



Makale / Research Paper

**Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile Tehlikeli Yol Kenarı Tesislerine
Araç Çarpma Risklerine Karşı Bir Duyarlılık Analizi**

Mustafa Yurdabal APAK¹, Murat ERGÜN², Halit ÖZEN³

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği, 34469, Sarıyer, İstanbul, TÜRKİYE

² İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği, 34469, Sarıyer, İstanbul, TÜRKİYE

³ Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği, 34220, Esenler, İstanbul, TÜRKİYE

myapak@gmail.com, muratergun1963@gmail.com, halitozen@hotmail.com

Received/Geliş: 05.08.2019

Accepted/Kabul: 03.09.2019

Öz: Tüm İstanbul genelinde doğal gaz yer üstü varlıklarının kaza kara noktaları ve ana arter kenarında riskli konumda bulunanlar tespit edilmiştir. Bu noktalar yol ve araç kaynaklı çeşitli çarpma risklerine karşı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi gibi ölçülebilir bir metod vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar tehlikeli yol kenarı tesislerinin tasarımı veya bunları koruyucu sistemlerin tasarım esaslarının ortaya çıkmasında kullanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Analitik Hiyerarşi Süreci, doğal gaz yer üstü varlığı, yol kenarı emniyet mesafesi, risk kriteri.

**A Sensitivity Analysis About Risk Criteria for Vehicle Crash Risks of
Hazardous Roadside Facilities by Analytical Hierarchy Process (AHP)**

Abstract: Accident black spots of natural gas aboveground assets and risky locations near the main artery were identified throughout Istanbul. These points were evaluated against various road and vehicle-related crash risks. This assessment was carried out by a measurable method, the Analytical Hierarchy Process. The obtained results were used in the design of hazardous roadside facilities or the design principles of protective systems.

Keywords: Analitic Hierarchy Process, natural gas above ground asset, clear zone, risk criteria.

1. Giriş

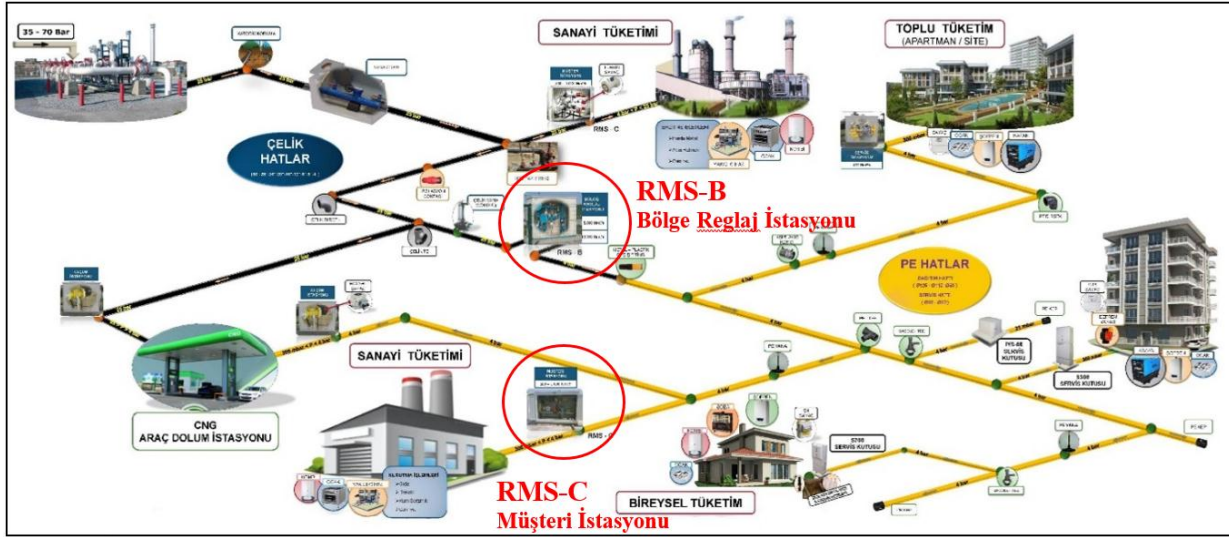
Boru hatları taşımacılığı önemli ulaşım türlerinden bir tanesidir. Türkiye’de özellikle 1980’li yılların sonundan itibaren başlayan doğal gaz boru hattı taşımacılığı beraberinde şehir içi dağıtım hatlarının başta büyükşehirler olmak üzere, Türkiye geneline yayılması ile geniş bir alanda hizmet vermektedir. Türkiye’de şehir içi doğal gaz dağıtım hatlarının şehirleşmiş alan içerisinde yaygınlaşması beraberinde gelişmiş ülkelerden farklı sorunları ve bu sorunlar için alınması gereken önlemleri de beraberinde getirmiştir [1]. Şehir içi doğal gaz dağıtım hattı yer altı ve yer üstü enstrümanlardan oluşmaktadır (Şekil 1).

