



Otobüs Yangınları: Sebepler ve Önlemler

Abdurrahman Kılıç*

1. GİRİŞ

Otobüs taşımacılığı; toplu taşımada en güvenli taşıma yöntemlerinden biri olarak kabul edilmekle birlikte, özellikle kaza sonucu meydana gelen yangınlar çok sayıda yaralanmalara ve ölümlere yol açabilmektedir. Milyonlarca yolcu her gün işe, okula, eğlenmeye ve tatil yerlerine otobüslerle yolculuk etmektedir. Bir kaza veya arıza sonucu meydana gelen yangınlar yolcuları tehlikeye atmakta, otobüs hurdaya dönmekte, işletme maliyetlerine ilaveten yolcuların otobüs taşımacılığına olan güveni sarsılmaktadır.

Ülkemizde birçoğu hafif hasarlarla atlatılan yılda yaklaşık 350 otobüs yangını meydana gelmektedir. Yangınların

çoğu ciddi olmayıp başlangıç aşamasında söndürülmekle beraber, otobüsün tamamen yandığı ve yolcuların öldüğü kazalar da olmaktadır. Özellikle şehirlerarası otobüs yangınları başlangıçta söndürülemezse, uzak olduğundan itfaiyenin olay yerine ulaşması geç olmakta ve araçlar tamamen yanmaktadır.

Otobüs yangınlarındaki yaralanmaların ana nedeni duman gazlarının solunmasıyla meydana gelen zehirlenmelerdir. Hatta belli gazların küçük bir dozları bile kalıcı hasarlara yol açabilmektedir. Bu nedenle otobüslerde kullanılan malzemelerin yanıcılık sınıfları ve duman üretme miktarları ayrıntılı olarak denetlenmesi gereken bir konudur. Gündelik hayatın tüm sektörlerinde kullanılan polimer malzemeler otomotiv endüstrisinde de büyük bir

* Prof. Dr. - kilica@itu.edu.tr

önem kazanmıştır. Polimerler, mükemmel mekanik özellikleri, hafiflikleri ve ekonomik olmaları nedeniyle araçlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak ne yazık ki bu malzemeler yangına dayanıklı değildir ve yandıklarında zehirli gazlar ürettiklerinden otobüslerde kullanımları uygun değildir [1].

Taşıtlardaki yangın önleme sistemleri konusunda Avrupa Birliği, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Avustralya'da farklı çalışmalar bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde otobüslerde yangın güvenliğini arttırmak için hem federal hem de eyalet düzeyinde çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalar araştırma, test, otomatik yangın algılama ve söndürme sistemleri konularını içermektedir [2]. Otobüs yangınları konusunda malzeme numuneleri ve parçalar ile araçlar üzerinde küçük, orta ve büyük ölçekli deneyler ve sayısal incelemeler yapılmıştır[3]. Otomatik yangın algılama ve söndürme sistemleri de dâhil olmak üzere, son teknolojik değişikliklerin otobüslerin yangın güvenliği üzerindeki etkileri araştırılmakta, araç tasarım ve donanımlarının ve denetim standartlarının iyileştirilmesi için önerilerde bulunmaktadır [4, 5].

1.1 Tanımlar

Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonunun (UNECE, United Nations Economic Commission for Europe) yönetmeliklerine [6,7] göre otobüsler aşağıdaki kategorilere ayrılmakta ve yangın önlemleri bu sınıflara göre belirlenmektedir.

Kategori M2: Sürücü koltuğuna ilave olarak 8 koltuktan fazla olan ve ağırlığı 5 tonu geçmeyen yolcu taşımak için kullanılan taşıtlar.

Kategori M3: Sürücü koltuğuna ilave olarak 8 koltuktan fazla olan ve ağırlığı 5 tonu geçen yolcu taşımak için kullanılan taşıtlar.

Kategori M2 ve M3 sınıfı ve kapasiteleri sürücüye ilave olarak 22 yolcu geçiren taşıtlar için ait oldukları sınıfı aşağıda belirtilen üç kategori bulunmaktadır:

Klas I: Sık sık yolcu hareketine müsaade etmek için ayakta yolcular için yer ayrılmış taşıtlar.

Klas II: Esas olarak oturmuş yolcuları taşımak için yapılmış ve ayakta duran yolcuları taşımak için koltuklar arasındaki koridorda ve/veya iki çift kişilik koltuktan daha fazla yer işgal etmeyen bir alana müsaade edecek şekilde tasarlanmış olan taşıtlar.

Klas III: Esas olarak oturan yolcuları taşımak için tasarlanmış taşıtlardır.

M2 ve M3 kategorisinde ve kapasiteleri sürücüye ilave olarak 22 yolcu geçmeyen taşıtlar için iki sınıf taşıt vardır:

Klas A: Ayakta yolcu taşımak için tasarlanmış taşıtlar; bu sınıf bir taşıtta oturma yerleri olur ve ayakta duran yolcular için de yer olması gerekir.

