



Otobüs Yangınları ve Nedenleri Üzerine Bir Araştırma

Serkan AYCİL*

İstanbul PTT Başmüdürlüğü, TÜRKİYE

Doi: 10.55024/buyasambid.1484897

MAKALE BİLGİSİ

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Makale Geçmişi:

İlk gönderim tarihi: 15.05.2024

Düzeltilme tarihi: 22.06.2024

Kabul tarihi: 30.06.2024

Yayın tarihi: 07.07.2024

Anahatar Kelimeler:

Otobüs Yangını, Alternatif Yakıt,
Yetkisiz Tadilat.

*Serkan AYCİL

E-mail address:

sserkan.aycil@gmail.com

Orcid: 0000-0002-3540-5548

ÖZET

Çalışmanın amacı otobüs yangınlarına dikkat çekerek olası nedenlerini açıklamak ve çözüm önerilerinde bulunmaya çalışmaktır. Yerli ve yabancı literatürün taranmasıyla oluşturulan bu çalışma nitel araştırma içerisindeki veri toplama araçlarından biri olan doküman taramasıyla erişilen veriler üzerinden oluşturulmuştur. Öncelikle otobüslerde çıkan yangınlar araçtan kaynaklı, çevresel kaynaklı ve insandan kaynaklı yangınlar olmak üzere üç başlıkta toplanmıştır. Sonrasında araçtan kaynaklı faktörlere bağlı çıkan yangınlar: Motor bölmesinde çıkan yangınlar, elektrik tesisatından kaynaklı yangınlar, yolcu bölmesinde çıkan yangınlar, emisyon temizleme sistemleri ve alternatif yakıtlardan kaynaklı yangınlar, titreşimlerden ve tekerlek yuvasından kaynaklanan yangınlar biçiminde sıralanarak beş alt başlık altında detaylı bir biçimde incelenmiştir. Buna göre karmaşık bir yapıya sahip olan otobüslerde oluşan yangınların imalat hatası, bakımsızlık, yetkili olmayan servislerde yapılan tadilatlar ve alternatif yakıt kullanımı gibi faktörlerden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Bu bağlamda otobüslerde yangına neden olan risklerin ekonomik gerekçelere ve maliyetlerdeki artışa bağlı olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Ayrıca şahıs ve firmaları korumaya yönelik önlemlerin alınması durumunda otobüslerdeki yangın riskinin asgari seviyeye ineceği sonucuna ulaşılmıştır.

2024 Batman Üniversitesi. Her hakkı saklıdır.

Forecasting Hazelnut Prices with Artificial Neural Networks: The Case of Türkiye

Serkan AYCİL*

İstanbul PTT General Directorate, TURKEY

Doi: 10.55024/buyasambid.1484897

ARTICLE INFO

Article Type: Research Article

Article history:

Received: 15.05.2024

Received in revised form:
22.06.2024

Accepted: 30.06.2024

Available online: 07.07.2024

ABSTRACT

The aim of the study is to draw attention to bus fires, explain their possible causes and try to find solutions. This study, which was created by reviewing domestic and foreign literature, was based on the data accessed through document review, which is one of the data collection tools in qualitative research. First of all, fires in buses

Keywords:
Bus Fire, Alternative Fuel,
Unauthorized Modification.

*Serkan AYCİL
E-mail address:
sserkan.aycil@gmail.com
Orcid: 0000-0002-3540-5548

were categorized under three headings: vehicle-related, environmental-related and human-related fires. Afterwards, fires caused by factors originating from the vehicle: Fires in the engine room, fires caused by electrical installations, fires in the passenger compartment, fires caused by emission cleaning systems and alternative fuels, fires caused by vibrations and wheel wells. Accordingly, it is understood that fires in buses, which have a complex structure, are caused by factors such as manufacturing defects, lack of maintenance, modifications made by unauthorized services and alternative fuel use. In this context, it is seen that the risks that cause fire in buses arise due to economic reasons and the increase in costs. In addition, it has been concluded that if measures are taken to protect individuals and companies, the risk of fire in buses will be minimized.

