

**AVRUPA BİRLİĞİ KARAYOLU TÜNELLERİ İLE TÜRKİYE
KARAYOLU TÜNELLERİNİN TUNEL GÜVENLİĞİ AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Murat Zafer SİNOPLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2007

ANKARA

Murat Zafer SİNOPLU tarafından hazırlanan AVRUPA BİRLİĞİ KARAYOLU TÜNELLERİ İLE TÜRKİYE KARAYOLU TÜNELLERİNİN TUNEL GÜVENLİĞİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yard. Doç. Dr. Kürşat ÇUBUK
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Nail ÜNSAL

Üye : Prof. Dr. Süleyman PAMPAL

Üye : Prof. Dr. Mehmet EROĞLU

Üye : Yard. Doç. Dr. Kürşat ÇUBUK

Üye : Yard. Doç. Dr. Yusuf DEMİREL

Tarih : 09 /01/2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Murat Zafer SİNOPLU

**AVRUPA BİRLİĞİ KARAYOLU TÜNELLERİ İLE TÜRKİYE KARAYOLU
TÜNELLERİNİN TÜNEL GÜVENLİĞİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Murat Zafer SİNOPLU

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak 2007

ÖZET

Tüneller, karayollarının bütünleyici bir parçasını oluşturmaktadır. Aşılması güç coğrafi engellerin tünel kullanılarak geçilmesi ulusal ve uluslararası ulaşımında çok büyük avantajlar sağlamaktadır. Tünellerde kaza meydana gelmesi, karayollarının açık bölümlerine nazaran daha az görülmesine rağmen, kapalı bir hacim olması nedeniyle tünel kazaları, özellikle yangın olaylarında dramatik sonuçlar doğurabilmektedir.

Son yıllarda Avrupa Birliği sınırları içerisinde bulunan tünellerde meydana gelen kazalar sonucunda Avrupa Birliği; Karayolu tünellerinde minimum güvenlik kriterleri direktifini hazırlayarak 2004 yılında yürürlüğe geçirmiştir. Direktifin yürürlüğe girmesiyle bir çok ülkede 10 yıl içinde tünellerin yeni standartlara uygun hale getirilmesi gerekecektir. İlk 6 yılda tünellerin %50'sinin yeni standartlara uygun hale getirilmesi planlanmaktadır.

Türkiye coğrafi açıdan engebeli bir yapıda olduğundan çok sayıda tünele sahiptir. Bu çalışmanın amacı, Avrupa Birliği üyelik sürecinde olan Türkiye'de bulunan karayolu tünellerinin güvenlik açısından Avrupa Birliği karayolu tünelleri ile karşılaştırılarak tünel güvenliği açısından alınacak tedbirleri ortaya koymaktır. Bu kapsamda Türkiye Karayolu tünellerinin mevcut durumları tespit edilmiş, Avrupa birliği direktifine uygunlukları irdelenerek Türkiye

karayolu tünellerinde güvenliğin sağlanabilmesi için yapılması gerekenler ortaya konmuştur.

Bilim Kodu : 911.1.134
Anahtar Kelimeler : Tüneller, Güvenlik, Kaza, Yangın
Sayfa Adedi : 103
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. M. K r at ÇUBUK

**COMPARISION OF ROAD TUNNELS IN TURKEY AND EUROPEAN
UNION IN RESPECT TO TUNNEL SAFETY**

(M.Sc. Thesis)

Murat Zafer SİNOPLU

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

January 2007

ABSTRACT

Tunnels have an important contribution in highways. Surpassing the bad geographical conditions by tunnels supply great advantages in national and international transportation. Less accidents happen in tunnels than the open portion of the highways but tunnel accidents can cause more dramatical consequences because of being a closed volume, especially in fire accidents.

European Union prepared the minimum safety criteria directives in highway tunnels and validate it in 2004 after the accidents happened in last few years. After validation of the directives among most countries its required that in ten years the tunnels have to be adequate to the new standards. In the first six years the fifty percent of the tunnels planned to be adequate to the new standards.

Regarding to rough geographical structure of Turkey and the abundance of road tunnells, it is clear the importance of tunnel safety. The aim of this study is to compare the safety conditions in tunnels in Europe and Turkey which is already a member candidate for European Union. By this comparison the precautions can be discussed for the tunnel safety. In this manner present conditions of the Turkish highway tunnels are listed and things to are presented

for supplying the tunnel safety in the Turkish tunnels by studying the appropriateness of Tunnels to the European Union directives.

Science Code : 911.1.134

Key Words : Tunnels, Safety, Accident, Fire

Page Number: 103

Adviser : Asist. Prof. Dr. M. Kürşat ÇUBUK

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla ben yönlendiren Hocam Yard. Doç. Dr. M. Kürşat ÇUBUK'a yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım İrfan ÜNAL'a, yüksek lisans eğitimim boyunca arkadaşlık ve desteğini esirgemeyen Ümit GİRİŞ'e, ayrıca Karayolları Genel Müdürlüğü'nde görevli tüm çalışma arkadaşlarıma, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli eşim Burcu SİNOPLU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. KARAYOLU TÜNELLERİNDE GÜVENLİK	3
2.1. Dünyada Meydana Gelen Başlıca Tünel Kazaları İstatistikleri	3
2.2. Tünellerde Yangın	7
2.3. Dünyada Meydana Gelen Başlıca Tünel Kazaları ve Sonuçları	10
2.4. Tünel Güvenliğine Etki Eden Faktörler	14
2.4.1. Sürücüler	14
2.4.2. Tünel işletimi	19
2.4.3. Tünel altyapısı	19
2.4.4. Araçlar	19
2.5. Tünellerde Kullanılan Güvenlik Ekipmanları	21
2.5.1. Tünel havalandırma sistemleri	21
2.5.2. Tünel aydınlatma sistemleri	24
2.5.3. Tünellerde kullanılan yol işaretleri	24

Sayfa

2.5.4. Acil durum telefonları	25
2.5.5. Görüntüleme sistemleri	26
2.5.6. Radyo yayını.....	28
2.5.7. Bariyerler.....	28
2.5.8. Yükseklik ölçüm araçları.....	28
2.5.9. Meteoroloji istasyonları.....	29
3. AB GÜNDEMİNDE TÜNELLER	30
3.1. AB Ortak Ulaştırma Politikasının Gelişimi	30
3.2. AB Ulaştırma Politikası Beyaz Kitabı	31
3.3. AB’de Tünel Güvenliği Konusundaki Çalışmalar	33
3.3.1. A.B. Direktifinin hedefleri	35
3.3.2. Direktif kapsamına dahil edilecek Avrupa tünelleri	36
3.3.3. Direktifte önerilen standartlar	36
3.3.4. Altyapı önlemleri	38
3.3.5. İşletimle ilgili önlemler	49
3.3.6. Direktife göre tünellerde uygulanacak yol işaretleri.....	52
3.4. Bazı AB Tünellerinin Değerlendirilmesi	54
4. TÜRKİYE’DE KARAYOLU TÜNELLERİ	71
4.1. Türkiye’de Tünel Güvenliği Çalışmaları	71
4.1.1. Tünel işletme ve bakımı hakkında yönetmelik tasarısı	71
4.1.2. Tünellerin asgari güvenlik gereksinimlerine ilişkin proje kriterlerinin belirlenmesi ile ilgili komisyon raporu	75
4.2. Türkiye Tünellerinin Güvenlik Açısından Mevcut Durumu.....	75

Sayfa

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE KARŞILAŞTIRMA	93
5.1. Tünel Güvenliği İle İlgili Konularda Yapılan Çalışmalar Açısından ve Türkiye AB'nin Karşılaştırılması	93
5.2. AB ve Türkiye Tünellerinin Güvenlik Bakımından Karşılaştırılması	94
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	97
KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ	103

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Rapor edilen kazaların özeti.....	3
Çizelge 2.2. PIARC tarafından kabul edilen araç tipleri ve yangın kapasiteleri.....	8
Çizelge 3.1. Trans-Avrupa ulaşım ağı karayolu tünelleri envanteri	37
Çizelge 3.2.AB Direktifine göre altyapı için getirilen asgari gereksinimlerin özetini	46
Çizelge 4.1. Trafığa açık olan 500 metreden daha uzun tüneller	72
Çizelge 4.2. Proje aşamasında olan 500 metreden daha uzun tüneller	72
Çizelge 4.3. Yapım aşamasında olan 500 metreden daha uzun tüneller	73

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kaza başına ölü ve yaralı sayıları	4
Şekil 2.2. Meydana gelen kazaların mevsimsel dağılımı	5
Şekil 2.3. Meydana gelen kazaların araç tipine göre dağılımı	6
Şekil 2.4. Meydana gelen kazaların haftanın günlerine göre dağılımı.....	6
Şekil 2.5. Yangından uzaklığa bağlı olarak sıcaklıktaki değişim	9
Şekil 2.6. Yangın esnasında zamana bağlı sıcaklık değişimi.....	9
Şekil 2.7. Tünel güvenliğine etki eden faktörler	14
Şekil 2.8. Fransa tünellerinde araç arızalanma nedenleri.....	20
Şekil 2.9. Norveç tünellerinde araç arızalanma nedenleri.....	20
Şekil 3.1. Karayolu tünelleri için Viyana anlaşmasının E11 işareti.....	53
Şekil 3.2. Acil durum telefonu ve yangın söndürücü (Yol tünelleri için Viyana anlaşmasının F işaretleri)	54
Şekil 3.3. Cepler (Yol tünelleri için Viyana anlaşmasının E işaretleri).....	54
Şekil 3.4. Acil çıkışlar	54
Şekil 4.1. Selatin tüneli cihaz yerleşimleri.....	80

RESİMLERİN LİSTESİ**Resim****Sayfa**

Resim 4.1. Selatin tüneline tünel tüpleri arasında araç geçişi..... 80

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
AB	Avrupa Birliği
AET	Avrupa Ekonomik Topluluğu
AID	Otomatik Olay Algılama Sistemi
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
CCTV	Kapalı Devre Televizyon Sistemi
EUREKA	AB Ülkeleri Tarafından Finanse Edilen Yangın Deneyleri Projesi
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
PIARC	Uluslararası Daimi Yol Birliği
YOGT	Yıllık Ortalama Günlük Trafik
TCK	Türkiye Cumhuriyeti Karayolları
TEM	Trans Avrupa Ulaşım Ağı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
VMS	Değişken Trafik İşaretleri

1. GİRİŞ

Karayollarında ulaşımı kolaylaştıran, uzun mesafeleri kısaltarak geçmeye olanak sağlayan tünellerde yeterli güvenlik önlemleri alınmadığında çok ağır sonuçlar doğuran kazalar meydana gelebilmektedir. Özellikle tehlikeli madde taşıyan araçların sebep olduğu yangınlı kazalarda bu önlemlerin gerekliliği daha iyi anlaşılmaktadır.

İleride gerçekleşmesi muhtemel tünel kazalarının önlenmesi ve etkilerinin azaltılması amacıyla, ilk olarak bugüne kadar meydana gelen tünel kazalarının ortaya çıkardığı verilerin incelenmesi ve istatistiki bilgilerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Çalışmada öncelikle bu hususlara yer verilmiştir. Yine bu bölümde, tünel güvenliğini etkileyen faktörler belirlenerek, sürücüler, tünel işletimi, tünel altyapısı ve araçlarla ilgili açıklamalar yapılmış, tünel güvenlik elemanları tanıtılmıştır.

Avrupa’da meydana gelen büyük ölçekli kazalar sonucu konuya önem verilmesi gerekliliği anlaşılmış, bu sebeple birçok proje hayata geçirilerek standartlar oluşturulmaya çalışılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde bu standartlar ve Avrupa’daki bazı tünellerin güvenlik açısından incelenmesi yapılmıştır.

Türkiye’deki tünel güvenliği çalışmaları ile 500 metreden uzun tünellerin güvenlik açısından özellikleri, çalışmanın dördüncü bölümünde karşılaştırmaya esas olacak şekilde ele alınmıştır.

Eldeki tüm veriler göz önünde bulundurularak beşinci bölümde, AB ve Türkiye’de tünel güvenliği konusunda yapılan çalışmalar ve mevcut tünellerin güvenlik durumları karşılaştırılarak genel bir değerlendirme yapılmış; son bölümde de alınması gereken önlemler belirlenerek çözüm önerilerine yer verilmiştir.

Türkiye engebeli coğrafi yapısı nedeniyle çok sayıda tünele sahip olup, yapım aşamasındakilerin tamamlanmasıyla bu sayı daha da artacaktır. Karayolu ulaşımının temelini teşkil eden ana arterlerin birçoğunda geçişler tünellerle sağlanacaktır. Bu durum, ulaşımın büyük çoğunluğunu karayolu üzerinden gerçekleştiren Türkiye’nin

tünel güvenliği konusuna eğilmesi gerektiğini göstermektedir. Diğer yandan Avrupa Birliği'ne üyelik sürecinde standartların uyumlaştırılması bakımından da bu gereklilik ortaya çıkmaktadır.

Karayollarında tünel güvenliğinin sağlanması, altyapı önlemlerinin alınması yanında, güvenlik ekipmanlarının oluşturulmasından, kamuoyunun bilinçlendirilmesine kadar çok geniş bir alanı kapsamaktadır. Konu, teknik, hukuki ve politik yönleriyle bir bütündür.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki tünellerin Avrupa'daki tünellerle karşılaştırılarak eksiklik ve yeterliliklerinin belirlenmesi ile Avrupa Birliği'ne uyum aşamasında alınması gereken tünel güvenliği önlemlerinin ortaya konulmasıdır.

2. KARAYOLU TÜNELLERİNDE GÜVENLİK

2.1. Dünyada Meydana Gelen Tünel Kazaları İstatistikleri

Bugüne kadar meydana gelen kazalarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi tünel güvenliği konusunda yapılabileceklerin ortaya konması açısından çok önemlidir. Tünel kaza raporlarının incelenmesi ile kazaya karışan araçların türü, kazanın meydana geldiği tünelin özellikleri, kazanın ne tür bir hata sonucu meydana geldiği gibi bir çok konu hakkında bilgi alınabilir. Tünel kazalarının istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için gerekli olan veriler:

-Tünel profili: Tünelin yeri, uzunluğu, mevcut güvenlik sistemleri vb.

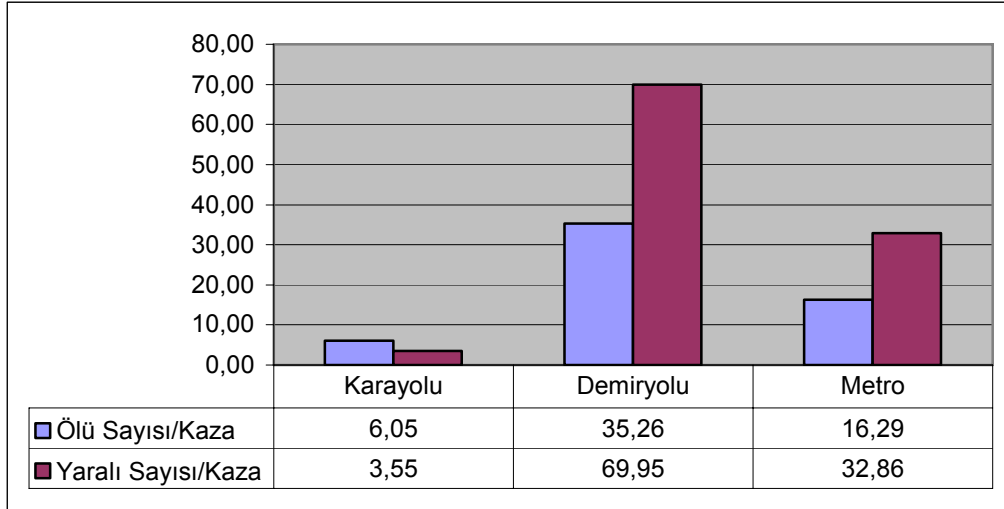
-Kazanın profili: Kazanın meydana gelmesine yol açan durum, sonuçlar ve alınan güvenlik önlemleri, kazanın adım adım nasıl meydana geldiğinin anlaşılmasını sağlayacak tüm veriler ve bu tür bir kazanın tekrarlamasının önlenmesi için gereken tüm verilerdir.

Bugüne kadar tutulmuş düzenli bir kaza veri bankası olmadığından tarihi kaza verilerine ulaşılmasında bir çok sorunla karşılaşmaktadır. Bu yüzden elde edilen veriler tam bir istatistiksel analiz yapmaya uygun değildir.

Çizelge 2.1. Rapor edilen kazaların özeti [1]

Ulaşım Şekli	Kaza Sayısı	Zaman Aralığı		Sonuçları	
				Ölü	Yaralı
Karayolu	88	13.05.1949	22.06.2004	532	312
Demiryolu	38	06.01.1942	03.08.2004	1354	2658
Metro	49	08.10.1903	02.06.2004	798	1610

Rapor edilen kaza sayıları incelendiğinde karayolu tünellerinde demiryolu ve metro tünellerine göre daha çok kazanın olduğu göze çarpmaktadır (Çizelge 2.1.). Yüzde olarak değerlendirildiğinde meydana gelen kazaların %50'sinin karayolu tünellerinde meydana geldiği görülmektedir.

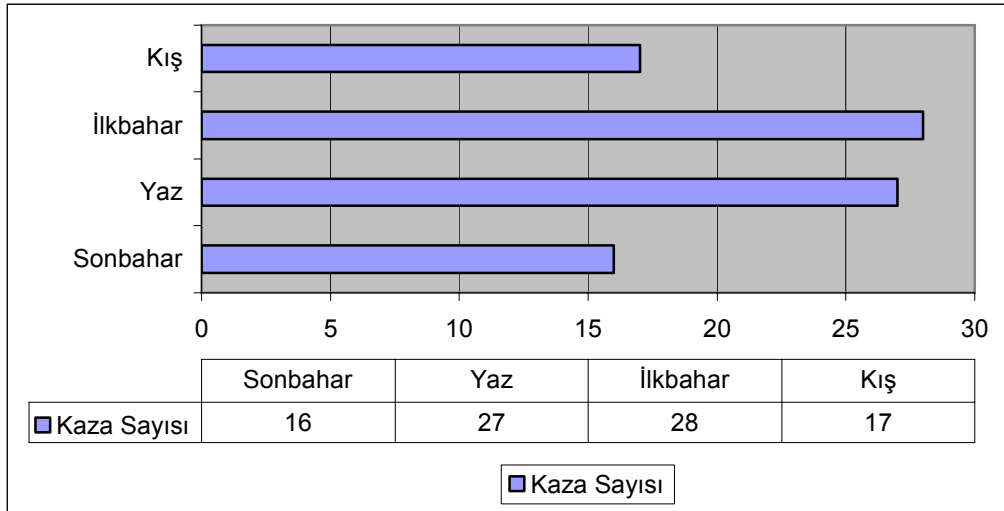


Şekil 2.1. Kaza başına ölü ve yaralı sayıları [1]

Kaza başına ölü ve yaralı sayıları incelendiğinde meydana gelen kaza sayısı en yüksek olan karayolu tünellerinde kaza başına ölü ve yaralı sayısının en düşük olduğu görülmektedir (Şekil 2.1). Bunun sebebi demiryolu ve metro ile bir defada taşınan yolcu sayısının karayolunda taşınandan çok daha fazla olmasıdır. Örneğin sadece Fransa’da bulunan Mendon demiryolu tüneline 1842’de meydana gelen kazada 150 kişinin öldüğü rapor edilmiştir [1].

Tünellerde meydana gelen kazaların tünel dışında meydana gelen buzlanmadan veya kardan dolayı en çok kışın meydana geleceği beklenebilir. Fakat Şekil 2.2 incelenecek olursa hava sıcaklığının kazaların artmasında etkili olmadığı görülmektedir. Kazaların ilkbahar ve yaz mevsimlerinde artmasına gerekçe olarak trafik yoğunluğunun bu mevsimlerde daha fazla olması gösterilebilir.

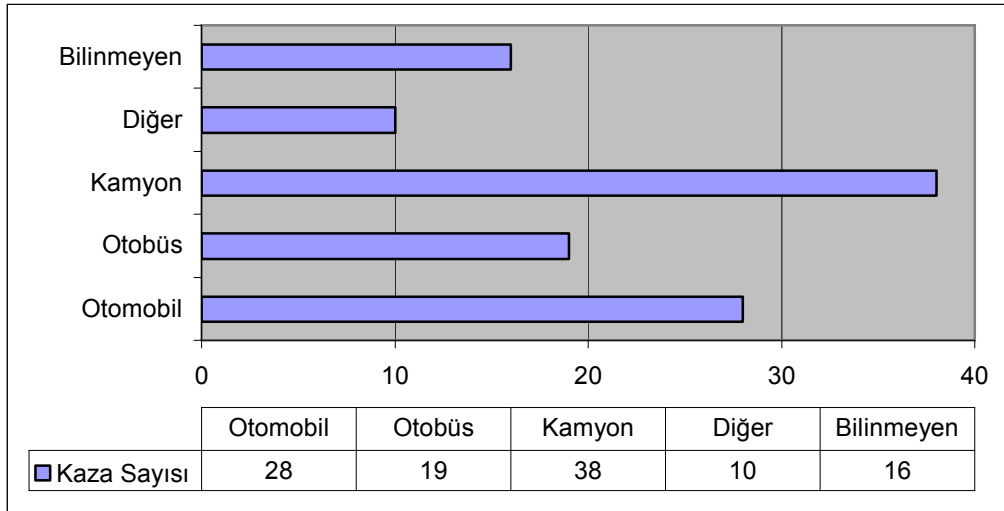
Norveç’te yapılan araştırmanın sonucuna göre tünellerde meydana gelen kaza oranlarının tünel dışında meydana gelen kaza oranlarına göre çok daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır [2].



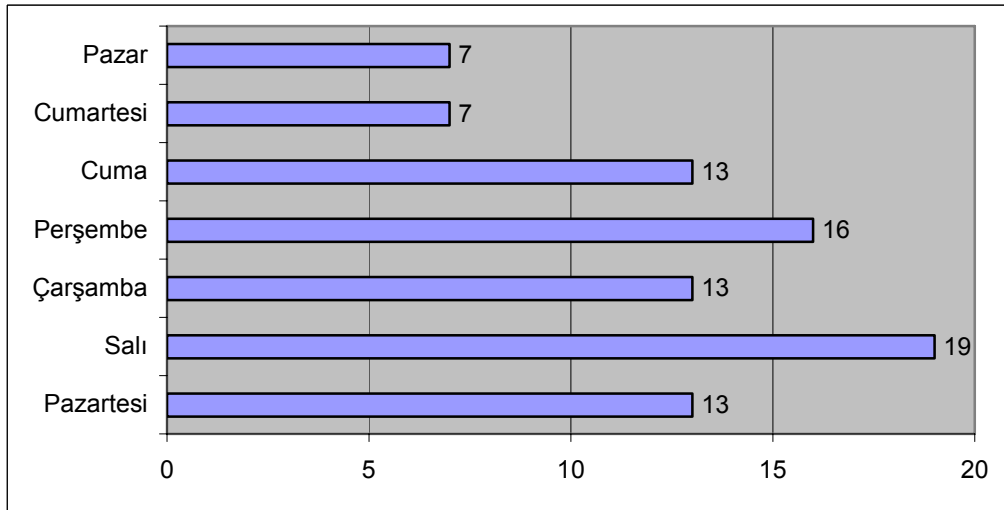
Şekil 2.2. Meydana gelen kazaların mevsimsel dağılımı [1]

Rapor edilen bir çok karayolu tünel kazasında araç tipleri açık olarak belirtilmemiş olmasına rağmen eldeki veriler incelendiğinde en fazla kazaya karışan araç türünün kamyonlar olduğu göze çarpmaktadır (Şekil 2.3). Ayrıca meydana gelen kazaların haftanın günlerine göre dağılımı incelendiğinde en az kazanın cumartesi ve pazar günleri meydana geldiği görülmektedir (Şekil 2.4). Bunun sebebi ağır taşıt trafiğinin bir çok ülkede hafta sonları sınırlandırılması ve evi ile işi arasında her gün yola çıkanların hafta sonu trafiğe çıkmıyor olmaları gösterilebilir.

Çift yönlü trafik akışının olduğu tünellerde tek yönlü trafik akışı olanlara göre % 40 daha fazla kaza meydana geldiği görülmektedir. Bir çok tünelde acil durum şeridinin olmaması trafik üzerinde negatif bir etki yaratmaktadır. Eğer sorun olan araç sonraki cep'e erişemez ise trafikte aksamalara ve arkasından gelen araçların riskli manevralar yapmasına neden olmaktadır. Eğimi %2,5'in üzerinde olan tünellerde meydana gelen araç arızalanmaları eğimi daha az olanlara göre 5 kat daha fazladır. Uluslar arası istatistiklere göre araçlarda yangın çıkmasının nedeni çarpışmalardan daha çok aracın veya taşıdığı yükün; hatalı elektrik sisteminden, aşırı ısınmış olan motordan veya benzeri bir sebepten kendiliğinden alev almasıdır. Buna rağmen dünyada en kötü sonuçları olan 14 tünel yangını incelendiğinde 12'sinde yangının kaza sonucu ortaya çıktığı görülmektedir [3].



Şekil 2.3. Meydana gelen kazaların araç tipine göre dağılımı [1]



Şekil 2.4. Meydana gelen kazaların haftanın günlerine göre dağılımı [1]

Kazaların nedenleri incelendiğinde rapor edilen 88 kazanın 59'unda kazanın nedenine ulaşılamadığı görülmektedir. Bu durum tünel güvenliğinin artırılması ve kazaların önlenmesi konusunda en çok ihtiyaç duyulacak olan verinin yetersiz olduğunu göstermektedir. Kazalarının 18'i teknik hatalardan kaynaklanmaktadır. Teknik hataların başlıca nedenleri; çarpışmaya neden olan fren hataları ve yangına neden olan motor arızalarıdır. İnsan hatalarının başlıca nedenleri; aşırı hızlanma ve dikkatsiz şerit değiştirmedir [1].