Klas B: Ayakta yolcu taşımak için tasarlanmamış taşıtlar; bu sınıf bir taşıtta ayakta duracak yolcular için bir yer ayrılmamıştır.

Şehir içi belediye otobüsleri, turist otobüsleri ve şehirlerarası otobüsler, sürücü hariç 22 yolcudan daha fazla yolcu taşıyan M2 ve M3 kategorisine giren otobüslerdir.

2. OTOBÜS YANGINLARININ NEDENLERİ

Bir yanmanın olabilmesi için yanıcı maddeye, oksijene ve kıvılcıma ihtiyaç vardır. Bütün araçlarda yanıcı madde yeterince mevcuttur. Benzin, mazot, propan veya benzeri hidrokarbon bileşimi gibi yakıtlar, yanıcı yalıtım malzemeleri, seslendirme kabloları, elektrik kabloları ve plastik parçalar yanıcı malzemelerdir. Atmosferde ve motor çevresinde yeterli oksijen de bulunduğundan sakınılması gereken husus, kıvılcım kaynaklarıdır. Yanıcı madde ve oksijen bulursa bile kıvılcım kaynağı önlenirse taşıt yangınları da önenebilir. Taşıtlarda kıvılcım kaynakları; elektrik kısa devresi, motorun ateşleme sistemindeki kıvılcım, sıcak egzoz gazı içindeki kıvılcım, farların ve lastiklerin aşırı ısınması, çarpışma veya sürtünme ile oluşan kıvılcımlar, dikkatsizce düşürülen sigara ve kundaklama sayılabilir.

Otobüslerin yangın güvenliği; tasarımına, yapım malzemelerine, bakımına, kullanım şekline ve park edildiği yerin özelliklerine bağlıdır. Otobüslerde yangınların %59'u motor bölgesinde, % 35'i yolculardan, % 3'ü yakıt tankından meydana gelmektedir. Lastiklerin ve farların ısınmasından meydana gelen yangınlar ise %2 mertebesinde. Çarpışan araçlarda ise yangınların %54'ü motor kısmından, %33'ü yakıt tankından ve % 4'ü ise lastiklerden ve frenlerden meydana gelmektedir [8].

2.1 Otobüs Yangınlarına Sebep Olan Faktörler

Kundaklama dışında, otobüs yangınlarına sebep olan faktörler için birkaç genel sebep vardır. Bunlar; ısı, titreşim, malzeme yorgunluğu ve yetersiz bakımdır. Bir malzemenin tutuşma özelliği sıcaklıkla orantılıdır. Isı; polimerler gibi çoğu organik maddenin yaşlanmasını hızlandırır. Motor bölmelerindeki sıcaklık yüksektir ve birçok parçanın dayanıklılığı zamanla önemli ölçüde zayıflar. Kabaca, ortalama sıcaklık 10 °C arttığında bir polimer ürününün ömrü yarıya düşer [1]. Bilindiği gibi günümüz taşıtlarında polimerik malzemelerin oranı çok yüksektir.

Titreşimler; aracın motoru ve karayoluyla temas eden tekerlekler tarafından yaratılır. Titreşimler ve diğer sarsıntılar, araç bileşenlerinin yorulmasına, bağlantıların gevşemesine, kırılmalara ve sızıntıların oluşmasına, elektrik sistemlerinin yalıtımlarının aşınarak kısa devre oluşmasına sebep olur ve parçaların bozulma süreçlerini hızlandırır.

Otobüsün yapım sürecinde dikkate alınması gereken birçok husus vardır. Yüksek performansa sahip klima sistemleri, TV, internet, buzdolabı ve kahve makinesi gibi kullanıcıların ve müşterilerin ihtiyaçlarının düşünülmesi gerekir. Sonradan ilave edilen veya kapasitesi artırılan sistemler, kablo tesisatının uygun yapılmaması nedeniyle

yangınlara neden olmaktadır. Ayrıca, bakım eksikliği birçok yangının kaynağıdır. Diğer taraftan çoğu durumda bakım iyi olsa bile yangın riskleri açısından yeterli olduğu söylenemez, ayrıca risk değerlendirmesi de yapılmalıdır.

2.2 Elektrik Kaynaklı Yangınlar

Elektrik sisteminden kaynaklanan yangınlar, toplam yangın sayısının büyük bir bölümünü oluşturur. Günümüzdeki otobüsler, önceki yıllara kıyasla çok fazla sayıda kablo içermektedir. Ağırlık ve maliyeti azaltmak için, kablo kesitlerinin küçültülmesi veya öngörülemez aşırı yüklenme nedeniyle büyük bir yangın riski oluşmaktadır.

