

## Tehlikeli Maddelerden Akaryakıtların Kara Yoluyla Taşınması Sürecinde Meydana Gelen Çevresel Riskler: Kayseri Örneği

Şenay YEŞİLBAŞ AKMAN<sup>1</sup>, Seval ARAS<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 50300, Nevşehir

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0274-8704>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6392-0117>

\*Sorumlu yazar: sevalkokmen@gmail.com

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi:

Geliş tarihi: 10.06.2023

Kabul tarihi: 19.08.2023

Online Yayınlanma: 25.06.2024

#### Anahtar Kelimeler:

Tehlikeli madde taşımacılığı

Akaryakıtların karayolunda

taşıması

Risk analizi

5x5 matris

Fine-kinney

### ÖZ

Tehlikeli maddelerin taşınması, insanlar ve çevre için belirli riskler doğurmuştur. Tehlikeli maddelerin taşınması sırasında ne kadar önlem alınırsa alınsın kaçınılmaz olarak kazalar meydana gelmekte ve bu kazalar milyonlarca insanı etkileyebilmektedir. Çalışmada karayolları ile taşımacılığı yapılan akaryakıtların çevresel riskleri değerlendirilmiştir. Kayseri iline ait altı farklı akaryakıt istasyonunun bir takvim yılı içerisinde alım ve satımını yaptığı tehlikeli maddelerin karayoluyla taşınma süreci, olası riskler incelenmiştir. Ayrıca sürücünün taşıma esnasında karayolunda karşılaşılabileceği riskler tablosu oluşturularak kaza senaryoları risk tablosu oluşturulmuştur. Risk tabloları oluşturulurken 5x5 Matris ve Fine-Kinney Metodlarından faydalanılmıştır. Tehlike durumları ve bu durumları düzenleyici-önleyici faktörler belirlenmiştir. Çalışma kapsamında akaryakıtların karayolu taşımacılığı ele alınmıştır. Çalışmada olası riskler ve önleyici unsurlar belirlenmiştir. Akaryakıt istasyonlarının yıllık alım ve satımını yaptığı tehlikeli maddeler tablolar halinde çalışmaya aktarılmıştır. Çalışmada sonucunda taşınan tehlikeli maddelerin olası etkilerini önlemek adına çözüm alternatifleri sunulmuştur.

## Environmental Risks Occurring in the Process of Transporting Fuel from Hazardous Substances by Land: The Case of Kayseri

### Research Article

#### Article History:

Received: 10.06.2023

Accepted: 19.08.2023

Published online: 25.06.2024

#### Keywords:

Hazardous materials transportation

Road transport of fuel

Risk analysis

5x5 matrix

Fine-kinney

### ABSTRACT

The transport of dangerous goods has created certain risks for humans and the environment. No matter how much precautions are taken during the transportation of dangerous goods, accidents inevitably occur and these accidents can affect millions of people. In the study, the environmental risks of fuels transported by highways were evaluated. The process of transporting dangerous goods by road, which six different fuel stations in Kayseri province buy and sell within a calendar year, and possible risks are examined. In addition, the risk table for accident scenarios was created by creating a table of risks that the driver may encounter on the road during transportation. While creating risk tables, 5x5 Matrix and Fine-Kinney Methods were used. Hazard situations and regulatory-preventive factors for these situations were determined. Within the scope of the study, road transportation of fuels is discussed. Possible risks and preventive factors were determined in the study. Hazardous materials that fuel stations purchase and sell annually are transferred to the study in tables. As a result of the study: solution alternatives are presented in order to prevent the possible effects of transported dangerous goods.

## **1. Giriş**

Bir ürünün tüketiciye ulaşmasını sağlamak için taşıma sürecinde dikkat edilmesi gereken en önemli faktör; taşınan maddenin türüdür. Bu anlamda “tehlikeli madde” olarak tanımlanan ve ağırlıklı olarak kimyasal maddelerden oluşan yükler, yasal düzenlemeler ve çevre koruma tedbirleri açısından dikkat gerektiren bir konudur. Tehlike arz eden maddelerin taşınması, bu maddelerin fiziki ve kimyasal nitelikleri ayrıca patlayıcı özelliklere sahip olması gibi birçok tehlike açısından öteki taşıma işlemlerinden farklılık göstermektedir. Tehlikeli maddelerin yüklenmesi ve boşaltılması sırasında veya çeşitli sebeplerle meydana gelen kazalar sonucunda insanlara ve çevreye yönelik ciddi riskler meydana gelebilmektedir. Tehlikeli maddelerin yapısal özelliklerinden dolayı güvenlik öncelikli olmalıdır. Multimodal taşımacılığın her bir taşıma şekli için farklı yaptırımları vardır (Yalçınkaya ve Demirel, 2020).

Tehlikeli maddelerin taşınması işlemi kapsamında; taşınması, istiflenmesi, depolanması, teslim alınması, boşaltılması, yüklenmesi, doldurulması, elleçlenmesi gibi faaliyetler sırasında doğabilecek riskler ve sorunlar dikkate alınarak yasal çerçevede gerçekleştirilmektedir. Karayolu; tehlikeli madde taşımacılığında en temel taşıma şekillerinden biridir. Bu durumda karayolu taşımacılığının tercih edilmesi olası sorunların ve mevcut risklerin diğer taşıma türlerine göre daha fazla etkilenmesine neden olmaktadır.

Taşımacılık sürecinde, sektör rekabeti çerçevesinde hedef mesafenin uzaklığı ve zamanlaması çok önemli faktörlerdir. Zamanla, çeşitli ulaşım tiplerinin taşıma sistemlerinin entegre edildiği bir lojistik süreç ortaya çıkmıştır. 1960'lara dek uygulanan “tek tip düzen ” yerini “çoklu düzene” bırakmıştır. Bu sebeple taşıma yöntemleri değiştirilirken ortaya çıkabilecek sorun ve risklerin en aza indirilmesi ve yaptırımların eş zamanlı olarak uygulanabilmesi için taşıma sürecine dahil olan tüm taşıma yöntemleri için yaptırımların bilinmesi gerekmektedir. Tehlikeli madde işleyişinin en çok karayollarıyla ilişkili olduğu düşünüldüğünde, tehlikeli maddelerin taşınmasında karayolları ile taşınmasına yönelik kurallara farkındalık getirilmeli ve edinilen bilgiler sürece dahil edilmelidir.

Tehlikeli madde taşımacılığında iki farklı durum risk oluşturmaktadır. Bunlardan ilki, kaza anında olumsuz bir olayın olma olasılığı, ikincisi ise zaten meydana gelmiş olumsuz bir olayın sonucudur. Yerli ve yabancı kaynaklar incelendiğinde; tehlikeli madde taşıyan araçların neden olduğu ve öngörülemeyen felakete neden olan kazalar riskli kaza olarak tanımlanabilir (Erkut ve Verter, 1998). Tehlikeli maddelerin taşınmasında meydana gelen kazalar sonucunda, kimyasal maddelerin yayılmasından kaynaklanan olayların sonuçları, kaza mahallinde ve yakınında meydana gelen çevresel ve ekonomik kayıplar ile insan ölümlerini içermektedir. Olumsuz sonuçları olan olayların, insan can kayıpları, doğal kaynakların çevreye verdiği zararlar ve ormanlık alanların tamamen yok edilmesi yanında insan sağlığı üzerinde kalıcı etkileri olduğu görülmektedir (Karabulut, 2014).

Genel olarak tehlikeli maddelerin karayolu ile taşınmasına ilişkin en temel düzenleme Ocak ayında kabul edilen ADR'dir (European Agreement on the International Carriage of Dangerous Goods by Road). Türkiye'nin de aralarında bulunduğu birçok ülke tarafından benimsenen yönetmelik, ortak teknikler uygulanarak insanlara ve çevreye zarar veren kaza riskinin azaltılmasını ve güvenli ulaşımın sağlanmasını amaçlıyor. Tehlikeli maddelerin paketlenmesi, taşınması ve elleçlenmesine ilişkin kurallar çevresel riskleri en aza indirmeyi planlamaktadır (Geyik ve Çetinyokuş, 2020).

1985 yılında Pijawka ve arkadaşları ABD'nin Arizona Eyaleti'nde yaptıkları çalışmada bir tehlikeli madde lojistiği risk yönetimi modeli ortaya koymuşlar ve böylece rota seçiminde bir risk ölçüm yöntemi önermişlerdir. Tehlikeli madde lojistiğinin rotasını etkileyen dört faktörü (yolda meydana gelen tehlikelerin sayısı, kaza olasılığı, risk altındaki nüfus ve potansiyel tehlike oranı) ele alarak bir risk analizi modeli geliştirdiler (Pijawka ve ark., 1985).

Tehlikeli mallar, her zaman talep gören ticareti yapılan mallardır, bu nedenle her zaman herhangi bir taşıma aracı kullanılarak her yere taşınırlar. Bu nedenle uluslararası platformlarda tehlikeli madde taşımacılığına yönelik bir takım anlaşmalar, kurallar ve yönetmelikler çıkarılmıştır. Ancak tüm bu düzenlemeler, tehlikeli maddelerin taşınması sırasında ortaya çıkabilecek riskleri ortadan kaldırmak için yeterli değildir. Bu nedenle tehlikeli maddelerin taşınması sırasında ortaya çıkabilecek riskleri en aza indirmek için 1970'li yıllardan bu yana çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan terimler ve tanımları aşağıdaki gibidir (Uzundağ, 2020).