Bu makaleye atıf yapmak için

Apak, M.Y., Ergün, M., Özen, H., "Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile Tehlikeli Yol Kenarı Tesislerine Araç Çarpma Risklerine Karşı Bir Duyarlılık Analizi" El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi 2019, 6(3); 836-846.

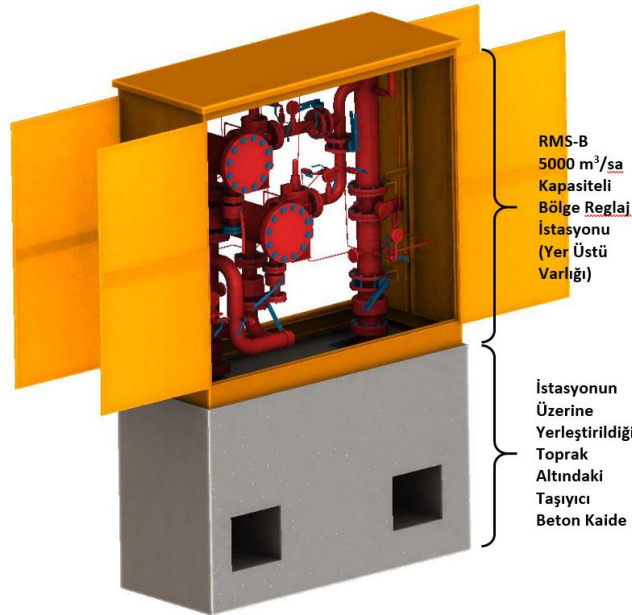
How to cite this article

Apak, M.Y., Ergün, M., Özen, H., "A Sensitivity Analysis About Risk Criteria for Vehicle Crash Risks of Hazardous Roadside Facilities by Analytical Hierarchy Process (AHP)" El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2019, 6(3); 836-846.



Şekil 1. Doğal gaz dağıtım şebekesi yer altı ve yer üstü varlıkları [2]'dan uyarlanmıştır.

Doğal gaz yer üstü varlıkları Şekil 1'den de görüleceği üzere, şehir içi doğal gaz reglaj istasyonları RMS-B (Reducing and Metering Station-B) (Şekil 2), RMS-C (Reducing and Metering Station-C) müşteri istasyonları, vb. oluşmaktadır. Şehir içinde istasyonların konulduğu yerin kamuya ait olması önem arz etmektedir. Şehir içerisinde yol kenarlarında kamu alanlarının azlığı ve olanlarda da yeterli miktarda yer olmaması nedeniyle, varsa park içi veya park kenarlarına yoksa yaya geçişine mani olmamak kaydıyla kaldırım kenarlarına veya yol orta refüjlerine konulmaktadır.



Şekil 2. RMS-B (5000 m³/sa) Doğal gaz bölge reglaj istasyonu yer altı ve yer üstü görünüşü (ön).

