cilt 6, ss. 80-82.
- LİU, J. J.; XU, X. H.; XU, K. (2005) “Discussion and analysis of dangerous cargo’s road transport,” **Journal of Safety Science and Technology**, Cilt 1, ss. 74-77.
- LOJİPORT, (2019) “Tehlikeli madde taşımacılığında yeni kurallar” <https://www.lojiport.com/tehlkeli-madde-tasimaciliginda-yeni-kurallar-104864h.htm>” Erişim Tarihi 06/03/2022.
- LONG, D. (2019), Uluslararası Lojistik Küresel Tedarik Zinciri Yönetimi, çev. Mehmet Tanyaş ve Murat Düzgün, 1. Baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık.
- LUKOİL, (2014) “GÜVENLİK BİLGİ FORMU CNG- Sıkıştırılmış Doğal Gaz” <https://www.lukoil.com.tr/Upload/Docs/CNG-SDS-TR.pdf>, Erişim Tarihi, 02/04/2022
- LUN Y.H.V.; LAİ K. H.; CHENG T.C.E. (2010) “Shipping and Logistics Management”, Springer-Verlag, London.
- MARCHESİNİ M. M. P. & ALCANTARA R. L. C. (2015) “Logistics Activities in Supply Chain Business Process A Conceptual Framework to Guide Their Implementation”, **The International Journal of Logistics Management**, Cilt 27, Sayı 1, ss. 7.
- MEB, (2011) “Ulaştırma Hizmetleri Alanı Tehlikeli Madde Taşımacılığı” <https://lojistik.igdir.edu.tr/Documents/Transportation/TA%C5%9EIMA%20MODELLER%C4%B0/Tehlikeli%20Madde%20Ta%C5%9F%C4%B1mac%C4%B1l%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>, Erişim Tarihi 30/04/2021.
- MEB, (2012) “Grafik Ve Fotoğraf Etiket Tasarımı” http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Etiket%20Tasar%C4%B1m%C4%B1.pdf, Erişim Tarihi 13/05/2022.
- MEB, (2014) “Motorlu Araçlar Teknolojisi Doğal Gaz Yakıt Sistemleri” http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Do%C4%9Fal%20Gaz%20Yak%C4%B1t%20Sistemleri.pdf, Erişim Tarihi 03/05/2022.
- MENONİ, S. (2007). Transportation Of Dangerous Goods. In Managing Critical Infrastructure Risks”, ss. 97-110, Springer, Dordrecht, DOI: 10.1007/978-1-4020-6385-5_6.

- MERRIAM, S. B. (2013), Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber. 3. Baskıdan Çeviri, Çeviri Editörü: S. Turan, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- MERT, A.; ÇETİNYOKUŞ, S. (2020) “Denizyolu Tehlikeli Madde Taşımacılığına Yönelik Kazaların Analizi”, **Journal of Humanities and Tourism Research**, Cilt 10, Sayı 1, ss. 41-54, DOI: 10.14230/johut760.
- MESLEKİ YETERLİLİK KURUMU (MYK), (2014) “Tehlikeli Madde Taşımacılığı Şöförü (Seviye 3)” Ulusal Meslek Standardı, **T.C. Resmi Gazete**, Sayı – 29159, 28.10.2014.
- MİLES, M. B., & HUBERMAN, A. M. (1994) “Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook, Thousand Oaks, CA: Sage.
- MURPHY P. R.; KNEMEYER A. M. (2016) Contemporary Logistics, Çev. Funda Yercan, Şerife Demiroğlu, Nobel Akademik Yayıncılık.
- MURPHY, P. R.; POİST, R. F. (2000) “Green logistics strategies: an analysis of usage patterns”, **Transportation journal**, Cilt 40, Sayı 2 ss. 5-16.
- NART, S.; GÜNER, S.; NART, S. (2017) “Otomotiv Sektöründeki İnovasyon Yeteneği Kaynaklarının Ahp İle Değerlendirilmesi” **Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi**, ss. 377-390, DOI: 10.18092/ulikidince.323726.
- NATURELGAZ (2013) “Tehlikeli Madde Güvenlik Bilgi Formu” <https://docplayer.biz.tr/3331337-C-n-g-malzeme-guvenlik-bilgi-formu.html>. Erişim Tarihi 08/04/2022.
- NATURELGAZ, “Dökme Cng Ve Lng İş Modeli” <http://www.naturelgaz.com/sayfa/7/is-modeli>, Erişim Tarihi 08/04/2022.
- NGV Global, (2022) “About the Natural Gas Vehicle Knowledge Base”, <https://www.iangv.org/current-ngv-stats/>, Erişim Tarihi 15/04/2022.
- OĞUZ, T. (2010) “Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sürecinde Kullanılan Kriterler ve Zonguldak Ereğli’ de Bir Alan Araştırması”, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, S.B.E**, Zonguldak.
- OLSON, D. L.; WU, D. D. (2010) “Enterprise risk management models” BerlingHeilderbeg: Springer.
- ORAL, N.; YUMUŞAK, R.; EREN, T. (2021) “AHP ve ANP Yöntemleri Kullanılarak Tehlikeli Madde Depo Yeri Seçimi: Kırıkkale İlinde Bir Uygulama”, **Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Cilt 10, Sayı 1 , ss. 115-299.
- OSHA, “Chemical Reactivity Hazards” United States Department of Labor, <https://www.osha.gov/chemical-reactivity>, Erişim Tarihi 06/05/2022.