2024 Batman University. All rights reserved

1. GİRİŞ

Motorlu taşıt teknolojileri insan yaşamı için artık gereklilik olarak görülmektedir. Günlük yaşamın içerisinde yer alan motorlu taşıtlar sadece insanların değil aynı zamanda yük ve eşyaların da bir yerden başka bir yere taşınmasına olanak tanımaktadır. Her ne kadar trafikte elektrikli bisiklet, scooter, motosiklet ve otomobil gibi konforlu araçlar kullanılıyor olsa da bunların hiçbiri kitleleri transfer etmeye yetecek kapasiteye ve hıza sahip değildir. Bu nedenle daha çok insanı transfer etmek için toplu taşıma faaliyetlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Toplu taşıma faaliyetleri ise genel olarak deniz yolu, hava yolu, demiryolu ve karayolu ile sağlanmaktadır. Bunun dışında bir de boru hattıyla taşımacılık yapılmadığı bilinmektedir. Boru hattı taşımacılığı insan transferinde kullanılmadığı için konu kapsamı dışında tutulmuştur. Denizyolu taşımacılığı deniz bağlantısı olan yerleşim birimleri arasında ulaşım kolaylığı sağlarken havayolu taşımacılığı helikopter pisti, havaalanı ya da havalimanı bulunan ve birbirine belirli bir uzaklık mesafesi bulunan yerleşim birimleri arasında ulaşım kolaylığı sağlamaktadır. Karayolunda olduğu gibi arazi üzerinde gerçekleşen demiryolu taşımacılığı da birçok açıdan maliyet avantajı sağlıyor olsa da demiryolu ağı bulunmayan yerleşim birimlerine bu taşıma yöntemiyle hizmet götürme olanağı bulunmamaktadır. Türkiye’de demiryolu taşımacılığı da birçok noktada aktif olarak kullanılmaktadır. Ancak yapılması planlanan transfer akışının sağlanabilmesi için yine de transferin bir aşamasında karayoluna ihtiyaç duyulmaktadır. Ulaşım ağları içerisinde görece yaygın ve daha fonksiyonel olan karayolu taşımacılığı ise stabilize veya karayolu bulunan yerleşim birimleri arasında etkin ve kolay bir biçimde ulaşım kolaylığı sağlamaktadır. Buna göre karayolu taşımacılığının bir bölümünde toplu taşımaya ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle insanların bir yerden başka bir yere transfer edilebilmesi ve trafikteki insan transferi kaynaklı araç sayısının azaltılabilmesi için otobüslere ihtiyaç duyulmaktadır.

Seyahat süresince ihtiyaç ve konfor açısından hemen hemen her detayın düşünülerek tasarlandığı otobüsler mobil ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Karayolu taşımacılığında rekabeti arttıran bu tür gereksinimler kaliteli seyahat edebilmek için gerekli olarak görülmektedir. Giderek daha dinamik bir yapıya bürünen otobüslerin yoğun enerji barındıran değişik tahrik çeşitlerinin (CNG, dizel, elektrikli, hibrid, hidrojen vb.) bulunduğu bilinmektedir. Bu bağlamda otobüslerde kullanılan alternatif yakıtlar ve araç üzerinde yapılan yetkisiz tadilatlar riskli bölgenin genişlemesine neden olmaktadır. Buna göre yangına dayanıksız malzemeler ile donatılan otobüslerde yangının çıktığı bölgeyi tespit etmek güçleşmektedir. Öte yandan çıkan yangın sonucunda bir otobüs ortalama 5-6 dakika gibi kısa bir süre içerisinde tamamen yanabilmektedir (Karadeniz, 2019: 41; Kılıç, 2019: 21).

Otobüslerde risk oluşturan bölgeler başta motor bölmesi olmak üzere sigorta kutusu, elektrik tesisatı, akü çevresi, yakıt deposu, lastikler, su ısıtıcıları, fren ve farlar biçiminde sıralanmaktadır. Buna göre otobüslerde çıkan yangınların %56’sının motor bölmesinde, %18’inin elektrik aksamında,

%5'inin yakıt deposunda, %3'ünün lastik, fren ve farlarda, %18'inin ise diğerk riskli bölgelerde meydana geldiği bilinmektedir (Karadeniz, 2019: 41). Dünya genelindeki otobüslerin yaklaşık %1'i çıkan yangınlarla birlikte kullanılamaz hâle gelmektedir. Türkiye'deki yanan otobüsler için net bir istatistiki verileri bulunmamasına rağmen bu oranının yaklaşık %2 civarında olduğu tahmin edilmektedir (Karadeniz, 2019: 41; Yıldız ve Köse, 2020: 120).