Tehlike içeren bu tip yer üstü varlıkları çeşitli hız ve sınıfta taşıtların çarpma etkisine maruz kalmaktadırlar. Bunun sonucu doğal gazın çevreye yayılarak patlama ve yangın riski, can ve mal kayıpları, iş kaybı ve işletme maliyetlerinin artması, istasyonun gaz dağıtım yaptığı bölgede bulunan konut ve sanayi müşterilerinin gazsız kalması gibi etkileri de ortaya çıkmaktadır. Avrupa Doğal Gaz Endüstrisi Teknik Birliği (MARCOGAS) tarafından, yol kenarındaki tehlike içeren tesislerde meydana gelen araç çarpmalarına karşı tedbirlerin alınarak can ve mal güvenliğinin korunmasının gerekliliği ifade edilmiştir [3].

Amerikan Devlet Karayolu ve Taşımacılık Görevlileri Birliği (AASHTO) tarafından yol kenarında bulunan tehlike içeren enstrümanların kaldırılması gerektiği, mümkün olmadığında bu tesislerin taşıt trafiğinden uzağa yerleştirilmesinin gerektiği veya otokorkuluk ile korunabileceği ifade edilmiştir [4].

Belirlenen risk parametrelerinin kendi içerisinde ağırlıklandırılması için AHS analizi kullanılmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci, çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan bir yöntemdir. Farklı kriterler için farklı alternatiflerin ikili karşılaştırmasını içermektedir. Yöntem esnek, sezgilere dayanmaktadır ve tutarsızlıkları kontrol etmektedir [5]. Çok kriterli karar verme yöntemi, birçok kriterin ortaya çıktığı durumlarda, kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerinin karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Ortaya çıkan kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları, tutarlılık analizi ile kontrol edilerek en uygun karşılaştırma değerlerini vermektedir.

2. Yol Kenarında Bulunan Tehlike İçeren Tesislere Araç Çarpma Vakaları

Türkiye’de genellikle kullanılan RMS-B şehir içi doğalgaz reglaj istasyonlarında farklı yol, çevre ve araç durumlarına ait, yaşanmış olan çeşitli kazaların örneklendiği kaza oluşum senaryoları ve bunlara ait resimlere aşağıda yer verilmiştir [6].

- a) Meskûn mahal içi, kuru yüzeyli, asfalt betonu kaplamalı, gece aydınlatması bulunan, hız limiti 70 km/sa olan, eğimsiz, refüjle bölünmüş üç şeritli yolda, gece vakti boş ağırlığı 1.500 kg olan hafif ticari taşıt, yatay kurbun dış kenarına çıkarak, kurbun dış kenarında refüjde bulunan RMS-B istasyonuna Şekil 3’de görüldüğü gibi çarpmıştır. Çarpma sonucu bölge reglaj istasyonunun 20 bar gaz giriş hattında hasar oluşmuştur. Hasar sonucu 20 dakika süreyle 20 bar basınçta doğal gaz çevreye yayılmıştır. Aynı noktada farklı tarihlerde de araç çarpma hadiseleri yaşandığı raporlanmıştır.



Şekil 3. Hafif ticari aracın kurbun dış kenarında bulunan RMS-B’ye çarpması [6].

- b) Meskûn mahal içi, kuru yüzeyli, asfalt betonu kaplamalı, gece aydınlatması bulunan, hız limiti 50 km/sa olan, % 2 iniş eğimli, refüjle bölünmüş iki şeritli yolda, gece vakti boş ağırlığı 2.070 kg olan yolcu minibüsü, yolun kaldırım kenarından itibaren 1,34 mt uzağında bulunan RMS-B istasyonuna Şekil 4’de görüldüğü gibi çarpmıştır. Çarpma sonucu bölge reglaj istasyonunda gaz çıkışlı ciddi hasar oluşmuştur. Hasar sonucu 5 bar basınçta doğal gaz çevreye yayılmıştır. Aynı noktada farklı tarihlerde de araç çarpma hadiseleri yaşandığı raporlanmıştır.



Şekil 4. Yolcu minibüsünün yolun 1,34 mt uzağında bulunan RMS-B'ye çarpması [6].