2.2. Tünellerde Yangın

Tünellerin kapalı alan olması sebebi ile yangın esnasında görüş mesafesi azalır, duman ve toksik gazlar tünel boyunca yayılır, ısı hızla yükselir ve havadaki oksijen seviyesi düşer. Bu durum tünel içinde bulunanların açık yollardakinden daha fazla zarar görmesine neden olur. Yangınlar tünel altyapısına, araçlara ve ulaşım sistemine verdiği zararlar sebebiyle geniş anlamda ticareti ve stratejik ulusal güvenliği de etkiler.

Tünellerde meydana gelen yangınlar incelendiğinde en sık karşılaşılan nedenler:

- Elektrik arızaları (Hafif araçlarda en sık olarak yangın sebebi),
- Fren balatalarında meydana gelen ısınmalar (Ağır taşıtlardaki yangınların %60-%70'inin sebebi),
- Aracın kendi kendine alev almasına yol açan diğer arızalar.

Sık olmamasına rağmen karşılaşılan diğer nedenler:

- Çarpışmalar,
- Tünel ekipmanındaki teknik hatalar,
- Tünellerde yürütülen bakım çalışmaları [4].

Karayolu tünellerinde yangın çıkma ihtimali ile ilgili olarak yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen verilere göre yangın ihtimali şehir içi tünellerinde $0-10 \cdot 10^{-8}$ araç km, tek yönlü karayolu tünellerinde $0-10 \cdot 10^{-8}$ araç km, çift yönlü karayolu tünellerinde $0-15 \cdot 10^{-8}$ araç km'dir. Ancak ihtimaller çok küçük olduğundan olası tek bir yangın bile rakamlar üzerinde büyük etkiler yapmaktadır. Gözlem sürelerinin yoğun trafik hacmi olan tünellerde 5 yıl, az trafik hacmi olan tünellerde ise 10 yıl olması daha anlamlı sonuçlar üretecektir [9].

Tünelde meydana gelecek olası bir yangının boyutları yangın çıkan aracın yükü ve tipine bağlıdır. Çizelge 2.2'de araç tipi ve yangın enerjisi ve güçleri görülmektedir.

Çizelge 2.2. PIARC tarafından kabul edilen araç tipleri ve yangın kapasiteleri [4]

Araç Tipi	Tipik Yangın Yüğü (MJ)	Tipik Yangın Gücü (MW)	Notlar
Otomobil	3.000-3.900	2,5-5	Finlandiya'da yangın testlerinde kullanılan yüklerdir.
Otobüs	41.000	20	EUREKA tarafından yangın testlerinde kullanılmıştır.
Yüklü Kamyon	65.000	20-30	
Ağır Yük Taşıyan Araç	88.000	30	
50 m3 benzin taşıyan Tanker	1.500.000	300	Büyük boyuttaki yangınlar için Hollanda'da kabul edilen değerlerdir.

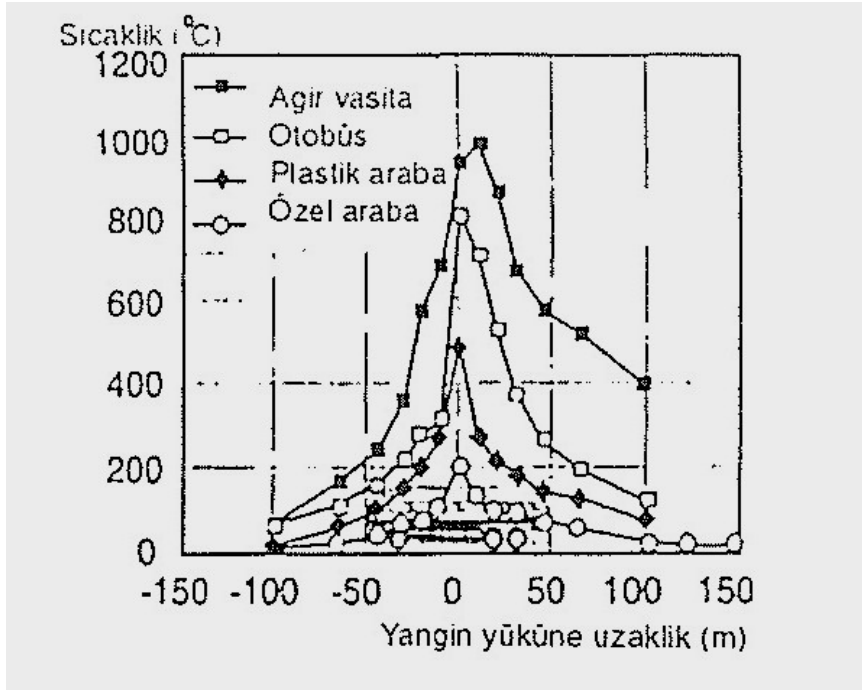
EUREKA testlerinden elde edilen sonuçlara göre tünel duvarlarında ve tavanında oluşan en yüksek sıcaklıklar:

- Otomobilde 500 C,
- Otobüste 800 C,
- Kamyonda 1000 C,
- Yaklaşık 50 m3 petrol yüklü tankerde 1400 C'yi bulmaktadır [4].

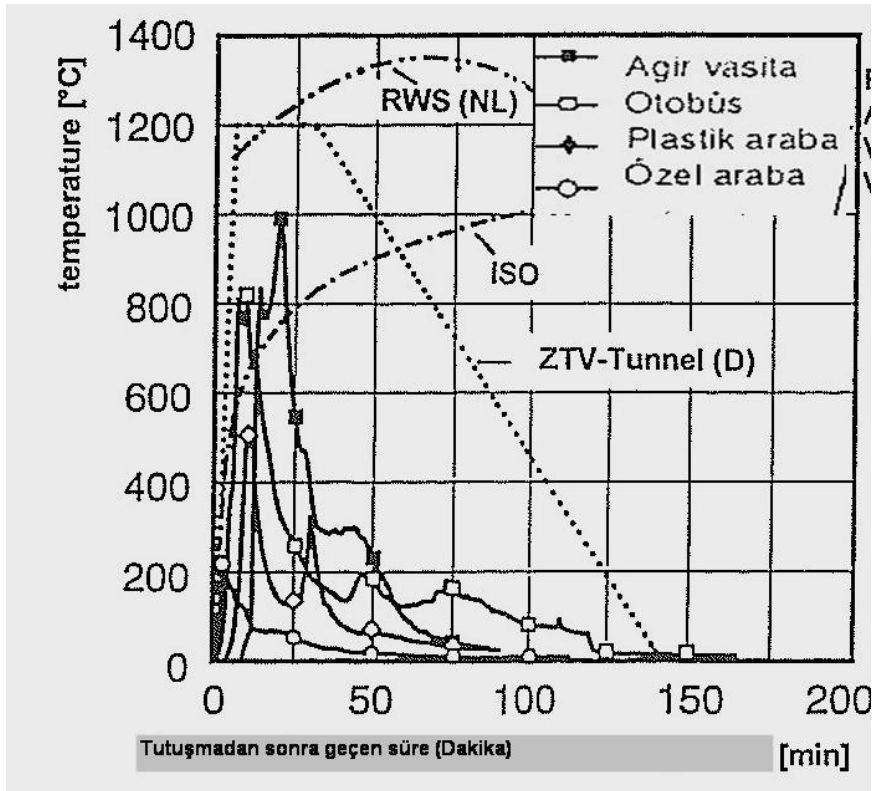
EUREKA testlerinden elde edilen sonuçlara göre yangından uzaklığa göre araç çeşitlerine bağlı olarak sıcaklıktaki değişim Şekil 2.5.'de görülmektedir [4].

EUREKA testlerinden elde edilen sonuçlara göre yangın esnasında zamana bağlı sıcaklık değişimi Şekil 2.6.'te görülmektedir [4].

Tünellerde meydana gelen 5 yangından 3'ü araç sahiplerinin kullandığı yangın söndürücüler ile söndürülebilmektedir. Ayrıca tünel yangınlarının %80-%90'ı insanlar ve tünel ekipmanına zarar vermeden söndürülebilmektedir [9].



Şekil 2.5. Yangından uzaklığa bağlı olarak sıcaklıktaki değişim



Şekil 2.6. Yangın esnasında zamana bağlı sıcaklık değişimi

2.3. Dünyada Meydana Gelen Başlıca Tünel Kazaları ve Sonuçları

11 Haziran 1979 Japonya: Nihonzaka tüneline kamyon ve otomobillerin çarpışması sonucu meydana gelen kazada 7 kişi hayatını kaybetmiştir [5].

7 Nisan 1982 ABD: Oakland yakınlarında Caldecott tüneline meydana gelen zincirleme kazada 7 kişi hayatını kaybetmiştir [6].

3 Kasım 1982 Afganistan: Kabil'in kuzeyinde Salang tüneline Rus ordusuna ait konvoyda bulunan kamyon ile tank taşıyan TIR çarpışmıştır. Çarpışmanın tetiklediği yangın sonucunda kesin sayı bilinmemekle beraber 700 ila 2000 kişinin dumandan zehirlenerek ve yanarak hayatını kaybettiği tahmin edilmektedir [6].

1990 Norveç: Roldal tüneline (4656 m) römork taşıyan VW Transporter'da belirlenemeyen nedenle çıkan yangın 50 dakika sürmüş ve 1 kişinin yaralanması ile sonuçlanmıştır. Tünel yapısında çok az zarar meydana gelmiştir [5].

1990 Fransa-İtalya: Mont Blanc tüneline (11600 m) 20 ton pamuk yüklü kamyonun motorunda meydana gelen yangın sonucunda 2 kişi yaralanmıştır. Tünel yapısında çok az zarar meydana gelmiştir [5].

1993 İtalya: Bologna-Floransa arasında olan Serra-Ripoli (442 m) tüneline 1 otomobil ve kağıt yüklü kamyonun çarpışması sonucu 2 saat 30 dakika süren yangın çıkmıştır. 5 Kamyon ve 11 otomobil yanmıştır. Tünel yapısında çok az zarar meydana gelmiştir [5].

1993 Norveç: Hoyanger bölgesinde Hovden Tüneline (1290 m) 1 motosiklet ve 2 otomobilin çarpışmasıyla meydana gelen kazada 1 saat süren yangın meydana gelmiş ve çarpışma sırasında 5 kişi yaralanmıştır. Tünel içinde 111 metre yalıtım malzemesi yanmıştır [5].

1994 Güney Afrika: Huguenot tüneline (3914 m) 45 yolcusu olan bir otobüste elektrik kontağı sebebiyle meydana gelen yangın 1 saat sürmüştür. Tünelde büyük hasar meydana gelmiş ve 1 kişi hayatını kaybetmiş, 28 kişi yaralanmıştır [5].

10 Nisan 1995 Avusturya: Bregenz yakınlarındaki Pfander Tüneline (6719 m) meydana gelen zincirleme kazada 4 araç yanmış ve 3 kişi hayatını kaybetmiştir. Kazanın nedeni bir motosikletin karşı taraftan gelen şeride geçerek çarpışmaya neden olmasıdır [5].

1996 İtalya: Palermo yakınlarındaki Isola Delle Femmine Tüneline (148 m) LPG yüklü tanker ile midibüsün önden ve arkadan çarpışması sonucu meydana gelen yangında 5 kişi ölmüş ve 20 kişi yaralanmıştır. Tünelde büyük hasar meydana gelmiş tünel 2,5 gün trafiğe kapalı kalmıştır [5].

10 Şubat 1996 Japonya: Hokkaido Adasında 50,000 ton ağırlığında kaya parçası tünel tüpünün içine düşmüş, kurtarma ekibinin çökme bölgesine ulaşması iki günü bulmuştur. 20 kişi hayatını kaybetmiştir [7].

24 Mart 1999 Fransa-İtalya: Mont-Blanc Tüneli dünyadaki en önemli karayolu tünellerinden biridir. 11,600 metre uzunluğundaki tünel, Fransa-İtalya otoyol sisteminin Alpler Geçişi'ndedir. 7460 metrelik kısmı Fransa, 3960 metrelik kısmı ise İtalya sınırları içinde yer alır. İki yönlü trafik akışı olan tek tüplü bir tüneldir. 24 Mart 1999 günü, margarin ve un yüklü Belçika plakalı bir kamyonun bilinmeyen bir nedenle alev almasıyla, 1965 yılında trafiğe açılan tünelde ilk defa bu kadar büyük bir yangın faciası yaşanmıştır. Kaza sonucunda 39 kişi yaşamını yitirmiş ve Alpler Geçişi'nde önemli bir yeri olan tünel iki yıl kadar kapalı kalmıştır [5,6].

27 Mayıs 1999 Avusturya: Tauern Tüneli (6401 m), Avusturya'da bulunan diğer bir önemli Alpler Geçişi tünelidir. 27 Mayıs 1999 günü, Salzburg yakınlarında, bir kamyonun bir araca arkadan çarpmasıyla zincirleme kazalar meydana gelmiş, patlamalarla oluşan alev ve duman, araçları içinde mahsur kalan ve kaçmaya çalışan insanları öldürmüştür. Yangını söndürmek 16 saat sürmüştür. 12 kişinin yaşamını

yitirdiği bu kazanın, Mont-Blanc kazasından hemen iki ay sonra meydana gelmesi Alpler Geçişi için büyük sıkıntı meydana getirmiştir [5,6].

10 Ocak 2000 Avusturya: Yine Tauern Tünelinde bir kamyonun yanması ile başlayan bu sefer daha az yıkıcı olan yangında sürücü ve yolcular kurtulmayı başaramamıştır.

12 Nisan 2001 Avusturya: Helbersberg tüneline önden ve arkadan çarpışmanın neden olduğu büyük bir zincirleme kaza meydana gelmiştir. Tünelde yangın çıkmamış fakat çarpışma sonucunda 2 kişi hayatını kaybetmiş 10 kişi yaralanmıştır.

10 Haziran 2001 Avusturya: Tauern Tünelinde (6401 m) meydana gelen önden çarpışma sonucu olası bir felaket sürücünün hızlı davranarak yangını söndürmesi sonucu önlenmiştir [5].

6 Ağustos 2001 Avusturya: Graz'ın kuzeyinde bulunan Pyhrn Otoyolundaki Gleinalm Tünelinde (8320 m) Kamyon ve Otomobilin karşı karşıya çarpışmasıyla çıkan yangın sonucunda 5 kişi hayatını kaybetmiş ve 4 kişi yaralanmıştır [5].

8 Ağustos 2001 Avusturya: Fransatz ve Feldkrich arasında A14 otoyolunda bulunan Amberg tüneline bir tur otobüsü ve kamyonu çarpışmıştır. Yaklaşan diğer araçlarında kazaya karışması ile zincirleme trafik kazası meydana gelmiş ve 3 kişi hayatını kaybetmiştir [5].

13 Ağustos 2001 Avusturya: Klagenfurt yakınlarında Karnten'de 30 Polonyalının bulunduğu tur otobüsü Reigersdorf tüneli portalı içinde çarpışmış ve 24 kişi yaralanmıştır [5].

26 Ağustos 2001 İsviçre: A2 Otoyolunda Göschenen ve Airolo arasında bulunan Gotthard tüneline (16918 m) meydana gelen önden çarpışmada 6 kişi yaralanmıştır.

31 Ağustos 2001 Avusturya: Bir günde meydana gelen 3 tünel kazasının bilançosu 2 ölü ve 9 yaralı olarak tarihe geçti. Sonstein tüneline portalına çarpan araçta

bulunan bir kadın ağır yaralı olarak kazadan kurtuldu. Lainberg tüneline önden çarpma sonucu 2 Avusturyalı hayatını kaybetti 2 alman yaralandı. A10 otoyolunda bulunan St Michael yakınlarında Katschberg tüneline çarpışma sonucu 6 kişi yaralanmıştır [5].

3 Eylül 2001 Avusturya: Graz'ın kuzeyinde buluna Pyhrn Otoyolundaki Gleinalm Tüneline (8320 m) tur otobüsü alev almış tünel trafiğe kapatılmıştır. Ölen yada yaralanan olmamıştır [5].

17 Ekim 2001 Danimarka: Kopenhag ve Røbdy arasında bulunan Guldborgsund tüneline kamyonun çarpışması sonucu 5 kişi ölmüş 9 kişi ağır yaralanmıştır [5].

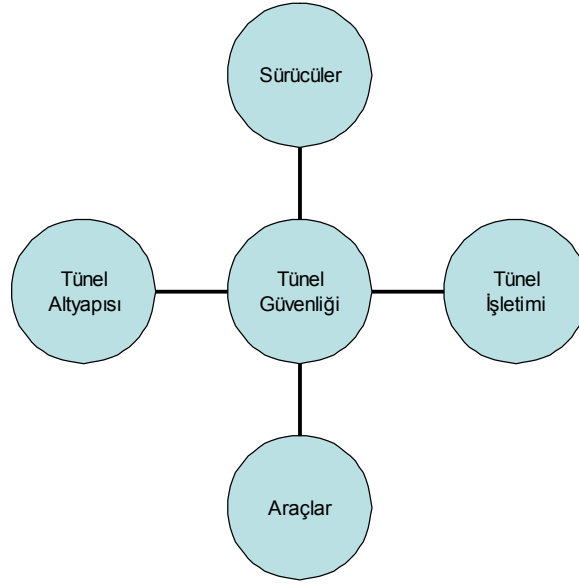
24 Ekim 2001 İsviçre: İtalya ve İsviçre arasında yer alan Gotthard tüneli, kuzey-güney Alpler Geçiş ana hattını oluşturmaktadır. 16,300 metre uzunluğundaki tünel, Norveç'teki Laerdal Tüneli'nden (24,500 metre) sonra, dünyanın en uzun ikinci tüneliydi. 24 Ekim 2001 günü, kaza, bilinmeyen bir nedenle karşı şeride geçen bir kamyonun diğer kamyonu yandan çarpması sonucu oluşmuştur. Çarpışma sonrası iki kamyon tünelin bütün geçişlerini kapatmış, böylelikle herhangi bir yangın söndürme aracının gelmesi mümkün olmamıştır. Kaza sonucu 11 kişi hayatını kaybetmiştir [5].

18 Ocak 2002 Avusturya: Tauern Tüneline (6401 m) motoru arızalanan bir kamyon büyük miktarda duman çıkarmaya başlamış ve acil durum ekiplerinin yangını kontrol altına almasıyla ölen yada yaralanan olmamıştır [5].

2005 Fransa – İtalya: Frejus tüneline (12895 m) lastik yüklü kamyonunda meydana yakıt sızıntısı sonucunda meydana gelen yangın ve yangının diğer 3 kamyonu sıçraması sonucuyla 2 kişi ölmüş ve 21 kişi duman nedeniyle tedavi görmüştür. Tünel 6 saat trafiğe kapalı kalmış. Yangın yapıştırıcı yüklü kamyonu ulaşmadan söndürülmüştür [6].

2.4. Tünel Güvenliğine Etki Eden Faktörler

Tünel güvenliğine etki eden faktörler çeşitlilik göstermekle birlikte dört ana grupta toplanabilir (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Tünel güvenliğine etki eden faktörler

2.4.1. Sürücüler

Karayollarında meydana gelen olaylar incelendiğinde kazaların; sürücülerin, araçların, yolun ve yol çevresindekilerin de dahil olduğu bir veya bir kaç hatadan kaynaklandıkları görülmektedir. Karayolu kazalarında en büyük faktör insan hatasıdır. Yol güvenliğinin artırılması amaçlandığında birinci adım insan hatalarının en aza indirilmesi olmalıdır.

Teknik sorunların giderilmesi insan davranışlarını değiştirmekten çok daha kolay uygulanabilir. Sürücü davranışlarının değiştirilmesi konusunda bilgilendirme, eğitim, kanuni yaptırımlar, trafik cezaları gibi yöntemler kullanılabilir.

Sürücü davranış biçimlerini incelemek amacı ile 2002 yılında Almanya Ulaştırma Bakanlığı tarafından 4 bölüm halinde çalışmalar yapılmıştır [8].

1.Çalışma

Tünel girişinden hemen önce bulunan petrol istasyonunda 115 sürücünün katıldığı anketle gerçekleştirilmiştir. Sürücülerin tünellerdeki güvenlik önlemleri hakkındaki bilgilerinin ve yangın anında davranış biçimlerinin tespiti amaçlanmıştır.

Sonuçlar

Sürücülerin tünellerdeki güvenlik önlemleri hakkındaki bilgileri:

-Acil çıkış kapıları	%71
-Yangın söndürücüler	%60
-Telefon, acil durum istasyonları	%50
-Hiçbir bilgisi olmayan	%17
-Resimli kılavuzlar	%5

Yangın esnasında davranış düşüncesi:

-Kaçmaya çalışmak	%81
-Arabada kalmak	%6
-Acil çağrı yapmak	%5
-Yardım etmek/Yangını söndürmek	%4

Seçilecek kaçış yönü konusunda

-Yol boyunca kaçmak	%60
-Acil çıkış yolundan kaçmak	%40

2. Çalışma

Tünelin içinde fiktif bir yangın gerekçesi ile 69 araç durdurulmuş bir bölümüne güvenli çıkış için ek bilgiler verilerek acil çıkış kapılarından çıkış yapmaları istenmiştir. Yangın çıkan bölgedeki kişilerin bireysel davranışlarının incelenmesi ve kaçış için verilen bilgilerin uygulanışının gözlemlenmesi amaçlanmıştır.

Sonuçlar

- Kaçış için ek bilgi verilmeyen kişilerin %75'i acil çıkıştan çıktı.
- Kaçış için açık ek bilgi verilen kişilerin %95'i acil çıkıştan çıktı.
- Kaçış rotası boyunca kişilerin %70'i okları takip etti.
- Kaçış rotası boyunca kişilerin %18'i okların tersi yönü takip etti.
- Kişilerin %12'si ne yapacağını bilmeyerek bekledi.
- Kişilerin sadece %35'i acil durum istasyonlarını fark etti.
- Kişilerin %15' telefon kullandı.

3. Çalışma

Bir kamyonunda meydana gelen fiktif bir yangın sonucu oluşan 9 trafik sıkışma olayında (her biri 40-50 araçtan oluşan) insan davranışlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Sonuçlar

- Tüm testlerde bir kişi hariç herkes aracında kalmayı tercih etti. Testlerin birinde 10 araç tamamen duman içinde kalmasına rağmen araçlardan çıkan olmadı.
- Tahliye işlemi tünel içinde yapılan patlama tehlikesi nedeniyle tünelin tahliye edilmesini belirten anonstan 5 dakika sonra başladı.

4. Çalışma

Yoğun duman altında insan davranışının incelenmesine yönelik 97 kişinin katıldığı bir çalışmadır. Çalışmanın amacı yoğun duman altında kişilerin acil çıkış kapılarını bulup bulamayacağı konusunda bilgi edinmektir. Çalışma sırasında küçük hoparlör sisteminden oluşan akustik sistemler de test edilmiştir. Teste katılan kişiler 3 gruba ayrılmış; birinci gruba kendi kendilerine güvenli bölgeye geçmeleri, ikinci grupta akustik sinyaller çalışırken güvenli bölgeye geçmeleri, üçüncü gruba ise akustik

sinyaller kaçış kapılarının üzerlerinde çalışırken güvenli bölgeye geçmeleri belirtilmiştir.

Sonuçlar

Sadece 3. Grubun %69'u acil çıkış kapılarına ulaşmış, diğer gruptakilerin büyük çoğunluğu yol boyunca kaçmayı tercih etmiştir (1.Grup %84, 2. Grup % 79).

PIARC'ın yaptığı çalışmaya göre üye ülkelerin hiçbirinin ehliyet sınavlarında tünel güvenliğine yer verilmediği (2002 yılından itibaren İsviçre bu konuya yer vermiştir), hiçbir ülkede tünellerde doğru davranış biçimlerini gösteren genel yazılı tavsiyelerin bulunmadığı, ağır yük taşıyan taşıtlar açısından trafik kontrolü ve yaptırımlar konusunda hukuki düzenlemelerin bir çok ülkede bulunduğu ancak sürücü eğitimi ve sınavlarında tünellerde davranışlara ilişkin hukuki düzenlemeler olmadığı tespit edilmiştir. Avrupa Komisyonu, Enerji ve Ulaşım Birimi tarafından bir bildiri yayımlanmış ve bu bildiride en önemli temel güvenlik önlemlerine ve tavsiyelere yer verilmiştir. Söz konusu bildiride yer alan tavsiye kuralları temel olarak açık yollarda uyulması gereken trafik kuralları ile benzer niteliktedir. Tünellerde uyulması gereken ek kurallar ise:

- Her bir yönde tek şerit mevcut ise araç sollanmamalıdır.
- Tünel aydınlatılmış olsa dahi farların açık tutulması gereklidir.
- Acil durumlar dışında tünelde durulmamalıdır.
- Tünelde U dönüşü yapılmamalıdır.

Yine aynı bildiride tünel içerisinde durumlara göre doğru davranış şekilleri belirlenmiştir. Bunlar;

Sürüş esnasında:

- Farlar açık tutulmalıdır.
- Güneş gözlüğü çıkarılmalıdır.
- Yol işaretlerine ve trafik ışıklarına uyulmalıdır.
- Öndeki araç ile takip mesafesi korunmalıdır.

-Eğer tünelde mevcut ise radyo belirtilen kanala ayarlanıp tünel radyo yayını dinlenmelidir.

Tünel içerisinde trafik sıkıştığında:

- Uyarı flaşörleri yakılmalıdır.
- Trafik çok yavaşladığında veya durduğunda dahi öndeki araç ile mesafe korunmalıdır.
- Trafik tamamen durduğunda aracın motoru durdurulmalıdır.
- Eğer tünelde mevcut ise radyo belirtilen kanala ayarlanıp tünel radyo yayını dinlenmelidir.
- Yol işaretlerine ve trafik ışıklarına uyulmalıdır.

Kaza veya arıza durumunda:

- Uyarı flaşörleri yakılmalıdır.
- Motor kapatılmalıdır.
- Araç terk edilmelidir.
- Eğer gerekli ve mümkün ise yaralılara ilk yardım yapılmalıdır.
- Acil durum noktasına gidilerek yardım istenmelidir.