Teknolojinin gelişmesi, insan sayısının artması, iş ve günlük hayatın çeşitlenmesi vb. nedenlerle hızla artan talep nedeniyle ulaşım çok önemli bir yer haline gelmiş, ekonomik gelişme ile birlikte otomobil sayısı hızla artmıştır. Servisin çalışanlar için olabildiğince konforlu hale getirilmesi için istasyon sayısı kadar güvenlik de önemlidir. Risk analizi, bir benzin ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) servis istasyonunun çalışma alanında oluşabilecek risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve bu riskleri en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için alınan önlemlerin tanımlanmasıdır. İstasyon içinde var olan veya dışarıdan meydana gelebilecek ve çalışanlara, şirkete veya çevreye zarar verebilecek olaylara tehlike denir. Öte yandan risk, bir tehlikenin olma olasılığı ile meydana gelmesi durumunda neden olacağı etkinin şiddeti arasındaki ilişkidir. İşçilere ve işyerlerine ekonomik veya psikolojik zarar vermemek için, çalışma ortamında meydana gelebilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarını öngörmek çok önemlidir. Benzin istasyonlarında, çalışma koşullarından dolayı birçok tehlike tanımlanabilir. Bu nedenle akaryakıt istasyonlarında risk analizi yapılması oldukça önemlidir (Ashour, 2020 ).

**Tehlike;** bedensel yaralanma, hastalık, mülk hasarına, çalışma ortamının zarar görmesine veya bu durumların bir kombinasyonuna neden olabilecek potansiyel bir durumdur. İnsan sağlığına, çevreye veya mülke herhangi bir zarar verme potansiyeline sahip bir durum, potansiyel bir zarar kaynağı, tehlikeli bir madde olabilir veya bir faaliyetten kaynaklanabilir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

**Risk;** belirli bir tehlikeli olayın meydana gelme olasılığı ile sonuçlarının bileşkesidir. İnsan sağlığına, çevreye veya mala zarar verebilecek riskler, normal çalışma sırasında var olabilecek tehlikelerin neden olduğu hasarlar olarak da tanımlanabilir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

**Risk analizi;** zararın meydana gelme olasılığını ve ciddiyetini belirleme yöntemidir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

**Risk değerlendirmesi;** işyerinde var olan veya dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, bu tehlikelerin riske dönüşmesine neden olan faktörlerin ve ortaya çıkan risklerin analizi ve sınıflandırılması için yapılması gereken çalışmaları ifade eder. Tehlikeler ve kontrol önlemlerini belirler (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

**Risk yönetimi;** tehlike tanımlama, risk analizi, risk değerlendirmesi, önleyici tedbirlerin uygun kullanımı ve sonuçların değerlendirilmesini içeren genel yaklaşımı ifade eder (Yaşa, 2010).

Yöntem ve adımlar

Çalışma, 5x5 matris ve Fine-Kinney yöntemini benimser.

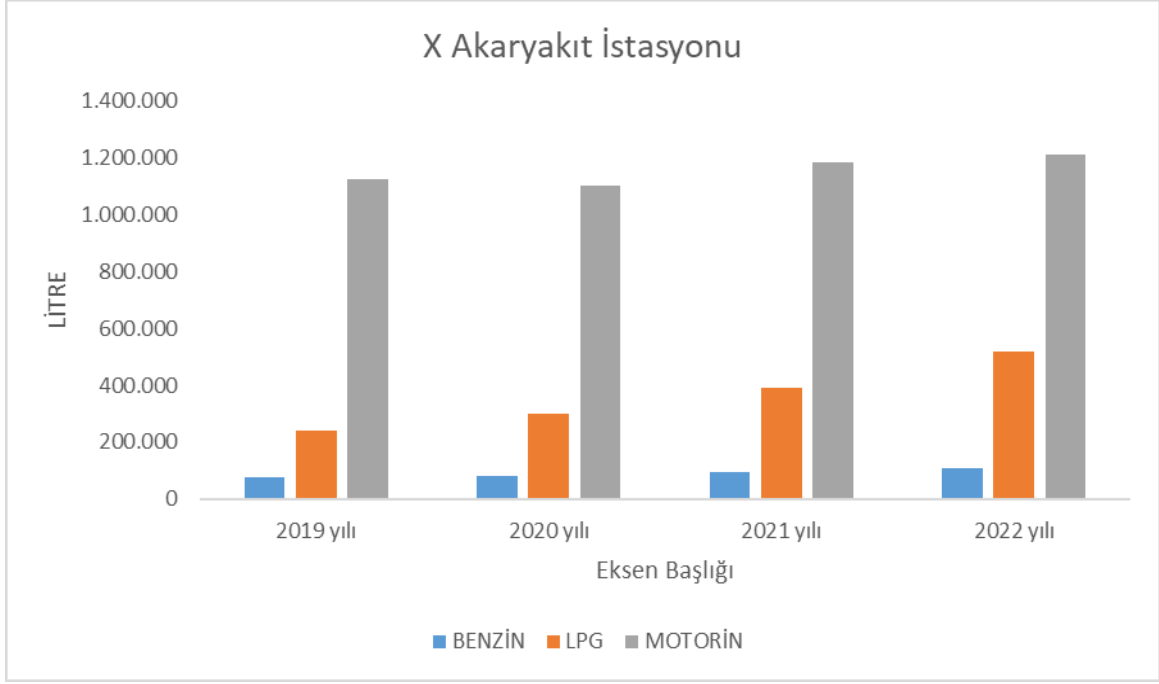
## 2. Materyal ve Metot

Kayseri ilinde belirlenmiş altı akaryakıt firmasında yıllık tehlikeli madde alımı, satımı ve bu firmaların akaryakıttan meydana getirdikleri tehlikeli atık miktarları Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir. Miktarlar Bakanlıkça belirlenen formatta hacim bilgilerinin girildiği bir takvim yılında bakanlığa sunulması gereken raporlardan elde edilmiş olup saha çalışmaları sonucunda elde edilen verilerdir. Bu veriler yıllık bazda tehlikeli maddelerin lojistiğinin giderek arttığı göstermektedir. Bu sebeple tehlikeli madde taşımacılığı sürecinde ortaya çıkabilecek olası riskler ele alınmıştır. 5X5 Matris ve Fine-Kinney Metodlarıyla bu maddeler taşıma sürecindeyken karşılaşılabilecek tehlike durumları ve bu durumları düzenleyici önleyici faktörler bir bir ele alınmıştır.

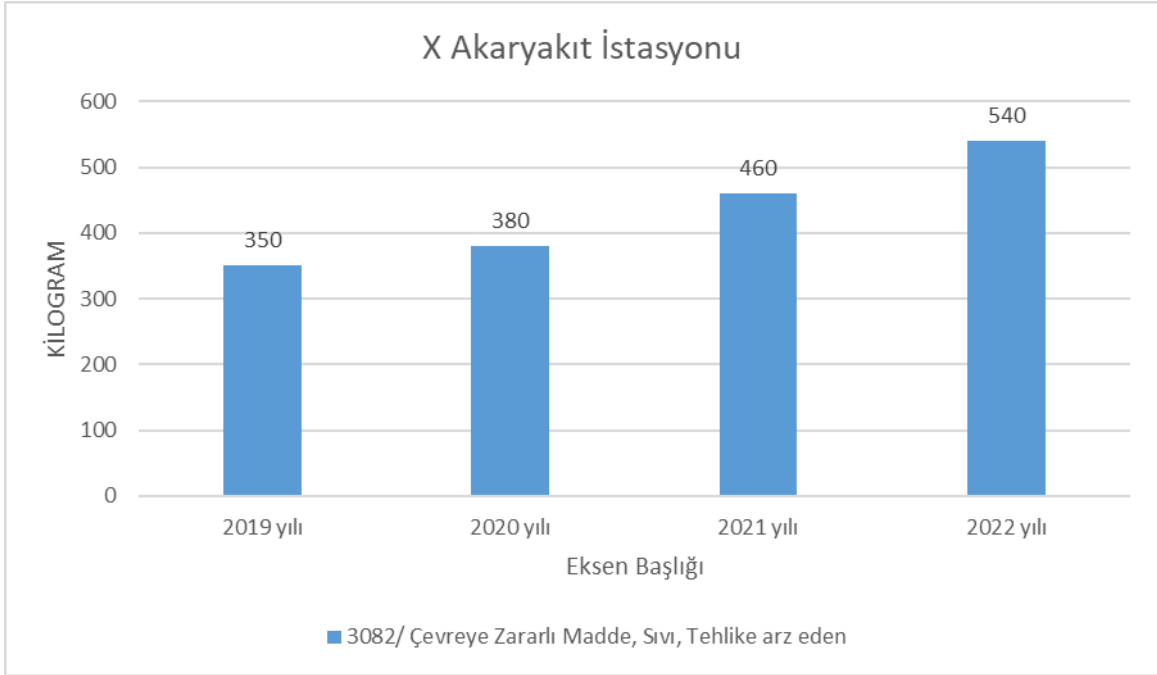
Bu çalışmada yapılan risk analizinde, bu iki metodla elde edilen sonuçları karşılaştırmak ve yorumlamak için 5x5 matris ve Fine-Kinney risk değerlendirmesi kullanılmıştır. Tablolarda verilen risk analiz raporları incelendiğinde iki metodun benzer özelliklere sahip olduğu ancak Fine-Kinney metodunun daha detaylı sonuçlar verdiği görülmektedir. 5x5 matris metodu kullanarak, mevcut durumda alınan önlemlere göre yapılan işin risk seviyesi saptanarak azaltmak için önlemler belirlenir. Risk hala yeterince azaltılmamışsa, nedeni ve gerekli iyileştirmeler ifade edilir. Fine-Kinney yaklaşımında; mevcut tehlikeli durumda alınan önlemlere bağlı olarak, azaltılan risk seviyesi yeniden belirlenir ve önerilen iyileştirmeler uygulandıktan sonra risk seviyesi tahmin edilir.