3. Güvenli Yol Kenarı

Yoldan herhangi bir nedenden dolayı ayrılarak belli bir hızla yol dışına çıkan bir taşıtın, güzergâhı üzerinde veya yakınındaki herhangi bir cisim, çarpmanın etkisini artıran bir faktör olabilmektedir. Güvenli yol kenarı, herhangi bir nedenle yol platformunu terk ederek dışarı çıkan taşıtı tekrar yola döndürebilen, güvenli şekilde durdurabilen ya da kazanın etkisini hafifletecek şekilde yavaşlatabilen, açık, geri döndürebilir bir bölge olarak tasarlanmalıdır [7].

Muhlbauer [1] tarafından ortaya konulan, karayoluna yakınlık parametresinde, tesisin karayoluna 60 mt'den uzak yerleri için tesis güvenli kabul edilerek puanlama yapılmıştır. Şehirlerimizdeki kaldırım darlığı, kullanımı ve ulaştırma mühendisliğindeki güvenli yol kenarı kavramı da dikkate alındığında bu mesafe ülkemiz şartlarında uygulanamamaktadır.

Bu çalışmada yer üstü tesislerine etki eden trafik hacmi ve araç kompozisyonları vb. etkenler, ülkemiz şartlarına uygun olarak ulaştırma mühendisliğine ait parametreler de dikkate alınarak, yaşanan kaza verilerinin ve uzman görüşleri ve anketleri sonucunda önem sırası belirlenen risk parametrelerinin kendi içerisinde ağırlıklandırılması yapılmıştır.

4. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Süreci, Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilmiş, çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan yöntemlerden bir tanesidir [8]. İncelenen konu ile ilgili o konunun uzmanlarının görüş, bilgi ve tecrübelerini sistematik bir yaklaşım ile ölçeklendirmektedir. Farklı kriterler için farklı alternatiflerin ikili karşılaştırmasını içermektedir. Yöntem esnek, sezgilere dayanmaktadır ve tutarsızlıkları kontrol etmektedir [5]. Çok kriterli karar verme yöntemi, birçok kriterin ortaya çıktığı durumlarda, kriterlerin birbirlerine göre önem

derecelerinin karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Ortaya çıkan kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları [9], tutarlılık analizi ile kontrol edilerek en uygun karşılaştırma değerlerini vermektedir.

5. Risk Parametreleri

Belirlenen risk parametrelerine ait kısa tanımlara aşağıda yer verilmiştir.

- a) Taşıt sayısı (YOGT): Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) olarak ifade edilmektedir. Bir günde o yoldan geçen ortalama taşıt sayısını ifade etmektedir.
- b) Taşıt yolunun eğimi: Bir yolda, yolun düşey güzergâhına ait olan yolun geometrik özelliğidir.
- c) Yatay karp: Yolun geçki güzergâhındaki doğrusal kesimleri birleştiren eğrisel veya dairesel karayolu kesimidir. Kurbun yarıçapı ve taşıt hızı, taşıt kurptan geçerken uğrayacağı merkezkaç kuvvetine etki etmesi nedeniyle, taşıtların savrulmasına sebep olmaktadır.
- d) Taşıt yolunun hız limiti: Yoldan geçen taşıtların emniyetli sürüş için uymaları gereken hız tahditleridir. Çarpma enerjisi, çarpma taşıtın hızının karesi ile doğru orantılıdır.
- e) Yol kenarı engelsiz bölge genişliği: Bir taşıtın yoldan çıktığında yol kenarında herhangi bir cisme veya enstrümana çarpmadan güvenli bir şekilde yola dönebileceği mesafedir.
- f) Yoldan geçen en ağır taşıt sınıfı: Yolun kent içerisindeki konumuna ve genişliğine göre, ilgili kesimden geçebilecek en ağır taşıt sınıfını ifade etmektedir. Çarpma enerjisi, çarpma taşıtın ağırlığı ile doğru orantılıdır.
- g) Tesisin yol kırmızı koduna göre yüksekliği: Yol kaplamasının üst kodu veya taşıt tekerleklerinin temas ettiği yer ile tesisin bulunduğu noktanın dikey mesafesidir [6].