Yangın durumunda:

- Eğer mümkün ise araç tünel dışına çıkarılmalıdır.
- Aracın tünel dışına kadar kullanılması mümkün değilse araç kenara çekilmelidir.
- Araç hemen terk edilmelidir.
- Aracın içinde bulunan veya tünelden temin edilen yangın söndürücü ile yangına ilk müdahale yapılmalıdır.
- Eğer yangının söndürülmesi mümkün görülüyor ise acil çıkışa gidilmelidir.
- Acil durum noktasından yardım istenmelidir.

Yangın meydana gelen bir aracın arkasında durulduğunda:

- Uyarı flaşörleri yakılmalıdır
- Araç kenara çekilmelidir.
- Araç hemen terk edilmelidir.

- Aracın içinde bulunan veya tünelden temin edilen yangın söndürücü ile yangına ilk müdahale yapılmalıdır.
- Eğer yangının söndürülmesi mümkün görülüyor ise acil çıkışa gidilmelidir.
- Acil durum noktasından yardım istenmelidir.

2.4.2. Tünel işletimi

Tünel operatörlerinin ana görevi yol kullanıcılarının normal durumlarda ve kaza esnasında güvenliğini sağlamaktır. Tünelin trafiğe açık olduğu normal koşullarda trafik akışını izler ve tüm ekipmanın etkili bir şekilde çalışmasını kontrol eder. Meydana gelmesi muhtemel olay senaryolarını ve yapılması gerekenleri belirler. Meydana gelen olayı tespit eder, ekipmanın gerektiği gibi çalışmasını sağlar ve gerekli diğer kuruluşlarla (trafik polisi, itfaiye, ambulans vb.) koordinasyon halinde olur. Yeterli uzunluğa veya trafik hacmine sahip tünellerde trafiğin ve tünel ekipmanının kontrolü tünel işletim merkezlerince yapılır. Birbirine yakın bazı tünellerde kontrol merkezi olarak tek bir merkez seçilebilir.

2.4.3. Tünel altyapısı

Tünel altyapısı tünelin yapısal bileşenlerini ve tüm elektronik ve elektromekanik ekipmanı kapsar. Yapısal bileşenler olarak tünel tüpleri ve geometrisi, tünelin boyuna profili, cepler, acil çıkış yolları, yolun drenajını sağlayan ve havalandırmasını sağlayan kanallar, ekipmanın yerleştirilmesi için gerekli tüm yapılar sayılabilir.

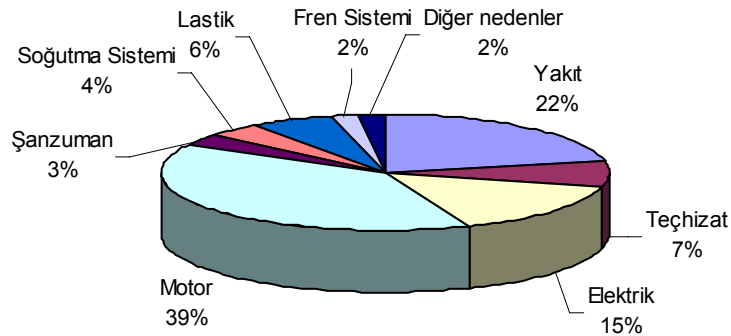
2.4.4. Araçlar

Son yıllarda yaşanan hızlı teknolojik gelişmeler sayesinde motorlu araçlar eskisinden çok daha güvenli hale gelmiştir. Bunun sonucu olarak kaza dolayısıyla yangın riski azalmış, mekanik ve elektrik kontaklarından kaynaklanan yangınlar daha az görülmeye başlamıştır. Araçlardaki gelişmenin sürücülere verdiği güven hissi fizik kanunlarını ve limitlerini (araç kütlesi, merkezkaç kuvveti, fren mesafesi vb.) gözardı etmelerine neden olmaktadır. Araçların periyodik bakımlarının yapılması özellikle

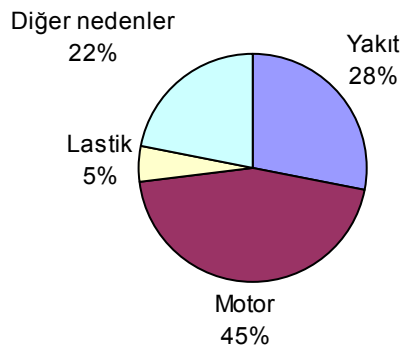
fren, yakıt pompalarının, elektrik sistemleri gibi fonksiyonların düzgün çalıştığından emin olunması gerekmektedir. Avrupa Birliği ülkeleri 20 Aralık 1996'da yayınlanan direktif ile (96/96/EC) motorlu araçların ve römorkların periyodik olarak muayene edilme şartlarını kurallara bağlamıştır.

Tünel içerisinde araçların arızalanması arkadan gelen araçların hatalı sollama yapmasına ve ciddi kazalara yol açabilmektedir. Tünel içinde meydana gelen araç arızaları ve nedenleri ile ilgili olarak Fransa (6 tünelde) ve Norveç'te (23 tünelde) yapılan sayım sonuçları Şekil 2.8 ve Şekil 2.9'da verilmiştir.

Arıza sebepleri tünelden tünele farklılıklar göstermesine rağmen ortalama sonuçlara göre motor ve yakıt ile ilgili sorunların en fazla arızaya sebep olduğu görülmektedir.



Şekil 2.8. Fransa tünellerinde araç arızalanma nedenleri [9]



Şekil 2.9. Norveç tünellerinde araç arızalanma nedenleri [9]

Fransa tünellerinde meydana gelen araç arızaları incelendiğinde tünelin boyuna eğimi ile meydana gelen araç arızalanması sayısında doğru orantı olduğu ortaya çıkmıştır [9].

- Şehir içi tünellerinde oran = $(69 \times (\% \text{ eğim}) + 660) \cdot 10^{-8}$ araç km.
- Tek yönlü tünellerinde oran = $(93 \times (\% \text{ eğim}) + 290) \cdot 10^{-8}$ araç km.
- Çift yönlü tünellerinde oran = $(136 \times (\% \text{ eğim}) + 400) \cdot 10^{-8}$ araç km'dir.

2.5. Tünellerde Kullanılan Güvenlik Ekipmanları

2.5.1. Tünel havalandırma sistemleri

Araç emisyonlarından CO, NO_x ve duman karayolu tünellerinde özellikle tehlikelidir. Bu emisyonlar benzinli ve dizel yakıtlı motorlarda farklılık göstermektedir. CO ve NO_x esas olarak benzinli motorların sorunu iken, duman ise dizel motorlar için söz konusudur.

Tünelleri kullanan sürücülerin ve yolcuların sağlıklarını ve görüş mesafesini koruyarak trafik güvenliğini riske atmamak için CO, NO_x ve duman yoğunluğunun kontrol edilerek hava kalitesinin belirli sınırların altına düşmemesi sağlanmalıdır.

Yapılan çalışmalar bu üç parametrenin kabul edilebilir sınırlar altında tutulması halinde diğer emisyonların da kabul edilebilir sınırlar içinde kalacağını göstermiştir [10].

Son yıllarda gelişen teknoloji ve getirilen yeni standartlar ile birlikte motorlu araçlardan yayılan emisyon gazları miktarları azalmıştır. Tünel havalandırma sisteminin seçimi ve boyutlandırılmasında ana kriter yangın tehlikesi olarak öne çıkmaktadır [3].

Havalandırma sistemleri bileşenleri olarak;

-Yapısal Unsurlar (Hava giriş ve çıkış kanalları, bacalar, dış vantilatörlerin yerleştirildiği binalar)

-Mekanik Ekipmanlar (Fanlar)

-Elektronik ve Elektrik Ekipmanlar (Sensörler, motor kontrol üniteleri, güç kaynakları) gösterilebilir.

Tünel uzunluğu, tünel trafiğinin tek yönlü veya çift yönlü olması, trafiğin yoğunluğu ve meteorolojik koşullar dikkate alınarak dört tür havalandırma yöntemi kullanılabilir.

Doğal havalandırma

Tünel içerisinde mekanik bir havalandırma sisteminin kullanılmadığı sistemlerdir. Tünel içerisindeki havanın atmosferik koşulların oluşturduğu hava akımı ile hareket etmesi beklenir. Ancak hava akımını etkileyen; sıcaklık farkı, basınç farkı ve rüzgar gibi atmosferik olayların sürekli sabit kalması beklenemez. Tünel içerisinden geçen araçların yarattığı piston etkisi de doğal havalandırma için ilave hava akımı yaratır. Bu sistem sadece kısa tünellerde kullanılabilir. Doğal havalandırma sisteminin yeterli olup olamayacağı konusu birçok parametreye bağlı olduğundan şu an için doğal havalandırmanın limitleri konusunda kesin bir sonuca ulaşılammıştır. Ancak bazı ülkeler kendi standartları ile doğal havalandırmaya izin verilecek maksimum tünel uzunluklarını belirlemiştir. Örneğin Almanya'da 350 metre ile sınırlandırılmış, Fransa'da ise şehir içi tünellerde 300 m, şehir dışı tünellerde ise YOGT'ye bağlı olarak 500 m ile 1000 m arasında sınır getirilmiştir.

Boyuna havalandırma

Tünel boyuca genellikle jet fanlar kullanılarak üniform bir hava akımı oluşturulur. Tünel içerisine giren hava tünel boyunca kirlenerek ilerler ve diğer uçtan dışarı atılır. Tünel içerisindeki araçları rahatsız etmemesi ve maliyet açısından hava akımı hızı tek yönlü tünellerde 10 m/sn çift yönlü tünellerde 8 m/sn değerini aşmamalıdır. Boyuna havalandırma sistemi genellikle tek yönlü trafiğin olduğu tünellerde uygundur. Bazı durumlarda iki yönlü trafik akışı olan kısa tünellerde de uygulanabilir. Boyuna havalandırmanın hangi uzunluktaki tünellerde

uygulanabileceği konusunda farklı ülkelerde farklı kurallar getirilmiştir. Örneğin Almanya’da çift yönlü tünellerde boyuna havalandırma uygulanabilmesi için maksimum uzunluk 2 km, tek yönlü tünellerde ise 4 km’dir. Fransa’da ise iki yönlü şehir dışında olan tünellerde YOGT değerine göre 800 ile 1000 metre arasında değişmektedir. Şehir içi tünellerde ise kullanımı yasaklanmıştır.

Boyuna havalandırma sisteminde yangın anında tavsiye edilen havalandırma işlemleri; eğer tünel çift yönlü trafiğe sahip tek tüplü bir tünel ise tahliye aşamasında dumanın tabakalaşmasını dağıtmamak amacı ile yangın bölgesinde fanlar durdurulmalı ve çok küçük bir boyuna hız ile tünel havalandırılmalıdır. Tek yönlü trafiğe sahip tünelde ise tahliye aşamasında trafikle aynı yönde havalandırma yapılması gerekmektedir. Bu yöntemde yangın alanından sonraki araçların tünel boyunca ilerleyerek güvenli bir şekilde tüneli terk edecekleri kabulü yapılmıştır. Yangın sonucu oluşan dumanı tünelin diğer tarafına yönlendirmek amacı ile 1-8 m/sn boyuna hava hızına ihtiyaç vardır (otomobil yangını için 1-2 m/sn, otobüs veya kamyon yangını için 2-3 m/sn, petrol tankeri için 5-8 m/sn). Eğer yangın trafik sıkışıklığı dolayısı ile kuyruk oluşmuş bir tünelde meydana gelmiş ise havalandırma işlemi çift yönlü trafiğe sahip tünellerdeki gibi yapılmalıdır [4].

Yarı enine havalandırma

Tünel boyunca döşenmiş olan hava kanallarından tünele hava sağlanarak ve/veya tünelden hava tahliye edilerek yapılan havalandırma yöntemidir. Geleneksel olarak kullanılan yöntemde temiz hava tünel boyunca hava kanalları ile tünele verilir. Böylece tünel boyunca temiz hava temin edilmiş olur. Kirlenen hava tünel boyunca hareket ederek tüneli terk eder. Yangın esnasında duman tünelin üst kısmında toplanarak tüneli terk eder. Tersine çevrilebilir yarı enine havalandırma sisteminde ise normal koşullarda tünele hava sağlamak için kullanılan hava kanalları, yangın esnasında dumanı tünelden uzaklaştırmak amacıyla kullanılır. Tünel uzunluğu arttıkça tünel boyunca kanallarla sağlanan hava miktarı artmakta olduğundan 2000 metreden uzun tünellerde bu sistem uygulandığında tünel çıkışlarında çok yüksek hava akımları ile karşılaşmaktadır [4].

Enine havalandırma sistemi

Yarı enine havalandırma sisteminden farklı olarak tünel boyunca yerleştirilen kanallar boyunca tünele temin edilen temiz hava aynı anda tünelin üst kısmına yerleştirilen hava kanalları ile tünelden dışarı atılır. Bu sistemde tünel uzunluğu boyunca tünele giren hava ile çıkan hava hacmi eşittir. Bu yöntem özellikle uzun tünellerde uygulanır.

2.5.2. Tünel aydınlatma sistemleri

Bir tünel aydınlatmasından, açık yolda belirli konfor ve emniyetle ilerleyen sürücünün tünel içinde görüş kaybına uğramadan aynı konfor ve emniyetle yoluna devam etmesini sağlaması beklenmektedir. Aydınlatılması gerekecek kadar uzun tüneller yeterince aydınlatılmadıklarında yaklaşan bir sürücü için karanlık delik izlenimi oluşturlar. Özellikle güneşli bir günde aydınlık ortamdan karanlık tünele giren sürücünün görme koşullarının bozulmaması için özellikle tünelin ilk bölgesinde yoğun bir aydınlatmaya ihtiyaç vardır. İdeal durum, tünelin açık yol parıltı düzeyinde aydınlatılmasıdır. Ancak gerek tesis, gerekse işletme maliyeti çok yüksek olacağından gereken aydınlatma yoğunluğunun minimum değerinin belirlenmesi amacı ile çalışmalar sürmektedir. 1990 yılında Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından Uluslararası Daimi Yol Konseyi (PIARC) ile yapılan ortak çalışmalar ile yayınlanan ‘Tünel ve Altgeçitlerin Aydınlatılması için kılavuz’ yayına sunulmuştur. Bir çok ülkede tünel aydınlatmasında bu yayın esas alınmaktadır [11,12].

2.5.3. Tünellerde kullanılan yol işaretleri

Sürücüyü bilgilendirmek amacı ile tünele yaklaşırken ve tünel içerisinde çeşitli trafik işaretleri kullanılmaktadır.

Tünelin dışında kullanılan trafik işaretlemeleri:

- Hız limiti.
- Tünele girecek aracın izin verilen maksimum yüksekliği
- Trafik ışıkları
- Farların açılmasına dair uyarı
- Sollama ve şerit değiştirmeye yönelik kısıtlamalar
- Diğer kısıtlamalar (Yayaların ve bisikletlilerin tüneli kullanmalarına dair)
- Bilgilendirme işaretleri (Radyo istasyonu, tünel ismi, tünelin uzunluğu vb.)
- Şerit kontrolü (Yeşil ok açık, Kırmızı çapraz kapalı)
- VMS (Değişken mesaj işaretleri)

Tünelin içinde trafik işaretlemeleri:

- Güvenlik işaretlemeleri(güvenlik çıkışları, kaçış yönleri, cepler)
- Yol işaretleri (Kedi gözleri,şerit çizgileri)
- Hız limitleri
- Trafik işaretleri
- VMS (Değişken mesaj işaretleri)

Değişken mesaj işaretleri sürücülere sunabildikleri bilgi çeşitliliği konusunda oldukça esnektirler. Yol durumu, meteorolojik durum hakkında genel bilgiler, tavsiye edilen hız, kaza veya sıkışıklık durumu, şerit kullanımı, alternatif yolların durumu gibi ihtiyaca göre bir çok farklı mesaj sürücülere iletilebilir. Kazaların önlenmesi konusunda veya kaza sonrası tüneldeki güvenlik konusunda operatörlere bir çok imkan sunmaktadır.

2.5.4. Acil durum telefonları

Acil durum telefonları olay anında yardıma ihtiyacı olan kişinin kontrol merkezi veya trafik polisi ile iletişimini sağlamak amacı ile kullanılır. Kullanıcı SOS düğmesine bastığında iletişim sağlanır ve kişi mevcut durumda yapması gerekenler hakkında bilgilendirilir. Bir çok tünelde acil durum telefonları mevcuttur. Kaç metre

ara ile yerleştirilecekleri ve detay düzenlemeler bulundukları ülkenin şartnamelerine göre değişmektedir:

-Tünelin sınıfına göre 50 ile 500m aralıklarla yerleştirilebilirler.

-Acil durum istasyonlarına, ceplere ve tek başına duran üniteler halinde yerleştirilebilirler.

-İhtiyacı olanlar tarafından fark edilebilmeleri için gerekli işaretleme ve aydınlatmaların yapılması gerekmektedir.

Avrupa Birliği direktifine göre mevcut tünellerde en az 250 m aralıklarla yeni yapılacak tünellerde en az 150 m aralıklarla acil durum istasyonlarının içerisine veya ceplere yerleştirilmeleri gerekmektedir [13].

2.5.5. Görüntüleme sistemleri

CCTV(Kapalı Devre Video Sistemleri)

Kapalı Devre Video Sistemleri tünel içerisinde meydana gelen kazanın, olayın tespit edilmesine veya diğer alarm sistemleri tarafından üretilen uyarının görsel olarak doğrulanmasını sağlar. Tünel girişlerine yerleştirilen kameralar sayesinde tünel operatörleri tünel dışındaki meteorolojik durumdan haberdar olur. Bir olay yada kaza anında acil durumun yönetilebilmesi için destek oluşturur. Ayrıca kaydedilen görüntüler sayesinde olay veya kaza sonrası gereken analizler yapılabilir.

CCTV sistemlerinin başlıca bileşenleri

- Tünel içlerinde yan duvarlara ve tünel girişlerine yerden 10-15 m yüksekliğe yerleştirilen kameralar ve kameraların çalışmasını sağlayan güç kaynakları, kontrol ve iletişim sistemleri.

- Görüntünün kontrol merkezine aktarılmasını sağlayan ağlar. Genellikle fiber optik kablolar kullanılmaktadır. Fiber optik kabloların tercih edilmesinin nedeni; gerçek zamanlı görüntünün aktarılması için geniş bantlı iletişim ağını sağlamaları ve manyetik alanlardan etkilenmemeleridir.

- Kameralardan kontrol merkezine gelen bir çok verinin iyi bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu yapıyı oluşturan kontrol merkezi ekipmanları; farklı kameralardan gelen görüntüleri isteğe göre gösteren video kontrol ünitesi, monitörler, dijital veya analog video kayıt sistemleri, yazılım ve donanım olmak üzere bilgisayar sistemleri, görüntünün diğer kontrol merkezlerine veya internete aktarılmasını sağlayan servis sağlayıcı bilgisayar sistemleridir.

AID (Otomatik Olay Algılama Sistemleri)

Sistem CCTV'den alınan görüntülerin gerçek zamanlı olarak görüntü işleme teknikleri kullanılarak değerlendirilmesini ve olayın anında tespitini sağlamayı amaçlar. Görüntü işleme teknikleri sayesinde CCTV kameralarından gelen görüntü dijital hale dönüştürülerek olayın tespiti ve trafik ölçümleri için gerekli veriler ayrıştırılır. Ayrıştırılan veriler trafiğin düzenlenmesinde kullanılmak üzere tünel yöneticisine gönderilir. AID tarafından aşağıdaki alarmlar üretilebilmektedir:

- Normal trafik koşullarında duran araçlar.
- Sıkışık trafik koşullarında duran araçlar.
- Acil şeritte, ceplerde duran araçlar.
- Trafikte bir grup aracın yavaşlamasının başlaması ve bitişi.
- Trafik sıkışıklığı.
- Acil şeritte yavaşlayan araçlar.
- Normal trafik koşullarında yavaşlayan araçlar.
- Acil şeritte bulunan yayalar.
- Acil şeritte ters yönde ilerleyen araçlar.
- Normal trafik koşullarında ters yönde ilerleyen araçlar.

AID sistemleri, alarmların öncelik sırası girildiğinde alarmları değerlendirerek aynı durumu ifade eden çoklu alarm verilmesini önlemektedir. Tünel içerisindeki araç hız limitini aştığında veya takip mesafesine uymadığında uyarı verebilmektedir. Ayrıca sistem kendini değerlendirerek sistemde meydana gelebilecek aşağıdaki hatalara karşı operatörü uyarmaktadır.

- Kamera referans noktasında kaymış ise.
- Kameradan sinyal gelmiyor ise.
- Görüntü analiz sisteminde hata var ise.
- İletişim ağında sorun var ise.

Ticari olarak mevcut olan AID sistemleri değerlendirildiğinde olayları ve kazaları algılama oranlarının %95 ila % 99,9 arasında değiştiği görülmektedir. Olayı ve kazayı algılama süresi 2 ila 10 saniye arasında değişmektedir. Sistem verdiği alarmların gerçek durumla uyuşmama oranı ortalama %2,5 civarındadır [3].

2.5.6. Radyo yayını

FM bandından sürücülere yönelik yayın yapan, yayını esnasında tünel trafiğine ilişkin bilgiler veren radyo yayın sistemidir.

2.5.7. Bariyerler

Bariyerler tünelin gerektiğinde kapatılması amacıyla tünel girişlerine yerleştirilir. Meydana gelen bir çok kazada veya yapılan tatbikatlarda sürücülerin bir çoğunun trafik işaretlerine dikkat etmedikleri görülmüştür.

2.5.8. Yükseklik ölçüm araçları

Tünele giriş yapacak aracın tünel içinde izin verilen maksimum yüksekliğe uygun olup olmadığının tespiti amacı ile kullanılır. Avrupa Birliği direktifinde konu ile ilgili bir zorunluluk bulunmamaktadır [14]. Araç yüksekliğini ölçen araçların kullanımı zorunlu olmamasına rağmen genellikle kamyonların tünel girişinden önce yüksekliğinin kontrolü amacı ile kullanılır. Mekanik olanlar girişten önce ve izin verilen maksimum yüksekliğin trafik işareti ile belirtildiği yerden sonra belirli bir yükseklikten aşağı sallanan küçük metal parçalarının kamyonu fiziksel olarak değmesi ile aracı uyarır. Elektronik olanlar ise tünel girişinden önce infrared

sensörler ile araç yüksekliğini ölçer ve sınırı aşan aracı ve tünel operatörlerini uyarır [13].

2.5.9 Meteoroloji istasyonları

Havalandırma sisteminin kontrolü amacı ile ihtiyaç duyulan verilerin tespiti ve tünel içerisindeki sürücülerin yol durumu hakkında bilgilendirilmeleri amacıyla tünel dışına sensörler yerleştirilir.

3. AB GÜNDEMİNDE TÜNELLER

3.1. AB Ortak Ulaştırma Politikasının Gelişimi

Avrupa Ekonomik Topluluğu'nu kuran Roma Antlaşması'nın 2. maddesinde AET'nun amaçları şu şekilde özetlenmiştir: Topluluğun görevi, bir ortak pazarın kurulması ve üye devletlerin ekonomi politikalarının zamanla yaklaştırılması yoluyla, Topluluğun tümü içinde ekonomik etkinliklerin uyumlu olarak gelişmesini, sürekli ve dengeli yayılmasını, istikrarın artmasını, hayat seviyesinin hızla yükselmesini sağlamak ve birleştirdiği devletler arasında daha sıkı bir işbirliğini gerçekleştirmektir. Bu amaçlara ulaşmak ve Topluluğun etkinliğini artırmak için yerine getirilmesi gereken hususlar arasında ulaşım alanında ortak bir politikanın oluşturulması da yer alıyordu.

Eylül 1993 tarihinde yürürlüğe giren Maastricht Antlaşması ile Roma Antlaşması'nın 2. maddesi değiştirilmiştir. Topluluk ortak bir pazarın, ekonomik ve parasal birliğin kurulması ve 3 ve 3a maddelerinde yer verilen ortak politikaların ve faaliyetlerin yürürlüğe konulması yolu ile Topluluğun bütünü içinde ekonomik faaliyetlerin uyumlu ve dengeli kalkınmanın, çevreye saygılı, sürekli ve enflasyonist olmayan bir büyümenin, ekonomik performansların yüksek derecede bütünlüğünün, yüksek seviyeli bir istihdam ve sosyal korumanın, yaşam seviyesinin ve kalitesinin yükselmesinin, üye devletler arasında ekonomik ve sosyal bütünlükle dayanışmanın iyileştirilmesi görevine sahiptir [15].

Maastricht Antlaşması, yukarıda belirtilen hedeflere ulaşmak için yerine getirilecek hususlar arasında, ulaştırma alanında ortak bir politika ve Trans-Avrupa ulaşım ağlarının kurulmasının ve geliştirilmesinin teşvikine de yer veriyordu [15].

Avrupa Birliği'nin ekonomik bütünleşmesinin önemli bir aşamasını teşkil eden Tek Pazar'ın tamamlanması ve etkin işleyişi her şeyden önce Birliğin iç sınırları arasındaki teknik olduğu kadar fiziki engellerin de kalkmasına bağlıdır [16]. Gerek Topluluk içinde, gerekse Topluluk dışında Avrupa pazarının ulaştırma konusuna

açılmaması halinde, Avrupa Bütünleşmesi, mal pazarının kaynaştırılması alanında eksik kalacaktır. Sadece ulaştırmaya ve ulaştırma için açılan pazarlar bütünleşebilir [17].

Avrupa Birliği'nin tarihsel süreç içerisinde gümrük birliğinden, nihai amacı olan siyasi birliğe olan ilerleyişinde ekonomik entegrasyon açısından, dört temel serbestliğin, yani malların, kişilerin, hizmet ve sermayenin üye ülkeler arasında serbest dolaşımının sağlanmasında ortaya çıkan güçlükler, ortak bir ulaştırma politikası oluşturma ihtiyacını ortaya koymuştur.