Mevcut durum için kullanılan iki metoddan Fine Kinney metodu geçmiş kazalar dikkate alınarak hesaplandığı için daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir. Çok tehlikeli bir alanda 5X5 Matris metoduna nazaran Fine-Kinney Metodu daha etkili ve tehlikeyi en aza indirici sonuçlar vermektedir. Kullanılan iki metodun yakınlığı göz önüne alındığında, eğer kullanılıyorsa Fine Kinney metodunun kullanılması daha iyi sonuçlar elde etmeye yardımcı olacaktır.

Çalışmanın devamında tehlikeli maddelerden akaryakıtların taşınmasında güzergah boyunca meydana gelebilecek kaza ve risk değerlendirmeleri hesaplanarak tablolar halinde çalışmaya aktarılmıştır.



Şekil 1. X akaryakıt istasyonuna ait yıllara göre satılan akaryakıt miktarları



Şekil 2. X akaryakıt istasyonu yıllara göre meydana gelen tehlikeli atık miktarları

### 2.1. Tehlikeli Maddelerin Taşınması Sırasındaki Risk Analizi

Tehlikeli maddelerin taşınması sırasında oluşacak kaza risklerinin en temelinde “insan-makine-çevre” üçlüsü yer almaktadır. Mekanik araç arızaları, kötü yol şartları, kötü doğal ortamlar ve kötü sosyal ortamlar bu kazaların başlıca sebepleri arasında gösterilebilir.

Bu tür kazalarda en büyük risk faktörü sürücü kaynaklı olduğu gibi mekanik arızalar ve Doğal Etkenler (Kar, Şiddetli Yağmur, Sis...) sebebi ile de olması muhtemeldir. Kazalarda kötü çevre koşulunun en fazla etki riski oluşturması muhtemeldir.

Bu riskler göz önüne alındığında kaza senaryoları aşağıdakiler gibi sıralanabilir (Longlong ve ark., 2021).

(1) **Mekanik araç arızaları:** lastik patlaması, kamyon yangınları, direksiyon arızası, fren arızası, motor mekaniğinde çıkan arızalar,

(2) **Kötü yol şartları:** dar şeritli yol, dik yokuş, keskin dönüş, uzun yokuş aşağı, yetersiz yol aydınlatması yeterli uyarıcı levhalandırma olmaması,

(3) **Kötü doğal ortamlar:** yatay görüş mesafesi şiddetli yağmur nedeniyle kamyon sürücüsünün görüş mesafesi 200 m'den az, kar, sis, pus veya dolu, kuvvetli rüzgarlar (fırtına), jeolojik afetler: deprem, heyelan, yol çökmesi tankın yüzey sıcaklığı hava sıcaklığından kaynaklanan 80 C'den yüksek seviyeye çıkması, gök gürültüsü ve şimşek çakması.

(4) **Kötü sosyal ortamlar:** yakınlarda meydana gelen tehlikeli bir patlama, 35<sup>0</sup> C'nin üzerindeki sıcaklıklarda alevler üzerinde duran tanker, kamyon şoförü otoyolda giderken hayvanların aniden önüne çıkması.

**Tablo 1.** Risk Analizi

Risk analizi	
Sürücü	Yorgun araç kullanımı, aşırı hız yapma, ihmal, trafik kurallarına uymamak, ruhsal durum bozukluğu, yetersiz tecrübe, yaş, fiziksel durum
Araç	Fren arızası, araç hareket aksamında oluşan arıza (aks, rot, direksiyon,) patlak lastik, motor alev alması, lastik yanması, yakıt deposu yanması, tankerde oluşan arıza, aracın yaşının büyük olması.
Yol Şartları	Kaygan yol yüzeyi, yetersiz aydınlatma, dar yol, dik yokuş, keskin dönüş, dik iniş, güvenlik uyarı levhalarının yeterli olmaması
Hava Şartları	Şiddetli yağmur, kar, sis, pus, fırtına, yüksek sıcaklık, gök gürültüsü, deprem, heyelan, ve sel.
Sosyal şartlar	Terör saldırısı, yakında olan trafik kazası, yoldan geçen yayalar, yoldan geçen hayvanlar, yakında meydana gelen tehlikeli patlama.
Eğitim	Sürücüye ve araç kabininde bulunan yardımcı elemana Tehlikeli madde güvenlik danışmanı tarafından eğitim verilmemesi
TMGD	Tehlikeli madde güvenliğinin yönetmelikle uyumlu olmaması, dökümantasyonları kontrol etmemesi, acil durum planı hazırlamayıp araç ekibini uyarmaması, aracın işaretleme ve etiketlemesinin eksik olması

### *Risk Değerlendirme Yöntemleri*

Çalışma kapsamında; 5X5 Matris ve Fine-Kinney Metodlarıyla risk analizi yapılmıştır.

#### *1- 5x5 Matris Yöntemi:*

Sonuçlar, nedensel ilişkileri değerlendirmek için kullanılır. Bu yaklaşım uygulaması kolay olduğu için kendi risk analizini yapmak zorunda olan risk analistleri için uygundur ancak farklı operasyonları içeren veya çok tehlikeli her iş için yeterli değildir. L şeklindeki 5x5 matris analiz yönteminin başarı oranı, analistin deneyimine göre değişir. İş yerinde önceliklendirilmesi gereken ve önleyici faaliyet gerektiren tehlikelerin bir an önce tespit edilmesi için kullanılmalıdır. Bu yöntemi kullanarak, öncelikle bir olay

olasılıkla gerçekleşirse, sonuç derecelendirilir ve ölçülür. Risk puanı, olasılık ve ciddiyetin çarpımı ile elde edilir ve tablodaki karşılık gelen konuma yazılır. Risk puanı, olasılık değeri ile şiddet değerinin çarpımı olarak tabloya yazılır.

Risk = Olasılık\* Şiddet (Seber, 2012).

5x5 matris risk değerlendirmesi

- Yürütülen faaliyetlerin sınıflandırılması
- Tehlike tanımlaması

Tüm risk tehlikelerini belirlemek zordur ve zaman alabilir. Bu çalışmada araçların seyir halindeyken meydana gelebilecek genel bir tehlike listesi verilmiştir. Bu liste, zarar verme potansiyeli olan kazaya, ölüme sebebiyet verip çevreye zarar verebilecek olaylar bu listede puanlama yapılarak tehlikeler belirlenebilir.

- tehlikedeyseniz ne olabilir?
- Olasılık hesaplamaları;

Olasılık Tablo 4'e göre belirlenir ve “çok küçük, küçük, orta, yüksek, çok yüksek”ten biri tehlikenin oluşma olasılığı olarak belirlenir. Bu değerler kaza istatistikleri, işyeri İSG organizasyonu, işçinin eğitim düzeyi ve işyeri İSG durumu dikkate alınarak belirlenir (Ashour, 2020).

Şiddetin Hesaplanması

Olayın ciddiyeti Tablo 6'ya göre şiddet değeri “çok hafif, hafif, orta, ciddi, çok ciddi” olarak belirlenir.

- Olasılık ve önem tablolarıyla risk puanlarına bakın
- Riskin tolere edilip edilemeyeceğine karar verin

Risk puanları, Tablo 8'de verilen risk puanı belirleme matrisinde yer almaktadır. Yerleştirme sonucunda riskler Tablo 8'de verilen sıraya göre değerlendirilir. Diğer bir deyişle, kabul edilemez düzeydeki riskler dışlanmak üzere önceliklendirilir.

- Hangi eylemi gerçekleştireceğinize karar verin
- Risk puanını yeniden hesaplayın

Önleyici tedbirler aldıktan sonra, riskin kabul edilebilir düzeyde olup olmadığını yeniden değerlendirin ve analiz edin (Ashour, 2020).

2- *Fine-Kinney Yöntemi:*

Bu yaklaşımda olası risk sonuçları puanlanır. Bir tehlike durumunda, kişilere, işyerine ve çevreye verilen zarar veya hasarın şiddeti değerlendirilir. Bu, kullanımı kolay ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. İşyeri istatistiklerine izin verilir. Alınacak aksiyonları yüksek risk değerine göre önceliklendirilir ve risk düzeyine göre önem sırası belirlenir (Saat, 2009).

### *Fine-Kinney Risk Değerlendirmesi*

Değerlendirme; çalışma ortamındaki tehlikelerin kazaya neden olmadan tespit edilmesini ve risk puanına göre en yüksek öncelikle başlayarak bu tehlikelerin iyileştirilmesini sağlamaya yönelik önleyici faktörleri sunmaktadır.

Uygulama aracılığıyla işletmenin neden olabileceği endüstriyel kaza ve meslek hastalığı riskleri değerlendirilmekte ve bu risklerin önlenmesi için iyileştirme önerilerinde bulunmaktadır.