6. Analitik Hiyerarşi Süreci İle Risk Parametre Ağırlıklarının Belirlenmesi

RMS-B şehir içi doğal gaz dağıtım istasyonlarının bulunduğu noktalarda, yaşanan kaza durumlarının incelenmesi, literatür taraması, saha araştırmaları ve Delphi Tekniğine uygun olarak yapılan anket çalışması ile başvuru uzman görüşleri doğrultusunda elde edilen önem sırasına bağlı kalınarak, risk parametrelerinin ağırlıklarının tespit edilebilmesi için Analitik Hiyerarşi Süreci'nden faydalanılarak, Şekil 5'deki ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur [6].

Burada standart tercih tablosunda ifade edilen tanımlara uygun olarak kriterlerin kendi aralarındaki önem değerlerine göre 1'den 9'a ve (1/2'den 1/9'a) kadar değerler matrisin alt bölgesinde bulunan sarı bölgeye girilmiştir. Sarı bölgenin zıttı olan beyaz bölgede ise giriş yapılan değer tersi işlenmiştir. Tüm sütunlar toplanarak, sütun toplamları en altlarına yazılmıştır.

İkinci aşamada, her bir sütun matrisinin sütun toplamlarının bir değerini alabilmesi için, ikili karşılaştırma matrisinin normalleştirilmesi gerekmektedir. Normalizasyon için, Şekil 5'deki matrisin karşılaştırma değerleri ait olduğu sütunun toplam değerine bölünerek Şekil 6'da görülen normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu elde edilen matrisin her bir satırının ortalaması sağına yazılarak kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur.

			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği
			A	B	C	D	E	F	G
1	Taşıt Sayısı (YOGT)	A	1	7	2	1	2	2	4
2	Taşıt Yolunun Eğimi	B	0,14	1	0,5	0,20	0,25	0,25	0,5
3	Yatay Kurp	C	0,50	2	1	0,50	0,33	0,5	3
4	Taşıt Yolunun Hız Limiti	D	1	5	2	1	3	1	3
5	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	E	0,50	4	3	0,33	1	0,5	2
6	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	F	0,50	4	2	1	2	1	4
7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	G	0,25	2	0,33	0,33	0,50	0,25	1
TOPLAM			3,89	25,00	10,83	4,37	9,08	5,50	17,50

Şekil 5. İkili karşılaştırma matrisi.

										Kriter Ağırlığı
1	Taşıt Sayısı (YOGT)	A	0,26	0,28	0,18	0,23	0,22	0,36	0,23	0,2518421
2	Taşıt Yolunun Eğimi	B	0,04	0,04	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,0386002
3	Yatay Kurp	C	0,13	0,08	0,09	0,11	0,04	0,09	0,17	0,1020410
4	Taşıt Yolunun Hız Limiti	D	0,26	0,20	0,18	0,23	0,33	0,18	0,17	0,2220037
5	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	E	0,13	0,16	0,28	0,08	0,11	0,09	0,11	0,1367123
6	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	F	0,13	0,16	0,18	0,23	0,22	0,18	0,23	0,1903766
7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	G	0,06	0,08	0,03	0,08	0,06	0,05	0,06	0,0584241
TOPLAM			1	1	1	1	1	1	1	1

Şekil 6. Normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi

Bulunan kriter ağırlıklarının tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bunun için Tutarlılık Oranı (TO) - (Consistency Ratio-CR) değerinin 0,10'dan küçük olması gerekmektedir. Şekil 7'de görüldüğü üzere ikili karşılaştırma matrisindeki her bir sütun kriter ağırlığı sütunundaki sıraya bağlı kalınarak kriter ağırlıkları ile çarpılarak yeni bir matris oluşturulmuştur (Şekil 8).

			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	Kriter Ağırlığı
			A	B	C	D	E	F	G	
1	Taşıt Sayısı (YOGT)	A	1	7	2	1	2	2	4	0,2518421
2	Taşıt Yolunun Eğimi	B	0,14	1	0,5	0,20	0,25	0,25	0,5	0,0386002
3	Yatay Kurp	C	0,50	2	1	0,50	0,33	0,5	3	0,1020410
4	Taşıt Yolunun Hız Limiti	D	1,00	5	2	1	3,00	1	3	0,2220037
5	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	E	0,50	4	3	0,333	1	0,5	2	0,1367123
6	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	F	0,50	4,00	2,00	1,00	2,00	1	4	0,1903766
7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	G	0,25	2,00	0,33	0,33	0,50	0,25	1	0,0584241

Şekil 7. İkili karşılaştırma matrisi ile kriter ağırlıklarının gösterimi.