- ÖZBİLGİN, İ. G. (2012) “Risk ve Risk Çeşitleri” <http://www.bilisimdergisi.org.tr/s145/pdf/86-93.pdf>, Erişim Tarihi 26/04/2021.
- ÖZÇELİK, G.; ATMACA, H. E. (2014) “Satın Alma Süreci İçin Moora Metodu ile Tedarikçi Seçimi Problemi”, **III. Ulusal Lojistik Ve Tedarik Zinciri Kongresi**, 15-17 Mayıs, Trabzon.
- ÖZDEMİR, B. (2017) “Zararlı Kimyasalların Mevzuata Uygun Etiketlenmesi” <https://www.turkchem.net/zararli-kimyasallar-in-mevzuata-uygun-etiketlenmesi.html>, Erişim Tarihi 13/03/2022.
- ÖZDEMİR, H. A.; DULUPÇU, M.A. (2018) “Türkiye’nin Ulaşımında Enerji Sorununa, Çözüm Ortağı Cng”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 23, Sayı 1, ss.123-144.
- ÖZER, B.B. (2011) “Türkiye’de Karayolu İLE Tehlikeli Madde Taşımacılığının Avrupa Anlaşması (ADR)’na Geçiş Kapsamında Analizi”, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- ÖZKUL, (2018) “Türkiye’de Karayolu İle Tehlikeli Madde Taşımacılığında Avrupa Anlaşması (ADR)’ye Geçiş Sürecinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Maltepe Üniversitesi, S.B.E.** İstanbul.
- PATTON, M. (2014) *Qualitative Research and Evaluation Methods*. 4. baskı, Sage, Thousand Oaks.
- PETFORM, (t.y) “Dünya Doğal Gaz Pıyasası” <https://www.petform.org.tr/dogal-gaz-piyasasi/dunya-dogalgaz-piyasasi/>, Erişim Tarihi 02/05/2022.
- PETFORM, (t.y) “Dünya’da Petrol Üretimi” <https://www.petform.org.tr/arama-uretim-sektoru/dunyada-petrol-uretimi/>, Erişim Tarihi 01/05/2022.
- PHMSA (Boru Hattı ve Tehlikeli Madde Güvenlik İdaresi), (t.y), Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı, “Tehlikeli Madde Taşımacılığında 10 Yıllık Olay Raporu” Hazmat Intelligence Portal, <https://www.phmsa.dot.gov/hazmat-program-management-data-and-statistics/data-operations/incident-statistics>, Erişim Tarihi 23/06/2021.
- RAMAA, A.; SUBRAMANYA, K. N.; RANGASWAMY, T. M. (2012), “Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain”, **International Journal of Computer Applications**, Cilt 54, Sayı 1.
- REN, C. X.; WU, Z. Z. (2007) “Progress of risk assessment and optical routing for hazardous materials transportation by road,” **Journal of Safety and Environment**, Cilt 7, ss. 127-131.
- RID (2015) *Convention Concerning International Carriage by Rail (COTIF) Appendix C – Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail*.

- SAADAT-TARGHİ, M., KHADEM, J., & FARZANEH-GORD, M. (2016) "Thermodynamic analysis of a CNG refueling station considering the reciprocating compressor", **Journal of natural gas science and engineering**, Cilt 29, ss. 453-461.
- SAATY, T. L. (1980) "The analytic hierarchy process", New York: Mac Graw-Hill.
- SAATY, T. L. (1994) "Highlights and critical points in the theory and application of the analytic hierarchy process", **European Journal of Operational Research**, Cilt 74, Sayı 3, ss. 426-447.
- SAYAR, S., (2019), Dijitalleşme ile Yeni Oluşan Kavramlar: Endüstri 4.0 IOT ve Blockchain Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, **Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İstanbul.
- SEÇKİN, Ü. (2012) Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik, Dış Ticaret Akademisi.
- SEZGİN, T., (2008) "Lojistik Kavramı ve Türkiye'deki Uygulamaları", Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- SHANG, H.; DONG, D.; WANG, X.; WU, X. (2008) "The Risk Evaluation for Hazardous Materials Transportation", **Service Operations and Logistics, and Informatics**, pp. 1553 – 1558.
- SOCAR, (2018) "Tehlikeli Madde Rehberi" <http://www.socar.com.tr/starlanding/pdf/tehlikeli-madde-rehberi.pdf>, Erişim Tarihi 11/03/2022.
- SOUSSİ, A.; BOUCHTA, D.; SACİLE, R.; BERSANİ, C.; SEGHIÖUER, H.; AMARTİ, A. EL; ABOUETTAHİR, R. KHAMLİCHİ, R (2020) "Storing and Transporting Hazardous Material, Logistics Strategies for Moroccan Companies" **Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal**, Cilt 5, Sayı 1, ss. 21-33.
- SÖYLERİZ, Y. (t.y) "Tehlikeli Kimyasal Maddelerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri" Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Çevre Sağlığı Daire Başkanlığı, Ankara, https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/606d63d491d7e15_ek.pdf?tipi=2&turu=H&sube=1, Erişim Tarihi 08/07/2021.
- STREUBERT, H.J. AND CARPENTER, D.R. (2011) "Qualitative Research in Nursing: Advancing the Humanistic Imperative", Wolters Kluwer, Philadelphia.
- SUNAR, T. (1998) "Tehlikeli Maddelerin Çevresel Risk Değerlendirmesi", Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**.
- SÜTÜTEMİZ, N.; ÇİFTYİLDİZ, S. S.; KONUK, F. A. (2009) "Paketlenmiş süt için ambalaj özelliklerinin algılanan önemi ve satın alma davranışına etkisi: İstanbul ili örneği" **Akademik Gıda**, Cilt 7, Sayı 6, ss. 18-28.