Risk Puanı = Şans (olasılık) x Sıklık (tehlikeye maruz kalma sıklığı) x Şiddet

Risk Puanı = (O) x (F) x Ş

Bu yöntem sıklıkla kullanılan ve işverenlerin algılayabildiği bir yöntemdir. Şirket içindeki hasar sıklığı sadece olasılık veya ciddiyet bazında değil, aynı zamanda bir parametre olarak değerlendirildiği için daha etkin sonuçlar alınmaktadır. Kinney yönteminde, üç farklı parametre kullanılarak tehlike ve olası şiddet hesaplanarak bir risk puanı belirlenir ve buna göre önleyici eylem planı planlanır (Şimşek, 2020).

### *Risk Değerlendirmesi Çalışmasının Uygulaması*

Risk analizi ve değerlendirmesinin yürütülmesinin veya güncellenmesinin gerekli olabileceği bazı durumlar vardır.

- Bir işyerinde iş, yer, personel veya çalışma tekniğinde değişiklik olması halinde,
- Yeni ve ciddi bir tehdit ortaya çıkarsa,
- Kaza, işle ilgili yaralanma, meslek hastalığı veya benzeri bir olay meydana gelirse, işyerinin tamamını veya önemli bir bölümünü etkileme potansiyeli vardır.
- Risk analizini ve değerlendirmesini periyodik olarak güncellemek ve yenilemek çok önemlidir (Babaoğlu ve ark., 2018).

**Tablo 2.** Bir olayın gerçekleşme ihtimali (Öztekin, 2010)

<b>İhtimal</b>	<b>Ortaya Çıkma Olasılığı İçin Derecelendirme Basamakları</b>
<b>Çok Küçük</b>	Nadiren meydana gelir.
<b>Küçük</b>	Anormal durumlar, yılda yalnızca bir kez olmak üzere çok az sıklıkta meydana gelir.
<b>Orta</b>	Az (Her yıl sadece birkaç kez)
<b>Yüksek</b>	Sık sık, ayda bir sıklıkta.
<b>Çok Yüksek</b>	Çok sıklıkla (Tipik koşullar altında, bunun haftada bir, hatta her gün meydana gelmesi yaygındır)

**Tablo 3.** Bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti (Öztekin, 2010)

<b>Sonuç</b>	<b>Derecelendirme</b>
<b>Çok Hafif</b>	Bu sorun, tedavi için gerekli olan yalnızca temel ilk yardım ile hızlı bir şekilde ve herhangi bir çalışma saati kaybı olmadan çözülebilir.
<b>Hafif</b>	İş günü kaybı olmadı ve ayakta tedavi olarak alınan tedavinin kalıcı bir etkisi olmadı.
<b>Orta</b>	Hafif bir yaralanma geçirmiş bir hasta, yaralanması için yatarak bakıma ihtiyaç duyar.
<b>Ciddi</b>	"Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi ve meslek hastalığı" ifadesi, işyerinde ortaya çıkabilecek bir dizi potansiyel sağlık sorununu kapsar.
<b>Çok Ciddi</b>	Ölüm ve kalıcı iş göremezlik.



**Tablo 4.** Risk skoru belirleme matrisi (Babaoğlu ve ark., 2018)

Risk Skoru	Şiddet				
	İhtimal	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3(Orta Derece)	4 (Ciddi)
1 (Çok Küçük)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Küçük)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta Derece)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez 25

**Tablo 5.** Sonucun kabul edilebilirlik değerleri (Ceylan ve Başhelvacı, 2011)

<b>Tolere edilemez Katlanılamaz Riskler (25)</b>	Belirlenen risk kabul edilebilir bir düzeye indirilene kadar çalışmaya başlanmamalı, devam eden herhangi bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Alınan önlemlere rağmen riski azaltmak mümkün değilse faaliyet engellenmelidir.
<b>Önemli Riskler (15,16,20)</b>	Belirlenen risk azaltılıncaya kadar çalışmaya başlanmamalı, devam eden herhangi bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk için yeniden başlaması ile ilgili ise acil önlemler alınmalı ve bu önlemler doğrultusunda operasyona devam kararı verilmelidir.
<b>Orta Düzeydeki Riskler (8,9,10,12)</b>	Tespit edilen riskleri azaltmak için aksiyonlar başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
<b>Katlanılabilir Riskler (2,3,4,5,6)</b>	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ek kontrol prosedürleri gerekli olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve sürdürüldükleri doğrulanmalıdır.
<b>Önemsiz Riskler (1)</b>	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol prosedürlerini planlamak ve yapılacak faaliyetlerin kayıtlarını tutmak gerekli olmayabilir.

**Tablo 6.** Bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti (Ceylan ve Başhelvacı, 2011)

Şiddet Değeri	Şiddet insan ve/veya çevre üzerinde yaratacağı tahmini zarar
100	fazla ölümcül kaza/çevresel olay
40	ölümcül kaza/çevreye ciddi zarar
15	kalıcı hasar/sakatlık, iş kaybı/çevresel engel, acil çevresel talep
7	ciddi hasar/yaralanma, dışarıda/arazi sınırlamasında ilk yardım ihtiyacı dış çevre hasarı
3	küçük hasar/yaralanma, olay yerinde sınırlı dahili ilk yardım/çevresel hasar
1	ucuz kurtulma/çevreye zarar vermeme

Kritik puanda hasar bölümünde ölüm varsa sırasıyla 40 puan (tek ölüm) veya 100 puan (çoklu ölüm) olmalıdır. Ayrıca şiddet derecelendirmelerinde şüpheye düşüldüğünde daha yüksek puan verilmelidir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

**Tablo 7.** Bir tehlikeye maruz kalma sıklığı (Cündübeyoğlu ve Kayabaşı, 2022)

Frekans Değeri	Frekans tehlikeye zaman içinde maruz kalma tekrarı	
	Rutin Olmayan	Rutin
10	Neredeyse sürekli	saatte birkaç kez
6	Sürekli	günde bir defa ya da birden daha fazla
3	Arada bir	haftada bir defa ya da birden fazla kez
2	Nadiren	ayda bir veya birden fazla kez
1	Çok az	yılda bir veya birden fazla kez
0,5	Çok nadir	yılda bir kez veya daha nadir

**Tablo 8.** Bir olayın gerçekleşme olasılığı (Cündübeyoğlu ve Kayabaşı, 2022)

Olasılık Değeri	Şans zararın gerçekleşme olasılığı
10	Beklenen durum, kesin olarak
6	Yüksek / tamamen mümkün durum
3	Olma ihtimali var, olabilir
1	Olabilir lakin düşük ihtimal
0,5	Beklenmedik lakin olabilir
0,2	Beklenmeyen durum

İlk risk değerlendirmesinde kontroller dikkate alınmamalıdır, bu nedenle olasılıklar her zaman en kötü durum olarak değerlendirilmelidir. Düzeltici faaliyetler sıklığı veya şiddeti etkilemez, etkileyeceği tek değişken olasılıktır. (Yüksekte çalışan işçiler emniyet kemeri takmıyorsa, emniyet kemeri takmak yalnızca düşme olasılığını etkiler, ancak ölüm riskini veya düşerse tehlike sıklığını azaltmaz) Kaynağında bertaraf veya ayrıştırma gibi önleme faaliyetlerinde ve kontrol yöntemlerinde, çevresel ve toplu koruma yöntemlerine göre ikame, sıklık ve olasılık değerleri azalır.(Cündübeyoğlu ve Kayabaşı, 2022).

**Tablo 9.** Sonucun kabul edilebilirlik değerleri (Birgören, 2017)

Risk Değeri Skoru	Risk Değerlendirme Sonucu
400 < R	<b>Kabul edilemez risk</b> (Gerekli önlemler derhal alınmalı/veya iş durdurulmalı, tesis, bina vb. kapatılmalıdır)
200 < R < 400	<b>Temel risk</b> ("birkaç ay" için kısa süreli tedavi gerektirir)
70 < R < 200	<b>Önemli risk</b> (uzun vadede "yıl içinde" iyileştirilmelidir)
20 < R < 70	<b>Olması muhtemel risk</b> ("Gözetim altında uygulanmalı, kontrol yöntemleri geliştirilmelidir")
R < 20	<b>İhmal edilebilir risk</b> (Önleme bir öncelik değildir)

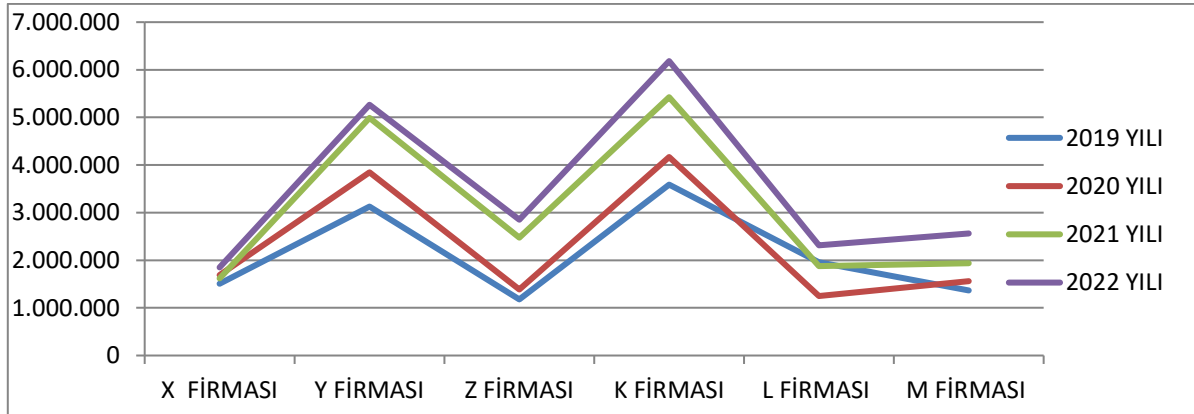
### 3. Bulgular ve Tartışma

Kayseri ilin deki altı firmaya ait akaryakıt istasyonlarının yıllık tehlikeli madde alımı, satımı ve çıkan atıklarının değerlendirilmesi ve bu akaryakıtların karayolu ile taşınması esnasında ortaya çıkan riskler Çalışmada akaryakıt istasyonlarının 2019, 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait verileri tablolara aktarılmıştır. Bir önceki bölümde her firmaya ait veriler tablolarda açık şekilde yazılıp bu bölümde ise aşağıdaki gibi üç yıllık veriler hesaplanıp tablolara ve çizgi Şekillere aktarılmıştır. Çalışmanın devamında akaryakıtların karayolu ile taşınması esnasında ortaya çıkabilecek olası kaza durumları, patlama, yorgun araç kullanımı, yol şartları, hava şartları vs. gibi durumların risk hesaplaması yapılarak bulgular tablolar halinde çalışmaya aktarılmıştır.