Çalışmanın amacı otobüs yangınlarına dikkat çekerek olası nedenlerini açıklamak ve çözüm önerilerinde bulunmaya çalışmaktır. Literatürde yer alan çalışmalarda genellikle yangın kayıtları, yangın sırasında yolcu tahliyesi, otobüs kaza ve yangın haberleri, otobüs yangınlarında can ve mal kayıpları, yolcu güvenliği, sigorta mevzuatı, yakıt püskürtme ve emisyon sistemleri ya da itfaiye teşkilatı bağlamında motorlu araç yangınları konularında araştırmalarda bulunulmuştur. Yerli ve yabancı literatürün taranmasıyla oluşturulan bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak otobüs yangınları konusu doğrudan ve kapsamlı bir biçimde ele alınmıştır. Açık erişimli olan ve otobüs yangınları konusuna karşı farkındalık oluşturacağı düşünülen bu çalışmanın yapılması planlanan diğer çalışmalara referans olacağı düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Smyth ve Dillon (2012), yaptıkları çalışmada ağır iş döngüsü içerisinde çalışan otobüslerde satış işlemlerinden sonraki süreçte yangın riskini arttıran elektrik tesisatından kaynaklı birtakım problemler saptamıştır. Buradaki amaç gelecekte yaşanması muhtemel olan otobüs yangınlarını önlemek için geçmişte hangi faktörlerin otobüs yangınlarına sebep olduğunu belirleyip önceden önlem almaya çalışmaktır. Buna göre yapılan araştırmada otobüs yangınları üç farklı kategoriye ayrılarak analiz edilmiştir. Bunlar; elektrik sisteminden kaynaklı yangınlar, tekerlek seviyesindeki sürtünmeden kaynaklı yangınlar ve motor arızasından kaynaklanan yangınlar olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak yangına neden olan bir takım risklerin araç bakımı ve rutin kontrollerle önlenebileceği görülmüştür.

Hoffman, Dülsen ve Klipper (2013), 2008'de Almanya'nın Hannover şehri yakınlarında yaşanan ve 20 kişinin ölümüyle sonuçlanan otobüs yangınından hareketle bir çalışma hazırlamıştır. Buna göre yan camlar ile tavan camını kırarak kaçmayı başaran gençlerin yangından sağ kurtuldukları görülürken tavandan atlamak durumunda kalanların ise ciddi olarak yaralandıkları görülmüştür. Bu bağlamda ani ve hızlı bir biçimde ilerleyen yangının seyrini anlamak için otobüslerden ve tedarikçilerden malzemeler alınmış ve dayanıklılık testleri gerçekleştirilmiştir. Alınan numune örnekleri demiryolu taşımacılığında kullanılan (tramvay ve tren) araçlardaki malzeme örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Bu testlerde özellikle yeni otobüs koltuklarında kullanılan malzemenin son derece dayanıksız olduğu anlaşılmıştır. Yapılan testler 1995'ten önce imal edilen otobüs koltuklarının daha yüksek dayanım sağladığını göstermiştir. Dolayısıyla son dönemlerde daha ucuz ve hafif plastiklere yönelimin arttığı bunun da otobüslerdeki yangın riskini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Feng ve Li (2016), çalışmalarında Çin'deki kaza tutanaklarını Delphi yaklaşımıyla analiz ederek otobüs yangınına neden olan risk faktörlerini toplam 17 başlıkta toplamıştır. Buna göre olası risk faktörleri insan kaynaklı, çevreden kaynaklı ve araçtan kaynaklı faktörler olmak üzere üç aşamada değerlendirilerek analiz edilmiştir. Bu bağlamda son dönemlerde yaşanan otobüs yangınlarının iki önemli risk faktöründen kaynaklı olarak ortaya çıktığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu risk faktörlerinden biri güvenlik eğitimi eksikliğiyle ilişkilendirilmişken diğeri yasal düzenlemelerde görülen yetersizliklerle ilişkilendirilmiştir. Dolayısıyla yapılan analizin sadece otobüs yangınlarıyla sınırlı tutulmaması, trafikte yaşanan kazalar ve demiryolu kazaları gibi kaza türleriyle karşılaştırılarak kapsamının genişletilmesi önerisinde bulunulmuştur.