Akım geçen elektrik sistemi ısı üretebilir ve ortaya çıkan ısı malzemelerin yaşlanmasını hızlandırır. Kullanılan malzemelerin (plastik, kauçuk vb) yorulmasına ve arızalanmasına neden olur. Bu nedenle kablolar yakıt hortumlarından, hidrolik kablolardan ve yanıcı sıvı ve gazlardan kesinlikle yalıtılarak ayrı tutulmalıdır.

Elektrik kıvılcımı ve kısa devreler, sigorta gibi koruyucularla her zaman önlenemeyebilir. Aküden starter ve alternatöre giden kablolar oldukça yüksek akım taşırlar ve sadece yakınlardaki yanıcı maddeleri tutuşturmakla kalmaz aynı zamanda hidrolik borularda kırıklara neden olabilecek düzeyde ısı oluşturma kapasitesine sahiptir.



Çarpmalar ve titreşimler; aşınma, yırtılma ve kelepçe hasarı gibi mekanik hasarlara ve kısa devrelere neden olabilir. Mekanik titreşim nedeniyle yorulma ve kırılma riski daha yüksektir. Ayrıca nem, temel olarak oksidasyona bağlı olarak temas direnci gibi problemlere yol açar.

Olası bir elektrik kaynaklı yangını durdurmak için kablo-daki akımı kesmek gereklidir. Yangına neden olan devrede akım hemen kesilebilirse, yangın kendiliğinden sönebilir veya yavaşlayabilir. Jeneratör ve akü arasındaki kablolar kısa devreyi önlemek için uygun şekilde yalıtılmalıdır. Sigortalarda yangının oluşmayacağını ya da yayılmayacağını garantisi olmadığından akım izlenmesi, iyi devre koruması yapılmalıdır [9].

2.3 Motor Bölümü Yangınları

Otobüslerde yangınların büyük çoğunluğu motor kısmında meydana gelir ve bu bölümdeki yangınların tespiti ve söndürülmesi daha zordur. Motor bölümünde gaz, sıvı ve katı şeklinde yanıcı maddeler bulunur ve sızıntı olduğunda yanıcı maddeler sıcak yüzeye temas ederse yangın oluşur.

Motor-daki yanma sonucu ısı üretilir ve motor egzoz sistemi ile motor gövdesi üzerinden taşınır. Egzoz boruları 600 °C'ye kadar sıcaklıklara maruz kalmaktadır. Motor gövdesi yaklaşık 95 °C, motor bölümündeki hava sıcaklığı ise yaklaşık 70 – 90 °C'dir [1]. Bu sıcaklık hem dizel hem de etanol için parlama noktasından daha yüksek olup, motor bölümünde tutuşmaları çok kolaydır. Yüksek dış hava sıcaklıklarında ve iyi havalandırılmayan motor bölümünde, sıcaklıklar daha da yüksek seviyelere ulaşır. Fanlarla ve motor bölümündeki açıklıklarla oluşturulan havalandırma, yüksek oranda hava akışı oluşturur. Bu hava akımı motorun soğutulmasına yardımcı olur, ancak alev yoğunluğunu ve yayılımını da arttırabilir [9].

Yüksek sıcaklıklar, sıcak yüzeyler ve çeşitli yanıcı malzemeler motor bölümünü yüksek riskli bir alan haline getirir. Motor bölümünde oluşan yüksek sıcaklıklar, parçaların erken bozulmasına yol açar ve beklenenden daha kolay alev almasına neden olur. Bir sıvının sıcak bir yüzeyde tutuşması için temasta olduğu yüzey sıcaklığı, sıvının homojen olarak ısıtılmasından daha yüksek bir sıcaklık gerektirir. Bunun nedeni, sıvının ısıtılması ve buharlaştırılması sırasında sıcak yüzeyden enerji alınmasıdır. Yanıcı sıvılar ile sıcak egzoz sistemi arasındaki temas, motor bölümlerinde yangının çok yaygın bir nedenidir.

Motor bölümü ve yolcu bölümü gibi yüksek riskli alanlar arasındaki bölmeler, dumanın ve alevlerin yolcu bölümüne geçmesine yol açabilir. Motor bölümünü sürücü mahalline bağlayan sistemlerin daha kompleks hale gelmesiyle yeni malzemeler yeni zorlukları da beraberinde getirmektedir.

2.4 Tekerlek Yuvası Yangınları

İçten içe yanma riski, tekerlek yuvası yangınlarını bilhassa tespit ve söndürme açısından zorlaştırmaktadır. Test sonuçları beş dakikadan az bir sürede toksik gazın ve dumanın yolcu bölümüne girebileceğini göstermektedir. Lastik basıncı/sıcaklık takip sistemleri erken tespit için kullanılabilir bir yöntemdir; diğer yöntemlerin ise araştırılması gerekmektedir. Tekerlek yuvası bölgesindeki bazı kaplamaların ilk aşama testleri, dumanın yolcu bölümüne geçmeden tahliye sürelerinin dikkate değer biçimde arttığını göstermiştir[9].