Yukarıda bulunan hesaplamalar sonucunda elde edilen bütün veriler Tablo 10'da gösterilmiştir.

**Tablo 10.** Firmaların yıllık akaryakıt alım-satım miktarları (lt)

Yıllar	X Firması	Y Firması	Z Firması	K Firması	L Firması	M Firması
2019	1.504.275	3.125.753	1.177.800 lt	3.588.654 lt	1.958.702 lt	1.366.482 lt
2020	1.688.867 lt	3.848.765 lt	1.384.023 lt	4.167.628 lt	1.248.846 lt	1.560.822 lt
2021	1.619.516 lt	4.988.735 lt	2.474.090 lt	5.424.070 lt	1.878.225 lt	1.936.295 lt
2022	1.850.420 lt	5.265.430 lt	2.850.320 lt	6.182.100 lt	2.310.980 lt	2.560.750 lt



**Şekil 3.** Yıllara göre firmaların akaryakıt alım-satım miktarlarının gösterimi

Şekilde de görüldüğü gibi akaryakıt istasyonları tehlikeli madde alım-satım miktarlarını giderek artırmıştır. Bunun sebebi ise arz talep dengesidir. Tüketici yakıt kullanımını artırdıkça akaryakıt istasyonları daha fazla tehlikeli madde (motorin, benzin, LPG) alımı yapmaktadır. 2019, 2020, 2021 ve 2022 yılları farklı altı akaryakıt istasyonu için karşılaştırıldığında miktarlarda bir önceki yıla göre sayısal artış meydana gelmiştir.

Yukarıda bulunan hesaplamalar sonucunda elde edilen bütün veriler Tablo 11'de gösterilmiştir.

2019, 2020, 2021 ve 2022 yılları farklı altı akaryakıt istasyonu için karşılaştırıldığında alım-satım miktarlarında hep bir yükselme meydana gelmiştir. Bu durum şunu göstermektedir ki; giderek gelişen topluma paralel olarak araba kullanımı artmış olacak ve motorin, benzin, LPG'ye duyulan ihtiyaç fazlalaşacaktır. Daha önceki yıllarda her haneye bir araba düşerken günümüzde dört kişilik hanelerde

dahi en az iki adet araç bulunmaktadır. Bu durum akaryakıtlara talebi arttırmakla birlikte tehlikeli maddelerin çok daha fazla kullanılmasına sebebiyet vermektedir.

**Tablo 12.** Firmaların yıllık atık çıkışı

Yıllar	X Firması	Y Firması	Z Firması	K Firması	L Firması	M Firması
2019	350 kg	300 kg	130 kg	125 kg	70 kg	300 kg
2020	380 kg	320 kg	155 kg	152 kg	72 kg	350 kg
2021	460 kg	350 kg	175 kg	200 kg	80 kg	420 kg
2022	540 kg	420 kg	210 kg	220 kg	118 kg	517 kg

Tablo 12’ de görüldüğü gibi 2019, 2020, 2021 ve 2022 yılları için akaryakıt istasyonlarından çıkan tehlikeli atık miktarında giderek artış meydana gelmiştir. Bu atıklar motorin, LPG ve benzinden kaynaklı tank dibi atık çamurudur. Bunların bertarafı çevresel bakımdan, insan ve canlıların sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir. Bu yüzden akaryakıt istasyonları denetime tabi tutularak tehlikeli maddelerden kaynaklı atıklarını lisanslı bertaraf firmalarına vermeleri önem arz etmektedir.

3.1. Risk Analizi Değerlendirme Formu

**Tablo 13.** 5x5 matris ve Kinney risk tehlike tablosu (Şimşek, 2020)

No	Bölüm	Tehlike			5x5 Risk					Kinney Risk					
		Tanım	Tanım	Hedef	Olası Hata	Etkisi(Risk)	Olasılık (1-5)	Şiddet (1-5)	Derece	Önem Derecesi	Olasılık (0,2-10)	Şiddet (1-100)	Sıklık (0,5-10)	Derece	Önem Derecesi
1	Sürücü	Ortamda çalışma yürütülmesi	Yorgun Araç Kullanımı	Trafik	Kural İhlali	Ölüm	4	4	16	<b>Yüksek</b>	6	30	2	360	<b>Yüksek</b>
2	Sürücü	Ortamda çalışma yürütülmesi	Aşırı Hız	Trafik	Kural İhlali	Patlama, yangın, yaralanma, ölüm,	4	4	16	<b>Yüksek</b>	6	30	2	360	<b>Yüksek</b>
3	Sürücü	Ortamda çalışma yürütülmesi	Ruhsal Durum Bozukluğu	Trafik	Kural İhlali	Yaralanma	2	5	10	<b>Orta</b>	1	40	3	120	<b>Orta</b>
4	Sürücü	Ortamda çalışma yürütülmesi	Yetersiz Tecrübe	Trafik	Kural İhlali	Yaralanma, Ölüm	2	3	6	<b>Orta</b>	1	40	3	120	<b>Orta</b>
5	Araç	Ortamda çalışma yürütülmesi	Yangın söndürme tüplerinin boş olması	Tüm çalışanlar Ziyaretçiler	Boş tüple yangına müdahale edilememesi	Ölüm	4	4	16	<b>Yüksek</b>	6	30	2	360	<b>Yüksek</b>

**Tablo 14.** Düzenleyici önleyici faaliyet tablosu (Şimşek, 2020)

No	Bölüm	Düzenleyici Önleyici Faaliyet			5x5 Risk			Kinney Risk			
		Alınan Önlemler	Olasılık (1-5)	Şiddet (1-5)	Derece	Önem Derecesi	Olasılık (0,2-10)	Şiddet (1-100)	Sıklık (0,5-10)	Derece	Önem Derecesi
1	Sürücü	Yasal olarak 8 saat araç sürme hakkı vardır.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
		Her 45 dakika da 10 dakika mola verilir.									
2	Sürücü	Trafik kurallarına uyulmalıdır.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
		Yasal hız sınırı 90 km/h'dir									
3	Sürücü	Psikolojik destek alınması gerekmektedir.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
		Ruhsal açıdan iyi hissetmiyorsa kesinlikle yola çıkılmasına izin verilmemelidir.									
4	Sürücü	Yeterli tecrübeye sahip olana kadar yalnız yola çıkılmaması gerekmektedir.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
		SRC-5 Eğitimi ve CE ehliyetini almış olması gerekmektedir.									
5	Araç	Yangın tüplerinin kontrolleri yapıp yola çıkılmalıdır.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
		Her iki yılda bir yangın tüplerinin muayene edilmesi gerekmektedir.									

**Tablo 15. 5x5 Matris ve Kinney risk tehlike tablosu (Şimşek, 2020)**

No	Bölüm	Tehlike			5x5 Risk					Kinney Risk					
		Tanım	Tanım	Hedef	Olası Hata	Etkisi(Risk)	Olasılık (1-5)	Şiddet (1-5)	Derece e	Önem Derecesi	Olasılık (0,2-10)	Şiddet (1-100)	Sıklık (0,5-10)	Derece	Önem Derecesi
6	Araç	Ortamda çalışma yürütülmesi	Fren Arızası ve Araç Mekanik Arızalar	Trafik	Fren patlaması veya araç önemli parçalarının arıza yapması	Çoklu Ölüm	5	5	25	<b>Tolere Edilemez</b>	6	40	3	720	<b>Yüksek</b>
7	Araç	Ortamda çalışma yürütülmesi	Lastik Patlağı	Trafik ve Çevre	Lastik patlaması ile aracın ve çevrenin zarar görmesi	Çoklu Ölüm	5	5	25	<b>Yüksek</b>	6	40	3	720	<b>Yüksek</b>
8	Araç	Ortamda çalışma yürütülmesi	Tankerde oluşan arıza ve hasar	Trafik ve Çevre	Tanker oluşan olası bir zararda dökülen tehlikeli madde ile çevre zarar görürken oluşan bir alevlenmede hem çevre hem trafik de oluşan zarar	Çoklu Ölüm	4	5	20	<b>Yüksek</b>	3	40	1	120	<b>Orta</b>
9	Yol Şartları	Ortamda çalışma yürütülmesi	Kaygan Yol	Trafik	Araç Freninin Tutmaması	Çoklu Ölüm	4	3	12	<b>Orta</b>	3	40	1	120	<b>Orta</b>
10	Yol Şartları	Ortamda çalışma yürütülmesi	Yetersiz Aydınlatma	Trafik	Aydınlatmanın Yeteriz olduğu durumda yoldaki risklerin görünmemesi	Yaralanma	2	5	10	<b>Orta</b>	3	40	1	120	<b>Orta</b>