Kılıç (2019), çalışmasında otobüs yangınlarını; motor bölümünden kaynaklı yangınlar, elektrik tesisatı kaynaklı yangınlar, tekerlek yuvası kaynaklı yangınlar, yolcu bölmesinde çıkan yangınlar ve alternatif yakıtlardan kaynaklanan yangınlar biçiminde sıralamışken alınması gereken önlemleri ise zamanında yapılan bakım, yangın algılama sistemleri ve yangın söndürücüler biçiminde sıralamıştır. Sonuç olarak sefere çıkan her otobüsün motor bölmesi ile diğerk kısımlarındaki parçalarının fiziksel

olarak kontrol edilmesi ve yapılan risk değerlendirmesi sonucunun tutanak altına alınmasının gerekliliği ve önemi belirtilmiştir.

Karadeniz (2019), çalışmasında son yıllarda sıkça karşılaşılan otobüs yangınlarının oluşma nedenlerini tespit etmeye yönelik bir araştırmada bulunmuş ve kamuoyunun merak ettiği sorulara cevap aramıştır. Buna göre; oluşan yangınların genellikle trafik kazası, imalat hatası, bakımsızlık, yorgunluk, ihtimal, eğitimsizlik ve dikkatsizlik gibi faktörlerden kaynaklandığı üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak aracın orijinal donanımını bozan ve araç üzerindeki yangın riskini arttıran değişiklikleri engellemeye yönelik çalışmaların yapılması ve araç denetimlerinin arttırılması önerisinde bulunulmuştur.

Yıldır ve Nazlier (2019), yaptıkları çalışmada yangınla sonuçlanan kazalarda otobüs firmalarının “Karayolu Yolcu Taşımacılığı Zorunlu Koltuk Ferdi Kaza Sigortası” kapsamındaki sorumluluk ve yükümlülüklerinin neler olduğunu belirlemeye çalışmıştır. Buna göre otobüs firmalarının yolcu taşımacılığı faaliyetinde bulunurken öncelikle yolcu taşıma yetki belgesine sahip olmaları, sefere çıkan aracın muayenesini yaptırılmaları ve her bir yolcuya “zorunlu koltuk ferdi kaza sigortası” yaptırılmaları gerektiği üzerinde durulmuştur.

Yıldız ve Köse (2020), yaptıkları çalışmada motorlu araç yangınlarının çarpma olmadan ya da çarpışmadan kaynaklı olduğunu belirterek çarpışmadan kaynaklı araç yangınlarını dört başlık altında incelemiştir. Bunlar; Araç motoru bölümünde çıkan yangınlar, yakıtın dökülmesiyle birlikte başlayan yangınlar, yolcu bölümünde çıkan yangınlar ve diğer bilinmeyen bölümlerde çıkan yangınlar biçiminde sıralanmıştır. Sonuç olarak yangın sayısını en aza indirmek için yalıtımdan periyodik bakıma kadar bir dizi önlemin alınması, motor bölmesinin ise otomatik yangın söndürme sistemi ile korunması önerisinde bulunulmuştur.

Li, Xu ve Bian (2022), yaptıkları çalışmada otobüs yangını sırasında yolcu davranışlarının temel özelliklerini ele alarak genel bir tahliye modeli geliştirmiştir. Bunun için olası bir yangın durumunda dar olan alanlardan yolcuların kolaylıkla tahliye edilmesini sağlayacak uygulamalar geliştirilmiş ve bu sayede yaralanma ve ölüm riski en az seviyeye indirilmeye çalışılmıştır. Yanıcı maddeler ile dolu olan otobüslerin potansiyel olarak tehlike arz ediyor olması ise bu hususta çalışma yapılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Sonuç olarak tahliye seçeneklerinin iyi anlaşılması ve tahliyenin hızlı bir biçimde gerçekleştirilmesi için uygun politika ve düzenlemelere ihtiyaç duyulduğu anlaşılmıştır.

Doğan, Güven, Şahinöz ve Nas (2023), çalışmalarında 2007-2019 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen ve haber ajanslarında yayımlanan otobüs kaza-yangın haberlerini analiz etmeye çalışmıştır. Buna göre ilgili haber sitelerinden toplam 297 otobüs kazası ve yangın haberi alınmış ve alınan veriler içerik çözümleme yöntemiyle analiz edilmiştir. Sonuç olarak kazalardaki periyodik dağılıma bakıldığında en fazla kazanın mayıs ve haziran aylarında meydana geldiği görülürken otobüs yangınlarındaki artışın ise sıcaklık değerlerinin maksimum seviyelere ulaştığı ağustos ayında olduğu görülmüştür.