Şekil 8'deki oluşturulan bu matrisin her bir satırının toplamı alınarak matrisin sağında ağırlıklı toplam değer sütunu oluşturulmuştur.

										Ağırlıklı Toplam Değer (ATD)
Taşıt Sayısı (YOGT)	A	0,25	0,27	0,20	0,22	0,27	0,38	0,23		1,836003
Taşıt Yolunun Eğimi	B	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,05	0,03		0,280983
Yatay Kurp	C	0,13	0,08	0,10	0,11	0,05	0,10	0,18		0,732196
Taşıt Yolunun Hız Limiti	D	0,25	0,19	0,20	0,22	0,41	0,19	0,18		1,646715
Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	E	0,13	0,15	0,31	0,07	0,14	0,10	0,12		1,009195
Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	F	0,13	0,15	0,20	0,22	0,27	0,19	0,23		1,403905
Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	G	0,06	0,08	0,03	0,07	0,07	0,05	0,06		0,422550

Şekil 8. Ağırlıklı toplam değerinin bulunması.

Bu aşamadan sonra her bir kritere karşılık gelen Ağırlıklı Toplam Değer ve Kriter Ağırlığı oranlanmıştır. Çıkan sonuçlar ilgili kritere karşılık gelen satıra yazılmıştır.

Tutarlılık indeks değerinin bulunabilmesi için, temel değer hesaplanması gerekmektedir. Temel Değer olan λ_{\max} için Tablo 1’de gösterildiği gibi Ağırlıklı Toplam Değerin (ATD), Kriter Ağırlığı’na (KA) oranlanmasından elde edilen sonuçlar sütun toplamının, Kriter Sayısına (n) bölümü ile bulunmaktadır.

Tablo 1. Standart düzeltme indeks serisi.

Ağırlıklı Toplam Değer (ATD)	Kriter Ağırlığı (KA)	$\frac{ATD}{KA}$	Kriter Sayısı (n)	Temel Değer (λ_{\max}) (51,151319/7)
1,836003	0,251842	7,290296	7	7,3073341
0,280983	0,038600	7,279319		
0,732196	0,102041	7,175505		
1,646715	0,222004	7,417510		
1,009195	0,136712	7,381888		
1,403905	0,190377	7,374358		
0,422550	0,058424	7,232464		
TOPLAM:		51,151339		

Tutarlılık İndeks (Tİ) – Consistency Index (CI) değeri, Bağıntı 1 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Tİ = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1} \quad (1)$$

Tİ : Tutarlılık İndeksi

λ_{\max} : Temel Değer

n : Kriter Sayısı

$$\lambda_{\max} = \frac{51,151319}{7} = 7,3073341$$

Buradan;

$$Tİ = \frac{(7,3073341 - 7)}{7 - 1} = 0,055122 \text{ bulunur.}$$

Buradan Tutarlılık Oranı (TO)'nın bulunması için Bağıntı 2 kullanılmıştır.

$$TO = \frac{T_i}{SDD} \quad (2)$$

TO : Tutarlılık Oranı

SDD : Standart Düzeltme Değeri

n=7 için, SDD:1,32'dir (Tablo 2).

Tablo 2. Standart düzeltme değeri serisi [10].

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SDD (RI)	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$$TO = \frac{0,055122}{1,32} = 0,04 < 0,10 \text{ olduğundan, kriter ağırlıklarının tutarlı olduğu görülmüştür (Tablo 3).}$$

Tablo 3. Tutarlılık oranı hesap tablosu.