2.5 Alternatif Yakıtlar

Tüm dünyada, benzin ve dizel gibi fosil yakıtların yerini alacak alternatif yakıtlar geliştirilmektedir. Hibrit, doğal gazlı, tamamen elektrikli ve hatta hidrojenli otobüsler kullanımdadır. Bazı ülkeler 20 yıldan fazladır alternatif yakıtları kullanmakta iken, bazıları yeni başlamaktadır. Genel olarak alınan fayda mükemmeldir, fakat yeni yakıtlar ve teknolojik çözümler yeni yangın risklerini de beraberinde getirmekte, ilk müdahale ekipleri yeni risklerle karşılaşmaktadır. Etanol suyla karışabilen bir yakıttır ve alkole dirençli köpük konsantrelerinin kullanılmasını gerektirir, diğer köpükler parçalanır ve etkili olmaz. Köpüğün dikkatli bir şekilde uygulanması da oldukça önemlidir. Alternatif yakıtların kullanılmasının önündeki engellerden biri patlamaya, yangına ve daha fazla riske yol açabileceği algısıdır.

2.6 Yolcu Bölmesi

Yolcu bölümündeki yangınlar genellikle elektriksel bir arıza ile tetiklenir veya yangının motor bölümünden yayılmasının bir sonucudur. Ancak, kundakçılık aynı zamanda bir yangın kaynağıdır. Yolcu bölümündeki yangınlarla ilgili en büyük sorun, koltuk, perde gibi malzemelerin çok düşük bir yangın direncine sahip olmasıdır. Koltuklar içinde kullanılan sünger ve benzeri malzemeler aşırı yanıcılığa sahiptir. Çok çabuk tutuşur ve çok hızlı yanarlar. Yolcu bölümünde kullanılan malzemelerin, yangına dirençli olması ve zor alevlenici yangın sınıfında olması gerekir.

3. BİRLEŞMİŞ MİLLETLER AVRUPA EKONOMİK KOMİSYONU KARARLARI

Türkiye'nin de üye olduğu Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) tarafından son yıllarda otobüs yangın güvenliği yönetmelikleri incelenmiş ve önemli kararlar alınmıştır. Motor bölmesine ve otobüsün kapalı bölmelerine (şoför uyku bölümü, tuvalet, bagaj ve diğer kapalı bölümler) yangın/duman dedektörü kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. UNECE;

İlk yönetmelik olan 107 numaralı yönetmelik; motor bölmesinde ve yakıtın yanmasıyla otobüsün ısıtılmasını sağlayan bölmede yangın algılama sistemi gerektirecek şekilde değiştirilmiş, daha sonra tuvaletler, sürücünün uyuma bölmesi gibi kapalı yerlerdeki duman/yangın algılama sistemleri için yeni şartlar getirilmiştir. 118 numaralı yönetmelik elektrik kablolarını ve yalıtım malzemelerini de kapsayacak şekilde değiştirilmiştir. Yatay ve dikey yanma test esasları belirlenmiş ve testlerin uygulanması tüm iç bölümü kapsayacak şekilde genişletilmiştir.

2016 yılında, 106 sayılı ve Ek-107 sayılı UNECE Yönetmeliği; şehir içi ve şehirlerarası yolcu otobüslerinin motor bölümlerinde yangın söndürme sistemleri için dört ayrı yangın testi belirlenmiştir. 11 Temmuz 2018 tarihinden itibaren M2 veya M3 kategorisindeki tek-katlı, çift-katlı, sabit şasili veya mafsallı yeni araçlara ve özellikle sürücü ile beraber yolcu sayısı 22'den fazla olan "Sınıf III" tipi şehir içi ve şehirlerarası yolcu otobüslerine yangın söndürme sistemlerinin eklenmesi zorunluluğu getirilmiştir. Sınıf III tipi araçlar, genellikle "yolcu otobüsü" olarak bilinen, sabit koltuklu yolcu taşımaları için özel olarak yapılmıştır. 11 Temmuz 2019'dan itibaren bu şartlar tüm Sınıf III tipi yeni araçlara uygulanmaktadır [9].

3.1 UNECE Yönetmeliği 107

UNECE Yönetmelik 107 "M2 veya M3 Kategorisindeki Taşıtlar İçin Esaslar" olarak bilinir. Bu doküman 26 Temmuz 2012'de yürürlüğe girmiştir. Motor bölmesinde kullanılan malzemeler için özel nitelikler ve motor bölmesinde oluşan yüksek sıcaklıklar için algılama sistemi istenmektedir. Akustik veya diğer amaçla kullanılan yanıcı malzemeler yangına dayanıklı bir tabaka ile kaplanmadıkça motor bölmesinde kullanılamayacağı belirtilmektedir.