**Tablo 16.** Düzenleyici önleyici faaliyet tablosu (Şimşek, 2020)

No	Bölüm	Düzenleyici Önleyici Faaliyet Alınan Önlemler	5x5 Risk				Kinney Risk				
			Olasılık (1-5)	Şiddet (1-5)	Derece	Önem Derecesi	Olasılık (0,2-10)	Şiddet (1-100)	Sıklık (0,5-10)	Derece	Önem Derecesi
6	Araç	Araç her yola çıkmadan önce periyodik bakımları kontrol edilmelidir. Önemli olan parçalar kontrol edilir. Her yıl düzenli olarak TÜV Türk Muayenesi Yapılır	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
7	Araç	Kullanım ömrü bitmiş lastiklerle yola çıkılmaması gerekmektedir. Yola çıkmadan önce bütün lastikler kontrol edilmiştir. Stepne ve yedek parçalar araçta bulunmalıdır.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
8	Araç	Tankerin periyodik muayenesi yapılmalıdır. TSE muayeneleri yapılmalıdır. Tankerde oluşan fiziksel bir sorunda kesinlikle yola çıkılmamalı ve yükleme yapılmamalıdır.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
9	Yol Şartları	Lastiklerin bakımlı ve dişlerinin çok olması gerekir Daha dikkatli kullanım ve trafik kurallarına uyulması gerekiyorsa düşük hızda gidilmesi gerekir.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
10	Yol Şartları	Yoldaki yetersiz aydınlatma dikkatli sürüş gerekiyorsa yavaş kullanım Yoldaki yetersiz aydınlatmada araç aydınlatmalarının çok iyi olması fakat karşıdaki sürücüyü tehlikeye sokmaması gerekmektedir.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük



**Tablo 17. 5x5 Matris ve Kinney risk tehlike tablosu (Şimşek, 2020)**

No	Bölüm	Tehlike			5x5 Risk					Kinney Risk					
		Tanım	Tanım	Hedef	Olası Hata	Etkisi(Risk)	Olasılık (1-5)	Şiddet (1-5)	Derece e	Önem Derecesi	Olasılık (0,2-10)	Şiddet (1-100)	Sıklık (0,5-10)	Derece	Önem Derecesi
11	Yol Şartları	Ortamda çalışma yürütülmesi	Dar yol, Dik yokuş, Keskin Dönüş	Trafik	Aracın yola sığmaması, Dik yokuş aşağı inişte fren tutmaması, keskin dönüşte aracın hızını ayarlayamaması	Çoklu Ölüm	3	4	12	Orta	3	15	2	90	Orta
12	Yol Şartları	Ortamda çalışma yürütülmesi	Uyarı Levhalarının Yetersiz Olması	Trafik	Uyarı levhalarının yetersizliği halinde sürücünün yola hakim olamaması	Yaralanma, Ölüm	3	4	12	Orta	3	40	3	360	Yüksek
13	Hava Şartları	Ortamda çalışma yürütülmesi	Kar, Şiddetli Yağış, Sis, Pus, Fırtına	Trafik	Kötü hava koşullarında yolda oluşabilecek riskler	Ölüm	5	3	15	Orta	6	15	3	270	Yüksek
14	Hava Şartları	Ortamda Çalışma Yürütme	Aşırı Sıcak Hava	Trafik	Aşırı Sıcak havada tankerdeki tehlikeli maddenin ısınması ve patlaması	Çoklu Ölüm	5	3	15	Orta	3	40	3	360	Yüksek
15	Sosyal Şartlar	Ortamda çalışma yürütülmesi	Terör Saldırısı	Sürücü ve Trafik	Olası bir terör saldırısı ve yağmalanma durumunda Tehlikeli maddenin çevreye dökülmesi	Yaralanma	4	3	12	Orta	6	15	3	270	Yüksek

**Tablo 18.** Düzenleyici önleyici faaliyet tablosu (Şimşek, 2020)

No	Bölüm	Düzenleyici Önleyici Faaliyet Alınan Önlemler	5x5 Risk			Kinney Risk					
			Olasılık (1-5)	Şiddet (1-5)	Derece	Önem Derecesi	Olasılık (0,2-10)	Şiddet (1-100)	Sıklık (0,5-10)	Derece	Önem Derecesi
11	Yol Şartları	Dar yol da trafiği zora sokmadan dikkatli sürüş ve rota belirlerken bu yolları kullanmama Dik yokuş inerken araç fren sistemlerinin kontrollerinin yapılmış olup sabit bir hızda inilmesi Keskin dönüşlerde önceden belirlenen yerlerde azami miktarda yavaşlama gerekmektedir.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
12	Yol Şartları	Uyarı levhalarının eksik olduğu yerlerde ilgili yerlere bilgi verilerek levhalandırma yapılır. Levhaların eksik olduğu yerlerde sürücü tecrübesini kullanarak daha dikkatli bir sürüş gerçekleştirmelidir.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
13	Hava Şartları	Kar, şiddetli yağış anında sürücü gerekiyorsa uygun bir yere park etmelidir. Sis ve pus olduğu yerlerde aracın aydınlatmaları açılmalı ve yavaş bir sürüş gerçekleştirilmektedir. Gerektiği yerlerde uygun bir yere park edilip beklenmelidir.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
14	Hava Şartları	Aşırı sıcak hava da tehlikeli madde taşıyan tankerlerde patlama riski olabileceği için havanın daha serin olduğu zaman yola çıkılmalıdır.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük
15	Sosyal Şartlar	Olası bir terör saldırısı durumunda gerekli yerlere (asker polis) haber verilmesi gerekmektedir.	1	5	5	Düşük	0,5	100	1	50	Düşük

**Tablo 19. 5x5 Matris ve Kinney risk tehlike tablosu (Şimşek, 2020)**

No	Bölüm	Tehlike				5x5 Risk				Kinney Risk					
		Tanım	Tanım	Hedef	Olası Hata	Etkisi(Risk)	Olasılık (1-5)	Şiddet (1-5)	Derece e	Önem Derecesi	Olasılık (0,2-10)	Şiddet (1-100)	Sıklık (0,5-10)	Derece	Önem Derecesi
16	Sosyal Şartlar	Ortamda çalışma yürütülmesi	Trafik Kazası	Trafik	Yakınlarda olan bir trafik kazasında herhangi bir patlama olması durumunda	Çoklu Ölüm	4	5	20	<b>Yüksek</b>	3	40	3	360	<b>Yüksek</b>
17	Sosyal Şartlar	Ortamda çalışma yürütülmesi	Yoldan Geçen Hayvanlar	Trafik	Özellikle gece yolda olan hayvanların geç fark edilmesi ve kazaya sebebiyet vermesi	Yaralanma	4	4	16	<b>Yüksek</b>	3	40	2	240	<b>Yüksek</b>
18	Eğitim	Ortamda çalışma yürütülmesi	Sürücüye ve araç kabininde bulunan yardımcı elemana Tehlikeli madde güvenlik danışmanı tarafından eğitim verilmemesi	Tüm Çalışanlar	Eğitimi olmadan yola çıkan personel acil bir durumda müdahale edemez	Ölüm	4	5	20	<b>Yüksek</b>	3	40	2	240	<b>Yüksek</b>
19	TMGD	Ortamda çalışma yürütülmesi	Tehlikeli madde güvenlik danışmanının yönetmelikle uyumlu olmaması, dökümantasyonları kontrol etmemesi, acil durum planı hazırlamayıp araç ekibini uyarmaması, aracın işaretleme ve etiketlemesinin eksik olması	Tüm Çalışanlar	Dökümantasyonların kontrol edilmemesi durumunda süresi geçmiş, artık kullanılması gereken bir tankerini kullanılması patlamalara sebebiyet verir. Tanker patlamaları ölümle sonuçlanır.	Ölüm	4	5	20	<b>Yüksek</b>	6	40	3	720	<b>Tolere Edilemez</b>

**Tablo 20.** Düzenleyici önleyici faaliyet tablosu (Şimşek, 2020)

No	Bölüm	Düzenleyici Önleyici Faaliyet Alınan Önlemler	5x5 Risk				Kinney Risk				
			Olasılık (1-5)	Şiddet (1-5)	Derece	Önem Derecesi	Olasılık (0,2-10)	Şiddet (1-100)	Sıklık (0,5-10)	Derece	Önem Derecesi
16	Sosyal Şartlar	Yakınlarda olan bir trafik kazasında araç tehlikeden uzak bir noktaya çekilir. Tehlikeli maddenin aşırı sıcak ve patlamadan uzaklaştırılması gerekmektedir.  Araç kaza yapmışsa öncelikle tehlikeli maddenin güvenliğinin sağlanması ve etrafa zarar vermeyecek şekilde muhafaza edilmesi gerekmektedir.	1	5	5	<b>Düşük</b>	0,5	100	1	50	<b>Düşük</b>
17	Sosyal Şartlar	Gece sürüşleri gündüzlere göre daha dikkatli olunması gerekmektedir. Gerekli olmadıkça gece yolculuk yapılmamalıdır.	1	5	5	<b>Düşük</b>	0,5	100	1	50	<b>Düşük</b>
18	Eğitim	Sürücünün eğitimin tam olması gerekmektedir. Tehlikeli Madde Taşınması için SRC-5 belgesinin olması gerekmektedir. Taşındığı malzemeyi bilmeli ve gerektiğinde müdahale edebilmelidir.	1	5	5	<b>Düşük</b>	0,5	100	1	50	<b>Düşük</b>
19	TMGD	Araç yola çıkmadan önce TMGD aracı kontrol eder. Bütün güvenlik önlemleri prosedürlerini anlatır. Yerinde incelemeler yapar ve aracı o şekilde gönderir.	1	5	5	<b>Düşük</b>	0,5	100	1	50	<b>Düşük</b>