3. YÖNTEM

Araştırmanın bu aşamasında araştırma verileri ve verilerin analizi ile ilgili konularda bilgilendirmede bulunulmuştur.

3.1. Araştırmanın Verileri

Literatür taraması ve internet araştırması sonucunda erişilen veriler üzerinden derlenerek oluşturulan bu çalışmanın yazımında basılı ve elektronik ortamda yayınlanan tez, kitap, rapor, bildiri metni, kurumsal yayın, haber sitesi ve dergi gibi kaynaklardan faydalanılmıştır.

3.2. Verilerin Analizi

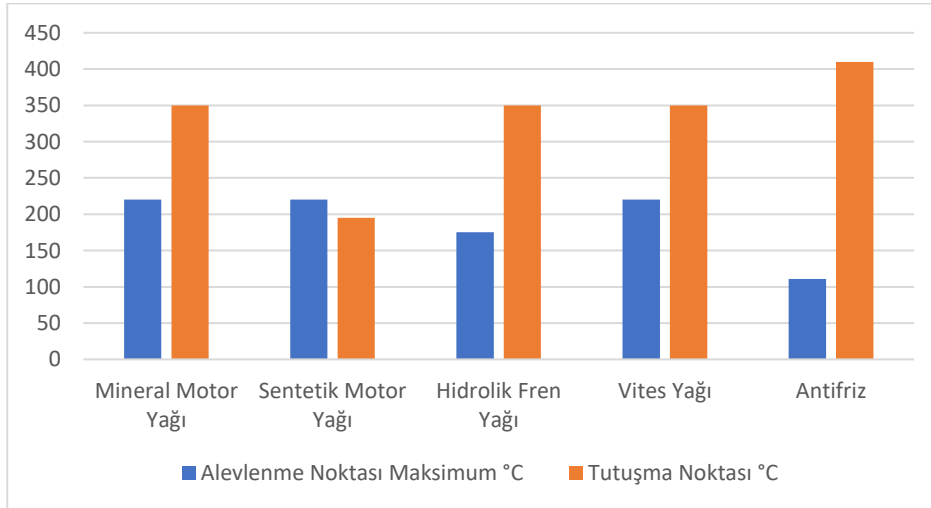
Nitel araştırma içerisindeki veri toplama araçlarından biri olan doküman taramasıyla erişilen veriler çalışmanın esas kısmını oluşturmaktadır. Doküman taraması; güvenilirlik ve temsil edilebilirliği kontrol edilen ve bilimsel çalışmalarda referans gösterilen yayınlar üzerinden oluşturulmuştur. Elde edilen veriler hem yerli hem de yabancı literatürle karşılaştırılmış ve araştırmacı tarafından yorumlanmıştır.

4. BULGULAR

Otobüslerde çıkan yangınların genel olarak araçtan kaynaklı, çevresel kaynaklı ve insandan kaynaklı faktörlere bağlı olarak ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu bağlamda sıcak iklim koşulları, sürücü hatası, alternatif yakıt kullanımı, aracın yaşı, söndürme ekipmanlarının yetersizliği, aksatılan bakımlar, sürekli seferler, sigara kullanımı, korumasız malzeme ve yetkisiz tadilatlar gibi faktörlerin yangın riskini arttırdığı anlaşılmaktadır. Çalışmanın bu kısmında “araçtan kaynaklı” faktörlere değinilerek otobüslerin muhtelif bölümlerinde çıkan yangınlara ilişkin bilgilendirmelerde bulunulmuştur. Buna göre üretim hatası, sabotaj, doğal afetler, kundaklama ve kaza dışında meydana gelen yangınlar ise “çevresel faktörlerden kaynaklı yangınlar” ve “insan kaynaklı faktörler” alt başlığı altında incelenmiştir.

