

Taner KABOĞLU

Abstract:

In this study, fire fighting systems in road and railway tunnels are investigated. Turkish and other national standards are considered. Information is given about manual and automatic fire extinguishing systems.

Key Words:

Tunnel, Road, Railway, Extinguishing, Standard.

Tünellerde Yangın Söndürme Sistemi Esasları ve Uygulamaları

ÖZET

Bu çalışmada, karayolu ve demiryolu tünellerinde uygulanan yangın söndürme sistemleri incelenmiştir. Türkiye’de ve diğer ülkelerde yapılan uygulamalar, esas alınan standartlar ve yönetmelikler irdelenmiştir. Yangınla mücadele için kullanılan, elle ve otomatik müdahale olanakları hakkında bilgi verilmiştir.

***Anahtar Kelimeler:** Tünel, Karayolu, Demiryolu, Söndürme, Standart.*

1. GİRİŞ

Avrupa’daki istatistikler incelendiğinde, tünellerde, açık yollara göre daha az yangın çıkmaktadır. Çünkü tüneller, açık yollara göre daha iyi kontrol altında tutulan alanlardır. Burada aydınlatma ve işaretler normal yollara göre daha iyidir. Hava koşullarından araçların daha az etkilenmesi söz konusudur. Bütün bunlara rağmen Avrupa’da 15.000’den fazla karayolu ve demiryolu tüneli olduğu düşünülürse, buralarda çıkacak yangınların tahmin edilenden daha ciddi facialara yol açması söz konusu olabilir.

2. TÜNEL YANGINLARINDA OTOMATİK SÖNDÜRME SİSTEMLERİNİN KULLANIMI

Tünellerde otomatik yağmurlama sistemleri, Japonya’da 1960’lardan beri, Avustralya’da ise 1990’lardan beri uygulanmaktadır. Ancak Avrupa’da ve Kuzey Amerika’da yakın zaman kadar tercih edilmemiştir.

1999 yılında yayınlanan Dünya Yol Teşkilatı (World Road Association-PIARC) raporunda, tünellerde kurulacak otomatik yağmurlama sistemlerinin bir dizi sakıncasından bahsedilmiştir. Bunlar, petrol türevleri ve kimyasallarla temasta patlama riski oluşturması, araç içi yangınlarda etkisinin zayıf olması, işletme maliyetinin yüksek olması, kaçanların görüş mesafesini düşürmesi olarak sayılabilir. Bu nedenle, otomatik yağmurlama sistemlerinin, ancak tünel boşal-

tıldıktan sonra faydalı olabileceği, bir can güvenliği sistemi olmadığı, sadece yapının korunması için kullanılabilmesi görüşü benimsenmiştir.

Teşkilat, 2000’li yıllarında ilk bölümünde yaşanan felakete sonuçlanan yangınlar ve UPTUN (Cost-Effective Sustainable and Innovative Upgrading Methods for Fire Safety in Existing Tunnels) gibi projelerin başlamasıyla, 2007 yılında yeni bir rapor yayınlamıştır. Bu raporda, otomatik yağmurlama sistemlerinin yangınlarda bazı avantajlar getirebileceği belirtilmiştir. 2008 yılında detaylandırılan raporda, hızlı ve etkili bir algılama sistemiyle entegre edilen yağmurlama sistemlerinin, yangınlarda etkili olduğu belirtilmiştir.

Otomatik söndürme sistemleri araç içinde çıkan yangınları söndürme konusunda etkili değildir. Ancak araçtaki yangının yayılma hızını yavaşlatarak, diğer araçlara sıçramasını engelleyecek, daha güvenli bir kaçış ortamı sağlayacaktır.