Ortak Ulaştırma Politikası, üye devletlerde taşımacılık ile ilgili geçerli kuralların, Topluluk seviyesinde ortak ilkelere bağlanmasını gerçekleştirmeye yöneliktir. Temel kuralı; hizmeti yapan işletme, kullanılan araç ya da taşınan mala, ait olduğu ülke dolayısıyla farklı işlem yapılmasını önlemektir. Ortak Ulaştırma politikasının iki temel amacı vardır. Birinci amaç, üye ülkelerde ulaştırma politikalarında mevcut bulunan bütün ayrımcı ve ayrıcalıklı uygulamaları ortadan kaldırarak ortak pazarın yaratılmasını sağlamaktır. İkinci amaç ise, ulaştırma hizmetlerinde bir ortak pazar yaratmaktır [15].

3.2. AB Ulaştırma Politikası Beyaz Kitabı

Avrupa Birliği Komisyonu, 12 Eylül 2001 tarihinde ulaştırma hizmetlerinden yararlananların ihtiyaçlarına cevap veren bir ulaştırma politikası oluşturmak amacıyla hazırlanan 2010 için Avrupa Ulaştırma Politikası: Karar Verme Zamanı isimli Beyaz Kitabı yayınlamıştır. Beyaz Kitap'ta AB'nin ekonomik rekabet gücü korunurken, çevrenin kirlenmesi ve trafik yoğunluğunun azaltılması amacıyla taşımacılıktaki sabit büyüme ve ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı kademeli olarak kaldıran bir strateji ortaya konmuştur. Bu kapsamda değişik taşımacılık şekilleri arasında kurallara uygun bir rekabetin sağlanması ve bunlar arasındaki bağlantıların kurulmasının teşvik edilmesi, taşımacılıktaki darboğazların hafifletilmesi, taşımacılık araç ve hizmetlerini kullanan AB vatandaşlarının ihtiyaç

ve taleplerini dikkate alan bir ulaştırma stratejisinin uygulanmasına yönelik 60 kadar nlem önerilmiştir.

Bu nerilen önlemler dört ana başlık altına toplanmıştır:

- Değişik taşımacılık şekilleri arasındaki dengenin sağlanması.
- Taşımacılıktaki darboğazların giderilmesi.
- Taşımacılıkta araç ve hizmetlerinden yararlananların ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulması.
- Ulaştırmadaki küreselleşme etkilerinin yönetimi[18].

Ulaştırma Beyaz Kitabında Ulaştırma ve Enerji konularından sorumlu Komisyon Başkan Yardımcısı Loyola de Palacio ulaşımın AB için önemini vurgulamıştır.

Ulaşım, ekonomik rekabet ve ticari, ekonomik, ve kültürel değişimde kritik rolü olan bir konudur. Ekonominin bu sektörü AB'nin toptan yerli imalatının %10'u kadar bir tutara karşılık gelmekte ve 10 milyon kişiye iş olanağı sunmaktadır. Ulaşım ayrıca Avrupa vatandaşlarını bir araya getirmeye yardımcı olmaktadır. Ortak Ulaştırma Politikası Avrupa yapılaşmasının temel taşlarından biridir [19].

Ulaştırma Beyaz Kitabı'nda yer alan dört ana başlıktan biri olan ‘‘Taşımacılıkta Darboğazların Giderilmesi’’ başlığı altında, ana ulaşım hatlarında tıkanıklık ve kapanmanın meydana gelmemesi için ele alınan konulardan biri de önemli altyapı projeleridir. Trans-Avrupa Ulaşım Ağı içinde bulunan tünellerdeki güvenliğin geliştirilmesi bu projeler arasındadır.

Ulaştırma Beyaz Kitabı'nda ‘‘Tünel Güvenliğinin Geliştirilmesi’’ başlığı altında uzun tünellerde güvenliğin daha da önem kazandığı belirtilmektedir. Uzun tünellerdeki güvenlik, Trans-Avrupa Ulaşım Ağı'nın geliştirilmesinde hayati önem taşıyan bir konudur. Sınırlar arası önemli sayıdaki karayolu ya da demiryolu bağlantılarında, ister proje aşamasında, ister yapım aşamasında olsun, uzunluğu

bazen 50 kilometreyi geçen çok önemli tüneller yer almaktadır. Topluluğun finansal desteğini almış ya da alacak olan bu projeler şöyledir:

- Fransa ve İspanya arasında yer alan 8 km uzunluğundaki Somport Tüneli,
- Danimarka-İsveç arasındaki demiryolu-karayolu bağlantı hattı,
- Gelecekteki Lyon-Turin transalpine demiryolu bağlantısı,
- Brenner Projesi ve
- Halihazırda inşa edilen Bologna-Florance arası hızlı hat (Bu 90km'lik projenin 60 km'si tünellerle geçilmektedir).

Varolan yapıların bir kısmında ya yaşlanma ile ilgili problemler yaşanmaktadır (demiryolu tünellerinin %80'i 19. yy'da inşa edilmiştir) ya da sürekli artan trafikle başa çıkılmasında zorlanılmaktadır. Mevcut ulusal yasalar büyük farklılıklar göstermektedir. Bazı üye devletler tünel güvenliği ile ilgili yasalara sahipken, diğerlerinde bu konuda yasalar hiç gelişmemiştir ya da hiç bulunmamaktadır. Avrupa Birliği tünellerdeki güvenliğin gelişmesi için hem teknik düzeyde hem de tünellerin işletimi konusunda yardımcı olabilecektir.

Bu yüzden önemle üzerinde durulması gereken, minimum güvenlik standartlarının uyumu şeklinde bir direktif formunda oluşabilecek Avrupa tüzüğüdür. Bu sayede, özellikle Avrupa Ulaşım Ağı'nda yer alan karayolu ve demiryolu tünellerini kullananlar için, yüksek bir güvenlik seviyesini garanti edecek şartlar ortaya konabilecektir. Ayrıca Komisyon, Topluluk fonlarından özellikle Trans-Avrupa Ulaşım Ağı bütçesinden karşılanan tünel içeren projelerde güvenlik konusunda çok tedbirli olacaktır [18].

3.3. AB'de Tünel Güvenliği Konusundaki Çalışmalar

Avrupa Birliği bünyesinde yer alan tünellerde meydana gelen dramatik kazalar konusunda Enerji ve Ulaşım konularından sorumlu Avrupa Komisyonu Başkan Yardımcısı Loyola de Palacio şöyle demektedir:

Son yıllarda meydana gelen tünel kazalarında, kurtarılabilecek pek çok insan hayatı kaybedilmiştir. Avrupa Birliği, tüm Avrupa ekonomisinin işlerliği ve gelişmesi konusundaki belirleyici rolünü üstlenebilmek için, yüksek güvenlik seviyesini sağlamak sorumluluğundadır.

Bu sorumluluktan yola çıkararak, Avrupa Birliği Komisyonu, 30 Aralık 2002 tarihinde Avrupa Parlamentosu ve AB Konseyi'nin onayına Trans-Avrupa Ulaşım Ağı kapsamında yer alan karayolu tnellerindeki minimum güvenlik gerekçesiyle ilgili direktif teklifini sunmuştur [19].

Söz konusu direktif teklifinde, son yıllarda meydana gelen tünel kazalarının bilançosu şu şekilde özetlenmiştir:

- Son yıllardaki tünel kazalarında, Gotthard'da 11, Mont-Blanc'de 39, Tauern'de ise 12 insan hayatını yitirmiştir.
- Tünel yangınlarının, onarımı dahil direkt maliyeti 210 milyon euro/yıl'dır.
- Tünellerin kapanmış olmasından kaynaklanan dolaylı maliyetlerin ekonomiye etkisi büyüktür. Mont-Blanc tüneli kazası sonucu, sadece İtalya için bu miktar yıllık 300-450 milyon euro arasındadır.
- Tünellerin kapanışı Avrupa ekonomisi için de zararlıdır: Ulaşım bedelleri yükselmekte, rekabet gücü azalmakta, daha uzun yolculuklara neden olmasıyla güvenliği olumsuz yönde etkilemekte ve dolayısıyla evre kirliliğini de arttırmaktadır.

Avrupa Komisyonu'nun sunduğu direktif teklifinde, bu konuya yaklaşımı iki aşamalıdır:

- Kısa ve orta vadede; Komisyon, tünel kullanıcıları için yüksek bir güvenlik seviyesi oluşturacak minimum standartları belirleyecektir. Dolayısıyla; direktif teklifi teknik ve işletim güvenliği ile ilgili konuları kapsayacaktır: ekipman, trafik kuralları, bilgilendirme.

-Son zamanlardaki tünel yangınları, mevcut ulaşım sisteminin özellikle dağlık alanlarda sürdürebilirliği konusunda soruları gündeme getirmiştir. Bu yüzden komisyon, orta ve uzun vadeli zm olarak, trafiğin karayollarından, kapasitesi uygun olan alternatif ulaşım modlarına yönlendirilmesini önermektedir.

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 29 Nisan 2004 tarihinde 2004/54/EC sayılı Direktifi ile Trans-Avrupa Karayolu Ağı Tünelleri için minimum güvenlik gereksinimlerini belirlemiştir.

3.3.1. AB direktifinin hedefleri

Kazaların başlıca nedenleri; kullanıcıların yanlış davranışları, yetersiz yapı ve işletim, araç hataları ve kimyasal reaksiyonlar gibi yüklerle ilgili problemlerdir.

Karayolu tünellerinde optimum güvenlik seviyesine ulaşabilmek için şu hedefler belirlenmiştir:

-*Birincil Hedef:* nleme (insan hayatı, evre ve tünel donanımını tehlikeye sokacak kritik olayların nlenmesi)

-*İkincil Hedef:* Olası sonuçların indirgenmesi (kaza ve yangın gibi olaylarla ilgili olarak)

- Olaya karışan kişilerin kendini kurtarmasına olanak vermek,
- Daha büyük zararı engellemek için yol kullanıcılarına anında müdahale izni vermek,
- Acil servislerle etkin faaliyet sağlamak,
- Çevreyi korumak,
- Maddi hasarı sınırlamak,

ye lkeler 30 Nisan 2007 tarihine kadar Avrupa Birliği Komisyonuna direktifin hedeflerine ulaşmak için yaptıkları planları içeren planı sunacaklardır. Tünellerin iyileştirme alışmaları 30 Nisan 2014 tarihine kadar devam edecektir. Trans Avrupa

yol ağında bulunan mevcut tünellerinin toplam tüp uzunluğu AB ortalamasının üzerinde olan üye ülkeler 6 yıla kadar ek süre talep edebileceklerdir.

3.3.2 Direktif kapsamına dahil edilen Avrupa tünelleri

Direktifin uygulama alanı içine giren karayolu tünelleri olarak; Trans-Avrupa Ulaşım Ağı içinde yer alan, 500 metreden uzun, işletmeye açık olan, yapımı devam eden ya da henüz tasarım aşamasında olan tüm tüneller belirlenmiştir. Çizelge 3.1.'de Avrupa Komisyonu'nun belirlediği mevcut ve gelecekteki tüneller belirtilmektedir. Mevcut durumda, İtalya ve Avusturya'daki tünel yoğunluğu tüm Avrupa Birliği'ndeki yoğunluğun çok üzerindedir. Çizelge 3.1.'de yer alan tünellere ilave olarak, Norveç; toplam uzunluğu 200 kilometre olan 130 tüneli ile, ana ulaşım ağında yer alan tek Avrupa Ekonomik Alanı üyesidir [20].

3.3.3. Önerilen standartlar

İdari Yetkili Makam; üye ülkeler tarafından atanacak ve tünel güvenliği ile ilgili tüm konularda bütün sorumluluğa sahip olacaktır. İdari Yetkili Makam, ulusal, bölgesel veya yerel olabilir. Sınır kateden tüneller için her üye ülke bir idari yetkili makam atayacaktır. İdari Yetkili Makamlar, yeni bir tünel yapılması ya da bir tünelin yeniden yapılması için izin vermek durumundadırlar. Ayrıca bir tünelin işletimini, güvenlik koşulları sağlanmıyor ise, askıya alabilir ya da yasaklayabilir.

Teknik Denetleme Heyeti; güvenlik değerlendirmeleri, testleri ve denetlemesi için üye ülkeler tarafından atanacaktır. Bu fonksiyonu İdari Yetkili Makamın kendisi de yürütebilir, ancak tünel yönetimine bağlı bir organizasyon Denetleme Heyeti olarak yetkilendirilemez.

Tünel Yöneticisi; her tünel için İdari Yetkili Makam bir tünel yöneticisi belirleyecektir. Tünel yönetimi kamusal ya da özel bir organ olabilir ve tüm tünel işletiminden sorumlu olacaktır. Sınır kateden tüneller için her iki İdari Yetkili Makam da aynı tünel yönetimini tanıyacaktır.

Bağımsız Emniyet Görevlileri; her tünel için, tünel yöneticisi tarafından görevlendirilecektir. Kullanıcıların güvenliği ve işletim personelinin güvenliğini sağlamak için gerekli tüm önlemleyici ve koruyucu önlemleri denetleyecektir. Emniyet görevlisi tünel güvenliği ile ilgili tüm konularda bağımsız olacak, bu konularda bir işverenden talimat almayacaktır.

Çizelge 3.1. Trans-Avrupa ulaşım ağı karayolu tünelleri envanteri [21]

ÜYE ÜLKE	Mevcut TEN Tünelleri	Yeni TEN Tünelleri	Mevcut TEN Tünelleri	Yeni TEN Tünelleri	Toplam TEN Tünelleri
		>1000m		500-1000m	>500m
	>1000m	2002-2010	500-1000m	2002-2010	2010 yılında
AVUSTURYA	33	8	19	4	64
BELÇİKA	1	0	1	0	2
ALMANYA	19	12	18	6	55
DANİMARKA	1	0	2	0	3
İSPANYA	16	3	4	2	25
FİNLANDİYA	0	1	0	4	5
FRANSA	18	2	13	2	35
İNGİLTERE	6	2	4	0	12
YUNANİSTAN	3	16	4	22	45
İRLANDA	0	1	0	0	1
İTALYA	83	13	144	6	246
LÜKSEMBURG	0	0	0	3	3
HOLLANDA	1	3	7	0	11
PORTEKİZ	1	0	0	1	2
İSVEÇ	0	3	0	0	3
AB Toplam:	182	64	216	50	512

3.3.4. Altyapı önlemleri

Tüp ve Şerit Sayısı

Tek veya ikiz tüp inşa edilmesine karar verilmesinde temel ölçütler ağır araçların yüzdesi, eğim ve uzunluk gibi hususlar dikkate alınarak projeksiyonu yapılacak trafik hacmi ve güvenlidir.

Tünellerin proje aşamasında, herhangi bir durumda 15 yıllık trafik tahmini tünelde şerit başına günlük 10.000 araç sayısının aşılabacağını gösterdiği zamanda tek yön trafikli ikiz tünele yer verilecektir.

Acil şerit hariç tutulursa tünel içinde ve dışında aynı sayıda şerit olacaktır. Herhangi bir şerit sayısı değişikliği tünel portalı önünde yeterli mesafe olmasına imkan vermelidir. Bu mesafe en az, hız sınırında seyreden aracın 10 sn' de katedeceği uzunlukta olacaktır. Coğrafi koşullar bunu önlerse güvenliği artırmak için ilave ve/veya destekleyici önlemler alınacaktır.

Tünel Geometrisi

Kaza olasılığı ve şiddeti üzerindeki önemli etkileri nedeniyle tünelin enkesit geometrisi, düşey ve yatay alıymanı ve erişme yolları gibi parametrelerin projelendirilmesinde güvenliğe özel önem verilecektir.

Coğrafi olarak mümkün olduğu müddetçe yeni tünellerde % 5' in üzerindeki boyuna eğimlere izin verilmeyecektir.

Eğimi % 3' ün üzerinde olan tünellerde, bir risk analizine dayalı olarak, güvenliği artırmak için ilave ve/veya destekleyici önlemler alınacaktır.

Yavaşlama şeriti genişliğinin 3.5 m' den az olduğu ve ağır yüklü vasıtalarla izin verilen yerlerde, bir risk analizine dayalı olarak, ilave ve/veya destekleyici önlemler alınacaktır.

Kaçış Yolları Acil Çıkışlar

Acil seriti olmayan yeni tünellerde yükseltilmiş veya yükseltilmemiş acil yaya yolları, bir arıza durumunda tünel kullanıcılarının kullanması için, teşkil edilecektir. Bu şart, eğer tünelin yapım karakteristikleri izin vermiyor veya aşırı bir maliyetle izin veriyor ve trafik tek yönlü ve daimi izleme ve şerit kapama sistemi ile teçhiz edilmiş ise uygulanmaz.

Ne acil şeriti ne de acil yaya yolu olan halihazır tünellerde güvenliği sağlamak için ilave ve/veya destekleyici önlemler alınacaktır.

Acil çıkışlar, tünel kullanıcılarına, herhangi bir kaza veya yangın durumunda tüneli araçsız terk etmeleri ve güvenli bir yere erişmeleri imkanını verir ve acil servisler için de tünele yaya olarak erişim sağlar. Acil çıkış örnekleri şunlardır;

- Tünelden dışarıya doğrudan çıkışlar,
- Tünel tüpleri arası enine geçişler,
- Acil galeriye çıkış,
- Tünel tüpünden ayrı olarak kaçış yollu sığınaklar.

Açık alana çıkışı sağlayan kaçış yollarına geçişi olmayan sığınaklar inşa edilmeyecektir.

Eğer lokal şartlar altında dumanın ne kadar uzağa ve ne kadar hızlı yayılacağını kapsayan ilgili risklerin bir analizi, kullanıcıların güvenliğini sağlamada havalandırma ve diğer güvenlik şartlarının yetersiz olduğunu gösteriyorsa acil çıkışlar teşkil edilecektir.

Herhangi bir durumda, yeni tünellerde trafik hacmi şerit başına 2000 araçtan yüksek olduğunda acil çıkışlar teşkil edilecektir.

Şerit başına araç sayısı 2000' den büyük trafik hacmine sahip 1000 m' den uzun mevcut tünellerde acil çıkışlar yapılmasının fizibilitesi ve etkisi değerlendirilecektir.

Acil çıkışların olduğu yerde iki acil çıkış arasındaki mesafe 500 m' yi aşmayacaktır.

Uygun araçlar, örneğin kapılar, dumanın ve sıcaklığın acil çıkıştan kaçış yollarına geçişini önlemek için kullanılacaktır.

Acil Servisler İçin Erişim

Tüpleri aynı veya yaklaşık olarak aynı seviyede olan ikiz tüp tünellerde acil servislerin kullanımı için uygun enine geçişler en fazla her 1500 m' de bir olacaktır.

Orta refüj geçişleri, coğrafi olarak imkan olan her yerde, ikiz veya çok tüplü tünelin her portal çıkışında mevcut olacaktır, Bu tedbir acil servislere diğer tüpe hızlı erişim imkanı verecektir.

Cepler

Şerit başına 2000 aracın üzerinde trafik hacmine sahip 1500 m' den uzun çift yönlü yeni tünellerde, acil şeritler oluşturulmamış ise, 1000 m' yi aşmayacak mesafelerde cepler oluşturulacaktır.

Acil şeriti olmayan şerit başına 2000 aracın üzerinde trafik hacmine sahip 1500 m' den uzun halihazır çift yönlü tünellerde cepler oluşturulmasının fizibilitesi ve etkisi değerlendirilecektir.

Eğer tünelin yapım karakteristikleri izin vermiyorsa veya aşırı bir maliyetle izin veriyorsa ve araçların girebileceği toplam tünel genişliği, yükseltilmiş kısımlar ve

normal trafik şeritleri dışında, en az bir normal trafik şeriti genişliğinde ise cepler oluşturulmayacaktır.

Cepler acil istasyonu ihtiva edecektir.

Drenaj

Tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilen yerlerde, yanıcı ve toksik sıvıların drenajı tünel enkesiti içerisinde bulunan iyi tasarlanmış hendekler ve diğer önlemler vasıtasıyla sağlanmalıdır. İlave olarak drenaj sisteminin; yangın, yanıcı ve toksik sıvıların tünel içerisinde ve tüpler arasında yayılmasını önleyecek şekilde tasarımı yapılacak ve idamesi sağlanacaktır.

Eğer mevcut tünellerde bu gereksinim karşılanamaz veya aşırı bir maliyetle karşılanırsa bu durum, ilgili risklerin analizi temelinde, tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilip verilmeyeceğine karar verilirken dikkate alınacaktır.

Yapıların Yangına Karşı Dayanıklılığı

Tüm tünellerin ana yapılarında yangına dayanıklılık sağlanacaktır.

Aydınlatma

Normal aydınlatma, tünel içerisinde olduğu gibi giriş bölgesinde de, sürücülere yeterli gündüz ve gece görünürlüğü sağlayacak özellikte olacaktır.

Güvenlik aydınlatması, bir güç kaynağı arızası durumunda araçlarıyla tüneli tahliye etmeleri için, tünel kullanıcılarına asgari görünürlük sağlayacaktır.

Tahliye aydınlatması, örneğin 1.5 m'den yüksek olmayacak şekilde tahliye işaret ışıkları, acil durumda tüneli yürüyerek terk etmeleri için tünel kullanıcılarına kılavuzluk yapacaktır.

Havalandırma

Havalandırma sisteminin tasarımı, yapımı ve işletmesinde aşağıdaki hususlar dikkate alınacaktır.

- Normal ve zirve trafik akışlarında araçlardan yayılan kirleticilerin, kontrolü,
- Bir olay veya kaza nedeniyle duran trafikteki araçlardan yayılan kirleticilerin kontrolü,
- Bir yangın durumunda sıcaklık ve duman kontrolü.

Şerit başına 2000 araçtan yüksek trafik hacmine sahip 1000 m' den uzun tüm tünellerde mekanik havalandırma sistemi tesis edilecektir.

Çift yönlü ve/veya yoğun tek yön trafikli tüm tünellerde, boyuna havalandırma şayet; yapılacak risk analizi kabul edilebilir ve/veya özel önlemler alınması -örneğin trafik yönetimi, daha kısa acil çıkış mesafeleri, fasılalarla duman deşarjı- öngörüsüne sahipse boyuna havalandırmaya izin verilecektir.

Mekanik havalandırma sisteminin gerekli olduğu ve Madde 9.3' e göre boyuna havalandırmaya izin verilmediği tünellerde enine veya yarı-enine havalandırma sistemleri kullanılacaktır. Bu sistemler bir yangın durumunda dumanı tahliye etme yeteneğine sahip olacaktır.

Trafik hacmi şerit başına 2000'den yüksek, 3000 m' den uzun ve bir kontrol merkezi olan enine ve/veya yan-enine havalandırılmalı tüm çift trafik yönlü tünellerde havalandırma ile ilgili olarak aşağıdaki asgari önlemler alınacaktır.

- Hava ve duman deşarj kapakları ayrı ayrı veya gruplar halinde çalıştırılabilecek şekilde tesis edilecektir,
- Boyuna hava hızı sürekli izlenecek ve havalandırma sisteminin (kapaklar, fanlar, vb.) yönlendirme süreci uyumlu olarak ayarlanacaktır.

Acil İstasyonlar

Acil istasyonlarla özellikle acil telefonlar ve yangın söndürücüler gibi çeşitli güvenlik ekipmanlarının sağlanması amaçlanmıştır, fakat yol kullanıcılarının yangının etkilerinden korunması amaçlı değildir.

Acil istasyonlar yan duvarda bir kutudan veya tercihen bir oyuktan oluşur. En az bir acil telefon ve iki yangın söndürücü ile teçhiz edilecektir.

Yeni tünellerde acil istasyonlar portalların yakınında ve iç kısımda ise 150 m' yi mevcut tünellerde ise 250 m' yi aşmayacak aralıklarla oluşturulacaktır.

Su Temini

Tüm tüneller için su temini yapılacaktır. Hidrantlar portalların yakınında ve iç kısımda 250 m' yi aşmayacak aralıklarla olacaktır. Şayet su temini yapılamazsa yeterli miktarda suyun başka türlü sağlanması zorunludur.

Yol İşaretleri

Tüm güvenlik tesisleri tünel kullanıcılarının kolaylıkla algılayabileceği şekilde özel işaretlerle belirtilecektir. Bölüm 3.3.6'da belirtilen işaretler kullanılacaktır.

Kontrol Ünitesi

3000 m' den uzun ve şerit başına 2000 araçtan yüksek trafik hacmine sahip tüm tüneller için bir kontrol merkezi; oluşturulacaktır.

Farklı tünellerin izlenmesi tek kontrol ünitesinde merkezileştirilebilir.

İzleme Sistemleri

Görüntü izleme sistemleri ve trafik olaylarını (örneğin duran araçlar) ve/veya yangınları otomatik algılayabilecek bir sistem kontrol merkezi olan tüm tünellere tesis edilecektir.

Otomatik yangın algılama sistemleri kontrol merkezi olmayan, duman kontrolü için mekanik havalandırmanın işletiminin kirleticilerin kontrolü için havalandırmanın otomatik işletiminden farklı olduğu, tüm tünellere tesis edilecektir.

Tünel Kapatma Ekipmanı

1000 m' den uzun tüm tünellerde trafik sinyalleri girişlerden önce tesis edilecektir, böylece tünel acil durumlarda kapatılabilecektir. İlave araçlar, örneğin değişken mesaj işaretleri ve bariyerler, mesajlara uyulmasının temini için sağlanabilir.

3000 m' den uzun, kontrol merkezi olan ve trafik hacmi şerit başına 2000 araçtan yüksek olan tüm tünellerin içerisinde, bir acil durumda araçları durduracak ekipmanın, 1000 m' yi aşmayacak aralıklarla olması önerilir. Bu ekipman, trafik sinyallerini ve olası ilave araçları örneğin hoparlörler, değişken mesaj işaretleri ve bariyerleri kapsayacaktır.