- SYNÁK, F.; GAŇA, J.; ŘÍEVAJ, V.; MOKŘÍČKOVÁ, L. (2019) “Ways of reducing carbon dioxide from road transport”, **The Archives of Automotive Engineering Archiwum Motoryzacji**, Cilt 86, Sayı 4, ss. 44.
- SZYMONİK, A. (2012) “Logistics and Supply Chain Management”, Technical University of Lodz Press, ss. 308 – 352.
- ŞAHAN, D. (2017) “Türkiye’ de Taşımacılığın Çevresel Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Analizi”, **Politik Ekonomik Kuram Dergisi**, Cilt 1, Sayı 2, ss. 2- 10.
- ŞEN, K. İ. (2014), “Lojistik Faaliyetlerin Yönetimi ve Maliyetleme Yaklaşımları”, **Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 4, Sayı 1, ss. 87- 92.
- ŞENGÜR, K. F. (2018) “Bölüm 7: Lojistikte Tehlikeli Maddeler”, Lojistik İlkeleri, Editörler: Meserret NALÇAKAN, Fikret ER. Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi.
- ŞENKAYAŞ, H.; DANIŞMAN, E.; UZUNDAĞ, Ş. (2018) Risk Management In Dangerous Substances Transportation On Railway, Recent Researches on Social Sciences, Editörler: Roman Dorczak, Hasan Arslan, Rafał Musialik, ss. 298-305.
- ŞILTU, E. (2015) “Su Ortamında Bulunabilecek Tehlikeli Maddelerin Önceliklendirilmesi Açısından Türkiye’de Uygulanabilecek Metodolojinin Belirlenmesi, **Uzmanlık Tezi**, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- TANAP, (t.y) <https://www.tanap.com/fotograf-galerisi>, Erişim Tarihi 05/11/2021.
- TANYAŞ, M. & BASKAK, M. (2012), Farklı Açılardan Depoların Sınıflandırılması, **Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi**, 10- 12 Mayıs, Konya.
- TATLIOĞLU, F. (2010) “Havacılık Tedarik Zincirinde İkram Hizmetlerinin İncelenmesi ve Uygulanması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- TCDD, “Tehlikeli Maddelerin Demiryoluyla Taşınması(RID) Göreve Özgü Eğitimi”, <https://edesm.tcddtasimacilik.gov.tr/wp-content/uploads/2020/10/RID-Goreve-Ozgu-Egitimi-Ders-Notu-Tren-Lojistik-Tek.-Kontrol-Personeli.pdf>, Erişim Tarihi, 08/12/2021.
- TDK, (t.y), <https://sozluk.gov.tr/> Erişim Tarihi 05/05/2021.
- TEHLİKELİ MADDELERİN KARAYOLUYLA TAŞINMASI HAKKINDA YÖNETMELİK, **T.C. Resmi Gazete**, Sayı: 30754, 24.03.2019.
- TESİSAT BİLGİ VE HABER PORTALI, (2016) “LNG ve CNG Nedir? Özellikleri Nelerdir ?” <https://www.tesisat.org/lng-cng-nedir-ozellikleri-nelerdir.html>, Erişim Tarihi 03/01/2022.