3. OTOMATİK SÖNDÜRME SİSTEMLERİNİN TASARIMI

Tüneller için tasarlanan otomatik yağmurlama sistemleri, temelde, binalar için tasarlanan yağmurlama sistemleriyle aynı prensiplere sahiptir. Sprinkler başlıklarının yerleşimi, boru çaplandırması, hidrolik analizlerin yapılması yöntemleri, bina sistemlerinden farklıdır. Tünel havalandırma sistemi ve trafik etkisi bunların başlıcalarıdır.

Tünellerde kurulacak yangın söndürme sistemlerinde hedeflenen, yangının yayılmasını yavaşlatmak veya tasarımı tamamen önlemek, emniyetli şekilde tüneldeki insanların tahliyesini sağlamak, yangınla mücadele edecek ekipleri uygun koşulları oluşturmak, yapısal olarak tüneli korumak ve çevreye verilen zararı azaltmaktır.

Söndürme sisteminin bu hedefleri yerine getirebilmesi için, 10 m/s’ye kadar hava hızlarında çalışabilmesi, iyi bir soğutma etkisi yaratarak yapıyı koruyabilmesi, görüş mesafesi konusunda kayda değer bir

etkisi olması ve radyant ısıyı düşürebilmesi gerekmektedir.

Otomatik söndürme sistemleri için tünellerde konvansiyonel sprinkler sistemleri kullanılabildiği gibi, su sisi (water mist) sistemleri de kullanılmaktadır. Su sisi sistemleri, konvansiyonel sprinkler sistemlerine göre çok daha küçük boyutlarda su damlacıkları üreterek, ısıyla temas eden yüzeyin artmasını, ortamdan daha fazla ısı çekilmesini, böylece daha az suyla daha etkin bir koruma yapılmasını sağlamaktadır. Ancak tünellerdeki havalandırma sistemlerinin, trafikten kaynaklanan veya doğal rüzgarın etkisi, su sisi sistemleri üzerinde daha büyük olmaktadır. Su sisi sistemi tasarımıyla ilgili genel kriterleri NFPA 750 standardı vermektedir. Su sisi sisteminin etkinliğinin belirlenebilmesi için genellikle 1’e 1 ölçekli yangın testleri yapılması gerekmektedir.

Gerek konvansiyonel sprinkler sistemlerinde, gerekse su sisi sistemlerinde, tasarım yapılırken göz önünde bulundurulacak birtakım parametreler mevcuttur. Bunlar; tünel geometrisi ve kesit alanı, trafik akışı (tek yönlü veya çift yönlü oluşu), tahmini yangın büyüklüğü (tehlikeli madde geçişine izin verilen tüneller), kaçış yollarının tasarımı, havalandırma sistemi tipi, tünel izleme ve yangın algılama sistemleridir.

Sistemler tasarlanırken, tünelde olabilecek kaza senaryoları esas oluşturmalıdır. Örneğin tek yönlü trafik olan tünellerde, kaza bölgesinden ileride olan araçların rahat bir şekilde tüneli terk edebileceği düşünülür. Aksi yönde ise araç trafiği oluşacak ve yangın bu yönde yayılma eğilimi gösterecektir. İki yönlü trafiğin olduğu tünellerde ise trafik her iki yönde de oluşacaktır. Sprinkler sistemi zonlaması yapılırken, bu hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Sprinkler sistemlerinin zonlara bölünmesi, tünellerde sıkça rastlanan bir yöntemdir. Burada zon büyüklüklerini ve kaç zonun aynı anda çalışabileceğini iyi belirlemek gerekir. Uygulamada genellikle iki ya da üç zonun aynı anda çalışacağı kabul edilir. Zon

Makale

büyüklüğü ise, tünele girmesine izin verilen araç uzunluğu, tahmini yangın büyüklüğü, algılama sisteminin hassasiyet gibi parametrelere göre belirlenir. Avrupa ve Japonya'daki uygulamalarda, zon büyüklükleri 24 ila 50 metre arasında alınmaktadır. Toplam etki alanı uzunluğu da 50 ila 100 metre arasında değişmektedir.