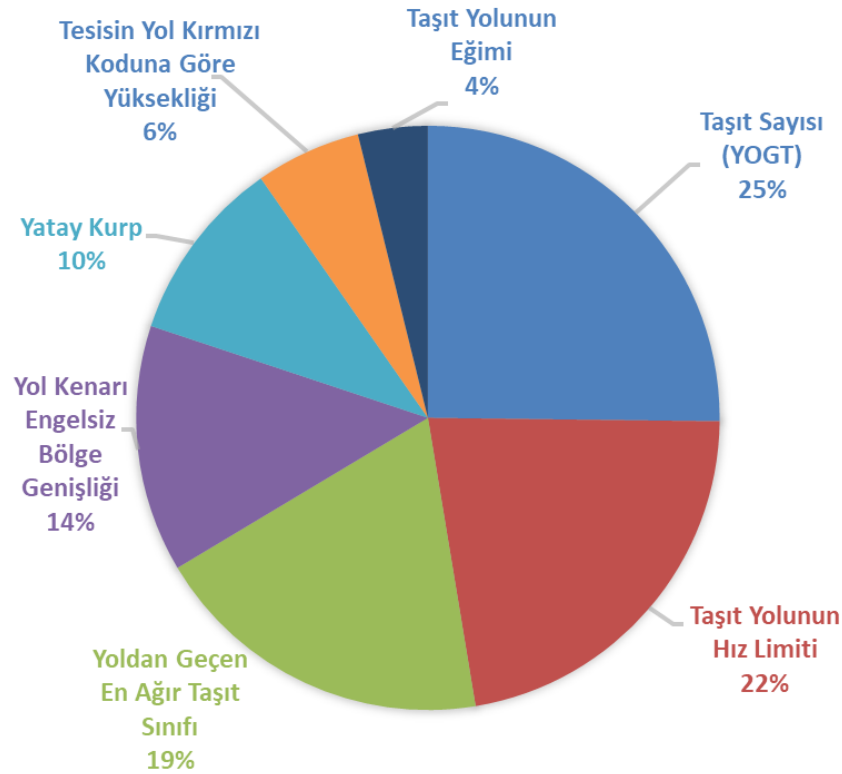
Ağırlıklı Toplam Değer (ATD)	Kriter Ağırlığı (KA)	ATD/KA	Kriter Sayısı (n)	Temel Değer (λ_{max}) (51,151319/7)	Tutarlılık İndeksi (Ti) Consistency Index (CI)	Standard Düzeltme Değeri (SDD) Random Index (RI)	Tutarlılık Oranı (TO) Consistency Ratio (CR)	
1,836003	0,251842	7,290296	7	7,3073341	0,05122	1,32	0,04	< 0,10 OLMALIDIR
0,280983	0,038600	7,279319						
0,732196	0,102041	7,175505						
1,646715	0,222004	7,417510						
1,009195	0,136712	7,381888						
1,403905	0,190377	7,374358						
0,422550	0,058424	7,232464						
TOPLAM:	51,151339							

Yer üstü varlığının göreceli risk puanının hesabında Şekil 9'da görüleceği üzere yedi risk parametresinin Analitik Hiyerarşi Süreciyle yapılan duyarlılık analizinden çıkan sonuçlarına göre taşıt sayısı % 25'lik bir oranla en fazla risk puanını etkilemektedir. Sırasıyla, taşıt yolunun hız limiti % 22, yoldan geçen en ağır taşıt sınıfı % 19, yol kenarı engelsiz bölge genişliği %14, yatay kurp % 10, tesisin yol kırmızı koduna göre yüksekliği % 6 ve taşıt yolunun eğimi % 4 oranlarında risk puanını etkilemektedir.

Tablo 4'de risk parametrelerinin AHS duyarlılık analizi sonucu birbirleri arasındaki ağırlık oranları gösterilmiştir.

Tablo 4. Risk parametreleri ağırlık oranları.