- TEZÖREN, M.K. (2012) “Cng Dolum İstasyonlarında Yangınla Mücadele” Mühendis ve Makine, Cilt 53, Sayı 625, ss. 65-71.
- TIRINSIGHT, “Taşımacılık Türlerine Göre Doğal Gaz Tüketimi” <https://insights.tirport.com/tasimacilik-turlerine-gore-dogal-gaz-tuketimi-1/>, Erişim Tarihi 17/05/2022.
- TIRPORT, (2020) “Global Lojistik Sektörünün Büyüklüğü Ne Kadar?”, <https://tirport.com/blog/1130/global-lojistik-sektoru-buyuklugu-ne-kadar?>, Erişim Tarihi 14/04/2021.
- TMMO, Kimya Mühendisleri Odası, (2020) “Patlama Konusunda Kamuoyunu Bilgilendirme Notu”, https://www.kmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=5288&tipi=0&sube=0, Erişim Tarihi 19/05/2022.
- TMMOB, (t,y) <https://www.mmo.org.tr/eskisehir/basin-aciklamasi/cng-konusunda-basin-aciklamasi-yapildi>. Erişim Tarihi 10/03/2022.
- TOBB (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği), (t.y) “Tehlikeli Madde Taşımacılığı (ADR)”, <https://www.tobb.org.tr/UluslararasıGecisBelgesiMudurlugu/Sayfalar/ADR.php>, Erişim Tarihi 02/01/2022.
- TOKAY, S. H.; DERAN A.; ARSLAN S. (2010) “Lojistik Maliyet Yönetiminde İzlenebilecek Stratejiler ve Muhasebe Eğitiminden Beklentiler”, **XXIX. Muhasebe Eğitimi Sempozyumu**.
- TOPAL, Y. K. (2013), Lojistik Yönetiminde E- Lojistik Kullanımının Önemi, Değişen Pazar Şartlarında E- Lojistik Kullanan Şirketler Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, **Deniz Harp Okulu Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Enstitüsü**, İstanbul.
- TOROS A. (2015), “Tedarik Zinciri Boyunca Etkin Sipariş Yönetimi”, <https://www.lojiport.com/tedarik-zinciri-boyunca-etkin-siparis-yonetimi-91501yy.htm>, Erişim Tarihi 04/04/2021.
- TSE, (t.y) “Tehlikeli Madde Taşımacılığı Hakkında” <https://www.tse.org.tr/IcerikDetay?ID=883>, Erişim Tarihi 03/01/2022.
- TSKB (2021) “Enerji Sektör Görünümü Raporu” <https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-sektor-gorunumu-2021.pdf>, Erişim Tarihi 24/07/2021.
- TUNÇ, H.; KAYA, M. (2016) “Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişmesinde Dış Ticaretin Rolü Üzerine Bir Nedensellik Analizi” **Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi**, Cilt 7, Sayı:14, ss.58-65.

- TURSUN, S. S. (2020) “Tedarikçi Seçiminde Etkili Olan Kriterlerin Belirlenmesi: Bir Karma Yöntem Çalışması”, **Doktora Tezi**, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Muğla.
- TÜİK, (2020) “Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990-2018, National Inventory Report for submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change”, Nisan 2020.
- ULUDAĞ, A. S. (2013) “Lojistik Ağların Kullanımı ve Bir İşletme İçin Lojistik Ağın Geliştirilmesi”, **Doktora Tezi**, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- UND, (t.y) “Tehlikeli Madde Taşımacılığında Tarafların Yükümlülükleri”, <https://www.und.org.tr/sektorel-bilgiler/tehlikeli-madde-tasimaciliginda-taraflarin-yukumlulukleri>, Erişim Tarihi 12/04/2021.
- UNECE, (2021), “About the ADN European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways”, <https://unece.org/about-adn>, Erişim Tarihi 04/03/2020.
- UNİMAR, “Lojistik Sektöründe Risk Yönetimi”, <https://globelink-unimar.com/lojistik-sektorunde-risk-yonetimi/>, Erişim Tarihi 25/04/2021.
- UTİKAD, (2020) “UTİKAD Lojistik Sektör Raporu – 2019’da Dikkat Çeken Analizler Yer Aldı”, <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/26735/utikad-lojistik-sektoru-raporu-2019-da-dikkat-ceken-analizler-yer-aldi>, Erişim Tarihi 15/04/2021.
- UZEL E., DURDAĞ C. (2014) “Sürücülerin Tehlikeli Madde Taşımacılığı Eğitimine Bakış Açıları Hakkında Kalitatif Bir Çalışma”, **Beykoz Akademi Dergisi**, Cilt 2, Sayı 1, ss. 55-73.
- UZUNDAĞ, Ş. (2020) “Tehlikeli Madde Taşımacılığında Risk Analizi Yapılarak Coğrafi Bilgi Sistemi İle Güzergâh Belirlenmesi” **Doktora Tezi**, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, S.B.E. Aydın.
- VATANSEVER, Ö.; KIRTAŞ, H. A.; BARIŞIK, T. (2021) “Bleve Temelli Kaza Etkilerinin Değerlendirilmesi”, **Resilience**, Cilt 5, Sayı 2, ss.143-157.
- VESELKO, G., BRADKOVIC T. D., (2009) “Managing Risk and Threats in Global Logistics Chains” **Pomorstvo**, Cilt 23, Sayı 1, ss. 67-85.
- VOKE R. (2000) “Transport of Dangerous Goods, A Short Guide to the International Regulations”, **Process Safety and Environmental Protection**, Cilt 78, Sayı 2, Mart.
- VURAL D.; GENCER C.; KARADOĞAN D. (2014) “Ulaştırma Uygulamalarına Yönelik Çok Modlu Model Önerisi”, **Savunma Bilimleri Dergisi**, Cilt 13, Sayı 1, ss. 76.