Kaç sprinkler zonunun çalışacağını belirleyen, tüneldeki yangın algılama sistemidir. Algılama elemanları, uygun aralıklarla ve yeterli sayıda yerleştirilerek, sistem hassasiyeti kabul edilebilir düzeye ulaştırılmalıdır. Şekil 1'de algılama sistemi ve söndürme sisteminin çalışmasıyla ilgili bir örnek verilmiştir.

Pratikte sıkça başvurulan yöntem, söndürme sisteminin, tünel operatörünün kontrolüne bırakılmaktadır. Algılama sisteminden gelen alarm, tünel operatörü tarafından değerlendirilerek, uygun görülen sprinkler zonlarının elle devreye sokulması söz konusudur. Bu sayede hatalı alarmların sonucunda söndürme sisteminin gereksiz yere devreye girmesi önlenmiş olur.

Söndürme sisteminin başlatılmasının, tüneldeki insanların boşaltılmasından sonra yapılması konusunda çeşitli görüşler bulunmaktadır. Bir görüşe göre, tünel tamamen boşaltılmadan söndürme sisteminin başlatılmaması gerekmektedir. Bir başka görüş ise, tünel boşaltma süresinin, kazanın oluş şekline ve insanların davranışına bağlı olduğu, dolayısıyla tüm insanların tüneli terk etme süresinin değişkenlik gösterebileceği, bu nedenle söndürme sisteminin çok geç çalışması nedeniyle etkili olamayacağıdır.

Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği'ne göre karayolu veya demiryolu tünellerinde otomatik sulu söndürme sistemi bulunması zorunlu değildir. Amerikan standartları NFPA 130 (Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail System, 2010) ve NFPA 502 (Standard for Road Tunnels, Bridges and Other Limited Access Highways, 2011)'de tünellerde otomatik sulu söndürme sistemlerini tarif etmemektedir.

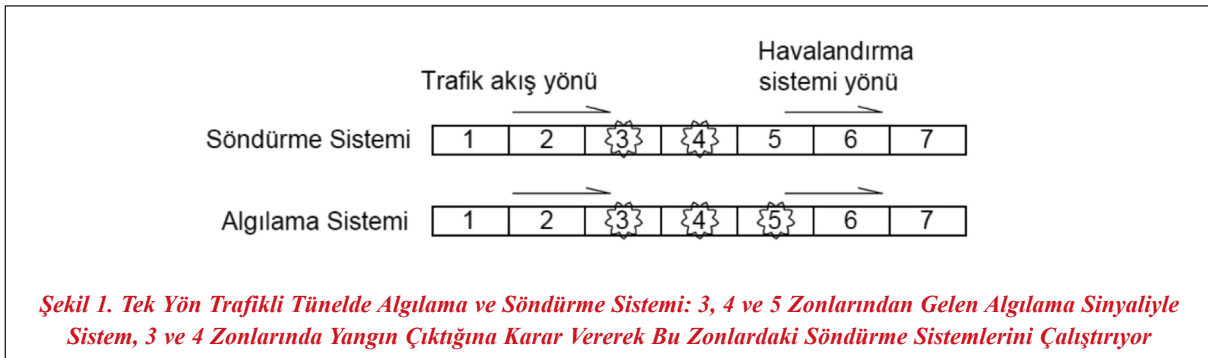
Japonya'da uygulanan talimatlar ise, tünel sprinkler sistemleriyle ilgili tasarım verileri içermektedir. Buna göre operasyon alanı uzunluğu 50 metreden az olmamalıdır, su yoğunluğu 6 mm/dk olmalıdır, çalışma süresi en az 40 dk olmalıdır. Japon kodu, 1000 metreden uzun tüm tünellerde ve 300 metreden uzun tünellerdeki trafik yoğunluğu ve iki yönlü trafik akışı durumlarına göre sprinkler sistemi yapılmasını önermektedir.