Motor bölmesinde veya diğer bölmelerde aşırı sıcaklık meydana geldiğinde, sürücüyü sesli ve görsel sinyallerle uyan bir alarm sistemi olmalıdır. Alarm sistemi motor bölmesi ve yakıtın yanmasıyla çalışan bir ısıtıcının olduğu her bölümde, normal çalışma koşullarında oluşan sıcaklığın üzerinde bir sıcaklığı algılamak üzere tasarlanmak zorundadır. Ayrıca motor bölmesi dışındaki diğer bölmeler için de algılama sistemlerine ihtiyaç vardır. Tuvalette, sürücünün yatak bölümünde ve bagaj bölümünde aşırı sıcaklığı ya da dumanı algılayan bir alarm sistemiyle donatılmalıdır. Algılama sistemi, sürücü bölümündeki sürücüye hem sesli hem de görsel bir sinyal göndermelidir. Alarm sistemi en azından motor çalıştığında, motor duruncaya kadar çalışır durumda olmalıdır.

3.2 UNECE Yönetmeliği 118

UNECE 118 sayılı Yönetmelik'te yapılan değişiklik ile otobüsler için yüksek yangın güvenliği seviyesi tanımlanmıştır. Yönetmelik 118'de, esas olarak yolcu bölümlerinde, motor bölmesinde ve ayrı olarak ısıtma yapan herhangi bir bölmede kullanılan elemanların yanma davranışları ve bunların yanında kullanılan yalıtım malzemelerinin özellikleri belirtilmiştir.

Taşıtın iç bölümünde, motor bölmesinde ve ayrı olarak ısıtma yapan herhangi bir bölmesinde kullanılan malzemeler alevin oluşması, gelişmesi ve dumanın yayılması tehlikesini en aza indirecek şekilde yerleştirilmesi istenmektedir. Yatay pozisyonda monte edilen malzemeler ve kompozit malzemeler yatay yanma oranlarının tespiti için teste tabi tutulmalıdır. Eğer yatay yanma oranı dakikada 100mm'den daha fazla değilse veya son ölçme noktasına ulaşmadan sönerse test başarılı kabul edilmektedir [10].

Dikey yangın testi için yapılan deneyler ve sayısal simülasyonlar, örneğin perdeler ve koltuklar, yolcu bölümündeki yangının gelişimi üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, tüm otobüs iç malzemeleri için alevlerin dikey yayılımını sınırlayan bir dikey yangın testi yapılması önerilmektedir.

Koltuklardan 500 mm'den daha yukarıda olan ve taşıtın tavanına yerleştirilmiş malzemelerin erime davranışının belirlendiği damlama testi sonucunda, damlatmanın olmaması veya çok az olması gerekmektedir. Eğer damla düştüğü pamuk yünü tutuşturmazsa testin sonucu yeterli olarak kabul edilmektedir [10].

4. OTOBÜS YANGIN ÖNLEMLERİ

Diğer taşıtlarla kıyaslandığında otobüslerdeki yangın güvenliği kuralları nispeten daha düşüktür. Bunun nedeni, bir otobüs yangınından kaçmanın daha kolay olması, uçaklardan, yüksek hızlı trenlerden ve gemilerden yangın durumunda kaçmanın oldukça zor olmasıdır. Bununla beraber ülkemizde son yıllarda birkaç feci otobüs yangını, durumun böyle olmadığını göstermiştir.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki tüm otobüs taşımacılığı türlerinde, bir çeşit otomatik yangın sistemi kullanılmaktadır. Bazıları bu sistemleri tüm araçlar için zorunlu tutarken; diğerleri ise tahliye sorununun endişe verici olduğu araçlara odaklanmaktadır. UNECE (Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu) 107 sayılı Yönetmelik için önerilen, tüm M2 veya M3 kategorisindeki tek-katlı, çift-katlı, sabit şasi veya mafsallı araçların motor bölümüne yangın söndürme sistemlerinin yapılmasını zorunlu hale getiren bir değişiklik yapmıştır [9, 11].

Otobüslerde yangın güvenliği; otobüsün tasarımını, işletmesini, bakımını, yolcuların tahliyesini, sürücü ve yardımcıların eğitimlerini, yangın algılama ve söndürme sistemlerini ve ilk müdahale gereçleri gibi birçok yönü içerir. Bunların hepsi etkili standartların ve en iyi uygulamaların oluşturulmasında kritik öneme sahiptir.

4.1 Algılama Sistemleri

Yangını ilk aşamalarında söndürmek daha kolaydır. Yangına geç müdahale edilirse, ortamdaki maddelerin ısınması ve yangının genişlemesi ile yangına müdahale zorlaşır. Yangının hızlı algılanması yolcuların erken tahliyesi anlamına gelir. Simülasyonlar ve duman dedektörleriyle otobüslerde yapılan testlerde, yangının çıkardığı dumanın erken tespit edilmesinin mümkün olduğunu ve yolcuların erken tahliyesi için önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu tarafından, sürücü hariç 22 yolcudan daha fazla yolcu taşıyan şehir içi ve şehirlerarası otobüslerde, motor kısmında, sürücü uykusu bölümünde, tuvalette ve bagaj kısmında duman/yangın dedektörleri kullanılması ve sürücüye alarm verecek şekilde tasarlanması önerilmektedir.