- WATERS, D. (2003) “Logistics An Introduction to Supply Chain Management”, New York, Palgrave Macmillan Houndmills.
- WB, (2018) “International LPI” <https://lpi.worldbank.org/international/global>, Erişim Tarihi 06/07/2021.
- WEİYİ, F. & LUMİNG, Y. (2009) “The Discussion Of Target Cost Method in Logistics Cost Management”, **ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management**, ss. 538.
- WOLFF, R. A. & YILDIZ, D. (2018) “Türkiye’de Lojistik Yönetimindeki Gelişmeler: Stratejik Bir Bakış Açısı”, **Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi**, Cilt: 7, Sayı: 3, ss. 188-195.
- WU, P. J.; CHAİPİYAPHAN, P. (2019) “Diagnosis of Delivery Vulnerability in a Logistics System for Logistics Risk Management” **The International Journal of Logistics Management**, Cilt 31, No 1, ss.45-55.
- www.lngcng.org.tr “LNG/CNG Nedir?” <http://www.lngcng.org.tr/dogal-gaz-piyasa-faaliyetleri>, Erişim Tarihi 10/10/2021.
- XİNG, Y.; CHEN, S.; ZHU, S.; ZHANG, Y.; LU, J. (2020) “Exploring risk factors contributing to the severity of hazardous material transportation accidents in China” **International journal of environmental research and public health**, Cilt 17, Sayı 4, ss. 1344.
- YALÇIN, P.S. (2013) “Dağıtım Yönetimi ve Tedarik Tabanı Yönetimi Uygulamalarının Tedarik Zinciri Performansı Üzerine Etkileri” Yüksek Lisans Tezi, **Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**.
- YALÇINKAYA, N. M.; DEMİREL, E.; SAY, N. (2020) “Tehlikeli Maddelerin Karayolu İle Taşınması Sürecinde Ortaya Çıkan Çevresel Risklerin Hata Ağacı Analizi (Haa) İle Değerlendirilmesi”, **Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, Cilt 8, Sayı 4, ss. 973-984.
- YAMAK, H. (t.y) “İşaretleme ve Etiketleme” <https://docplayer.biz.tr/227087284-Havza-meslek-yuksekokulu-is-sagligi-ve-guvenligi-programi-isg208-etiketleme-ve-isaretleme-ogr-gor-halil-yamak.html>, Erişim Tarihi 13/04/2022.
- YANG, Q.; CHİN, K. S.; Lİ, Y. L. (2018) “A quality function deployment-based framework for the risk management of hazardous material transportation process” **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, Cilt 52, ss. 81-92, <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2018.02.001>.
- YANGINLAR G. & SARI, K. (2014) “Yeşil Lojistik Uygulamaları ve İşletme Performansı Üzerine Bir Literatür Araştırması”, **III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi**, 15-17 Mayıs 2014, Trabzon, ss. 179.

- YAVUZ, H. İ. (2020) “Tehlikeli Madde Olaylarına Müdahale Ekiplerinin İş Güvenliği Kültürü Ve Güvenlik Davranışları Arasındaki İlişkinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Yeniüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- YEKSAN, (t.y) “165'lik CNG Taşıyıcı Treyler” <http://www.yeksan.com.tr/165-Cng-Tasiyici-Treyler.asp>, Erişim Tarihi 12/05/2022.
- ÖZAT, Y. (2018) “Tehlikeli Madde Taşımacılığında Alınacak Önlemler”, Yüksek Lisans Tezi, **Çankaya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.
- YILDIRIM, N. (2018) “Lojistik İşletmelerin Risk Yönetimi ve Finansal Performans Analizi: BİST’ te Bir Uygulama” Yüksek Lisans Tezi, **Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Balıkesir.
- YILDIZTEKİN, A. (2018) “Tehlikeli Madde Lojistiği” <https://www.lojiport.com/tehlkeli-madde-lojistigi-91680yy.htm>, Erişim Tarihi 15/07/2021.
- YILMAZ Z. (2015) “Tehlikeli Madde Taşımacılığında Riski De Dikkate Alan Cbs Temelli Dinamik Güzergâh Belirleme”, Doktora Tezi, **Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.
- YILMAZ, Z.; EROL, S.; APLAK, H. S. (2015) “ Transportation of Hazardous Metarial (hazmat) a Literature Survey” **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Cilt 22, Sayı 1, ss. 39-53.
- YÜZBAŞIOĞLU, N.; CERAN, Y. (2010), “İşletmelerde Stratejik Yönetim ve Planlama Açısından Stratejik Maliyet Yönetimi ve Enstrümanları”, **Reform Dergisi**, Cilt 2, Sayı 46, ss. 1-13.
- ZORBA, Y. (2009) “Uluslararası Deniz Ticaretinde Tehlikeli Yüklere İlişkin Güvenlik Yönetimi: Uluslararası Denizde Tehlikeli Yük Taşımacılığı Standartları (IMDG Code)”, **Doktora Tezi**, Dokuz Eylül Üniversitesi, S.B.E, İzmir.

EKLER

Ek-1. Pilot Analiz Çalışması Mülakat Soru Formu

1) Tehlikeli madde lojistiğine örnek olarak ifade edilen sıkıştırılmış doğalgaz taşımacılığını esnasında, insan faktörü kaynaklı riskleri (eğitim, personelin duygusal veya psikolojik durumu, tecrübe, kurallara riayet, iletişim ve koordinasyon becerisi, yaş, fiziksel durum) nasıl yorumlarsınız? Sizce hangi faktör daha fazla risk oluşturuyor? CNG lojistiğinde etkili olan başka risk faktörleri var mıdır? Bu faktörlerden CNG lojistiğinde etkisi olmayan risk faktörü var mıdır?