4. BÜYÜK ÖLÇEKLİ TÜNEL YANGIN TESTLERİ

Sprinkler sistemlerinin performansını daha iyi kavrayabilmek için, yapılmış bazı büyük ölçekli yangın testlerini incelemek gerekir.

4.1. Kuriko Eski Ulusal Otoyolunda Bulunan Futatsugoya Tüneli

384 metre uzunluğundaki tünelde, 2, 4, 6 m² alanlardaki test tavalarında 50-300 litre petrol kullanılarak bir dizi test yapılmıştır. Tünelde geçici olarak jet fanlar yerleştirilmiştir. Doğal havalandırma şartlarında ve 3 m/s hızda cebri havalandırma ile ve sprinklerli –sprinklersiz koşullarda test yapılmıştır. Tünelde geçici olarak 36 metre uzunluğunda bir sprinkler



tesisatı yapılmıştır. Sprinkler başlıkları 4 metre aralıklarla yerleştirilmiştir. 36 metrelik hattın 12 metresi, yangın çıkartılan alanın tam üstüne gelmektedir. Sistem basıncı 2,9 bar'dır ve 1 sprinklerin debisi 95 l/dk'dır.

Testlerin sprinkler sistemi performansı ile ilgili sonuçları şu şekildedir:

- Ölçüm yapılan tüm noktalarda hızlı bir sıcaklık düşüşü tespit edilmiştir. Sprinkler sistemi devreye girdikten sonra çok yüksek sıcaklık ölçülen herhangi bir nokta bulunmamıştır.
- Alevlerin dikey hareketi engellenmiş, yatay yayılmaya yönelim görülmüştür.
- Sprinkler sistemi açık yangını söndürmüş, ancak araç içindeki ve altındaki yangınları söndüremiştir.
- Petrol yangınının boyutunu küçültmüş, ama söndürmeyi başaramamıştır.

4.2. Yeni Tomei Otoyolu Tüneli

Tünel üç şeritlidir. Genişliği 8 metredir. 36 metre uzunluğunda bir bölgede homojen su dağılımını sağlayacak sprinkler yerleşimi yapılmıştır. 12 metrede bir dedektör konulmuştur. Testte yakıt tavaları ve otomobiller kullanılmıştır. Test sonuçları şu şekildedir:

- Sprinkler sistemi 9 m²'lik bir tavada çıkartılan 23 MV'lık yangını söndürmüştür.
- Çok aracın kullanıldığı ve 5 m/s hava hızı altında yapılan testte, yangın sadece, başlatılan araba ile sağ ve solundaki birer araba olmak üzere toplam üç araçla sınırlı kalmıştır.

Bu tünel testlerinde görüş mesafesinin 10 metre civarında olduğu kaydedilmiştir.

4.3. If Assurance Tüneli, Norveç

If Assurance tüneli, Oslo'nun güneyindeki Hobøl yakınlarındadır. 100 metre uzunluğunda, 8 metre genişliğinde ve tepe noktada 6 metre yüksekliğindedir. Yaklaşık 40 m²'lik bir kesit alanı bulunmaktadır. Testin detaylı sonuçları kamuoyuna açıklanmamıştır. Üç tip yangın çıkartılmıştır. Birincisi üstü açık tava (pool) yangını, ikincisi üstü kısmen kapalı tava

(pool) yangını, üçüncüsü ise, üstü kısmen kapalı paletli yük yangınıdır. Düşük basınçlı su sisi sistemiyle 19, yüksek basınçlı su sisi sistemiyle 56 test yapılmıştır. 8 test de söndürme sistemi olmadan yapılmıştır.

Genel olarak su sisi sistemlerinin tava yangınlarında (sıvı-akaryakıt yangını), palet yangınlarından (katı madde yangını) daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Palet yangınlarında, düşük basınçlı su sisi sistemi ısı yayılma oranını (Heat Release Rate-HRR) %40 oranında düşürmüştür. Yüksek basınçlı su sisi sistemi ise daha iyi bir performans göstererek HRR'yi %50-80 oranında düşürmüştür.