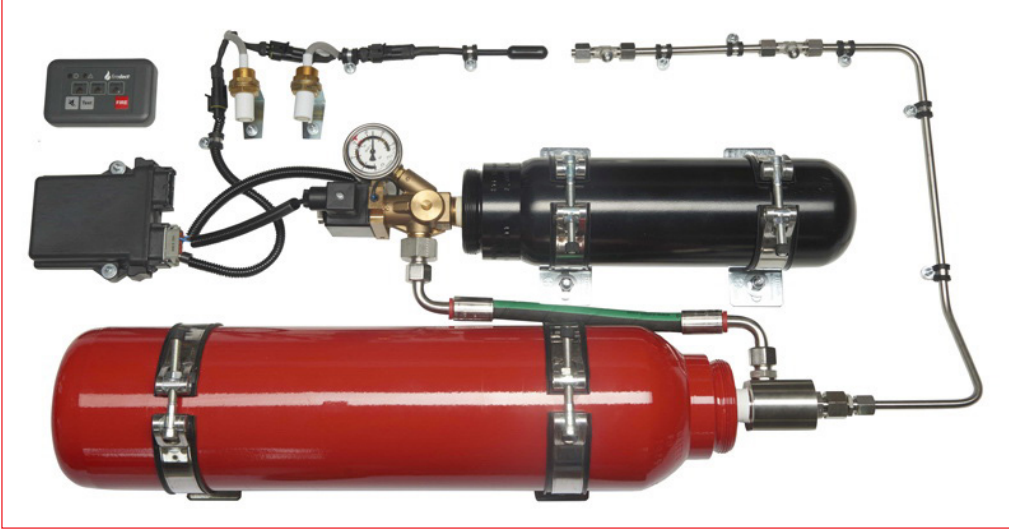
Yapılan testlerde, lineer (kablo tipi) ısı dedektörler ve optik dedektörlerin yaklaşık bir dakika içerisinde algılama yaparak alarm verdiği gözlenmekte ve bu da otobüsün içinde duman gazı konsantrasyonları zehirli değerlere ulaşmadan önce yolculara zamanında otobüsü terk etme imkânı sunabilmektedir [10]. Bir otobüs yangını büyük miktarda ısı ve duman çıkartmakta, yangın otobüsün tuvalet kabininde dahi başlamış olsa, tavan boyunca tüm otobüsün içine yayılmaktadır. Bu nedenle zehirli duman gazı konsantrasyonlarının sınırlandırılması ve sürücünün görüş alanının dışındaki tüm otobüs bölmelerine, (örneğin; tuvalet kabini, bagaj bölümü ve şoförün yatak bölümü gibi), yangın dedektörleri yerleştirilmelidir.

Tavan pencereleri ve eğimli açılan pencereler gibi açıklıklar otobüs yangınında oluşan dumanın tahliyesini sağlar. Sıcak duman tavandan aşağı doğru otobüsü dolduracağından, tavanda motor bölümüne yakın bir noktada tasarlanan tavan kapağı, dedektör algıladığında otomatik olarak açılması durumunda, yolcular otobüsten kaçmak için daha fazla dumansız alan bulabileceklerdir. Bu nedenle, yangın durumunda havalandırma pencerelerinin otomatik olarak açılması yolcuların emniyetle otobüsten çıkmaları için yararlı olabilir. Ancak, yangın olayı sırasında havalandırmanın yangını körüklemesi ihtimalini de göz ardı etmemek gerekir.

4.2 Yangın Söndürücüler

Otobüslerdeki yangın söndürme sistemleri; motorun büyüklüğüne, kullanılacak söndürücünün özelliklerine ve seçilen sistemin aktivasyon şekline göre tasarlanır. Yangın söndürme sistemleri; sağlam, titreşimlere dayanıklı, farklı iklim koşullarından etkilenmeyen ve özellikle insan faktörü ne olursa olsun tüm şartlarda çalışabilen sistemler olmalıdır. Yangının erken söndürülmesi ve hasarın az olması, söndürücünün doğru seçimine ve uygun tasarımı ile doğru uygulanmasına bağlıdır. Bir yangının söndürme sistemi tarafından algılanması güvenilir olmalı, hatalı çalışmamalı ve aynı zamanda bir yangın durumunda yeterince hızlı devreye girmelidir.