Haberleşme Sistemleri

Telsiz ekipmanı (Belirli frekanstaki telsiz yayınlarının tünel boyunca iletimini sağlayan elektronik ekipman) , acil servislerin (bakım, itfaiye, ambulans, vb.), kullanımı için, 1000 m' den uzun ve trafik hacmi şerit başına 2000 araçtan yüksek tüm tünellere tesis edilecektir.

Kontrol merkezinin olduğu yerde, gerektiğinde acil durum mesajlarını iletmek için, tünel kullanıcılarına hitap eden kanalların radyo yayınına giriş yapma imkanı olacaktır.

Tahliye esnasında tünel kullanıcılarının dışarıya erişmeden önce bekleyeceği sığınaklarda ve diğeri tesislerde, kullanıcılara bilgi aktarılması amacıyla, hoparlörler teçhiz edilecektir.

Güç Kaynakları ve Elektrik Devreleri

Tüm tüneller tahliye için kaçınılmaz olan güvenlik ekipmanlarının, tüm kullanıcılar tüneli tahliye edinceye kadar, işletimini sağlayacak bir acil güç kaynağına sahip olacaktır.

Elektrik, ölçü ve kontrol devreleri, örneğin lokal bir arızanın, veya bir yangın nedeniyle oluşan bozulmanın diğeri sistemleri etkileyemeyeceği şekilde tasarlanacaktır.

Ekipmanların Yangına Dayanıklılığı

Tüm tünel ekipmanının yangına dayanıklılık düzeyi, teknolojik imkanları ve bir yangın durumunda gerekli güvenlik fonksiyonlarının sürdürülmesi amacı, dikkate alınacaktır.

AB Direktifine göre altyapı için getirilen minimum gereksinimlerin özeti izelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. AB direktifine göre altyapı için getirilen asgari gereksinimlerin özeti

		Bölüm 3.3.4'te belirtilen maddeler	Trafik ≤ 2000 araç/şerit		Trafik > 2000 araç/şerit			AÇIKLAMALAR
			500m- 1000m	>1000m	500 m- 1000m	1000m- 3000m	>3000m	
Yapısal Önlemler	Tüp Sayısı ≥ 2	1						15 yıllık trafik tahmini 10000 araç/şerit' i aşıldığını öngörürse zorunludur.
	Eğim ≤ % 5	2	*	*	*	*	*	Coğrafi koşullar uygunsa zorunludur.
	Yaya Yolları	3.1 3.2	*	*	*	*	*	Acil şeritler yoksa, 2.3.1 maddesinde açıklanan koşul sağlanmadıkça zorunludur.
	En fazla her 500 m' de Acil Çıkışlar	3.3- 3.9	○	○	*	*	*	Mevcut tünellerde yapılması her bir duruma göre değerlendirilecektir.
	En fazla her 1500 m' de acil servisler için Enine Geçişler	4.1	○	○ / ●	○	○ / ●	●	Tünel 1500 m' den uzun ve ikiz tüplü ise zorunludur.
	Her bir portal çıkışında Orta Refüj Geçişi	4.2	●	●	●	●	●	Coğrafi imkanın olduğu ikiz veya çok tüplü tünel çıkışlarında zorunludur.
	En fazla her 1000 m' de Cepler	5	○	○	○	○ / ●	○ / ●	1500 m' den uzun ,acil şeritleri olmayan, yeni iki yönlü tüneller için zorunludur. 1500 m' den uzun mevcut tünellerde analize bağlıdır. Yeni ve mevcut tünellerde kullanılabilir extra tünel genişliğine bağlıdır.
	Yanıcı ve Toksik Madde Drenajı	6	*	*	*	*	*	Tehlikeli madde taşınmasına izin verilen tünellerde zorunludur.
	Yapının Yangına Dayanıklılığı	7	●	●	●	●	●	Lokal bir çökmenin afetle sonuçlanabileceği yerlerde zorunludur.

Çizelge 3.2. (Devam) AB direktifine göre altyapı için getirilen asgari gereksinimlerin özeti

Aydınlatma	Normal Aydınlatma	8.1	●	●	●	●	●	
	Güvenlik Aydınlatması	8.2	●	●	●	●	●	
	Tahliye Aydınlatması	8.3	●	●	●	●	●	
Havalandırma	Mekanik Havalandırma	9	○	○	○	●	●	
	(Yarı-) Enine Havalandırma	9.5	○	○	○	○	●	İki yönlü ve kontrol merkezi olan tünellerde zorunludur.
Acil Durum İstasyonları	En fazla her 150 m' de	10	*	*	*	*	*	İçerisinde telefon ve iki söndürücü bulunur. Yeni tünellerde en fazla 150 m de bir, mevcut tünellerde en fazla 250 m aralıklarla bulunur.
Su Temini	En fazla her 250 m' de	11	●	●	●	●	●	Yoksa, başka bir şekilde yeterli su kaynağı sağlanması zorunludur.
İşaretlemeler		12	●	●	●	●	●	Acil haberleşme telefonu, yangın tüpü, cep, acil çıkışlar gibi kullanıcılara sunulan tüm tesisler de dahil olmak üzere gerekli yatay ve düşey işaretlemeler yapılacaktır.
Kontrol Merkezi		13	○	○	○	○	●	Birkaç tünelin izlenmesi tek bir kontrol ünitesinde merkezileştirilebilir.
İzleme Sistemi	Görüntü	14	○	○	○	○	●	Kontrol merkezi varsa zorunludur.
	Otomatik Olay Algılama ve/veya Yangın Algılama	14	●	●	●	●	●	Bu iki sistemden en az biri kontrol merkezi olan tünellerde zorunludur.

Çizelge 3.2. (Devam) AB direktifine göre altyapı için getirilen asgari gereksinimlerin özeti

Tünel Kapatma Ekipmanı	Girişlerden önce trafik sinyalleri	15.1	○	●	○	●	●	
	Tünel içerisinde en fazla her 1000 m' de trafik sinyalleri	15.2	○	○	○	○	◇	Kontrol merkezi varsa ve uzunluk 3000 m' yi aşıyorsa önerilir.
Haberleşme Sistemleri	Acil servisler için Tekrarlı Radyo Yayını	16.1	○	○	○	●	●	
	Tünel kullanıcıları için Acil Radyo Mesajları	16.2	●	●	●	●	●	Tünel kullanıcıları için tekrarlı radyo yayını ve kontrol merkezinin olduğu yerlerde zorunludur.
	Sığınaklar ve çıkışlarda Anons Sistemi (Hoparlörler)	16.3	●	●	●	●	●	Tahliye durumundaki tünel kullanıcılarının dışarıya çıkmadan önce beklemeleri gereken yerlerde örneğin sığınaklarda zorunludur. Ayrıca tünel boyunca girişim oluşturmayacak ve işitilebilir bir ses seviyesi sağlayacak şekilde gerekli aralıklarla tesis edilmelidir.
Acil Güç Kaynağı		17	●	●	●	●	●	En azından tünel kullanıcılarının tahliyesi süresince, kaçınılmaz olan güvenlik ekipmanlarını işlevsel tutacaktır.
Yangına Dayanıklı Malzeme		18	●	●	●	●	●	Gerekli güvenlik fonksiyonlarını sürdürmeyi amaçlayacaktır.

● : Zorunlu

* : İstisnalar ile birlikte zorunlu

○ : Zorunlu değil

◇ : Tavsiye edilir

3.3.5. İşletimle ilgili önlemler

Tünel işletimi trafik akışının sürekliğini ve güvenliğini temin edecek şekilde organize olmalı ve yürütülmelidir. Tünel işletimine katılan personel ve acil durum servisleri gerekli temel ve uygulamalı eğitim almalıdırlar.

Her tünel için acil durum planları hazırlanacaktır. Farklı ülkelerde başlayıp biten tüneller için her iki ülkenin de dahil olduğu tek bir acil durum planı oluşturulacaktır.

İdari Yetkili Makamın Rolü

Örgütlenme seviyesinde İdari Yetkili Makam yol tünellerinde kaza/olay koordinasyonu ve denetlemesi için aşağıdakileri yerine getirecektir:

- Emniyet bakımından tünellerin incelenmesi için şartları belirleyecektir;
- Emniyet Görevlileri ile birlikte acil durum hizmetlerinin eğitimi ve teçhiz edilmesi için örgütlenme ve operasyon programlarını denetleyecektir (acil durum hareket planları dahil);
- Emniyet Görevlilerinin görevlerini tanımlayacaktır;
- Gerekli risk azaltma önlemlerini denetleyecek ve uygulayacaktır;
- Acil durum hizmetlerinin eğitimi ve yangın testlerinin uygulanması için tünelleri kapatacaktır.

Emniyet Görevlilerinin Rolü

Tünelde olan tüm yangınlar Emniyet Görevlileri tarafından kaydedilecek ve değerlendirilecek ve uygun seviyedeki detayda İdari Yetkili Makamın dikkatine sunulacaktır. Üye Ülkeler tünellerdeki hem kazalar ve yangınlar hem de bu tür kazaların sıklığı ve nedenlerine ilişkin istatistikleri derleyecekler ve emniyet tesisleri ve önlemlerinin gerçek rolü ve etkinliği konusunda bilgi sağlayacaklardır.

Tünellerdeki çalışmalar

-Önceden planlanmış inşa ya da bakım çalışmalarının nedeniyle şeritlerin tamamen ya da kısmen kapatılması her zaman tünel dışında başlayacak ve bitecektir. Bu tür planlanmış kapatmalar için tünel içinde trafik ışıklarının kullanılması yasak olacaktır ve ışıklar bu şekilde sadece kaza/olay durumunda kullanılacaktır.

-Şeritlerin kapalı olduğu, yol tünele girmeden önce belirtilecektir. Bu amaç için değişik mesaj işaretleri, trafik ışıkları ve mekanik bariyerler kullanılabilir.

Kaza yönetimi

- Ciddi bir kaza durumunda, Tünel Yöneticisi ya da Emniyet Görevlisi derhal tüneli (tüm tüpler) kapatacaktır. Bu sadece yukarıda belirtilen tünel girişi önündeki ekipmanların değil ayrıca eğer varsa tünel içindeki değişik mesaj işaretleri, trafik ışıkları ve mekanik bariyerlerin de eşzamanlı etkinleştirilmesi ile yapılacaktır, bu şekilde tüm trafik tünelin içi ve dışında mümkün olduğunca erken durdurulabilir.

- Tünelde bir kaza durumunda acil durum hizmetleri için erişim zamanı düzenli denemeler ile ölçülmelidir. Yüksek trafik hacimleri olan büyük iki yönlü tünellerde, bir risk analizinden sonra acil durum hizmetlerini tünelin iki ucunda konumlandırmak gerekli olabilir.

Kontrol merkezi faaliyeti

- Tüm tüneller için, özellikle de farklı Üye Ülkelerde başlayıp sonlanan tüneller için, herhangi bir zamanda tek bir kontrol merkezinin tam kontrolü olacaktır.

- Tünel içinde düzenli bir trafik akışı ve daha büyük emniyet sağlamak için özellikler tünel içinde araçlar arasındaki mesafeler ve araçların hızları daha fazla kontrole konu olacaktır.

- Trafik, bir olaydan sonra, etkilenmemiş, tıkanıklığın engellemediği araçların tüneli hızla terk edebileceği biçimde yönetilecektir.

Tünelin kapatılması

- Tünelin kapatılması durumunda (uzun ya da kısa süreli) Üye Devletler, kolaylıkla erişilebilir bilgi sistemleri aracılığıyla, kullanıcılara en iyi alternatif yol güzergahlarını bildireceklerdir.

- Bu tür alternatif yol güzergahları sistematik beklenmedik durum planlarının bir parçasını oluşturacaktır. Bu planlar, trafik akışını mümkün olduğu ölçüde muhafaza etmeyi ve çevre sahalarındaki ikincil emniyet etkilerini asgariye indirmeyi amaçlamalıdır.

- Bir iki tüp tüneldeki kaza durumunda, trafik her iki tüpte de durdurulmalı ve yönlendirilmelidir, böylece olay olmayan tüp bir kaçış ve kurtarma güzergahı olarak kullanılabilir.

Tehlikeli maddelerin nakliyesi

Üye Ülkeler ve İdari Yetkili Makamları tehlikeli maddeler taşıyan araçların tünellere erişimi ile ilgili aşağıdaki önlemleri uygulayacaktır:

- Tünel girişlerine hangi grup tehlikeli maddelere izin verildiği/yasak getirildiğini belirten yeni işaretler yerleştireceklerdir;
- Tehlikeli maddelere ilişkin tünel şartları konusunda karar vermeden önce bir risk analizi yapacaklardır;
- Tünele girmeden önce beyanda bulunmak ya da eskort gibi tehlikeli maddelerin tünel içinde nakledilmesi riskini azaltmak için tasarlanmış işletim tedbirlerini ayrı durumlar için değerlendireceklerdir; bu kimi tür özellikle tehlikeli maddelerin nakledilmesi için konvoylar ve eşlik eden araçlar oluşturulmasını gerektirebilir;

-Tehlikeli maddelerin nakliyesi için gelişmiş trafik yönetimi, örneğin, otomatik tespit sistemi uygulanması.

Tünellerde sollama

Ağır araçların, her iki yönde birden fazla şeridi olan tünellerde, sollama yapmasına izin vermek için, Üye Devletler bir risk analizi yapacaklardır.

Araçlar arasındaki mesafe ve hız

Araçların uymaları gereken hız limitleri ve takip mesafeleri özellikle tüneller için önemlidir ve dikkatle takip edilecektir. Tünel kullanıcılarına, uygun hız ve takip mesafesinin tavsiye edilmesi ve gerekli yaptırım önlemlerinin alınması sağlanacaktır. Normal koşullarda araç sürücülerini araçlarının 2 saniyede kat ettiği mesafe kadar takip mesafesi uygulamaları gerekmektedir. Ağır yük taşıtları için bu mesafe 2 katı olarak alınır. Tünelde trafik durduğunda öndeki araç ile mesafe en az 5 m olarak muhafaza edilecektir.

Bilgilendirme kampanyaları

-Tünellerdeki emniyete ilişkin bilgilendirme kampanyaları Üye Ülkeler tarafından muntazam olarak düzenlenecek ve ilgili taraflarla müşterek şekilde uluslararası organizasyonların uyumlu çalışması temelinde yürütülecektir.

-Bu bilgilendirme kampanyaları özellikle araç bozulmaları, tıkanıklık, kaza ve yangınlar ile bağlantılı olarak tünele yaklaşırken ve tünel içinde yolu kullananların doğru davranışını kapsayacaktır. Tünellerde mevcut olan emniyet ekipmanları ve yolu kullananların uygun davranışları tünellerden önceki dinlenme alanlarında ve tünel girişlerinde trafik durduğunda (örneğin gişelerde) gösterilecektir.

3.3.6.Direktife göre tünellerde uygulanacak yol işaretleri

Genel Tarifler

Bu kısımda belirtilen yol işaretleri aksi belirtilmedikçe Yol İşaretleri ve Sinyalleri Konusundaki 1968 Viyana Anlaşmasında tarif edilmektedir.

Güvenlik tesislerini göstermek amacı ile kullanılacak yol işaretleri

-Cepler

-Acil çıkışlar (Her tür acil çıkış için aynı işaret kullanılacaktır)

-Kaçış rotaları: En yakın iki acil çıkış noktasını ve uzaklıklarını gösterir işaret tünel yan duvarlarına 25 metre aralıkları geçmemek üzere kaçış rotasının 1-1,5 metre üzerine yerleştirilecektir.

-Acil durum istasyonları: acil durum telefonlarının ve yangın söndürücülerinin varlığını belirtir şekilde yerleştirilecektir. Eğer kapı ile tünelden ayrılıyorlarsa yangın esnasında yangından korunmayı sağlayamayacak oldukları belirtilmelidir.

Radyo

Tünel içerisinde kullanıcılar radyo üzerinden bilgilendirici yayın alabiliyorlarsa kullanıcıların yayına ulaşabilmesi için gerekli işaretler tünel girişine yerleştirilmelidir.

İşaretlerin ve panellerin tarifi

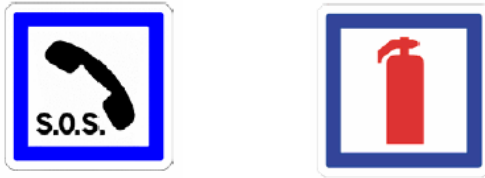
Tünel işareti

Her tünel girişine yerleştirilmelidir. Tünel uzunluğu işaretin altında veya ayrı bir panelde belirtilmelidir. Tünel uzunluğu 3000 metrenin üzerinde ise her 1000 metrede bir kalan mesafe belirtilmelidir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Yol tünelleri için Viyana anlaşmasının E11 işareti [14]

Acil durum tesislerini göstermek amacı ile kullanılacak işaretler



Şekil 3.2. Acil durum telefonu ve yangın söndürücü (yol tünelleri için Viyana anlaşmasının F işaretleri) [14]



Şekil 3.3. Cepler (yol tünelleri için Viyana anlaşmasının E işaretleri) [14]



Şekil 3.4. Acil çıkışlar [14]

3.4. Bazı Avrupa Tünellerinin Değerlendirilmesi

Direktifin yürürlüğe girmesiyle bir çok ülkede 10 yıl içinde tünellerin yeni standartlara uygun hale getirilmesi gerekecektir. İlk 6 yılda tünellerin %50'sinin yeni standartlara uygun hale getirilmesi planlanmaktadır.

Tünellerde minimum güvenlik kriterlerinin sağlanmasının maliyeti üye ülkelere çok yüksek olacağından Avrupa Birliği Komisyonu; Üye ülkelerin tünel güvenliklerini yeterli seviyeye çıkarmak için risk analizi yaparak en düşük maliyetli çözüm alternatifini sunmalarını olanaklı hale getirmiştir.

Avrupa Birliğinde tünellerin değerlendirilmesi amacı ile kurulan bir organizasyon olan EUROTAP, Avrupa Birliği Komisyonu tarafından desteklenmekte, 11 Avrupa ülkesinden 12 otomobil derneğinin katılımından oluşmaktadır.

EUROTAP, 2006 yılında 14 Avrupa ülkesinden toplam 52 tüneli inceleyerek güvenlik yönünden değerlendirmiştir. Bu değerlendirmelerden olumlu ve olumsuz yönleri ile ön plana çıkan bazı tüneller aşağıda sunulmaktadır [22].

Dortmund-Wambel

Mevki	:Almanya,Dortmund B236 Lünen - Schwerte
Hizmete Giriş Tarihi	:1993/94
Uzunluğu	:1420 m
Tüp Sayısı	:2/Tek yönlü trafik
Hız Limiti	:80 km/saat
YOGT	:49.018
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%12,7

Tünelin Olumlu Yönleri

- Her 140 metrede 2 tüp arası acil geçişler mevcut.
- Tehlikeli madde taşınmasına izin verilmiyor.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut.
- 2,5 m genişliğinde acil durum şeridi tünel boyunca mevcut.
- Her 140 metrede acil haberleşme telefonları ve yangın söndürücüler mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi mevcut, yangın esnasında yangın havalandırma sistemi otomatik olarak devreye giriyor ve tünel trafiğe kapatılıyor.
- Tünelden çıkış rotasını gösteren tahliye aydınlatması mevcut. İşaretlemeler en yakın çıkış noktasının yönünü ve mesafesini gösteriyor.
- Tünel içerisinde itfaiye, polis ve tünel çalışanlarının telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.

Tünelin Eksik Yönleri

- Trafikte her gün sıkışma mevcut.
- CCTV izleme yok.
- Trafik radyo sistemi yayınına gerektiğinde müdahale edilemiyor.
- Tünelde otomatik olay ve kaza algılama sistemi yok.
- Duman ve ısı tahliye yollarına ulaşabilir.
- Yangın anında havalandırmanın izlenmesi ve kontrolü yeterli ve etkin değil.
- Tünel personeli için düzenli eğitim verilmiyor.
- Kurtarma araçları portaldan portala geçiş yapamıyor.
- Acil durum planı mevcut değil.
- Düzenli acil durum tatbikatları düzenlenmiyor.

Gelecekte Yapılması Düşünülenler

- Tünel kontrol merkezinde 24 saat personel bulundurulması.

- Acil durum planı ve riski azaltma planının oluşturulması.
- Portallara bariyer konulması.
- Görsel yönlendirme aracı.
- Video izleme sisteminin kurulması.
- Radyo sisteminin geliştirilmesi.

Değerlendirme sonucu : Kabul edilebilir.

Coschütz

Mevki	:Almanya,Dresden A 17 Dresden/Almanya – Prag/Çek Cum.
Hizmete Giriş Tarihi	:2004
Uzunluğu	:2.338 m
Tüp Sayısı	:2/Tek yönlü trafik
Hız Limiti	:80 km/saat
YOGT	:42.000
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%10

Tünelin Olumlu Yönleri

- Her 300 metrede 2 tüp arası acil geçişler mevcut.
- Portal önlerinde trafik ışıkları ve bariyerler mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut ve gerektiğinde yayın kesilerek anons yapılabilir.
- Trafik akımındaki aksamalar, acil şeridin, ceplerin ve acil telefonların kullanılması otomatik olarak tespit edilebiliyor.
- 2,7 m genişliğinde acil durum şeridi tünel boyunca mevcut.
- Her 150 metrede ses izolasyonu yapılmış acil haberleşme telefonları ve yangın söndürücüler mevcut.

- Otomatik yangın alarm sistemi mevcut, yangın esnasında yangın havalandırma sistemi otomatik olarak devreye giriyor ve tünel trafiğe kapatılıyor.
- Tünelden çıkış rotasını gösteren tahliye aydınlatması mevcut. İşaretlemeler en yakın çıkış noktasının yönünü ve mesafesini gösteriyor.
- Dumanın ve ısıнын tahliye yollarına ulaşması önlenmiş.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat personel bulunduruluyor.
- Tünel personeli için düzenli eğitim veriliyor.
- Tünel içerisinde itfaiye, polis ve tünel çalışanlarının telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- Kurtarma araçları portaldan portala geçiş yapabiliyor..
- Kurtarma araçları her 300 metrede bir kurtarma geçişlerine ulaşabiliyor.
- İtfaiye personeli iyi eğitilmiş ve donanımlı.

Değerlendirme sonucu : Çok iyi

Oswaldiberg

Mevki	:Avusturya ,Villach yakınları A 10 Salzburg-Villach
Hizmete Giriş Tarihi	:1988
Uzunluğu	:4.307 m
Tüp Sayısı	:2/Tek yönlü trafik
Hız Limiti	:100 km/saat
YOGT	:18.874
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%25

Tünelin Olumlu Yönleri

- Her 470 ila 700 metrede 2 tüp arası acil geçişler mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut.

- Trafik akımındaki aksamalar, acil şeridin, ceplerin ve acil telefonların kullanılması otomatik olarak tespit edilebiliyor.
- Her 1000 m aralıkla cepler bulunmakta.
- Her 250 metrede ses izolasyonu yapılmış acil haberleşme telefonları ve yangın söndürücüler mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi mevcut, yangın esnasında yangın havalandırma sistemi otomatik olarak devreye giriyor ve tünel trafiğe kapatılıyor.
- Tünelden çıkış rotasını gösteren tahliye aydınlatması mevcut. İşaretlemeler en yakın çıkış noktasının yönünü ve mesafesini gösteriyor.
- Dumanın ve ısıнын tahliye yollarına ulaşması önlenmiş.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat personel bulunduruluyor.
- Tünel içerisinde itfaiye, polis ve tünel çalışanlarının telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- Kurtarma araçlarınca tünelin her iki yönden 2100 m içerde olan tünelin ortasındaki kurtarma yoluna ulaşılabilir.
- İtfaiye personeli iyi eğitilmiş ve donanımlı.
- Düzenli olarak acil durum tatbikatları yapılıyor.

Tünelin Eksik Yönleri

- Trafik radyo sistemi yayınına gerektiğinde müdahale edilemiyor.
- Boyuna havalandırma tünel 4307 metre olduğundan yangın anında yetersiz kalmakta.
- Tünel personeli için düzenli eğitim verilmiyor.
- Kurtarma araçları portaldan portala geçiş yapamıyor.

Değerlendirme sonucu : İyi

Sonnenberg

Mevki	:İsviçre ,Lucerne A 2 Basel-St Gotthard
Hizmete Giriş Tarihi	:1976
Uzunluğu	:1.730 m
Tüp Sayısı	:2/Tek yönlü trafik
Hız Limiti	:80 km/saat
YOGT	:64.000
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%10

Tünelin Olumlu Yönleri

- Her 312 metrede 2 tüp arası acil geçişler mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut ve gerektiğinde yayın kesilerek anons yapılabilir.
- Trafik akımındaki aksamalar, acil şeridin, ceplerin ve acil telefonların kullanılması otomatik olarak tespit edilebiliyor.
- Her 870 m aralıkla cepler bulunmakta.
- Her 150 metrede acil haberleşme telefonları ve yangın söndürücüler mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi mevcut, yangın esnasında yangın havalandırma sistemi otomatik olarak devreye giriyor ve tünel trafiğe kapatılıyor.
- Tünelden çıkış rotasını gösteren tahliye aydınlatması mevcut. İşaretlemeler en yakın çıkış noktasının yönünü ve mesafesini gösteriyor.
- Dumanın ve ısıнын tahliye yollarına ulaşması önlenmiş.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat personel bulunduruluyor.
- Tünel personeli için düzenli eğitim veriliyor.
- Tünel içerisinde itfaiye, polis ve tünel çalışanlarının telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- Kurtarma araçları portaldan portala geçiş yapabiliyor.

- Düzenli olarak acil durum tatbikatları yapılıyor.

Tünelin Eksik Yönleri

- Aydınlatma zayıf.
- Havalandırma sistemi yangına karşı yeterli güçte değil, yangının izlenmesi ve kontrolü yeterli değil.

Gelecekte Yapılması Düşünülenler

- Yeni bir havalandırma sisteminin kurulması.