4.1. Motor Bölmesinde Çıkan Yangınlar

Araçlarda tespiti ve söndürülmesi oldukça zor olan yangınlar genellikle aracın motor bölümünde ortaya çıkmaktadır. Yaklaşık 95°C civarında olan motor gövdesi 70-90°C aralığındaki hava sıcaklığıyla birlikte sürekli bir biçimde ısı üretmekte ve özellikle egzoz boruları üzerinde 600°C'ye kadar varan sıcaklıklara neden olmaktadır. Bunun yanı sıra motor bölümünde yer alan katı sıvı ve gaz hâlindeki yanıcı maddeler ise olası bir deformasyon ya da sızıntı durumunda yangın riskini arttırmaktadır. Bu bağlamda motor bölümündeki açıklıklar ve fanlarla oluşturulan havalandırma sistemi bir yandan motorun soğutulmasına yardımcı olurken diğer yandan yangın anında alev yoğunluğunun artmasına neden olabilmektedir. Motor sıcaklığı, yanıcı sıvıların sıcaklığından fazla olduğu için yangının başlaması ve yayılması bu bölmede daha kolay gerçekleşmektedir (Kılıç, 2019: 18; Yıldır ve Nazlıer, 2019: 33). Çünkü motor içerisinde yaklaşık 35-45 litre motor yağı, 15-20litre hidrolik yağı ve 50 litre civarında soğutucu akışkan bulunmaktadır (Yıldız ve Köse 2020: 122). Buna göre sıcak yüzeyle temas eden yanıcı sıvı temas ettiği sıcak yüzeyden ısı almakta ve diğer kısımlara temas etmektedir. Dolayısıyla sızıntı ya da soğutucu sistemlerde yaşanan arıza durumunda yangın riski ortaya çıkmaktadır.



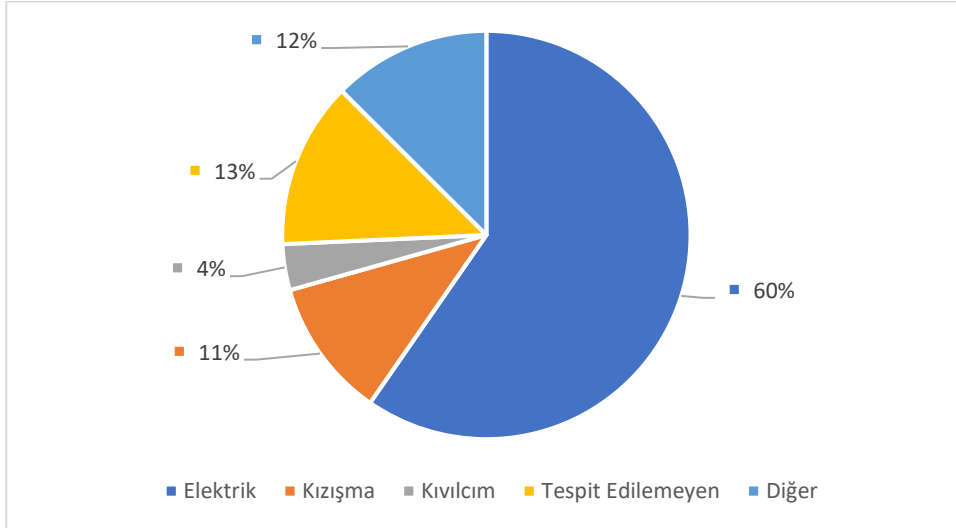
Şekil 1. Motor içerisindeki sıvı ve yağların alevlenme ve tutuşma noktaları °C (Hammarström ve ark. Aktaran Yıldız ve Köse, 2020: 122)

Şekil 1’de motor içerisindeki sıvı ve yağların alevlenme ve tutuşma dereceleri görülmektedir. Buna göre harici bir tutuşturma kaynağı verildiğinde madde buharının tutuşacağı en düşük sıcaklığa parlama noktası (Alevlenme noktası), harici bir tutuşturma kaynağı olmadan madde buharı ile hava

karışımının ateşlendiği en düşük sıcaklığa ise tutuşma noktası denilmektedir (Yamık, 2011: 8). Bu bağlamda mineral motor yağı 170-220°C aralığında alevlenirken 350°C'de tutuşmaktadır. Sentetik motor yağı 220 °C'de alevlenirken 170-220°C aralığında tutuşmaktadır. 175°C'de alevlenen Hidrolik fren yağı 350°C'de tutuşmaktadır. Vites yağı 220°C'de alevlenmekte olup 350°C'de tutuşmaktadır. Antifriz ise 111°C'de alevlenirken 410°C'de tutuşmaktadır.