Söndürücü motorun aşırı ısınmış parçalarını etkili bir şekilde soğutmalı, tekrar marşa basmayı engellemeli, sağlığa veya çevreye zararlı yan etkileri olmamalı, motor bölümündeki donanımına zarar vermemeli ve elbette onaylı olmalıdır.



Avrupa Birliği'nde, otobüslerdeki yangın güvenliğinin artırılması için kullanılan malzemelerin yangına dirençlerini arttırmaya yönelik faaliyetler başlatılmıştır. Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu UNECE, Taşımacılık bölümü, 95/28/EC sayılı Avrupa Talimatnamesi ile otobüslerdeki yangın önlemlerini iyileştirici hususlar getirmiş ve test esaslarını belirlemiştir.

Bir yangın söndürme sisteminin görevini yerine getirme özeliğini olumlu veya olumsuz yönde etkileyen faktörler vardır. Sürüş sırasında motor çalışırken yangının söndürülmesi veya motor kapalıyken yangının söndürülmesi farklı yangın söndürme kapasiteleri gerekir. Diğer taraftan, motor havalandırmasının yangın durumunda otomatik olarak kapatılarak motor gücünün düşürülmesi hatta mümkünse motorun kapatılması ve güç kaynağının aküden ayrılması söndürme performansı üzerinde olumlu etkisi olur.

4.3 Kullanılan Malzemeler

Sentetik ve plastik malzemeler; hafif oldukları ve mekanik özellikleri iyi olduğundan şehir içi ve şehirlerarası otobüslerinin iç donanımlarında kullanımlarının artması, son yıllarda otobüs yangınlarının artmasına sebep olmuştur. Yanıcı plastikler yüksek miktarda ısı ve duman açığa çıkardığından, otobüslerde esas yangın yükü yakıt olmayıp genellikle kolayca tutuşan plastik malzemeler olmaktadır. Sadece 100 gram poliüretan köpük bile otobüsün içini çok kısa sürede tamamen dumanla doldurmaya yeterlidir[10]. Daha hafif ve daha ucuz polimer malzemelere olan talep hızla artmasına rağmen bu malzemelerin yanıcılığı ve toksik duman üretimine ilişkin standartlar ve sınırlamalar yeterli değildir. Şehir içi ve şehirlerarası otobüslerin yüksek riskli alanlarında kullanılan malzemeler yangına dirençli olmalıdır. Kullanılan malzemelerin yangına dirençli olmaları yanında, duman çıkarma ve dumanın insanlar üzerindeki etkileri de göz önüne alınmalı, kullanılan kablolar ve malzemeler halojenden arındırılmış (halogen free) olmalıdır.

4.4 Bakım

Bakım seviyesi yangınları önlemede en önemli faktörlerden biridir. Yağ ve filtrenin değiştirilip, üretici tarafından kolayca erişilebilen parçaların kontrol edilmesi bakım için yeterli değildir. Motor bölmesinin diğer kısımları da görsel ve fiziksel olarak incelemeli, kontrol edilmeli ve risk değerlendirmesi yapılarak izlenmelidir. Bir şehirlerearası otobüs için tam bakım altı saat sürebilirken, şehir içi otobüslerinde sekiz saate ihtiyaç duyulmaktadır. Başka bir deyişle şehir içi otobüsün kontrol edilmesi gereken tüm güvenlik sistemlerine bağlı olarak % 50 daha fazla zamana ihtiyacı olabilmektedir[10]. Bunun nedeni, şehir içi otobüslerde durma-kalkma sayısının fazla olması, yolcuların farklı ihtiyaçları için farklı tasarımlar geliştirilmiş olmasıdır.

Yetersiz risk değerlendirmesi veya zamanın yetersizliğinden veya kötü bakımdan dolayı istenmeyen olaylar yaşanabilir. Zamanında çözülmeleyen küçük bir sızıntı büyüyebilir. Gevşek somunlar ve civatalar kolayca parçalanıp dağılabilir, hasara ve yangına neden olabilir. Polimerik malzemeler yüksek ısı nedeniyle yaşlanır sert ve kırılgan hale gelebilir. Zamanında değiştirilmezse her biri yangın başlangıcı için sebep olabilir.

Günümüz otobüslerinin birçok modelinde ulaşımın sınırlı olduğu karmaşık motor bölmeleri vardır. Hem görsel hem de fiziksel olarak erişilemeyen birçok kısım bulunur. Bu bölümlerde bazı kontrollerin bilinçli veya bilinçsiz bir şekilde yapılmaması mümkündür. Kötü erişilebilirlik bu nedenle bakım yapma süresini arttırır, bakım kalitesini düşürür, bu da yangın riskini arttırır.