Değerlendirme sonucu : İyi

Nievares

Mevki	:İspanya ,Gijon A 8 Villaviciosa-Gijon
Hizmete Giriş Tarihi	:2003
Uzunluğu	:2.373 m
Tüp Sayısı	:2/Tek yönlü trafik
Hız Limiti	:90 km/saat
YOGT	:19.100
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%18

Tünelin Olumlu Yönleri

- Her 400 metrede 2 tüp arası acil geçişler mevcut.
- Portal önlerinde trafik ışıkları ve bariyerler mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut .

- Trafik akımındaki aksamalar, acil şeridin ve acil telefonların kullanılması otomatik olarak tespit edilebiliyor.
- 2,5 m genişliğinde acil durum şeridi tünel boyunca mevcut.
- Her 100 metrede acil haberleşme telefonları mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi ve yeterli güçte havalandırma sistemi mevcut.
- Her 50 metrede yangın söndürücüler mevcut.
- Tünelden çıkış rotasını gösteren tahliye aydınlatması mevcut. İşaretlemeler en yakın çıkış noktasının yönünü ve mesafesini gösteriyor.
- Dumanın ve ısıнын tahliye yollarına ulaşması önlenmiş.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.
- Tünel personeli için düzenli eğitim veriliyor.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- Kurtarma araçlarınca her 400 metrede bir kurtarma yollarına ulaşılabilir.

Tünelin Eksik Yönleri

- Trafik radyo sistemi yayınına gerektiğinde müdahale edilemiyor.
- Tünel içerisinde tünel çalışanlarının telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün değil.
- Kurtarma araçları portaldan portala geçiş yapamıyor.
- Düzenli olarak acil durum tatbikatları yapılıyor.

Gelecekte Yapılması Düşünülenler

- Kurtarma araçlarının doğu portalına geçebilir hale getirilmesi.

Değerlendirme sonucu : İyi

Branisko

Mevki	:Slovakya, Levoka yakınları D 1 Poprat-Presov
Hizmete Giriş Tarihi	:2003
Uzunluğu	:4.975 m
Tüp Sayısı	:1/Çift yönlü trafik
Hız Limiti	:80 km/saat
YOGT	:6.200
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%41

Tünelin Olumlu Yönleri

- Tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilmiyor.
- Portal girişlerinde trafik ışıkları ve bariyerler mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut ve gereğinde araya girerek sürücülere bilgi verilebiliyor.
- Trafik akımındaki aksamalar, acil şeridin ve acil telefonların kullanılması otomatik olarak tespit edilebiliyor.
- Her 720 metrede bir karşılıklı cepler mevcut.
- Her 240 metrede bir ses izolasyonlu acil haberleşme telefonları ve yangın söndürücüler mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi ve yangın esnasında devreye giren yeterli güçte havalandırma sistemi mevcut.
- 360 metrede bir acil çıkışlar mevcut.
- Tünelden çıkış rotasını gösteren tahliye aydınlatması mevcut. İşaretlemeler en yakın çıkış noktasının yönünü ve mesafesini gösteriyor.
- Dumanın ve ısıнын tahliye yollarına ulaşması önlenmiş.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.
- Tünel personeli için düzenli eğitim veriliyor.

- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.

Değerlendirme sonucu: Çok iyi

Mala Kapela

Mevki	:Hırvatistan, Josipdol yakınları A 1 Zagreb-Split
Hizmete Giriş Tarihi	:2005
Uzunluğu	:5.760 m
Tüp Sayısı	:1/Çift yönlü trafik
Hız Limiti	:80 km/saat
YOGT	:14.713
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%4

Tünelin Olumlu Yönleri

- Portal girişlerinde trafik ışıkları ve bariyerler mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut ve gereğinde araya girerek sürücülere bilgi verilebiliyor.
- Trafik akımındaki aksamalar, acil şeridin ve acil telefonların kullanılması otomatik olarak tespit edilebiliyor.
- Her 780 metrede bir cepler mevcut.
- Her 280 metrede bir ses izolasyonlu acil haberleşme telefonları ve yangın söndürücüler mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi ve yangın esnasında devreye giren yeterli güçte havalandırma sistemi mevcut.
- Tünelden çıkış rotasını gösteren tahliye aydınlatması mevcut. İşaretlemeler en yakın çıkış noktasının yönünü ve mesafesini gösteriyor.
- Dumanın ve ısıнын tahliye yollarına ulaşması önlenmiş.

- 280 metrede bir acil çıkışlar mevcut.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.
- Tünel personeli için düzenli eğitim veriliyor.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- Düzenli acil durum tatbikatları yapılıyor.

Tünelin Eksik Yönleri

- Yangın söndürücüler ve acil durum telefonlarının 280 metrede bir yerleştirilmiş olması göreceli olarak uzak aralıklıdır. Boyuna havalandırma sisteminin kullanılıyor olması ve tünelin 5760 metre uzunluğunda olmasından dolayı yangın esnasında etkili bir havalandırma sağlanamamaktadır.

Değerlendirme sonucu: İyi

Oslofjord

Mevki	Norveç, Oslo yakınları RV-23 Hurum/Verpen-Frogn/Mana
Hizmete Giriş Tarihi	:2000
Uzunluğu	:7.250 m
Tüp Sayısı	:1/Çift yönlü trafik
Hız Limiti	:80 km/saat
YOGT	:5.100
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%15

Tünelin Olumlu Yönleri

- Portal girişlerinde trafik ışıkları ve bariyerler mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut.

- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut ve gereğinde araya girerek sürücülere bilgi verilebiliyor.
- Video izlemeyi kullanarak çalışan otomatik yangın alarm sistemi mevcut.
- Her 1000 metrede bir cepler mevcut.
- Her 250 metrede bir ses izolasyonlu acil haberleşme telefonları ve yangın söndürücüler mevcut.
- Trafik akımındaki aksamalar, acil şeridin ve acil telefonların kullanılması otomatik olarak tespit edilebiliyor.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.
- Tünel personeli için düzenli eğitim veriliyor.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- İtfaiye teşkilatı iyi eğitimli ve yeterli teçhizata sahip
- Düzenli acil durum tatbikatları yapılıyor.

Tünelin Eksik Yönleri

- Boyuna havalandırma sisteminin kullanılıyor olması ve tünelin 5760 metre uzunluğunda olmasından dolayı yangın esnasında etkili bir havalandırma sağlanamamaktadır.
- Tehlikeli madde taşıyan araçların geçişine dair sınırlama yoktur.
- Tünel içinde su sağlayan hidrantların arası 800 metre olup çok aralıklıdır.
- Tahliye aydınlatması ile acil çıkış yönünü ve mesafesini gösteren işaretler yok.
- Duman ve ısı acil çıkış güzergahlarına ulaşabiliyor.
- Acil çıkış ile en uzak tünel portalı arası 5.350 metre olup mesafe çok uzundur.

Değerlendirme sonucu: Kabul edilebilir

Colle di Tenda

Mevki	:İtalya-Fransa sınır tüneli, Limone Piemonte yakınları SS-20 Cuneo/İtalya-Fransa
Hizmete Giriş Tarihi	:1882
Uzunluğu	:3.186 m
Tüp Sayısı	:1/Çift yönlü trafik
Hız Limiti	:50 km/saat
YOGT	:2.234
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%8

Tünelin Olumlu Yönleri

- Tehlikeli madde taşıyan araçların geçişine izin verilmiyor.
- Trafik akımındaki aksamalar ve acil telefonların kullanılması otomatik olarak tespit edilebiliyor.
- Her 200 metrede bir acil haberleşme telefonları ile birlikte yangın söndürücüler mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi mevcut.Yangın esnasında havalandırma sistemi otomatik olarak devreye giriyor ve tünel trafiğe kapatılıyor.
- Her 75 metrede bir yangın söndürücüler mevcut.
- En yakın çıkış noktasının yönünü ve mesafesini gösteren işaretlemeler mevcuttur.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- Düzenli acil durum tatbikatları yapılıyor.

Tünelin Eksik Yönleri

- Boyuna havalandırma sisteminin kullanılıyor olması ve tünelin 3.186 metre uzunluğunda olmasından dolayı yangın esnasında etkili bir havalandırma sağlanamamaktadır.
- Tünel radyosuna tünel boyunca ulaşamıyor.
- Acil çıkış rotalarını gösteren işaretlerin aydınlatması yok.
- Tünel personeline düzenli eğitim verilmiyor.

Değerlendirme sonucu: Zayıf

Monte Pergola

Mevki	:İtalya, Serino yakınları R-2 Salerno-Avellino
Hizmete Giriş Tarihi	:1951
Uzunluğu	:2.287 m
Tüp Sayısı	:2/Tek yönlü trafik
Hız Limiti	:70 km/saat
YOGT	:40.000
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%30

Tünelin Olumlu Yönleri

- Her 750 metrede bir tüpler arası acil durum geçişleri mevcut.
- Her 200 metrede bir acil haberleşme telefonları ile birlikte yangın söndürücüler mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi mevcut.Yangın esnasında havalandırma sistemi otomatik olarak devreye giriyor.
- En yakın çıkış noktasının yönünü ve mesafesini gösteren işaretlemeler mevcuttur.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.

- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- Kurtarma araçları portaldan portala geçiş yapabiliyor.

Tünelin Eksik Yönleri

- Aydınlatma yetersiz.
- Tünel radyosuna tünel boyunca ulaşamıyor.
- Video izleme mevcut değil.
- Acil durum telefonları ve yangın söndürücülerin kullanılması otomatik olarak tespit edilemiyor.
- Yangın esnasında havalandırmanın kontrolü ve çalışması yetersiz.
- Yeterli su kaynağı olmayıp hidrantlar hiç bulunmamaktadır.
- Acil çıkış rotalarını gösteren işaretlerin aydınlatması yok.
- Duman ve ısı acil çıkış güzergahlarına ulaşabiliyor.
- Acil çıkışlar arası 750 metre olup çok aralıklıdır.
- Tünel personeline düzenli eğitim verilmiyor.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün değil.
- Acil durum planı güncel değildir.
- Düzenli acil durum tatbikatı yapılmamaktadır.
- En yakın itfaiyenin tünele ulaşması 30 dakika almakta olup bu süre çok uzundur.
- Tehlikeli madde taşıyan araçların geçişine dair sınırlama yoktur.

Değerlendirme sonucu: Çok zayıf

Montecrevola

Mevki	:İtalya, Crevoladessola yakınları SS-33 Milano/İtalya-Brig/İsviçre
Hizmete Giriş Tarihi	:1967
Uzunluğu	:2.248 m

Tüp Sayısı	:1/Çift yönlü trafik
Hız Limiti	:70 km/saat
YOGT	:2.300
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%10

Tünelin Olumlu Yönleri

- Her 500 metrede bir cepler mevcut.
- Her 40 metrede bir yangın söndürücüler mevcut.

Tünelin Eksik Yönleri

- Video izleme mevcut değil.
- Tünel radyosuna tünel boyunca ulaşamıyor.
- Ceplerin ve yangın söndürücülerin kullanılması otomatik olarak tespit edilemiyor.
- Acil durum güç kaynağı yok.
- Acil durum telefonları yok.
- Yangın alarmı yok.
- Yangın esnasında havalandırmanın kontrolü ve çalışması yetersiz.
- Acil çıkış rotalarını gösteren işaretlerin aydınlatması yok.
- Tünel kontrol merkezi yok.
- Tünel personeli eğitilmiş değil.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün değil.
- Acil durum planı yok.

Değerlendirme sonucu: Çok zayıf

4. TÜRKİYEDE KARAYOLU TÜNELLERİ

Coğrafi yönden dağlık bir arazi yapısına sahip olan Türkiye’de tünel sayısı diğer ülkelere nazaran oldukça fazladır. Türkiye’deki tünellerin yapımı 1950’li yıllarda başlamıştır. Yapımı tamamlanmış 119 tünelden 20’si otoyolu tüneli olup, 99’u ise devlet yolu tünelidir. Yapımı devam etmekte olan 68 tünelden 10’u otoyolu tüneli, 58’i ise devlet yolu tünelidir. 500 metrenin üzerinde uzunluğa sahip tüneller güvenlik açısından kritik olduğundan, çalışmada bu tüneller incelenmiştir (Çizelge 4.1., Çizelge 4.2.,Çizelge 4.3.). Bunlar arasında yapımı tamamlanmış 9 otoyolu tüneli, 12 devlet yolu tüneli olmak üzere toplam 21; yapımı devam etmekte olan 10 otoyolu tüneli, 26 devlet yolu tüneli olmak üzere toplam 36 adet tünel bulunmaktadır. Şu anda toplam 37,94 km olan tünel tüp uzunluğu, yapım halindeki tünellerin trafiğe açılmasıyla birlikte 117,11 km’ye ulaşacaktır [23,24]. Bu rakama İstanbul Büyük Şehir Belediyesi’nin şehir içi trafiği rahatlatmak amacı ile yapmayı planladığı 64,69 km uzunluğunda 2x2 şeritli ve çift tüplü 23 adet tünel dahil değildir. Türkiye’de karayolu ve otoyolu ağını projelendirme, yapım ve bakım işletme işlerinin yürütülmesi ve kontrolü Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır.

4.1. Türkiye’de Tünel Güvenliği Çalışmaları

Türkiye’deki tünel sayısının çokluğu dikkate alındığında tünel güvenliği ile ilgili çalışmaların aynı oranda mevcut olduğunu söylemek güçtür. Bu konuda referans alınabilecek başlıca iki çalışmadan biri, ‘Tünel İşletme Ve Bakımı Hakkında Yönetmelik Tasarısı’, diğeri ise ‘Tünellerin Asgari Güvenlik Gereksinimlerine İlişkin Proje Kriterlerinin Belirlenmesi İle İlgili Komisyon Raporu’dur.

4.1.1. Tünel işletme ve bakımı hakkında yönetmelik tasarısı

16.08.2000 tarihinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından onaylanan tasarı Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yönerge olarak kullanılmaktadır. Bu yönergede, tünellerde kullanılacak trafik ve bilgilendirme işaretleri, trafik kontrol donanımları, tünelde enerji iletim ve dağıtımı, tünel havalandırması, yangın,

Çizelge 4.1. Trafiğe açık olan 500 metreden daha uzun tüneller

Karayolları Bölge No	Devlet yolu / Otoyol	TÜNEL ADI	UZUNLUĞU (m)	BULUNDUĞU YOL
2	Otoyol	Selatin	3.043 - 3.043	İzmir-Aydın Otoyolu O-31
5	Otoyol	Ayran	559 - 597	TAG Otoyolu O-52
5	Otoyol	Kızlaç	3.014 - 3.125	TAG Otoyolu O-52
5	Otoyol	Aslanlı	1.241 - 1.241	TAG Otoyolu O-52
7	Devlet yolu	Kocakaya	553	Vezirköprü-Durağan
10	Devlet yolu	Zigana	1.702	Trabzon - Gümüşhane Yolu
10	Devlet yolu	Esenkiy	547	Hopa Sarp Devlet Yolu
10	Devlet yolu	Kopmuş	1.013	Hopa Sarp Devlet Yolu
10	Devlet yolu	Uluburun	980 - 980	Giresun-Trabzon Devlet Yolu
10	Devlet yolu	Çamburnu	580 - 580	Trabzon - Rize Devlet Yolu
10	Devlet yolu	Çayeli	1.390 - 1.390	Çayeli-Rize Hopa Devlet Yolu
13	Devlet yolu	Ulaş	1.542	Antalya-Alanya Devlet Yolu
13	Devlet yolu	Göcek	960 - 960	Dalaman Fethiye Devlet Yolu
14	Otoyol	İğdır	518 - 486	Bursa Çevre Yolu
15	Devlet yolu	Sapça	568	Zonguldak - Devrek Yolu
15	Devlet yolu	Dorukhan	903	Devrek - Mengen Yolu
15	Devlet yolu	Suçatı	705	(Devrek-Zonguldak)Ayr.Karabük-Safranbolu
17	Otoyol	Vecdi Diker	740 - 740	İstanbul 1.ve 2. Çevreyolu Bağlantısı O1
17	Otoyol Bağlantı Yolu	Halit Ulukurt	690 - 702	İstanbul 2. Çevreyolu O1
17	Otoyol	Korutepe	1.041 - 1.090	Anadolu Otoyolu O4
17	Otoyol	Gültepe	606 - 585	Anadolu Otoyolu O4

Çizelge 4.2. Proje aşamasında olan 500 metreden daha uzun tüneller

Karayolları Bölge No	Devlet yolu Otoyol	TÜNEL ADI	UZUNLUĞU (m)	YOLUN ADI
7	Devlet yolu	Saca	2.000,00 - 2.000,00	Ünye Çevre Yolu
7	Devlet yolu	Güreceli	800,00 - 800,00	Ünye Çevre Yolu
7	Devlet yolu	Samsun Batı Çevre	1.015,00 - 1.015,00	Samsun Batı Çevre Yolu
7	Devlet yolu	Boztepe	3.310,00 - 3.310,00	Ordu Çevre Yolu
7	Devlet yolu	Öceli	1.585,00 - 1.585,00	Ordu Çevre Yolu
10	Devlet yolu	Tortum	1.700,00	Tortum-İspir Yolu
10	Devlet yolu	Cankurtaran	5.000,00	Rize - Artvin Devlet Yolu
12	Devlet yolu	Kop	12.000,00	Erzurum - Gümüşhane Devlet Yolu
13	Devlet yolu	T-1 Dim	1.380,00 - 1.380,00	Alanya-Gazipaşa-5.Bl.Hd. Yolu
13	Devlet yolu	Karagedik-1	540,00 - 540,00	Alanya-Gazipaşa-5.Bl.Hd. Yolu
13	Devlet yolu	Çubukbeli	1.800,00	Antalya-Çeltikçi Yolu
15	Devlet yolu	İlgaz	4.335,00	Ankara - Kastamonu Devlet Yolu
15	Devlet yolu	Üzülmaz	595,00 - 670,00	Zonguldak-Devrek Devlet Yolu
15	Devlet yolu	Asartepe	895,00	İlyasbey-İnebolu Devlet Yolu
16	Devlet yolu	Çamlıbel	980,00	Yıldızeli Ayr.-7 Böl. Hd.

Çizelge 4.3. Yapım aşamasında olan 500 metreden daha uzun tüneller

Karayolları Bölge No	Devlet yolu Otoyol	TÜNEL ADI	UZUNLUĞU (m)	YOLUN ADI
2	Otoyol	Karşıyaka - 2	1.620,00 - 1.620,00	İzmir Çevreyolu O-30
4	Otoyol	Bolu	2.954,00 - 2.788,00	Gümüşova-Gerede Otoyolu
5	Devlet yolu	Boğsak	1.190,00 - 1.190,00	Erdemli-Silifke-Taşucu-Ovacık İl Yolu
6	Otoyol	Kırkeçit-1	928,00 - 946,00	Ankara-Pozantı Otoyolu (Eminlik-Çiftelhan Kesimi)
6	Otoyol	Kırkeçit-2	572,00 - 572,00	Ankara-Pozantı Otoyolu (Eminlik-Çiftelhan Kesimi)
6	Otoyol	Kırkeçit-4	430,00 - 612,00	Ankara-Pozantı Otoyolu (Eminlik-Çiftelhan Kesimi)
6	Otoyol	Kırkeçit-5	653,00 - 653,00	Ankara-Pozantı Otoyolu (Eminlik-Çiftelhan Kesimi)
6	Otoyol	Kırkeçit-6	685,00 - 685,00	Ankara-Pozantı Otoyolu (Eminlik-Çiftelhan Kesimi)
6	Otoyol	Kırkeçit-7	580,00 - 580,00	Ankara-Pozantı Otoyolu (Çiftelhan-Pozantı Kesimi)
7	Devlet Yolu	Dranas	1.996,00	Sinop-Boyabat
7	Devlet Yolu	Nefise Akçelik	3.777,00 - 3.777,00	Bolaman-Perşembe
10	Devlet Yolu	T-1	768,00 - 813,00	Merzifon Kavak Devlet Yolu
10	Devlet Yolu	Tirebolu-1	2.129,00 - 2.155,00	Espiye-Çarşıbaşı
10	Devlet Yolu	Tirebolu-2	619,00 - 630,00	Espiye-Çarşıbaşı
10	Devlet Yolu	Eynesil	500,00	Espiye-Çarşıbaşı
10	Devlet Yolu	Konakönü	1.800,00 - 1.800,00	Çarşıbaşı-Trabzon-Araklı
10	Devlet Yolu	Sarayköy	1.818,00 - 1.818,00	İyidere-Çayeli
10	Devlet Yolu	Pazar - 1	1.200,00 - 1.200,00	Çayeli-Ardeşen-Hopa
10	Devlet Yolu	Pazar - 2	650,00 - 650,00	Çayeli-Ardeşen-Hopa
10	Devlet Yolu	Arhavi	955,00 - 1.000,00	Çayeli-Ardeşen-Hopa
10	Devlet Yolu	Kıyık	940,00 - 940,00	Çayeli-Ardeşen-Hopa
10	Devlet Yolu	T-9	920,00	Borçka-Artvin Yolu (Borçka HES kapsamında)-DSİ
10	Devlet Yolu	T-10	914,00	Borçka-Artvin Yolu (Borçka HES kapsamında)-DSİ
10	Devlet Yolu	T-1	1.058,00	Deriner Baraj Yolları Rebkasyonu - DSİ
10	Devlet Yolu	Uluburun	979,00 - 979,00	Giresun-Espiye
10	Devlet Yolu	Çayeli	1.550,00 - 1.070,00	Çayeli-Ardeşen-Hopa
10	Devlet Yolu	Esenkırı	547,00	Hopa-Kemalpaşa-Sarp
10	Devlet Yolu	Kopmuş	1.013,00	Hopa-Kemalpaşa-Sarp
11	Devlet Yolu	8 Ağustos (T1)	1.800,00 - 1.800,00	Bitlis-9. Bl. Hd.
11	Devlet Yolu	Kuskunkıran	2.198,00 -	Van-Tatvan Devlet Yolu
13	Devlet Yolu	Kemer 1	1.070,00 - 1.084,00	Antalya-Kemer-Tekirova Yolu
13	Devlet Yolu	Kemer 3	950,00 - 1.017,00	Antalya-Kemer-Tekirova Yolu
14	Otoyol	Kocatepe	2.447,00 - 2.456,00	Bozüyük-Mekece Yolu
14	Otoyol	Kaletepe	745,00 - 820,00	Bozüyük-Mekece Yolu
15	Devlet Yolu	Dorukhan-2.Tüp	1.000,00	Mengen-Devrek Yolu
15	Devlet Yolu	Suçatı	704,00	Karabük-Yenice Yolu

gözlemlene ve bakım merkezleri özellikleri, tünelden geçiş şartları (tehlikeli maddeler için), kontrolleri ve cezai işlemleri ile tünel ve donanımların bakım ve kontrollerine dair kurallar belirtilmektedir.

Yönergenin ilk bölümünde tünel kavramı tanımlanmış, üç grupta sınıflandırılmıştır. İşaret levhaları konusunda 1968 Viyana ve 1970 Avrupa Anlaşmaları ile kabul edilen standartların uygulanacağı belirtilmiştir.

Tünelden geçiş esaslarının yer aldığı ikinci kısımda tehlikeli madde taşıyan araçların otoyol tünellerini kullanabilmesi için ‘tünel geçiş belgesi’ alma zorunluluğu getirilmiştir. Tehlikeli madde taşıyan araçların geçiş esnasında diğer araçlarla arasındaki mesafenin en az 80 metre olacağı, hiçbir şekilde sollama yapılmayacağı açıklanmıştır. Tehlikeli madde taşıyan araçların kontrol noktalarında kontrol edildikten sonra uygun görülenlerin refakat eşliğinde geçişlerinin sağlanacağı hükümlerine yer verilmiştir. Avrupa Birliği’nin sivil kullanım amaçlı patlayıcı maddelerin piyasaya sürülmesi ve denetlenmesine ilişkin kuralların uyumlaştırılacağı belirtilmiştir.

Cezai hükümlerin bulunduğu üçüncü kısımda tünel içinde tehlikeli maddelerin taşınması sırasında uyulması gereken geçiş kurallarının ihlali halinde veya tünel içinde sızıntı yada toz bırakmaları halinde bu araçların 3-30 gün arasında trafikten men edileceği hükme bağlanmıştır.

Bakım işlerinin yer aldığı dördüncü kısımda tünelde yapılacak bakım çeşitleri sınıflandırılmış (günlük kontroller ve arıza giderme, 3-6-12 ayda bir yapılacak periyodik bakımlar ve kestirimci bakımlar), havalandırma bakımı, aydınlatma bakımı, tünel duvarlarının bakımı, fotometrik cihazların kontrolü, drenaj bakımı, yangın ekipmanlarının ve acil telefonların bakımı düzenlenmiştir. Elektrik sistemlerinin kontrolü esasları belirtilmiş, jeoteknik ölçüm aletlerinden alınan verilerin değerlendirilmek üzere Karayolları Genel Müdürlüğü’ne her ay gönderilmesi öngörülmüştür.

Yönergenin tünel güvenliği açısından en önemli hükümlerinin yer aldığı beşinci kısmında yangınla mücadele konusuna değinilmiştir. Yangın öncesi acil durum planları yapılması ve tünel işletme personelinin eğitim faaliyetlerine önem verilmesi zorunluluğu getirilmiştir. TS.862'deki yangın sınıflandırmaları dikkate alınarak ilgili yörenin itfaiyesi ile bir protokol yapılması gerekliliği açıklanmıştır.