2) Tehlikeli madde lojistiğine örnek olarak ifade edilen sıkıştırılmış doğalgaz taşımacılığını esnasında, riskin engellenmesi veya risk oranının düşürülmesinde firmaya bağlı risk faktörlerinde (tehlikeli madde güvenlik danışmanı, mevzuata riayet, dokümantasyon ve raporlama sistemi, acil durum planı, güvenlik ve kalite değerlendirme sistemi, teknoloji kullanımı, ramak kala kayıt sistemi) firmanın rolünü nasıl değerlendirirsiniz? Sizce riskin engellenmesi veya risk oranının düşürülmesi için firma en çok hangi faktör üzerine

eğilmeli (yatırım, geliştirme yapmalı) ? CNG lojistiğinde etkili olan başka risk faktörleri var mıdır? Bu faktörlerden CNG lojistiğinde etkisi olmayan risk faktörü var mıdır?

3) Tehlikeli madde lojistiğine örnek olarak ifade edilen sıkıştırılmış doğalgaz taşımacılığı esnasında malzeme ve dolum faktörlerinden kaynaklanan risklerin (tehlikeli maddenin miktarı, maddenin tehlike önceliği, konteynır ve dolum, önleyici veya sonrasında müdahale ekipmanı, işaretleme ve etiketleme, ekipmanların teknik donanımı ve kalibrasyonu) tehlikeli madde lojistiği sıkıştırılmış doğalgaz örneği üzerine olan etkilerini nasıl yorumlarsınız? CNG lojistiğinde etkili olan başka risk faktörleri var mıdır? Bu faktörlerden CNG lojistiğinde etkisi olmayan risk faktörü var mıdır?

4) Tehlikeli madde lojistiğine örnek olarak ifade edilen sıkıştırılmış doğalgaz taşımacılığı esnasında, risk değerlendirmesi yapılırken araçların durumundan kaynaklanan risk faktörleri (bilgi akışı ve GPS ile takip, araçların bakımı, araçların yaşı, aracın kapasitesi, aracın yerleştirilmesi, araçtaki acil durum donanımı, aracın yükleme ve boşaltılması) arasında önemli gördükleriniz hangileridir? Neden? CNG lojistiğinde etkili olan başka risk faktörleri var mıdır? Bu faktörlerden CNG lojistiğinde etkisi olmayan risk faktörü var mıdır?

5) Tehlikeli madde lojistiğine örnek olarak ifade edilen sıkıştırılmış doğalgaz taşımacılığı esnasında çevre ve trafik kaynaklı risk faktörlerini (nüfus yoğunluğu, sıcaklık, ıslık, yol şartları, kaza oranı, ekolojik yapı, trafik yoğunluğu) önem derecelerine göre nasıl yorumlarsınız? CNG lojistiğinde etkili olan başka risk faktörleri var mıdır? Bu faktörlerden CNG lojistiğinde etkisi olmayan risk faktörü var mıdır?

6) Tehlikeli madde lojistiğinde risk faktörlerinin önceden belirlenip değerlendirilmesinin risk yönetimi üzerine etkisi hakkında düşünceleriniz nelerdir?

Eğitim:

Yaş:

Şirkette göreviniz nedir? :.....
:.....

Kaç yıldır CNG sektöründe çalışıyorsunuz?



Ek-2. Anket Formu

TEHLİKELİ MADDE LOJİSTİĞİNDE RİSK YÖNETİMİ: SIKIŞTIRILMIŞ DOĞALGAZ ÖRNEĞİ

Değerli katılımcı,

Elinizdeki soru formu Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesinde yürütülmekte olan bilimsel bir araştırma için hazırlanmıştır. Sizden isiminiz soy isminiz ya da firmanızın ismi gibi kişisel bir bilgi istenmemektedir. Aşağıdaki tabloda yer alan satırların her birinde iki uçta yer alan ifadeleri önem derecesine göre karşılaştırmanız ve hangisi daha önemli ise o taraftaki puanlama çizelgesinden tercihinize uygun rakamı işaretlemeniz istenmektedir. Puanların ne anlama geldikleri tablonun başında açıklanmıştır. Değerlendirmelerinizi yaparken tehlikeli madde lojistiğinde etkin bir risk yönetiminin sağlanması için gerekli ve önemli olan risk faktörlerini dikkate alınız. Lütfen boş satır bırakmayınız.

Sultan ÇOŞKUN KAYA

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi



Kısım 1. Lütfen aşağıda yer alan unsurları kendi arasında kıyaslayınız. (1) İki faktör kıyaslandığında aynı derecede önemli ise işaretleyiniz (3) Bir faktör diğerine göre <u>biraz daha önemli</u> ise işaretleyiniz (5) Bir faktör diğerinden <u>kuvvetle çok daha önemli</u> ise işaretleyiniz (7) Bir faktör diğerine göre <u>yüksek derecede kuvvetle</u> önemli ise işaretleyiniz.										(2), (4), (6), (8) ,										İki faktör arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda işaretleyiniz.									
										(9) ilgili faktörün <u>tek başına çok önemli</u> olduğunu belirtir.																			
İnsan Faktörü	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Firmaya Bağlı Faktörler											
İnsan Faktörü	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Malzeme ve Dolum Faktörü											
İnsan Faktörü	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçların Durumu Faktörü											
İnsan Faktörü	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Çevre ve Trafik Faktörü											
Firmaya Bağlı Faktörler	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Malzeme ve Dolum Faktörü											
Firmaya Bağlı Faktörler	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçların Durumu Faktörü											
Firmaya Bağlı Faktörler	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Çevre ve Trafik Faktörü											
Malzeme ve Dolum Faktörü	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçların Durumu Faktörü											
Malzeme ve Dolum Faktörü	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Çevre ve Trafik Faktörü											
Araçların Durumu Faktörü	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Çevre ve Trafik Faktörü											