Test sonuçlarına bakıldığında genel olarak su sisi sistemlerinin 5 MV'tan küçük yangınlarda çok etkili olamadığı görülmektedir. Ayrıca sistem ilk devreye girdiğinde görüş mesafesi 1 metrenin altına düşmekte, birkaç dakika sonra bu biraz artmaktadır. Sıcaklık değeri ciddi oranda düşmektedir.

4.4. Test Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi

Büyük ölçekli test sonuçları genel olarak değerlendirilecek olursa, suyun soğutma etkisinin hem geleneksel sprinkler sistemlerinde, hem de su sisi sistemlerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. Su bunu, hem yangının ısı yaymasını etkileyerek, hem de direkt olarak havayı soğutarak başarmaktadır.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, su bazlı söndürme sistemlerinin, tünel yangınlarında kontrol modunda işlevinin olduğu, söndürme işlemini etkin bir şekilde gerçekleştiremediği söylenebilir. Bu sistemlerin yapılması, tünelin ve içindeki her türlü tesisat/ekipmanın yapısal olarak korunması açısından faydalı görülüyorsa, uygulamaya geçilebilir. Özellikle kanuni zorunluluğun olmadığı ülkemizde, böyle bir sistemin kurulum ve işletim maliyetleriyle, tünelin yangında uğrayacağı kayıp bedelinin karşılaştırılması, karar vermede etkin rol oynayacaktır.

5. ELLE YANGINA MÜDAHALE SİSTEMLERİ

Ülkemizde yeni yapılan karayolu ve demiryolu tünellerinde, tünel boyunca uzanan hidrant hatlarının

Makale

yapıldığı gözlenmektedir. Yangın Yönetmeliği'nde bununla ilgili kesin hükümler bulunmamakla birlikte, Avrupa ve diğer uluslar arası standartlara atıfta bulunulmuştur.

Elle müdahale sistemleri hidrant sistemi ve portatif yangın söndürücülerden oluşmaktadır. Hidrant sistemi, tünellerin uzunluğu ve konumuna göre tasarlanır. Hatlar kuru veya ıslak yapılabilir. Kuru hatlı hidrant sistemleri otomatik veya yarı otomatik tipte olmalıdır.

Otomatik tip kuru sistemlerde, hidrant vanası tam açıldığında, su kontrol vanası (kuru alarm vanası) otomatik olarak suyu bırakır. Suyun en uzak hidrant vanasına ulaşma süresi 3 dakikayı geçmemelidir. Otomatik operasyonun sağlanabilmesi için hatlarda basınçlı hava ve bunu sürekli besleyen bir kompresör olması gerekir.

Yarı otomatik kuru sistemlerde hidrantlara en fazla 1 metre mesafede bulunan bir butonla su hatlara verilir. Suyun en uzak hidranta ulaşma süresi yine 3 dakikayı geçmemelidir. Su kontrol vanası hidrolik yöntemlerle ve elle devreye sokulabilir tipte (baskındeluge vana) olmalıdır.

Islak sistemler genelde donma riskinin olmadığı yerlerde tercih edilmelidir.

Yönetmelikte hidrant sisteminde, hidrant aralıklarının çok riskli yerlerde 50 metreyi geçmemesi tarif edilmektedir. Tünellerde de genellikle bu mesafe sınırına göre hidrant yerleşimi yapılmaktadır. Hidrant vanaları, tüneldeki trafik yönü (tek yönlü-iki yönlü), tünelin genişliği, tünelin yapısal özelliklerine göre tünelin bir yönüne veya karşılıklı olarak her iki yönüne yerleştirilebilir.