4.1.2. Tünellerin asgari güvenlik gereksinimlerine ilişkin proje kriterlerinin belirlenmesi ile ilgili komisyon raporu

07.09.2004 tarihinde Karayolları Genel Müdürlüğü'nde toplanan komisyon, dünyada bu uygulamalarda rehber olarak kullanılan;

- Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 29.04.2004 tarih ve 2004/54/EC sayılı Trans-Avrupa Karayolu Ağı Tünelleri İçin Minimum Güvenlik Gereksinimleri,
- Tüneller İçin Acil Durum Tesisleri Şartnamesi (Japonya, 1997)
- UNECE-Karayolu Tünelleri Uzmanlar Grubu'nun Tavsiyeleri Nihai Rapor (TRANS/AC.7/9, 2001)
- PIARC Tünellerde Yol Güvenliği (1995)
- Avusturya Planlama Kılavuzu (RVS.9.281, RVS.9.282, RVS.9.261, RVS.9.262)
- CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)

Kaynakları incelenmiş, 'Trans-Avrupa Karayolu Ağı Tünelleri için Minimum Güvenlik Gereksinimleri'nin altyapı önlemleri bakımından esas alınmasına karar verilmiştir. Bu direktifte yer almayan hususlar için yukarıdaki belgelerin ilgili hükümlerinin uygulanacağı belirtilmiştir. Esas alınan AB direktifinin altyapı önlemleriyle ilgili kısımları çalışmanın 3.3.4. bölümünde yer almaktadır.

4.2. Türkiye Tünellerinin Güvenlik Açısından Mevcut Durumu

Türkiye'de bulunan 500 metreden daha uzun olan tüneller güvenlik açısından incelendiğinde en belirgin özellik otoyolu tünelleri ile devlet yolu tünelleri arasındaki

farklılıklar olarak göze çarpmaktadır. Trafiğe açık olan otoyol tünellerinden 2006 yılında yapımı tamamlanan Iğdır tüneli haricindeki tüm tünellerde güvenlik ekipmanlarının yerleştirildiği görülmektedir. Iğdır tüneline güvenlik ekipmanlarının sağlanması için ihale hazırlıkları devam etmektedir. Ayrıca 1991 yılında hizmete açılan ve en çok trafik hacmine sahip olan Korutepe ve Gültepe tünellerinde güvenlik ekipmanları ekonomik ömrünü tamamladığından sistemlerin tekrar kurulması gerekmektedir.

Devlet yolu tünellerinde ise aşağıda ayrıntılı olarak incelenen Ulaş tüneli haricindeki trafiğe açık tünellerde güvenlik ekipmanları bulunmamaktadır. Sadece bazı tünellerde floresan lamba ile aydınlatma yapılmaktadır. Havalandırma sistemi olarak doğal havalandırma yöntemi kullanılmaktadır. 500 metreden uzun olan tüm otoyolu tünelleri ve güvenlik ekipmanları yerleştirilmiş tek devlet yolu tüneli olan Ulaş tünelinin mevcut durumu ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Selatin Tüneli

Mevki	:İzmir-Aydın Otoyolu O-31
Hizmete Giriş Tarihi	:2000
Uzunluğu	:3.043 m
Tüp Sayısı	:2/Tek yönlü trafik
Hız Limiti	:80 km/saat
YOGT	:12.678
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%32

Tünelin Olumlu Yönleri

- Tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilmiyor.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.
- Portal girişlerinde trafik ışıkları ve bariyerler mevcut.

- Tünel boyunca tam video izleme mevcuttur. Tünel içindeki trafik ve olaylar, tünel tüpleri boyunca belirli yerlere tesis edilen (her iki tüpte 32 nokta) CCD renkli kameralar tarafından izlenmektedir. Tünel tüpü dışına yerleştirilen kameralar uzaktan kontrollü yatay ve düşey hareketli ve motorlu zoom özelliklerine sahiptir. Görüntüler kontrol merkezine multi-core fiber optik sistem ile aktarılmaktadır. Tüm olaylar Video kayıt cihazları tarafından 24 saat kaydedilmektedir. Tünel ekipmanlarının yerleşimi Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut ve gereğinde araya girerek sürücülere bilgi verilebiliyor.
- Tünel aydınlatması CIE 88 önerilerine göre yapılmıştır. Girişteki eşit ve geçiş bölgelerinde kademeli olarak azalan yoğun bir aydınlık, daha sonra çıkışa kadar aynı seviyede aydınlık sağlanmıştır. Tünel içindeki aydınlık seviyesi, tünel dışındaki aydınlık seviyesine göre ayarlanmaktadır. Bu kontrol tünel içindeki ve dışındaki lüminans metreler vasıtası ile kontrol merkezinden yapılmaktadır. Tünel dışının karanlık, alaca karanlık, bulutlu, güneşli olma durumlarına göre tünel içi, özellikle giriş bölgesi aydınlığı 6 seviyeli olarak ayarlanmaktadır.
- Tünel havalandırması olarak boyuna havalandırma sistemi seçilmiştir ve PIARC önerilerine göre projelendirilmiştir. Açık sistem jet fanlarla havalandırma sağlanmaktadır. Güney tüpte (normal trafik akış yönüne göre Aydın'a doğru) 26, kuzey tüpte (normal trafik akış yönüne göre İzmir'e doğru) 10 adet fan olmak üzere toplam 36 adet 45kW fanlar kullanılmaktadır.
- Tünel içinde, her tüpte iki noktada (tünel ağızlarına yakın yerlerde) CO (karbon monoksit), görüş açıklığı, her tüpte bir noktada (tünel tüplerinin orta noktasında) hava hızı ve rüzgar yönü ölçü cihazları ile gerekli ölçümler yapılmakta ve bu veriler işlenerek havalandırma kontrolü yapılmaktadır. CO seviyesi 150 ppm olduğunda tünel kapatılmaktadır.
- Tünel tüpleri boyunca doğrusal yangın algılama sistemi, kapalı bölümlerde ise (elektrik odaları) spot ısı ve ionize duman sensörleri ile yangın algılanmaktadır. Doğrusal yangın algılama sistemi ile tünel tüpleri boyunca yangının nerede ve hangi noktada olduğu tespit edilmekte ve merkeze bildirilmektedir. Kapalı bölümlerde acil durum anahtarları ile de herhangi bir acil durum merkeze bildirilmektedir. Yangın

söndürme ve müdahale sistemi kapalı sistemdir. İşletme basıncı 4,5 bardır. 150'lik çelik dikişsiz borular kullanılmaktadır. Her tüpte, trafik akışına göre sağ tarafta 100 m de bir yangın hortumu, iki adet kuru yangın söndürme tüpü ve hidrant bulunmaktadır. Yangın hortumu ve kuru yangın söndürme tüplerinin bulunduğu bölüm kapaklı olup, herhangi bir müdahalede kontrol merkezi bundan haberdar olmakta ve bu bölgedeki kamera görüntüleri monitörlere aksetmektedir.

- Trafik kontrol donanımı tünel içi ve dışı trafik işaretleri, trafik ışıkları, bariyerler, gabari kontrol sistemi, VMS, trafik sayımı ve trafik kontrol biriminden oluşmaktadır. Bütün trafik kontrol işaret ve birimleri kontrol merkezindeki trafik bilgisayarından otomatik ve manuel kontrol edilebilmektedir. Tünel Girişlerinde tüneli kapatmak için otomatik flaşörlü motorlu bariyer, her şeritte 1 adet 3'lü (kırmızı, sarı, yeşil) trafik işareti mevcuttur. Tünel içinde; her tüpte 7 kontrol noktasında hız kontrolü için loop bulunmakla birlikte şerit kontrol ve değişken hız kontrol işareti mevcuttur. Tünel dışında ise girişlere en yakın kavşaklarda (Belevi ve Germencik) ve tünel girişlerine yakın 6 yerde trafiği çevirmek ve trafiğe bilgi vermek için değişken mesajlı tabela (VMS), Her girişe yaklaşırken 3 değişken tip hız kontrol işareti ve değişken tip şerit kontrol işareti mevcuttur.
- Tünel tüpleri boyunca her iki yangın hidrant nişinde bir (yaklaşık 200m) 4 butonlu (itfaiye, doktor, polis, servis) acil haberleşme birimi bulunmaktadır. Acil haberleşme birimlerinin olduğu yerlerde ışıklı sabit telefon işaretleri ve döner sarı lambalar bulunmaktadır. Işıklı sabit telefon işareti sürekli yanmakta, döner sarı lamba ise acil haberleşme birimi kullanıldığında veya acil bir durum olduğunda yanmaktadır.
- Tünel radyo ve telsiz sistemi iki yönlü telsiz sistemi ve tekrar yayın yapan FM radyo sürücü bilgilendirme sisteminden oluşmaktadır. Radyo yeniden yayınları, tünelin her iki tüpünde, tüm yerel ticari yayın istasyonlarında 88-108 MHz (FM) frekans bandından yapılmaktadır. Tünel içinde yeniden yayınlanmış FM radyo kanalları üzerinden canlı veya önceden kaydedilmiş anonsları yapmak mümkündür.
- Tünel telsiz sistemi VHF bandından, tünel içi, tünel kontrol merkezi ve elektrik dağıtım binaları ve otoyol bakım işletme arasındaki haberleşmeyi sağlamaktadır. Polis, itfaiye ve ambulans gibi 3. şahısların haberleşmesi için sisteme röle girişleri bırakılmıştır. İki yönlü telsiz sisteminde mobil ve el telsizleri kullanılmaktadır.

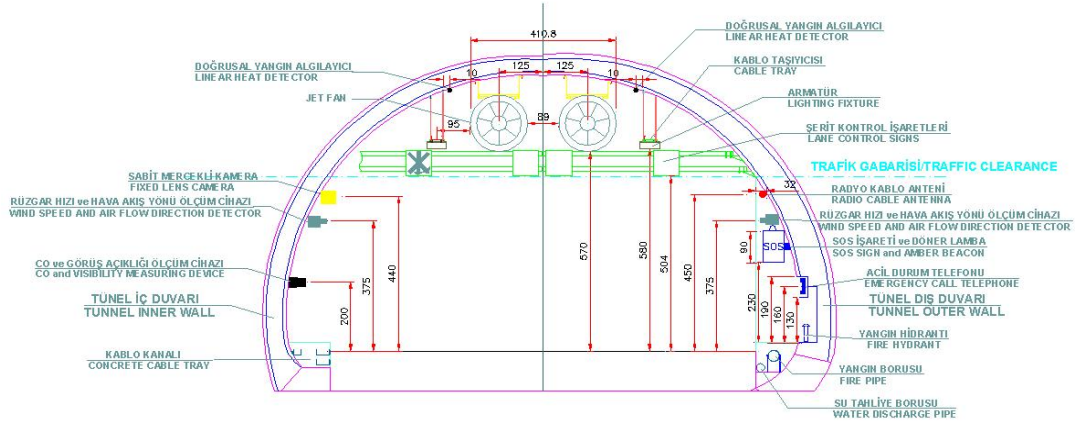
- Acil bir durum senaryoları oluşturulmuştur. Tünel içinde bir aracın arıza yapması durumunda; araç kontrol merkezinden kameralar vasıtası ile görüldüğünde operatör aracın bulunduğu şeridi trafiğe kapatıp, aracın ivedilikle tünelden çıkarılmasını sağlayacaktır. Araç şoförü acil haberleşme birimlerinden biri ile kontrol merkezi ile bağlantı kurduğunda, o bölgedeki kamera görüntüsü monitörlere yansıtılacak ve sesli mesaj verilecektir. Operatör aracın bulunduğu şeridi trafiğe kapatıp, aracın ivedilikle tünelden çıkarılmasını sağlayacaktır. Tünel içinde karbon monoksit miktarı arttığında sistem otomatik olarak jet fanları çalıştırarak havalandırma yapılacaktır. Karbon monoksit miktarı 150 ppm olduğunda tünel otomatik kapatılacak, Trafik durdurulacak veya servis yollarından, acil geçişlerden ve en yakın kavşaktan geri döndürülüp alternatif yollara yönlendirilecektir. Tünel içinde yangın olduğunda; fanlar çalışıyorsa durdurulup, kontrol operatöre bırakılacaktır. Tünel trafiğe kapatılıp, trafik durdurulacak veya servis yollarından, acil geçişlerden ve en yakın kavşaktan geri döndürülüp alternatif yollara yönlendirilecektir. Tünel içinde aydınlatma en üst seviyeye çıkarılacaktır.

- Acil durum yaya yolları mevcuttur.
- Yaklaşık her 500 metrede bir 2 tüp arası acil geçişler mevcut.
- Kurtarma araçları tünel tüpleri arasında geçiş yapabiliyor (Resim 4.1.).
- Tünel kullanıcıların tahliyesi süresince kaçınılmaz olan güvenlik ekipmanlarını işlevsel tutacak kesintisiz güç kaynağı mevcut.
- Tünel içinde kullanılan bütün kablolar alev geciktirmelidir (IEC 502'ye göre).

Tünelin Olumsuz Yönleri

- Tünelden çıkış rotasını gösteren tahliye aydınlatması mevcut fakat en yakın çıkış noktasının mesafesini gösteren tabelalarda aydınlatma bulunmamaktadır.
- Tünel personeli için düzenli eğitim verilmiyor.
- Tünelde acil durum için kullanılacak cep bulunmamaktadır.
- En yakın itfaiyenin tünele ulaşması 30 dakika almakta olup bu süre çok uzundur.
- Düzenli acil durum tatbikatı yapılmamaktadır.
- Trafik akımındaki aksamalar otomatik olarak tespit edilemiyor.

SELATIN TÜNELİ KESİTİ SELATIN TUNNEL SECTION



SELATIN TÜNELİ CİHAZ YERLEŞİMLERİ SELATIN TUNNEL EQUIPMENT SETTLEMENT

Şekil 4.1. Selatin tüneli cihaz yerleşimleri



Resim 4.1. Selatin tüneline tünelleri arasında araç geçişi

Selatin Tünelinde Meydana Gelen Kazalar

Türkiye’de meydana gelen tünel kazaları konusunda yeterli istatistiksel bilgi mevcut değildir. Selatin tünelinde meydana gelen kazalar CCTV görüntüleri ile birlikte kayıt edilmektedir. Selatin tüneli kontrol merkezinden alınan bilgilere göre tüneldeki kazalar incelenmiştir.

Gözlem periyodu	:01 Ocak 2003 / 30 Temmuz 2006-09-04
Tünel uzunluğu	:3043 m (Çift tüp)
Tünelden geçen araç sayısı	:13.916.481
Ağır taşıtların oranı	:%32

Gözlem periyodunda tünel içerisinde toplam 27 kaza meydana gelmiştir. Kazaların 19 adedinde kazaya ağır taşıt karışmıştır. Kazalarda toplam 4 kişi hayatını kaybetmiş, 8 kişi yaralanmıştır. Tünelde bugüne kadar yangınlı kaza meydana gelmemiştir.

Tünelde 100 Milyon Taşıt Km’ye düşen kaza sayısı 7,08 (2005 yılı Türkiye ortalaması 193), tünelde 100 Milyon Taşıt Km’ye düşen ölümlü kaza sayısı 0,94 (2005 yılı Türkiye ortalaması 6) olarak hesaplanmaktadır.

Selatin tünelinde meydana gelen ölümlü kazalar

27/05/2003 tarihinde saat 06:42 civarında 75.yıl tüneli güney tüpü (İzmir - Aydın yönü) içinde kamyonet türü bir araç seyahat halindeki başka bir araca arkadan çarpmıştır. kaza sonucunda tünelde her hangi bir hasar oluşmamış fakat arkadan çarpan kamyonet sürücüsü hayatını kaybetmiştir.

16/11/2005 tarihinde saat 04:20 sıralarında İzmir yönünden gelip - Aydın yönüne giden taksi 75.yıl tüneli’ni geçtikten sonra yol kenarındaki çepete duran kamyona çarpmıştır. Kazada taksideki 2 kişi hayatını kaybetmiştir.

18/07/2006 tarihinde saat 03:05 sıralarında İzmir yönünden gelip - Aydın yönüne giden araç tünel içine 100m kadar girdikten sonra seyir halindeki kamyonu arkadan çarpmıştır. Kazada 1 ölü ve 2 yaralı vardır.

Kızlaç Tüneli

Mevki	:TAG Otoyolu O-52
Hizmete Giriş Tarihi	:2000
Uzunluğu	:2.860 m
Tüp Sayısı	:2/Tek yönlü trafik
Hız Limiti	:90 km/saat
YOGT	:11863
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%34

Tünelin Olumlu Yönleri

- Tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilmiyor.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.
- Portal girişlerinde trafik ışıkları mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcuttur. Tünel içindeki trafik ve olaylar, tünel tüpleri boyunca belirli yerlere tesis edilen (her iki tüpte 32 nokta) CCD renkli kameralar tarafından izlenmektedir. Tünel tüpü dışına yerleştirilen kameralar uzaktan kontrollü yatay ve düşey hareketli ve motorlu zoom özelliklerine sahiptir. Görüntüler kontrol merkezine fiber optik sistem ile aktarılmaktadır.
- Tünel aydınlatması normal, güvenlik ve tahliye aydınlatması biçiminde vardır.
- Tünel havalandırması olarak boyuna havalandırma sistemi seçilmiştir ve PIARC önerilerine göre projelendirilmiştir. Açık sistem jet fanlarla havalandırma sağlanmaktadır. Güney tüpte 78, kuzey tüpte 46 adet fan olmak üzere toplam 124 adet fan kullanılmaktadır. Tünel ortasına yakın bir bölgede genişletilmiş bir kesit

oluşturularak kuzey tüpte 87 metrelik havalandırma tüneli, güney tüpte inşa edilen havalandırma bacası ile boyuna havalandırma sistemi desteklenmiştir.

- Tünel içinde, her tüpte iki noktada (tünel ağızlarına yakın yerlerde) CO (karbon monoksit), görüş açıklığı, her tüpte bir noktada (tünel tüplerinin orta noktasında) hava hızı ve rüzgar yönü ölçü cihazları ile gerekli ölçümler yapılmakta ve bu veriler işlenerek havalandırma kontrolü yapılmaktadır. CO seviyesi 150 ppm olduğunda tünel kapatılmaktadır.
- Otomatik yangın alarm sistemi ve yangın esnasında devreye giren yeterli güçte havalandırma sistemi mevcut.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut ve gereğinde araya girerek sürücülere bilgi verilebiliyor.
- Her tüpte, trafik akışına göre sağ tarafta yaklaşık 48 m de bir hidrant, 100 m de bir yangın hortumu, iki adet kuru yangın söndürme tüpü bulunmaktadır.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- Acil durum yaya yolları mevcuttur.
- Yaklaşık her 350 metrede bir 2 tüp arası acil geçişler mevcut (7 adet).
- Tünel kullanıcıların tahliyesi süresince kaçınılmaz olan güvenlik ekipmanlarını işlevsel tutacak kesintisiz güç kaynağı mevcut.
- Tünel içinde kullanılan bütün kablolar alev geciktirmelidir.

Tünelin Olumsuz Yönleri

- Tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilmiyor fakat kontrol sistemi mevcut değil.
- Tünelden çıkış rotasını gösteren tahliye aydınlatması mevcut fakat en yakın çıkış noktasının mesafesini gösteren tabelalarda aydınlatma bulunmamaktadır.
- Portal girişlerinde bariyerler mevcut değil.
- Acil durum telefonları arızalı.
- Tünel personeli için düzenli eğitim verilmiyor.
- Tünelde acil durum için kullanılacak cep bulunmamaktadır.
- En yakın itfaiyenin tünele ulaşması 25 dakika almakta olup bu süre çok uzundur.

- Düzenli acil durum tatbikatı yapılmamaktadır.
- Trafik akımındaki aksamalar otomatik olarak tespit edilemiyor.
- Kurtarma araçları tünel tüpleri arasında geçiş yapamıyor.
- Tünelde anons sistemi bulunmamaktadır.

Aslanlı Tüneli

Mevki	:TAG Otoyolu O-52
Hizmete Giriş Tarihi	:2000
Uzunluğu	:1.241 m
Tüp Sayısı	:2/Tek yönlü trafik
Hız Limiti	:90 km/saat
YOGT	:11863
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%34

Tünelin Olumlu Yönleri

- Tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilmiyor.
- Portal girişlerinde trafik ışıkları mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi ve yangın esnasında devreye giren yeterli güçte havalandırma sistemi mevcut.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- Tünel kullanıcıların tahliyesi süresince kaçınılmaz olan güvenlik ekipmanlarını işlevsel tutacak kesintisiz güç kaynağı mevcut.
- Tünel içinde kullanılan bütün kablolar alev geciktirmeli.
- Acil yürüyüş yolları mevcut.
- Tünel boyunca aydınlatma mevcut.
- Tünelde trafik sıkışması olmuyor.
- Tünel kontrol merkezi var.

- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut ve gereğinde araya girerek sürücülere bilgi verilebiliyor.
- Her tüpte, trafik akışına göre sağ tarafta yaklaşık 48 m de bir hidrant, 100 m de bir yangın hortumu, iki adet kuru yangın söndürme tüpü bulunmaktadır.
- Yaklaşık her 350 metrede bir 2 tüp arası acil geçişler mevcut (2 adet).
- Tünel içinde kullanılan bütün kablolar alev geciktirmeli.
- Havalandırma sistemi jet fanlarla oluşturulan boyuna havalandırma.
- Tünel içinde, CO, görüş açıklığı, hava hızı ve rüzgar yönü ölçü cihazları ile gerekli ölçümleri yapılıyor. Bu ölçüler değerlendirilerek havalandırma sistemi kontrolü ve trafiğe kapatılması değerlendiriliyor.
- Tünel girişlerinde trafik ışıkları mevcut.

Tünelin Olumsuz Yönleri

- Tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilmiyor fakat kontrol sistemi mevcut değil.
- Portal girişlerinde bariyerler mevcut değil.
- Tünelde acil durum için kullanılacak cep bulunmamaktadır.
- Acil durum telefonları arızalı.
- Tünel personeli için düzenli eğitim verilmiyor.
- Tünelde düzenli acil durum tatbikatları yapılmıyor.
- En yakın itfaiyenin tünele ulaşması 25 dakika almakta olup bu süre çok uzundur.
- İtfaiye personeli iyi eğitilmiş ve donanımlı değil.
- Tünel girişinde Gabari kontrolü yoktur.
- Hız limitleri kontrol edilmiyor.
- Tünelde anons sistemi mevcut değil.
- Kurtarma araçları tünel tüpleri arasında geçiş yapamıyor.

Ayran Tüneli

Mevki	:TAG Otoyolu O-52
Hizmete Giriş Tarihi	:2000
Uzunluğu	:559-597 m
Tüp Sayısı	:2/Tek yönlü trafik
Hız Limiti	:90 km/saat
YOGT	:11863
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%34

Tünelin Olumlu Yönleri

- Tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilmiyor.
- Portal girişlerinde trafik ışıkları mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi ve yangın esnasında devreye giren yeterli güçte havalandırma sistemi mevcut.
- Tünel kullanıcıların tahliyesi süresince kaçınılmaz olan güvenlik ekipmanlarını işlevsel tutacak kesintisiz güç kaynağı mevcut.
- Acil yürüyüş yolları mevcut.
- Tünel boyunca aydınlatma mevcut.
- Tünelde trafik sıkışması olmuyor.
- Tünel kontrol merkezi var.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.
- Her tüpte, trafik akışına göre sağ tarafta yaklaşık 48 m de bir hidrant, 100 m de bir yangın hortumu, iki adet kuru yangın söndürme tüpü bulunmaktadır.
- Tünel ortasında 1 adet 2 tüp arası acil geçiş mevcut.
- Tünel içinde kullanılan bütün kablolar alev geciktirmeli.
- Havalandırma sistemi jet fanlarla oluşturulan boyuna havalandırma.

- Tünel içinde, CO, görüş açıklığı, hava hızı ve rüzgar yönü ölçü cihazları ile gerekli ölçümleri yapılıyor. Bu ölçüler değerlendirilerek havalandırma sistemi kontrolü ve trafiğe kapatılması değerlendiriliyor.
- Tünel girişlerinde trafik ışıkları mevcut.

Tünelin Olumsuz Yönleri

- Tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilmiyor fakat kontrol sistemi mevcut değil.
- Portal girişlerinde bariyerler mevcut değil.
- Tünelde acil durum için kullanılacak cep bulunmamaktadır.
- Acil durum telefonları arızalı.
- Tünel personeli için düzenli eğitim verilmiyor.
- Tünelde düzenli acil durum tatbikatları yapılmıyor.
- En yakın itfaiyenin tünele ulaşması 25 dakika almakta olup bu süre çok uzundur.
- İtfaiye personeli iyi eğitilmiş ve donanımlı değil.
- Tünel girişinde Gabari kontrolü yoktur.
- Hız limitleri kontrol edilmiyor.
- Tünelde anons sistemi mevcut değil.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün değil.

Ulaş Tüneli

Mevki	:Antalya-Alanya Karayolu (127,5-129. km)
	Ulaş yakınları
Hizmete Giriş Tarihi	:2004
Uzunluğu	: 1.542.m
Tüp Sayısı	:Tek tüp, Tek yönlü trafik
Şerit Sayısı	:2
Hız Limiti	: 60 km/saat

YOGT :12950

Ağır Taşıt Yüzdesi :% 36

Tünelin Olumlu Yönleri

- Portal girişlerinde trafik ışıkları ve bariyerler mevcut.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut.
- Trafik akımındaki aksamalar, acil şeridin ve acil telefonların kullanılması otomatik olarak tespit edilebiliyor.
- Tünel ortasında cep mevcut.
- Otomatik yangın alarm sistemi ve yangın esnasında devreye giren yeterli güçte havalandırma sistemi mevcut.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün.
- Tünel kullanıcıların tahliyesi süresince kaçınılmaz olan güvenlik ekipmanlarını işlevsel tutacak kesintisiz güç kaynağı mevcut.
- Tünel içinde kullanılan bütün kablolar alev geciktirmeli.
- Acil yürüyüş yolları mevcut.
- Tünel boyunca aydınlatma mevcut.
- Tünelde trafik sıkışması olmuyor.
- Tünel kontrol merkezi var.
- Tünel kontrol merkezinde 24 saat eğitimli personel bulunduruluyor.
- Tünel girişinde Gabari kontrolü var.
- Hız limitleri kontrol ediliyor.
- Tünel boyunca trafik radyo yayını mevcut ve gereğinde araya girerek sürücülere bilgi verilebiliyor.
- Tünelde anons sistemi mevcut.
- 50 metrede bir yangın söndürücüler mevcut.
- Tünelden çıkış rotasını gösteren tahliye aydınlatması mevcut işaretlemeler en yakın çıkış noktasının yönünü ve mesafesini gösteriyor.
- Dumanın ve ısıнын tahliye yollarına ulaşması önlenmiş.
- Tünel içinde kullanılan bütün kablolar alev geciktirmeli.