Kısım 2. Lütfen aşağıda yer alan unsurları kendi arasında kıyaslayınız. (1) İki faktör kıyaslandığında <u>aynı derecede önemli</u> ise işaretleyiniz (3) Bir faktör diğerine göre <u>biraz daha önemli</u> ise işaretleyiniz (5) Bir faktör diğerinden <u>kuvvetle çok daha önemli</u> ise işaretleyiniz (7) Bir faktör diğerine göre <u>yüksek derecede kuvvetle</u> önemli ise işaretleyiniz.										(2), (4), (6), (8) , İki faktör arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda işaretleyiniz. (9) ilgili faktörün <u>tek başına çok önemli</u> olduğunu belirtir.									
	Yoğunluk																		
Eğitim	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Personelin duygusal veya psikolojik durumu	
Eğitim	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Tecrübe	
Eğitim	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Kurallara riayet	
Eğitim	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	İletişim ve koordinasyon becerisi	
Eğitim	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Yaş	
Eğitim	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Fiziksel durum	
Personelin duygusal veya psikolojik durumu	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Tecrübe	
Personelin duygusal veya psikolojik durumu	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Kurallara riayet	
Personelin duygusal veya psikolojik durumu	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	İletişim ve koordinasyon becerisi	
Personelin duygusal veya psikolojik durumu	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Yaş	
Personelin duygusal veya psikolojik durumu	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Fiziksel durum	
Tecrübe	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Kurallara riayet	
Tecrübe	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	İletişim ve koordinasyon becerisi	
Tecrübe	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Yaş	
Tecrübe	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Fiziksel durum	
Kurallara riayet	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	İletişim ve koordinasyon becerisi	
Kurallara riayet	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Yaş	
Kurallara riayet	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Fiziksel durum	
İletişim ve koordinasyon becerisi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Yaş	
İletişim ve koordinasyon becerisi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Fiziksel durum	

Yaş	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Fiziksel durum
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----------------

Kısım 3. Lütfen aşağıda yer alan unsurları kendi arasında kıyaslayınız. (1) İki faktör kıyaslandığında <u>aynı derecede önemli</u> ise işaretleyiniz (3) Bir faktör diğerine göre biraz daha önemli ise işaretleyiniz (5) Bir faktör diğerinden kuvvetle çok daha önemli ise işaretleyiniz (7) Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle önemli ise işaretleyiniz.										(2), (4), (6), (8) , iki faktör arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda işaretleyiniz. (9) ilgili faktörün <u>tek başına çok önemli</u> olduğunu belirtir.																										
										Yoğunluk																										
Tehlikeli madde güvenlik danışmanı										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Mevzuata riayet									
Tehlikeli madde güvenlik danışmanı										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Dokümantasyon ve raporlama sistemi									
Tehlikeli madde güvenlik danışmanı										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Acil durum planı									
Tehlikeli madde güvenlik danışmanı										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Güvenlik ve kalite değerlendirme sistemi									
Tehlikeli madde güvenlik danışmanı										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Teknoloji kullanımı									
Tehlikeli madde güvenlik danışmanı										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ramak kala kayıt sistemi									
Mevzuata riayet										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Dokümantasyon ve raporlama sistemi									
Mevzuata riayet										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Acil durum planı									
Mevzuata riayet										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Güvenlik ve kalite değerlendirme sistemi									
Mevzuata riayet										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Teknoloji kullanımı									
Mevzuata riayet										(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ramak kala kayıt sistemi									

Dokümantasyon ve raporlama sistemi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Acil durum planı
Dokümantasyon ve raporlama sistemi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Güvenlik ve kalite değerlendirme sistemi
Dokümantasyon ve raporlama sistemi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Teknoloji kullanımı
Dokümantasyon ve raporlama sistemi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ramak kala kayıt sistemi
Acil durum planı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Güvenlik ve kalite değerlendirme sistemi
Acil durum planı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Teknoloji kullanımı
Acil durum planı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ramak kala kayıt sistemi
Güvenlik ve kalite değerlendirme sistemi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Teknoloji kullanımı
Güvenlik ve kalite değerlendirme sistemi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ramak kala kayıt sistemi
Teknoloji Kullanımı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ramak kala kayıt sistemi

Kısım 4. Lütfen aşağıda yer alan unsurları kendi arasında kıyaslayınız. (1) İki faktör kıyaslandığında <u>aynı derecede önemli</u> ise işaretleyiniz (3) Bir faktör diğerine göre biraz daha önemli ise işaretleyiniz (5) Bir faktör diğerinden kuvvetle çok daha önemli ise işaretleyiniz (7) Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle önemli ise işaretleyiniz.										(2), (4), (6), (8) , iki faktör arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda işaretleyiniz. (9) ilgili faktörün <u>tek başına çok önemli</u> olduğunu belirtir.									
										Yoğunluk									
Tehlikeli maddenin miktarı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Maddenin tehlike önceliği	
Tehlikeli maddenin miktarı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Konteynır ve dolum	