Bu çalışmada; tehlikeli malların taşınması sırasında olası riskler için risk analizi ve bu analizin değerlendirilmesi yapılmıştır. İhtimal durumların risk analizleri 5x5 analitik matris ve Fine-Kinney yöntemi ile ayrı ayrı yapılmış ve bu yöntemlerin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Risk analizi ve değerlendirilmesi için öncelikle 5x5 L matris yöntemi uygulanmış olup, tehlikeli madde taşıyacak kişiler ile çalışanların ve yol kullanıcılarının sağlık ve emniyetini etkileyebilecek tehlikeler belirlenmiştir. Yolda karşılaşılan tehlikelerin olasılığı ve ciddiyeti, önceki çalışmalar ve deneyimler kullanılarak sayısal olarak belirlenir. Şiddet ve olasılık değerleri çarpılarak risk puanı belirlenir. Bulunan risk puanları, tanımladığımız her tehlike için hesaplanır (Cündübeyoğlu ve Kayabaşı, 2022).

Daha sonra çalışmada diğer bir yöntem olan, Fine-Finney risk analizi yöntemi kullanıldı. Olasılık, şiddet ve sıklık bakımından riskler hesaplanarak verilerin tamamının çarpılmasıyla risk puanı belirlendi. Bulunan risk puanları, tanımladığımız her tehlike için hesaplandı (Ceylan, 2011).

En yüksek tehlikeler ortadan kaldırılmalı veya en aza indirilmelidir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen risk analizi örneklerinde, 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney tehlikeli maddelerin taşınması sırasında farklı ortam ve operasyonların risk değerlendirmesi, bu iki yöntemle elde edilen sonuçların karşılaştırılması ve yorumlanması için kullanılmıştır. Tablo 13-20 aralığında verilen risk analiz oranlarına bakıldığında iki yöntemin benzer olduğu ancak Fine-Kinney yönteminin daha detaylı sonuçlar verdiği görülmektedir. Çok tehlikeli bir alanda Fine-Kinney metodu daha doğru sonuçlar verecektir. Bu metodu uygulamak matris metoduna göre daha işe yarar sonuçlar elde etmeyi sağlayacaktır.

Şirket içinde kullanılacaksa Fine-Kinney metodunun kullanılması tavsiye edilmektedir.

Tehlikeli olmayı tehlikeliyle veya çok tehlikeliyi daha az tehlikeliyle değiştirin; Riski kaynağında ortadan kaldırmak için. Riski kaynağında ortadan kaldıran ergonomik, denetim, gözlem ve teftiş yaklaşımlarından yararlanarak bireysel önlemler yerine toplu önlemlere geçin. İş yerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, geliştirilmesi ve korunması amacıyla riskin kaynağında ortadan kaldırılmasına yönelik temel bir yaklaşım kapsamında, önlemlerin alınmasını, bunlara uyulmasını ve izlenmesini sağlayacak çalışmalar yapılır ve sonuç olarak değerlendirilir, her türlü tehlikeyi bütüncül olarak ele alarak mücadele etmek için uygulamaya konulan iyileştirme tedbirleri raporda yer almaktadır.

*Tehlikeli maddelerin taşınımı sırasında oluşan riskler için Fine-Kinney ile risk değerlendirmelerinde öneriler*

- **0 ile 20** arasındaki riskler için kontrollere atıfta bulunulmayabilir, ancak bazen tüm risklerin 0 ile 20 arasında olmasını sağlamak için uyguladığımız kontroller olabilir. Bu durumda başvurabiliriz (Birgören, 2017).

**20 ile 70** arası, pratikte riskin çoğunun meydana geldiği aralıktır. Bu aralıktaki riskler için yasal zorunluluk bulunmuyorsa herhangi bir önlemden bulunmamıza gerek yoktur. Bununla birlikte, "olası risk" kavramı neredeyse zorunlu olarak mevcut bir önlem nedeniyle ortaya çıkmıştır. İstisnalar beklenirken risk 20 ile 70 arasında ise riski o seviyede tutan bir kontrol yöntemine başvurulduğu söylenir (Birgören, 2017).

**Bu referans:**

1. Yapılması gerekli adımlara
2. Yasal kurallara
3. Uyarı tabelalara
4. Konu hakkında bilgilendirilmeye
5. Kişisel koruyucu ekipman kullanımı olabilir.

•**70'ten fazla** çıkan riskler için kesinlikle bir engelleyici ve önleyici durum alternatifleri ele alınmalıdır.

**70 puan ve üstü** olan risklerle ilgili olarak;

Eylem planları, tedarikler, maliyetler vb. sorumluluklar kaldırılmalıdır. Tüm önlemler alınmışsa ve başka bir önlem alınamıyorsa, risk değerlendirme prosedürü bu gibi durumlarda tehlikenin bilineceğini ve işin tehlikeli olduğunu bilerek çalışma yapılacağı çalışılan çevreye ve çalışma yapacak personele bildirilmelidir. 400'den fazla tehlike için aksiyon alımları düşünülmeli ve acil çözümler bulunmalı, bu aksiyonlar alınana kadar geçecek süre içinde iş yapılacaksa nasıl yapılacağı anlatılmalıdır. Düzeltici faaliyetler tamamlandıktan sonra değerlendirmeler gözden geçirilmelidir. İyileştirme sonrasında puanları 70 ve üzerinde kalanlar için önlem alınarak faaliyetlere devam edilebilir. Tüm önlemlere rağmen 400 puan ve üzeri risk içeren faaliyetler bir işletme yöneticisi ile paylaşılmalıdır (Birgören, 2017).

#### **4.Sonuçlar ve Öneriler**

Bu çalışmada tehlikeli maddelerin karayolu taşımacılığındaki olası riskleri ve olası sorunları değerlendirilmiştir. Çalışmada riskleri belirlemek için İSG uzmanları ve TMGD uzmanları ile yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Ayrıca ağırlıklı olarak sahadaki çalışanların deneyimleri göz önüne alınmıştır. Alınan bilgilere göre riskleri önleyici tedbirler belirlenmiştir. Çalışma neticesinde tehlikeli maddelerin karayoluyla taşınması yoluyla meydana gelen çevresel risklere literatürde çok fazla değinilmediği görülmüştür. Karayolu taşımacılığı barındırdığı riskler sebebiyle tehlikeli maddelerin taşınmasında önlemler almayı gerektirmektedir. Bu tür çalışmaların çoğaltılması ortaya çıkabilecek risklerin önüne

geçerek alınabilecek önlemleri belirlemede topluma fayda sağlayacaktır. Bu çalışmanın tehlikeli madde taşımacılığında risk analizi araştırması yapan kişilere örnek teşkil edecek şekilde olması amaçlanmıştır. Bu çalışma tehlikeli madde taşımacılığı ile alakalı diğer çalışmalara katkı sağlayacaktır. Çalışmada kullanılan 5X5 Matris ve Fine-Kinney Metodları tehlikeli madde taşımacılığında karşılaşılabilecek olası riskleri değerlendirerek alınması gereken tedbirler hakkında bilinçlendirmeyi, kazaları en aza indirmeyi hedeflemektedir ve bu tür çalışmalara katkı sağlayacaktır.

Tehlikeli madde taşımacılığı sırasında kaza olasılığı riskini incelediğimizde ve değerlendirdiğimizde, Türkiye'de özellikle tehlikeli madde taşımacılığının kaza verileri mevcut değildir. Bu kapsamda tehlikeli madde taşımacılığına ilişkin veri eksikliğinin giderilmesi için gerekli mercilerin yeterli koordinasyon sağlaması ve gerekli verilerin sağlanmasına yönelik çalışmalar planlanmalıdır.

Tehlikeli maddelerin yurt içinde ve yurt dışında taşınması konusunda son yıllarda yasal düzenlemeler yapılmış olmasına rağmen mevcut uygulamalar halen yetersizdir. Bu nedenle, taşımayı yapan sürücülerin bilgi ve beceri düzeylerinin kontrol edilmesi ve izlenmesi için, özellikle akaryakıt taşımacılığına ilişkin olarak, taşıyıcı şirketlerin ve kamu kurumlarının yasal hükümlerinin uygulanması gerektiği değerlendirilmektedir.