5. SONUÇ

Otobüs yangınları çok sık meydana gelmektedir ve birçok durumda yangın motor bölmesinde başladığından yolcular otobüsü zamanında terk edebilmekte, ancak yangının yolcu bölümüne geçtiği durumlarda ölüm veya yaralanmalar da olabilmektedir. Otobüslerin yanmasının, can kaybı ve yaralanmaların olmasının en büyük nedeni hızlı yanıcı polimer malzemelerin kullanımı, bakım yetersizliği, algılama ve söndürme sistemlerinin yetersizliği ve eğitim yapılmamasıdır. Otobüslerdeki yangın sayısını azaltmak için yalıtımdan, bakıma ve eğitime kadar bir dizi önlem alınması gereklidir.

- Yangın tehlikesi durumunda elektrik sistemini kolayca hatta otomatik olarak kesebilen sistemler olmalıdır.
- Motor bölmesi otomatik yangın söndürme sistemi ile korunmalıdır.
- Motor bölmesine, tuvalete, sürücü uyku bölümüne ve bagaj kısmına duman/yangın dedektörleri yerleştirilmelidir.
- Yolcu çıkış kapılarına içeriden bir kuvvet uygulandığında dışarı doğru otomatik açılmalıdır.
- Kullanılan bütün kablolar ve polimer malzemeler yangına dirençli ve halojenden arındırılmış olmalıdır.
- Polimer malzemelerin ömrünü artırmak ve tutuşmasını engellemek için motor bölmesindeki ve diğer riskli yerlerdeki sıcak yüzeyler yalıtılmalıdır.
- Otobüsün standart üretiminde olmadığı takdirde, çay ocağı, tv, soğutucu, internet vs ilaveler üreticinin izni ve kontrolünde yapılmalıdır.
- Otobüsün periyodik bakımı yapılmalı ve sistemler test edilmelidir.
- Sürücüler ve yardımcıları yangın riskleri ve söndürülmesi konusunda eğitilmelidir.
- Şehirlerarası seyahatlerde yolcular hareket başlangıcında acil durum konusunda bilgilendirilmelidir.
- Manuel müdahale için köpük ve/veya kimyasal kuru toz ile doldurulmuş en az iki yangın söndürücü olmalı, biri sürücü koltuğunun yanında diğeri arka tarafta olmalıdır.

Sferdeki her otobüs; Araç Muayene İstasyonu'nda her yıl muayene edilmeli, motor bölmesi ve diğer kısımlar görsel ve fiziksel olarak en az altı saat incelenmeli, her parça

kontrol edilmeli, risk değerlendirmesi yapılmalı ve tutanak hazırlanmalıdır. Tedbirler yetersiz ise seferden alınmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Hammarström Rolf; J. Axelsson M. Försth, P. Johansson B. Sundström; "Bus Fire Safety" SP Technical Research Institute of Sweden Fire Technology, SP Report 41, s. 16, 2008.
2. Krieg M., Rüter G., Weißgerber A.; "Schwachstellenanalyse zur Optimierung des Notausstiegssystems bei Reisebussen", Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Fahrzeugtechnik, Heft F 42, Bergisch Gladbach, August 2003.
3. Hofmann Anja, Dülsen S.: "Fire safety performance of buses", 2nd conference on FIVE -Fires in Vehicles, Chicaco, 27-28, September 2012.
4. Volpe, John A. ; "Motorcoach and School Bus Fire Safety Analysis", U.S. Department of Transportation, Federal Motor Carrier Safety Administration, Report No. FMCSA-RRR-16-016, November 2016.
5. Schauerte, Horst; Experience with fire safety measures in public transport Buses FIVE 2014, Editör: Andersson, Petra ve Björn Sundström; Proceedings from Third International Conference on Fires in Vehicles – FIVE 2014 October 1st-2nd, s. 25, 2014, Berlin, Germany
6. ECE Regulation No. 107: "Uniform provisions concerning the approval of category M2 or M3 vehicles with regard to their general construction", E/ECE/324/Rev.2/Add.106/Rev.3, E/ECE/TRANS/505/Rev.2/ Add.106/Rev.3, 18 October 2011
7. ECE Regulation No. 118: "Uniform technical prescriptions concerning the burning behaviour and/or the capability to repel fuel or lubricant of materials used in the construction of certain categories of motor vehicles", E/ECE/324/Rev.2/ Add.117/Rev.1 E/ECE/TRANS/505/Rev.2/ Add.117/Rev.1, 4 December 2012
8. Kılıç, A. 1997. "Kara Taşıtları Yangınları"; Yangın ve Güvenlik Dergisi, Sayı 34, s.8-10.
9. Fredrik Rosen; "Fire Safety: Bus Fires: Best Practices for Reducing the Risk", Fire Engineering, 08/15/2014.
10. Gail Jost, S. Dülsen, A.H. Böllinghaus; "Fire Safety Of Buses - Research Action For Improving Vehicle Regulations", Germany Federal Highway Research Institute, Paper Number 13-0022.
11. United Nations Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee, World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations: "Consolidated Resolution on the Construction of Vehicles (R.E.3)", ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2, 30 June 2011.