- Havalandırma sistemi türü boyuna havalandırmadır.
- Tünel içinde, CO, görüş açıklığı, hava hızı ve rüzgar yönü ölçü cihazları ile gerekli ölçümleri yapılıyor. Bu ölçüler değerlendirilerek havalandırma sistemi kontrolü ve trafiğe kapatılma gibi işlemler değerlendiriliyor.
- Tünel girişlerinde trafik ışıkları mevcut.
- Tünel girişlerinde veya içinde değişken trafik işaretleri var.

Tünelin Olumsuz Yönleri

- Tehlikeli maddelerin taşınmasına izin verilmiyor fakat kontrol sistemi mevcut değil.
- Tünel personeli için düzenli eğitim verilmiyor.
- Tünelde düzenli acil durum tatbikatları yapılmıyor.
- İtfaiye ile protokol yapılmamış fakat Alanya Belediyesi'nden 5 dakika gibi kısa sürede tünele ulaşabiliyor.
- Tünelin sadece giriş ve çıkışında ve ortasında acil haberleşme telefonları mevcut.
- Tünelin ortasında tek bir acil çıkış var.

Korutepe Tüneli

Mevki	:Anadolu Otoyolu O4
Hizmete Giriş Tarihi	:1991
Uzunluğu	:1.041-1090 m
Tüp Sayısı	:2 tüp/ tek yönlü trafik
Şerit Sayısı	:2x(2 şerit + emniyet şeridi)
Hız Limiti	: 50-80-100 km/saat (trafiğin durumuna göre değiştiriliyor)
YOGT	:43.852
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%41

Tünelin olumlu yönleri

- Portal girişlerinde trafik ışıkları mevcut
- Tünel ortasında cep mevcut.
- Acil yürüyüş yolları mevcut
- Tünel boyunca aydınlatma mevcut.
- 100 metrede bir yangın söndürücüler mevcut.
- Yaklaşık 200 metrede bir acil geçişler mevcut.

Tünelin Olumsuz Yönleri

- Tünel kontrol merkezi ve ekipmanlarının büyük çoğunluğu ekonomik ömrünü tamamladığından çalışmaz durumdadır.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut fakat personel bulundurulamıyor.
- Acil durum telefonları çalışmıyor.
- Otomatik yangın alarm sistemi çalışmıyor.
- Tünelde trafik sıkışması oluyor.
- En yakın itfaiyenin tünele ulaşması 30 dakika almakta.
- Tahliye aydınlatması mevcut değil.
- Havalandırma sistemi doğrusal havalandırma fakat tünel içinde, CO, görüş açıklığı, hava hızı ve rüzgar yönü ölçü cihazları ile gerekli ölçümleri yapılamıyor.
- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün değil.
- Tünel kullanıcıların tahliyesi süresince kaçınılmaz olan güvenlik ekipmanlarını işlevsel tutacak kesintisiz güç kaynağı mevcut değil.
- Acil yürüyüş yolları mevcut.
- Tünele su sağlanamıyor.
- Kurtarma araçları tünel tüpleri arasında geçiş yapamıyor.

Göltepe Tüneli

Mevki	:Anadolu Otoyolu O4
Hizmete Giriş Tarihi	:1991
Uzunluğu	:606-585 m
Tüp Sayısı	:2 tüp/ tek yönlü trafik
Şerit Sayısı	:2x(2 şerit + emniyet şeridi)
Hız Limiti	: 50-80-100 km/saat (trafiğin durumuna göre değiştiriliyor)
YOGT	:43.852
Ağır Taşıt Yüzdesi	:%41

Tünelin olumlu yönleri

- Portal girişlerinde trafik ışıkları mevcut
- Tünel ortasında cep mevcut.
- Acil yürüyüş yolları mevcut
- Tünel boyunca aydınlatma mevcut.
- 100 metrede bir yangın söndürücüler mevcut.
- Yaklaşık 200 metrede bir acil geçişler mevcut.
- Tünelin Olumsuz Yönleri:
- Tünel kontrol merkezi ve ekipmanlarının büyük çoğunluğu ekonomik ömrünü tamamladığından çalışmaz durumdadır.
- Tünel boyunca tam video izleme mevcut fakat personel bulundurulamıyor.
- Acil durum telefonları çalışmıyor.
- Otomatik yangın alarm sistemi çalışmıyor.
- Tünelde trafik sıkışması oluyor.
- En yakın itfaiyenin tünele ulaşması 30 dakika almakta.
- Tahliye aydınlatması mevcut değil.
- Havalandırma sistemi doğrusal havalandırma fakat tünel içinde, CO, görüş açıklığı, hava hızı ve rüzgar yönü ölçü cihazları ile gerekli ölçümleri yapılamıyor.

- Tünel içerisinde itfaiye ve polisin telsiz haberleşmesi yapabilmeleri mümkün değil.
- Tünel kullanıcıların tahliyesi süresince kaçınılmaz olan güvenlik ekipmanlarını işlevsel tutacak kesintisiz güç kaynağı mevcut değil.
- Acil yürüyüş yolları mevcut.
- Tünele su sağlanamıyor.

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE KARŞILAŞTIRMA

5.1. Tünel Güvenliği ile İlgili Konularda Yapılan Çalışmalar Açısından Türkiye ve AB'nin Karşılaştırılması

AB'de yürütülen projeler sonucu tünel kazaları ve olası riskler konusunda birçok veri elde edilmiş ve bu veriler tünel güvenliğini artıracak birtakım standartların esas alınması gerekliliği sonucunu doğurmuştur. Bu standartların belirlenebilmesi ve eksikliklerin tespit edilerek giderilebilmesi amacıyla çalışmalar yapılmış ve neticede 2004/54/EC sayılı AB Direktifi yürürlüğe girmiştir. Tünellerin iyileştirme çalışmaları 30 Nisan 2014 tarihine kadar devam edecektir. Trans Avrupa yol ağında bulunan mevcut tünellerinin toplam tüp uzunluğu AB ortalamasının üzerinde olan üye ülkeler 6 yıla kadar ek süre talep edebileceklerdir.

AB Komisyonu'nun finanse ettiği tünel güvenliği ile ilgili araştırma projelerinin bazıları ise şunlardır: FIT (Fire In Tunnels-Tünellerde Yangın), DARTS (Durable And Reliable Tunnel Structures-Sağlam ve Dayanıklı Tünel Yapıları), UPTUN (Upgrading Existing Tunnels-Mevcut Tünellerin Geliştirilmesi), SafeT (Safety In Tunnels-Tünellerde Güvenlik), SIRTAKI (Safety Improvement In Road And Rail Tunnels Using Advanced Information Technologies And Knowledge Intensive Decision Support Models-İleri Bilgi Teknolojileri ve Bilgi Yoğunluklu Karar Destek Modelleri Kullanılarak Karayolu ve Demiryolu Tünellerinin Güvenlik Açısından Geliştirilmesi), Virtual Fires (Virtual Real Time Emergency Simulator-Gerçek Zamanlı Sanal Acil Durum Simulatörü). Bu araştırma projelerinin hepsi birbiriyle ilişkili olarak devam etmektedir.

AB'nin tünel güvenliği konusundaki çalışmaları desteklemesi sonucu bilgi birikimi artmakta, eksiklikler tespit edilerek mevcut tünellerin güvenlik bakımından iyileştirilmesi için uygun ortam hazırlanmaktadır. Çalışmalar arasında veri alışverişinin sağlanmasıyla tüm projeler koordineli olarak ilerlemektedir.

Türkiye’de bu konuda yapılmış çalışma azdır. ‘Tünel İşletme Ve Bakımı Hakkında Yönetmelik Tasarısı’ ve ‘Tünellerin Asgari Güvenlik Gereksinimlerine İlişkin Proje Kriterlerinin Belirlenmesi İle İlgili Komisyon Raporu’ tünel güvenliği hakkında yapılan iki çalışmadır. Yönetmelik tasarısı yönerge olarak kullanılmakta olup birçok yönden boşluklar içermektedir. Örneğin ‘Tanımlar’ kısmında tüneldeki tüm güvenlik ekipmanları tanımlanmış ancak icrai hükümlerde bu ekipmanların bulundurulma zorunluluğuna değinilmemiştir. Diğer çalışma olan komisyon raporunda ise AB direktifindeki altyapı önlemleri aynen alınmış, direktifte düzenlenmeyen konularda dünyada kabul görmüş güvenlik kriterlerinin uygulanması kararlaştırılmıştır. Bu bağlamda Türkiye’de proje kriterleri AB direktifiyle uyumlu hale gelmiştir. Ancak altyapı konusu dışındaki güvenlik faktörleri konusunda belirsizlik sürmektedir.

5.2. AB ve Türkiye Tünellerinin Güvenlik Bakımından Karşılaştırılması

AB tünelleri ana hatlarıyla incelendiğinde esasen her tünelin farklı özellikler gösterdiği, ülkeden ülkeye yapı ve donanımlarının değiştiği görülmektedir. Tünellerden bazılarının yapım tarihinin 1800’lü yıllar olduğu göz önünde bulundurulduğunda genelleme yapmanın imkansızlığı da anlaşılabacaktır. Her tünelde yapıldığı dönemin koşullarında gerekli görülen önlemlere göre güvenlik yapısı oluşturulmuş ve günün gereklerine gözden geçirilmiştir. Yeni olan tüneller için ise, AB direktifindeki aşırı maliyetli olması veya yapısal güçlükler olması durumunda standartların uygulanma zorunluluğunu ortadan kaldıran hükümlerin varlığı karşısında , yeknesak bir tünel profili olduğunu söylemek mümkün değildir.

Avrupa tünellerinin ülkelere göre dağılımı incelendiğinde yapımı tamamlanacak olanlarla birlikte 2010 yılında 500 metreden büyük toplam 512 tünelin 246’sıyla İtalya, 64’üyle Avusturya ve 55’iyle Almanya’nın ilk üç sırayı alacağı tahmin edilmektedir[5]. Ancak ilk sırada olmasına rağmen İtalya’daki tünellerde yapılan testlerde genellikle güvenliğin yetersiz seviyede olduğu görülmüştür [22]. Yine yapılan testlerde güvenlik kriterlerine tamamen uygun tünellerin bulunduğu bazı ülkelerde çok yetersiz bulunan tünellerle de karşılaşmaktadır.

Tüneller arasındaki bu farklılıklara rağmen genel bir değerlendirme yapıldığında AB Direktifinin yürürlüğe girmesinden itibaren yeni tünellerde bu güvenlik standartlarına uyulduğu, eski tünellerde ise gözden geçirme projeleriyle eksikliklerin giderilmeye çalışıldığı görülmektedir. Neticede amaç, Avrupa tünellerinin her bakımdan olduğu gibi güvenlik bakımından da yeterli seviyeye ulaşmasını sağlamaktır.

Türkiye'deki tüneller bakımından ise, otoyolları üzerindeki ile devlet yolları üzerindeki tünellerin ilk etapta güvenlik açısından birbirinden oldukça farklı oluşu göze çarpmaktadır. Otoyolları üzerinde yer alan tünellerin genelde altyapı bakımından AB güvenlik standartlarına uygun oldukları görülmektedir. Tüm tüneller çift tüplü ve tek yönlü olarak inşa edilmiştir. Genellikle üç şeritlidir. Ancak tünel işletimi bakımından eksiklikler bulunmaktadır (Örneğin kontrol merkezlerinde yeterli personel bulundurma, itfaiyenin donanımlı ve eğitilmiş olması, düzenli acil durum tatbikatlarının ve eğitimlerin yapılması zorunluluğu getirilmesi hususları). Devlet yolları üzerinde bulunan mevcut tünellerde ise güvenlik standartları ihtiyacın çok altındadır (Ilıkso-Ulaş tüneli hariç). Birçok tünelde en temel ekipman dahi bulunmamaktadır (Örneğin aydınlatma, havalandırma, acil çıkışlar, cepler, sinyalizasyon vb.).

KGM'nin 08.03.2005 tarihli 'Tünellerin Asgari Güvenlik Gereksinimlerine İlişkin Proje Kriterlerinin Belirlenmesiyle İlgili Komisyon Raporu'nda altyapı standartları bakımından AB direktifinin esas alınmasıyla, yeni yapılacak olan tünellerde bu şartların sağlanması beklenmektedir.

Diğer bir husus da, KGM'nin tünel güvenlik ekipmanlarını tünel inşaatı tamamlandıktan sonra ikincil işler olarak ayrıca ihale etmesidir. İnşaatı tamamlanan tünellerin en kısa zamanda trafiğe açılması yolu tercih edildiğinden güvenlik ekipmanı olmaksızın tüneller bir süre kullanılmaktadır. Bu durum, mevcut riski oldukça artırmaktadır.

Sonuç olarak Türkiye’deki tünellerde Avrupa tünellerinde de olduğu gibi güvenlik bakımından çok iyi seviyede bulunanlar yanında yetersiz olanlar da bulunmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Avrupa Birliği’de tünel güvenliğinin öneminin anlaşılması ve birçok projenin hayata geçirilmesi, Türkiye’de de bu konuya dikkati çekmiştir. Gerek yürütülen çalışmalar gerekse tünel güvenlik ekipmanlarının kullanılması açısından yapılan karşılaştırmalar, Türkiye’nin bu konuda uzun bir süre çaba sarfetmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Diğer yandan kamuoyunun dikkatini çekerek konuya eğilmesine yol açacak bir tünel kazasının bugüne kadar meydana gelmemesi olumlu olmakla beraber, toplumun bilinçlenmesi gecikmektedir. Avrupa Birliği’nde de 1999 ve 2001 yıllarında meydana gelen üç büyük tünel yangınlarının ardından bu konudaki çalışmalar hızlanmıştır.

Türkiye’de tüm tünel güvenlik koşullarını içermekte olan bir kanun ya da yönetmelik bulunmamaktadır. Bu sebeple altyapı ve donanım yeterliliği sağlansa bile, işletme ve personel açısından gerekli sorumluluk kuralları ve hukuki düzenlemelerin bulunmaması nedeniyle, tünel güvenliğinin tam olduğu söylenemez.

Türkiye’de tünel güvenliğinin tam anlamıyla sağlanabilmesi için alınması gereken önlemler

- Tünellerde meydana gelecek bir yangına müdahale için yerel itfaiye teşkilatı ile protokol yapılmakta ve olası bir yangında bu itfaiye teşkilatından yararlanılmaya çalışılmaktadır. Ancak yerel itfaiyenin tünelin bulunduğu kesime ulaşması ortalama olarak yarım saati aşmaktadır. Tünel yangınlarının gelişimi incelendiğinde bu sürenin çok uzun olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca tünellerin genellikle kırsal ve dağlık arazide olduğu düşünülürse bu bölgelerdeki itfaiyenin bir tünel yangınına müdahale edebilecek yeterli donanım ve bilgiye sahip olmadığı görülmektedir. Tünel yangınlarına müdahale için protokol yapılan itfaiyenin olay yerine ulaşma süresi göz önünde bulundurularak, gerekli görülen yoğun trafikli tünellerde daimi itfaiye biriminin oluşturulması ve olası tünel yangınına müdahale edecek olan itfaiyenin yeterli donanım ve bilgi birikimine sahip olmasının sağlanması gerekmektedir.

- Tünel Güvenliği ile ilgili olarak Trans-Avrupa Karayolu Ağı Tünelleri için minimum güvenliği gereksinimleri (2004/54/EC) direktifinin sadece altyapı önlemleri ile ilgili bölümü uygulamaya konulmuş ve tünel işletimi ile ilgili bölümler incelenmemiştir. Tünel güvenliğinde rol alacak otoritelerin (tünel işletmesi, itfaiye, ambulans, polis, jandarma vb.) üzerinde yetkilendirilmiş, koordinasyonu ve denetimi sağlayan bir birim mevcut değildir. Bu durum olası bir kazada ve yangın sonucunda görev dağılımı, müdahale yöntemleri konusunda karışıklara yol açacaktır. İdari yetkili bir otorite oluşturulmalı ve tünel işletimine katılan tüm personel ve acil durum servisleri gerekli eğitimi almalıdır. Her tünel için acil durum planları hazırlanmalı ve periyodik acil durum tatbikatları yapılmasının yasal düzenlemelere bağlanmalıdır.

- Türkiye’de bugüne kadar toplumun ilgisini çekecek büyük bir tünel yangını meydana gelmediğinden sürücülerin konuya karşı bilgisiz oldukları görülmektedir. Yapılan tatbikatlarda tünel girişlerinde Değişken Trafik İşaretleri ile tünelde yangın olduğu belirtilmesine ve kırmızı ışıklarla tünele girişlerin yasaklanmasına karşın sürücülerin tünele girmeye devam ettikleri görülmüştür. Bu kapsamda kitle iletişim araçları da kullanılarak kamuoyunun, tünelde araç kullanırken (özellikle aracın arızalanması, trafiğin sıkışması, kaza veya yangın anında) uyulması gereken doğru davranış kuralları konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Sürücü adaylarının eğitimleri ve sınavları sırasında bu konuya yer verilmesi gerekmektedir. Mevcut güvenlik ekipmanları ve Bölüm 2.4.’te ifade edilen tünel içerisinde doğru davranış kuralları ile ilgili olarak basılan broşürler tünellerden önceki dinlenme alanları ve ücret gişelerinde sürücülere dağıtılmalıdır.

- Tehlikeli madde geçişleri ile ilgili olarak Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından onaylanan Tünel işletme ve bakımı hakkında yönetmelik tasarısı Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yönerge olarak kullanılmaktadır. Bu yönergenin tehlikeli maddelerin tünellerden geçişi esaslarının yer aldığı ikinci kısmında tehlikeli madde taşıyan araçların tünelleri kullanabilmesi için gereken şartlar belirlenmiştir. Ancak bu şartların sağlanabilmesi ağır yük taşıyan araçlar ile tehlikeli yük taşıyan araçların kontrollerinin düzenli olarak yapılmasının sağlanması, yeterli yol kenarı

kontrolleriyle ihlallerin önlenmesi ve caydırıcı yaptırımlar uygulanması ile mümkün olacaktır.

- Ağır yük taşıyan araçlar ve otobüslerin yakıt tankı kapasitelerinin sınırlandırılması (özellikle sınır geçen araçlar, ülkeler arasındaki yakıt fiyat farkı avantajını kullanabilmek için yakıt tanklarını aşırı bir biçimde büyötmektedirler) gerekmektedir.
- Tehlikeli maddeler sınıflandırılarak hangi maddeleri taşıyan araçların hangi tünellerden geçmesine izin verileceğine ilişkin risk analizleri yapılması ve uygun güzergahların belirlenmesi gerekmektedir.
- Sürücülerin tünel içinde hız limitlerine uymalarının ve takip mesafesini korumalarının etkin kontrollerle sağlanması ile gerektiğinde sollama yasakları getirilerek kaza riskinin azaltılması gerekmektedir.
- Kaza sonrası raporların eksiksiz tutulması sağlanarak oluşturulan veri bankasının eğitimlerde ve sonraki kazaların önlenmesi çalışmalarında kullanılması gerekmektedir. Meydana gelen bir çok kaza ile ilgili verilere ulaşamamış ve sağlıklı bir değerlendirme yapılamamıştır.
- Avrupa’da meydana gelen bir çok tünel yangınının aşırı ısınmış motor ve fren sistemi sebebi ile çıktığı görölmektedir. Yüksek eğimli alanlardaki tünellerde fren ve motor sistemi aşırı ısınmış araçların soğuması ve gerekli kontrollerin yapılması için girişlerden önce park alanlarının oluşturulması gerekmektedir.
- KGM’nin proje kriterleri için hazırladığı raporda kabul edilen altyapı önlemlerinin tüm tünellerde gerçekleştirilmesinin sağlanması gerekmektedir. Güvenlik ekipmanları henüz kurulmayan tüneller ve yeni yapılan tüneller dikkate alındığında önümüzdeki 5 yılda sadece güvenlik ekipmanları için yaklaşık 250 Milyon Dolarlık bir harcama gerekmektedir (Tek tüp ortalama maliyeti 2,8 Milyon USD/km). Tünel

güvenlik ekipmanlarının belirlenecek öncelik kriterlerine göre sırayla tüm tünellerde sağlanması gerekmektedir. Bolu Dağı geçişinin yapımı için yıllar bazındaki harcamalar, tüketici fiyatları endeksine göre artırılarak 2007 yılı fiyatlarına getirildiğinde; yaklaşık 1,6 milyar ABD doları harcama yapıldığı görülmektedir. Bolu Dağı geçişi güvenlik ekipmanları tam anlamı ile tamamlanmadan tek yönlü olarak trafiğe açılmıştır.

Yeni gelişen teknolojilerin ve standartlardaki değişiminin, alınan tedbirleri ileride yetersiz hale getirmesi mümkündür. Bu sebeple yapılan çalışmaların yakından takip edilerek önlemlerin güncellenmesi, tünel güvenliğinin etkin olarak sağlanması bakımından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Krausmann E., Mushtag F., “Analysis of tunnel-accident data and recommendations for data collection and accident investigation”, ***EU SafeT Project D4.5 Report, Turin***, 7-20 (Mart 2005).
2. Amundsen, F.H., Melvear, P. And Rones, P., “Studies on Norwegian Road Tunnels, an analysis of traffic accident and car fires in road tunnels”, ***Norwegian Public Roads Administration TTS 15 Report, Oslo***, 14-16 (1997).
3. United Nations Economic And social Council, “Recommendations of the group of experts on safety in road tunnels final report”, ***UNECE Trans/AC.7.9 Report, Geneva***, 16-32 (10 December 2001).
4. PIARC World Road Association, “Fire and Smoke Control in Road Tunnels”, ***PIARC Committee on Road Tunnels C5, Paris***, 39-51 (1999).
5. Grill, J., “Tunnel Testing Targets Safety Gains”, ***Safety&Security for Road Infrastructure***, 9 (2): 12-13, (2005).
6. The AA Motoring Trust, “Results of the Pan-European Tunnel Testing Programme”, ***EUROTAP 2003, London***, 1-38, (2003).
7. PIARC World Road Association, “Fire accidents in road tunnels causing personal injuries since 1949”, ***PIARC Technical Committee on Road Tunnels, Brussel***, 1-21 (1987).
8. Boer, L.C., “Behaviour by motorists on evacuation of a tunnel”, ***TNO Report TM-02-C134, Soesterberg***, 19-54, (2002).
9. PIARC World Road Association, “Road Safety in Tunnels”, ***PIARC Committee on Road Tunnels, Paris***, 29-31 (1995).
10. Özbakır, E., “Karayolu tünellerinde havalandırma”, ***TTMD Semineri***, Ankara, 2-4, (2001).
11. Sucugil, R. M., “Tünel Aydınlatma Sistemlerinde Enerji Tasarrufu ve Aydınlatma Teknolojisi”, Yüksek Lisans Tezi, ***Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, 2-8, (2000).
12. Onaygil, S., “En Yeni Önerilere göre Tünel Aydınlatmasının Esasları” , ***İTÜ Elektronik fakultesi Dergisi***, 27: 13-17, (2000).
13. Trijsenaar, I.J., Koch, W., Wiersma, T., Ramirez, C., “Current practice in tunnel safety”, ***EU SafeT Project D1 Report, Orbassano***, 38, (2005).

14. European Parliament and of Council, 30 April, *Official Journal of EU*, L167: 1-21, (2004).
15. Karluk, R., “Avrupa Birliği ve Türkiye”, *Beta Basım*, İstanbul, 49-51,461,462, (2003).
16. Rumford, C., “Trans-Avrupa Ağlarının AB Bütünleşmesindeki Yeri”, *İstanbul Kültür Vakfı Yayınları*, İstanbul, 1-52, (1997).
17. Pattberg, H., “Avrupa Tek Pazarına Dinamik Destek Olarak Ulaştırma”, *İstanbul Kültür Vakfı Yayınları*, İstanbul, 5, (1998).
18. Commission of the European Communities, “European Transport Policy for 2010: Time to Decide”, *European Commision 370 Final Report , Luxemburg*, 3-58, (2001).
19. European Union Directorate General for Energy and Transport, “Safety in European Road Tunnels”, *EU Report 1.4.73, Brussel*, 1-7, (2003).
20. European Union, “Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council”, *EU Report 769, Brussel*, 1-16, (2002).
21. Grill, J., “Tunnel Testing Targets Safety Gains”, *Safety&Security for Road Infrastructure*, 9 (2): 12-13, (2005).
22. European Tunnel Assesment Programme, “Tunnel Test Results 2006”, *EUROTAP Report 2006, Rued’Arlon*, 1-32, (2006).
23. Karayolları Genel Müdürlüğü Bakım Dairesi Başkanlığı, “Karayolu Tünelleri ve Yükseklik Teşkil Eden Yapılar”, *KGM matbaası*, Ankara, 1-185 (1997).
24. Karayolları Genel Müdürlüğü Otoyolları Dairesi Başkanlığı, “Otoyollarında Büyük Sanat Yapıları Envanteri”, *KGM matbaası*, Ankara, 1-103 (2006).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SİNOPLU, Murat Zafer
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 12.01.1975 Ankara
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 415 87 68
 Faks : 0 (312) 415 80 00
 e-mail : msinoplu@kgm.gov.tr

Eğitim Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet tarihi

Lisans	Gazi Üniversitesi /İnşaat Müh. Bölümü	1997
Lisans	Anadolu Üniversitesi/ İşletme Fakültesi	2005
Lise	Erzurum Anadolu Lisesi	1992

İş Deneyimi Yıl

Yer

Görev

2001-2006	Karayolları Genel Müdürlüğü	Yapım Müh.
1998-2001	Key Proje A.Ş.	Proje Müh.

Yabancı Dil

İngilizce (KPDS 78)