Tehlikeli maddelerin taşınmasında olası riskler önlenemez veya en aza indirilemezse öngörülemeyen felaketler meydana gelecektir. Dünya genelinde yasa koyucular, yasal otoriteler ve bu konuda yapılan akademik araştırmalar bazı yasal hükümler ve kurallar oluştursa da, bu yasal hükümler uygulama sürecindeki bazı sorunlar nedeniyle yeterli olmayabilir. Avrupa ve Asya kıtalarında stratejik bir konuma sahip olan ülkemizin coğrafi konumu göz önüne alındığında, tehlikeli maddelerin taşınmasında büyük bir ekonomik paya sahiptir.

Tehlikeli madde taşımacılığı geçmişten günümüze tüm canlıları, çevreyi, insanları etkileyen ve bu konuda hassas davranılması gereken kurallar bütünüdür.

Tehlikeli maddelerin taşınmasında genellikle iki taraf vardır. Birincisi, nakliye sırasında geçen süreyi ve mesafeyi en aza indirerek maliyetleri düşürmeye çalışan taşıyıcıdır. İkinci kategori ise yasal mercilerle birlikte hareket ederek vatandaşlarını ve doğayı çeşitli risklerden (ağırlıklı olarak kendi sınırları içinde) korumaya çalışan kamu kurum ve kuruluşlarıdır.

Ülkemizin lojistik yönetiminin daha etkin bir şekilde ele alınarak geliştirilmesi gerekmektedir.

Tehlike arz eden maddelerin karayollarında taşınması sırasında, yapılması gereken ilk iş, tehlikeli madde iş ve işlemlerinde görev alan personellere ADR genel bilinçlendirme ve göreve özgü emniyet eğitimi verilmesi gerekmektedir. Tehlike arz eden maddelerin taşınması sürecinde çalışmakta olan işçilere dair eğitimlerin ayarlanmasına, farklı düzeylerdeki bu eğitimlerin devamlılığına önem verilmelidir.

Uygulanma kıstasında, yasal kriterlerin net olarak takip edilmesini teşvik edecek yasal uygulamalar zorunlu kılınıp takip edilmelidir.

Tehlikeli madde alım ve kullanım miktarları yıllık kayıtlar halinde tutulmalıdır. Bu kayıtları sistematik olarak tutmak, risklerin oluşumunda risklerin kaynağındaki tehlikelerin bir kısmı vb. sayısal değerler erişilebilir olmalıdır.

Adından da anlaşılacağı gibi, tehlikeli maddelerin üretiminde, depolanmasında, taşınmasında ve elleçlenmesinde özen gösterilmediği takdirde insan sağlığına, doğaya ve hayvanlara yönelik öngörülemeyen felaketler meydana gelebilir. Bu nedenle, tehlikeli maddeleri üretimden lojistiğine kadar her aşamasında çok dikkatli olunmalıdır. Özellikle tehlikeli maddeler taşınırken olası risklerin değerlendirilmesi ve risklerin en aza indirilmesi çok önemlidir.

Sürdürülebilirlik yaklaşımı çerçevesinde, farklı akışlar yoluyla, halk sağlığı ve çevre için oluşturacağı riskler ve sorunlar, doğal kaynak rezervlerinin verimli kullanılması gibi bilgilendirmeler ve atık türüne uygun geri dönüşüm yapılması vb. hakkında yapılması gerekenler sektörde tehlikeli madde lojistiğinde görev alan personellere bildirilmelidir.

Akaryakıt istasyonlarındaki benzin ve motorin tanklarındaki tank dibi atığı (05 01 03\*) atık kodu ile lisanslı taşıma araçları tarafından bertaraf tesislerine nakledilmelidir. Bertaraf edilecek ürün oluştuktan sonra firma Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının, Entegre Çevre Bilgi Sistemine girip MOTAT (Mobil Atık Takip Sistemi)'den taşıma talebi ekler. Taşıma talebinde Taşıma Kontrol Numarasını lisansı olan aracın MOTAT sistemine girer ve Bertaraf edilmek üzere Bertaraf tesisine gönderilir. Bertaraf tesisi atığı kabul eder ve bertaraf eder. Bu akışla tehlikeli atıklar bertaraf edilmelidir. Akaryakıt ve LPG istasyonları şüphesiz çevreye zarar veriyorsa, insan sağlığı ve çevre için yetkili mercilere başvurmak zorunludur. Benzin sızıntı ve dökülmelerinin zararlı etkilerine karşı alınan güvenlik önlemleri havayı, toprağı ve suyu korumayı amaçlamalıdır.

LPG içeren konteynerlerin nakliyesi özel olarak eğitilmiş personel tarafından yapılmalıdır. Nakliye sırasında statik elektriğe karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Nakliye sırasında yangın aletleri veya ateş kaynakları kullanılmamalıdır.

Tehlikeli kimyasalların özellikleri göz önüne alındığında bu kimyasallarının çevreye zararının ne kadar önemli olduğu görülmektedir. Akaryakıt tankerinin karıştığı bir trafik kazası sonrasında çevre kirliliği riski ele alınmalıdır. "Acil Müdahale" çerçevesinde alınan önlemler en kısa sürede alınmalı ve kazanın olduğu ilin Çevre ve Şehircilik Müdürlüğüne haber verilmelidir.

Sonuç olarak riskleri kaynağında yok etmek ve riskin meydana gelebileceğini tahmin ederek önceden önlem almayı toplum olarak benimsememiz gerekmektedir. Her gün denetim varmış gibi gerekli koruyucu önlemleri hayata geçirmemiz gerekmektedir. Sadece tehlikeli madde taşıyan araçlar değil diğer insanlarda karayolları kurallarına uymak zorundadır. Bir kişinin yaptığı hata binlerce kişiyi etkisi altına alarak geri dönüşü mümkün olmayan sonuçlar meydana getirebilmektedir.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye benzer oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder. Makalenin verileri Şenay Yeşilbaş Akman'ın yüksek lisans tezinden sağlanmıştır



## **Kısaltmalar**

**ADR:** Tehlikeli Maddelerin Karayolu ile Taşınması Yönetmeliği

**LPG:** Sıvılaştırılmış Petrol Gazı

**TMGD:** Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanı

**İSG:** İş Sağlığı ve Güvenliği

## **Kaynakça**

- Ashour Ü. Bir akaryakıt ve lpg istasyonu için risk değerlendirmesi ve analizi. İstanbul Rumeli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye, 2020, Sayfa 5-25.
- Babaoğlu S., Erdoğan Y., Kök OE. Bir akaryakıt istasyonunun risk analizinin yapılması ve iş güvenliği açısından değerlendirilmesi. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi 2018, 80-102.
- Birgören B. Fine kinney risk analizi yönteminde risk analizi yönteminde risk faktörlerinin hesaplama zorlukları ve çözüm önerileri. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi 2017; 9(1): 19-25.
- Ceylan H., Başhelvacı VS. Risk değerlendirme tablosu yöntemi ile risk analizi: bir uygulama. International Journal of Engineering Research and Development 2011; 3(2): 25-30.
- Cündübeyoğlu İ., Kayabaşı R. Seramik fabrikasında fine-kinney yöntemi ile risk değerlendirmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi 2022; (35): 633-639.
- Erkut E., Ingolfsson A. Transport risk models for hazardous materials: Revisited. Elsevier-Operations Research Letters 2005; (33): 81-89.
- Erkut E., Verter V. Hazardous materials transportation. Handbook in OR & MS 2007, 14.
- Geyik A., Çetinyokuş S. Karayolu tehlikeli madde taşımacılığı kapsamında tünel güvenliği ve risk analizi. Journal of Humanities and Tourism Research 2020; 10(3): 492-510.
- Öztekin A. LNG karayolu taşımacılığında çevresel risk değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 2010, 8-23.
- Pijawka KD., Foote S., Soesilo A., Scanlon RD., Cantilli EJ. Improving transportation of hazardous materials through risk assessment and routing. Technical Report PB-86112471/XAB; TRB/TRR-1020, National Research Council, Washington, DC (USA), Transportation Research Board (1985), 1-6.
- Karabulut S., Öcalır Akünal VE. Karayolu akaryakıt taşımacılığı için coğrafi bilgi sistemi destekli risk analizi: Ege Bölgesi Örneği. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. 2015; 30(3): 351-359.
- Longlong T., Liwei C., Pengcheng L., Chunhua C., Jin W. Integrated risk assessment method for spent fuel road transportation accident under complex environment, Nuclear Engineering and Technology 2021, 393-398.

- Saat MB. İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme metodlarından kontrol listesi ve matris metodlarının entegre biçimde bir inşaat şantiyesinde uygulanması. Yüksek Lisan Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü <https://tez.yok.gov.tr>.(Eylül 2019).
- Seber V. İşçi sağlığı ve güvenliğinde risk analizleri nasıl yapılır? Elektrik Mühendisliği 2012; 445, 30-34.
- şimşek S. İş sağlığı ve güvenliği kapsamında risk değerlendirme metodlarından Fine Kinney metodunun bir örnekle değerlendirilmesi. İSG Akademik-OHS Academic 2020; 2(2): 91-98.
- Uzundağ ř. Tehlikeli madde taşımacılığında risk analizi yapılarak coğrafi bilgi sistemi ile gzergh belirlenmesi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi, sayfa no:228, Aydın, Türkiye, 2020.
- Yalıncaya NM., Demirel E., Say N. Tehlikeli maddelerin karayolu ile taşınması sürecinde ortaya çıkan çevresel risklerin hata ağacı analizi (haa) ile değerlendirilmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 2020; 8(4): 973-984.
- Yaşa M. Petrol sektöründe risk analizi. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:123, Edirne, Türkiye, 2010.