Tehlikeli maddenin miktarı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Önleyici veya sonrasında müdahale ekipmanı
Tehlikeli maddenin miktarı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	İşaretleme ve etiketleme
Tehlikeli maddenin miktarı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ekipmanların teknik donanımı ve kalibrasyonu
Maddenin tehlike önceliği	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Konteynır ve dolum
Maddenin tehlike önceliği	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Önleyici veya sonrasında müdahale ekipmanı
Maddenin tehlike önceliği	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	İşaretleme ve etiketleme
Maddenin tehlike önceliği	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ekipmanların teknik donanımı ve kalibrasyonu
Konteynır ve dolum	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Önleyici veya sonrasında müdahale ekipmanı
Konteynır ve dolum	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	İşaretleme ve etiketleme
Konteynır ve dolum	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ekipmanların teknik donanımı ve kalibrasyonu
Önleyici veya sonrasında müdahale ekipmanı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	İşaretleme ve etiketleme
Önleyici veya sonrasında müdahale ekipmanı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ekipmanların teknik donanımı ve kalibrasyonu
İşaretleme ve etiketleme	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ekipmanların teknik donanımı ve kalibrasyonu

Kısım 5. Lütfen aşağıda yer alan unsurları kendi arasında kıyaslayınız. (1) İki faktör kıyaslandığında <u>aynı derecede önemli</u> ise işaretleyiniz (3) Bir faktör diğerine göre biraz daha önemli ise işaretleyiniz (5) Bir faktör diğerinden kuvvetle çok daha önemli ise işaretleyiniz (7) Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle önemli ise işaretleyiniz.										(2), (4), (6), (8) , İki faktör arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda işaretleyiniz. (9) ilgili faktörün <u>tek başına çok önemli</u> olduğunu belirtir.									
										Yoğunluk									
Bilgi akışı ve GPS ile takip	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçların bakımı (fren, lastik vs.)	
Bilgi akışı ve GPS ile takip	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçların yaşı	

Bilgi akışı ve GPS ile takip	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın kapasitesi
Bilgi akışı ve GPS ile takip	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın yerleştirilmesi (dolum, boşaltım paneline park edilmesi vb.)
Bilgi akışı ve GPS ile takip	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçtaki acil durum donanımı
Bilgi akışı ve GPS ile takip	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın yükleme ve boşaltılması
Araçların bakımı (fren, lastik vs.)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçların yaşı
Araçların bakımı (fren, lastik vs.)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın kapasitesi
Araçların bakımı (fren, lastik vs.)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın yerleştirilmesi (dolum, boşaltım paneline park edilmesi vb.)
Araçların bakımı (fren, lastik vs.)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçtaki acil durum donanımı
Araçların bakımı (fren, lastik vs.)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın yükleme ve boşaltılması
Araçların yaşı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın kapasitesi
Araçların yaşı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın yerleştirilmesi (dolum, boşaltım paneline park edilmesi vb.)
Araçların yaşı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçtaki acil durum donanımı
Araçların yaşı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın yükleme ve boşaltılması
Aracın kapasitesi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın yerleştirilmesi (dolum, boşaltım paneline park edilmesi vb.)
Aracın kapasitesi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçtaki acil durum donanımı
Aracın kapasitesi	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın yükleme ve boşaltılması
Aracın yerleştirilmesi (dolum, boşaltım paneline park edilmesi vb.)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Araçtaki acil durum donanımı
Aracın yerleştirilmesi (dolum, boşaltım paneline park edilmesi vb.)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın yükleme ve boşaltılması
Araçtaki acil durum donanımı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Aracın yükleme ve boşaltılması

Kısım 6. Lütfen aşağıda yer alan unsurları kendi arasında kıyaslayınız. (1) İki faktör kıyaslandığında <u>aynı derecede önemli</u> ise işaretleyiniz (3) Bir faktör diğerine göre biraz daha önemli ise işaretleyiniz (5) Bir faktör diğerinden kuvvetle çok daha önemli ise işaretleyiniz (7) Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle önemli ise işaretleyiniz.	(2), (4), (6), (8) , } İki faktör arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda işaretleyiniz. (9) ilgili faktörün <u>tek başına çok önemli</u> olduğunu belirtir.
--	---

	Yoğunluk																	
Nüfus yoğunluğu	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Sıcaklık
Nüfus yoğunluğu	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Yol şartları
Nüfus yoğunluğu	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Kaza oranı
Nüfus yoğunluğu	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ekolojik yapı (etki alanındaki canlı yapısı)
Nüfus yoğunluğu	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Trafik yoğunluğu
Sıcaklık	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Yol şartları
Sıcaklık	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Kaza oranı
Sıcaklık	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ekolojik yapı (etki alanındaki canlı yapısı)
Sıcaklık	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Trafik yoğunluğu
Yol şartları	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Kaza oranı
Yol şartları	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ekolojik yapı (etki alanındaki canlı yapısı)
Yol şartları	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Trafik yoğunluğu
Kaza Oranı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Ekolojik yapı (etki alanındaki canlı yapısı)
Kaza oranı	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Trafik yoğunluğu
Ekolojik yapı (etki alanındaki canlı yapısı)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Trafik yoğunluğu