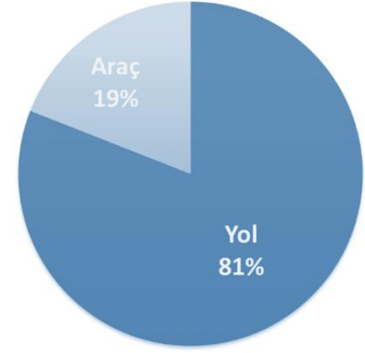
Sıra No	Risk Parametresi	Riski Üreten Faktör	Birimi	Parametre Ağırlık Oranı
1	Taşıt Sayısı (YOGT)	Yol	Taşıt/gün	25%
2	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol	km/sa	22%
3	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Araç	kg	19%
4	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yol	m	14%
5	Yatay Kurp	Yol	m	10%
6	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	Yol	m	6%
7	Taşıt Yolunun Eğimi	Yol	%	4%



Şekil 9. Risk parametrelerinin birbirleri arasındaki ağırlık oranları.

Şekil 10'dan da görüleceği üzere riski üreten yol ve araç faktörlerine ait parametrelerin risk faktörleri olarak gruplanması sonucu, bu çalışmada dikkate alınan parametrelerin yol ile ilgili olanları % 81 ve araç ile ilgili olanları % 19'luk bir ağırlığa sahip olmaktadır.

Riski Üreten Faktör	Risk Parametresi	Parametre Ağırlık Oranı	Faktör Oranı
Yol	Taşıt Sayısı (YOGT)	25%	81%
	Taşıt Yolunun Hız Limiti	22%	
	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	14%	
	Yatay Kurp	10%	
	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	6%	
	Taşıt Yolunun Eğimi	4%	
	Araç	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	



Şekil 10. Risk faktörlerine göre ağırlık oranları.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada AHS yöntemi, yapılan anket çalışmaları, kaza verileri, saha araştırmaları vb. veriler ışığında, sonucunda RMS-B Şehir İçi Bölge Reglaj İstasyonları ve benzeri tehlike içeren tesislerin yol kenarına güvenli bir şekilde yerleştirilmesi için yol ve araç kaynaklı risklerin uzman kararını kullanarak risk parametrelerinin önceliklendirilmesi ve ağırlık katsayılarının tespit edilmesi için kullanılmıştır. Bu çalışma, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, gelişmiş ülkelere farklı olarak yol kenarı planlaması bulunması sebebiyle, benzer sorunlar için literatürde bir çalışmaya rastlanılmadığından şehir içi yol kenarı güvenliği açısından literatüre uzman görüşleri doğrultusunda katkıda bulunacağı öngörülmüştür.

Elde edilen bu sonuçlar, şehir planlama çalışmalarında, resmi ve tüzel kişilerin yol kenarında yapacağı tesislerin risk seviyelerinin ölçülmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, yol kenarında bulunan bariyerlerin tasarımlarının farklı koruma seviyelerinde amaca uygun olarak tasarlanması ve kullanılmasında bu çalışmadan yararlanılmıştır.

Kaynaklar

- [1] Muhlbauer, W.K. Risk assessment at a glance. Pipeline risk management manual: ideas, techniques, and resources. Elsevier, 2004, s. XV.
- [2] İGDAŞ, Erdoğan, A. Doğal Gaz Dağıtım Sistemi. İstanbul : İGDAŞ, 02 2016.
- [3] MARCOGAS. Informative Note On Gas Emergencies. Brussels : Marcogas, 2014.
- [4] AASHTO. Roadside Design Guide. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2011, s. 10-8.
- [5] Aruldoss, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. A survey on multi criteria decision making methods and its applications. 2013, American Journal of Information Systems, s. 1(1), 31-43.
- [6] Apak, Mustafa Yurdabal. Şehir İçi Yol Kenarı Sabit Tesisler İçin Trafik Kazalarına Karşı Koruyucu ve Önleyici Otokorkuluk Geliştirilmesi. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış Doktora Tezi), 2019.
- [7] AASHTO. Roadside Design Guide. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2006, s. 3-3.
- [8] Saaty, Thomas L., How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. 1990, European Journal of Operational Research 48, s. 9-26.
- [9] Gerge, E. D., Linda, S. Analytic Hierarchy Process. Engineering Design, Fourth Edition. New York: McGraw-Hill, 2009, s. 282-292.
- [10] Saaty, Thomas L. The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation. New York: McGraw-Hill, 1980.