Hidrant vanaları 2 ½" çapta olmalı, her vananın yanında bir teçhizat kabini bulunmalı, teçhizat kabini, hortumlar, lanslar, hidrant anahtarları, portatif söndürücülerin yanı sıra, haberleşme ve alarm verme ekipmanı da bulunmalıdır. Kabinde hırsızlığa karşı kilit sistemi bulursa bile, yangın anında kabinin için-

dekilere kolayca ulaşmayı sağlayan önlemler alınmalıdır.

NFPA 130 ve NFPA 502 standartları, hidrant seçimi ve yerleşimi konusunda NFPA 14 (Standard for The Installation of Standpipe and Hose Systems, 2010) standardını referans göstermiştir. NFPA 14 standardı da 2 ½" çıkışlı hidrantları tarif etmektedir. Hidrantlar arası mesafe sınırı, sprinkler sistemi bulunmayan yapılar için 45 metre belirlenmiştir.

Yönetmeliğe göre sadece hidrant hattının bulunduğu yerlerde 1900 l/dk'lık bir minimum debi değeri kabul edilmelidir. Bu debiyi en az 1 saat süreyle sağlayacak bir güvenli su kaynağı olmalıdır. Güvenilir su kaynağı olarak kabul edilecek kaynakların başında yangın pompa istasyonu ve yangın suyu deposu gelmektedir. Su deposunun, hidrant çıkışındaki 7 bar basıncı sağlayacak kadar yükseğe yerleştirilmesi mümkün ise –ki şehirlerarası yollarda ve demiryollarında bu bazen mümkün olur- , bu da güvenli bir su kaynağı olarak değerlendirilebilir. Uluslararası standartlar, şehir şebekesinin veya yerel hidrant sisteminin de, tünelde kurulacak sistemin debi ve basınç ihtiyaçlarını karşılamak kaydıyla, kullanılabileceğini söylemektedir. Ancak ülkemizde bu tür yerel yönetimlere ait şebekeler henüz çok az sayıda olduğu için, şimdilik bu değerlendirilebilir bir seçenek değildir.

Hidrant hattına bağlı, birbirine ters yönde ve itfaiye araçlarının 18 metre yakınına kadar yaklaşabileceği noktalara itfaiye bağlantı ağızları yerleştirilmelidir. İtfaiye bağlantı ağızı besleme çapının 4" (DN100)den küçük olmaması gerekir.

SONUÇ

Karayolu ve demiryolu tünellerinde sulu yangın söndürme sistemleri olarak ağırlıklı olarak sadece hidrant sistemleri kullanılmaktadır.

Otomatik sulu yangın söndürme sistemleriyle ilgili dünya genelinde araştırmalar yapılmakta, sistem üreticileri yeni ürünler geliştirerek test etmekte ve yangınla daha etkin mücadelenin yollarını aramaktadırlar.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalar, otomatik sulu yangın söndürme sistemlerinin, tünellerdeki yangınları belli bir seviyeye kadar kontrol altında tutabildiğini göstermektedir. Bu sistemlerin kurulması, bazı yönetmelik ve kodlarda şimdilik tavsiye seviyesinde yer almaktadır.

Mevcut olan elle söndürme sistemlerinin, diğer sistemlerle entegre çalışmasının sağlanması, periyodik bakım ve testlerinin sürekli yapılarak sistemlerin sağlıklı çalışır durumda tutulması hayati önem taşımaktadır. Doğru işletilen ve takip edilen sistemler, çıkabilecek yangınların sonuçlarının felakete dönüşmesini önleyecek en önemli etkenlerden biridir.

KAYNAKLAR

- [1] Handbook of Tunnel Fire Safety, 2nd Edition, 2012.
- [2] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2009.
- [3] NFPA 130, Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail System, 2010.
- [4] NFPA 502, Standard for Road Tunnels, Bridges and Other Limited Access Highways, 2011.
- [5] NFPA 14, Standard for The Installation of Standpipe and Hose Systems, 2010.
- [6] NFPA 13, Standard for The Installation of Sprinkler Systems, 2013.