4.2. Elektrik Tesisatından Kaynaklı Yangınlar

İmalattan kaynaklı hatalar, yetkili olmayan servislerde yapılan tadilatlar, yasal olmayan değişiklikler, sonradan yapılan ekler (buzdolabı, internet, kahve makinesi, TV, priz ve USB bağlantıları) ile standart dışı elektrikli su ısıtıcısı kullanımı elektrik tesisatı üzerindeki yükü arttırmaktadır. Teknoloji kullanımıyla birlikte otobüslerde kullanılan kablo sayısı ve uzunluğu da artmıştır. Bu nedenle gerek ağırlık gerekse maliyetleri azaltmak için daha küçük kesitli kablolar kullanılmaya başlanmıştır. Uzun kablolarla yapılan besleme, gerilimin düşmesine ve elektrik kablolarında aşırı akım çekilmesine yol açarken kablo kesitindeki küçülme ise aşırı yüklemeye ve kabloların ısınmasına yol açmaktadır. Bunun yanı sıra seyahat esnasında oluşan titreşimler elektrik tesisatında yalıtım oluşturan tabakanın aşınmasına ve bunun sonucunda kısa devre oluşmasına neden olmaktadır (Kılıç, 2019: 17; Polat, 2019).



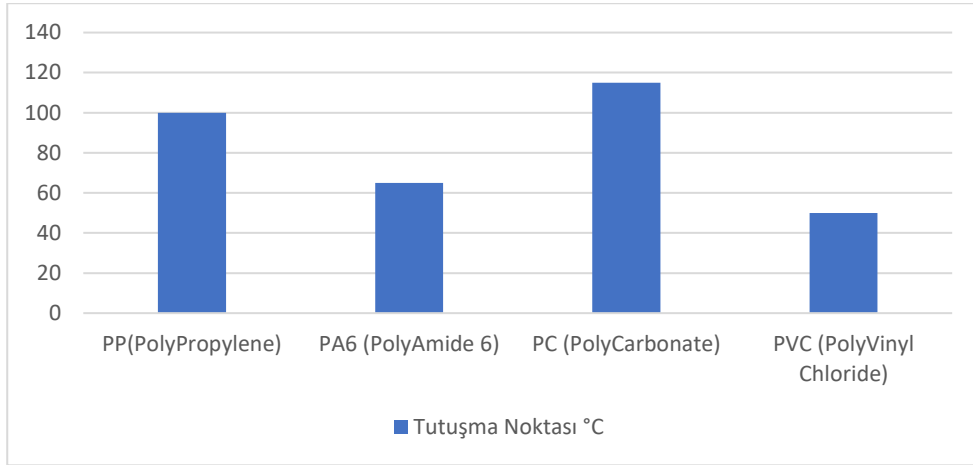
Şekil 2. 2020 yılı itibarıyla İstanbul ilindeki araç yangınlarının çıkış nedenleri (Arslan, 2022: 51)

Şekil 2'de İstanbul il sınırları içerisindeki araç yangınlarının çıkış nedenleri görülmektedir. İstanbul İtfaiye Dairesi Başkanlığı'nın 2020 yılı verilerine göre İstanbul il sınırları içerisinde meydana gelen araç yangın sayısı 1.509 olup çıkan yangınların %59,6'ı elektrik tesisatı, %11'i kızışma, %3,6'sı kıvılcım sıçraması, %13,1'i tespit edilemeyen, %12,7'si ise diğer nedenlerden kaynaklı olarak çıkmıştır.

4.3. Yolcu Bölmesinde Çıkan Yangınlar

Araç tasarımında kapı, pencere, perde, koltuk, koltuk örtüsü, koltuk içi sünger, kaplama ve döşeme elemanlarında kullanılan malzemelerin genel olarak yangına karşı düşük direnç gösterdiği bilinmektedir. Bu bağlamda yapılan araştırmalar yolcu bölgesinde oluşan yangınların genellikle motor bölgesinden yayıldığını ya da elektriksel bir arıza ile tetiklenerek ortaya çıktığını göstermektedir. Ancak bunun dışında gerek bagaja konulan eşyaların gerekse yolcuların yanlarında bulundurduğu el bagajlarının belirli riskler taşıdığı bilinmektedir. Otobüs terminallerinin birçoğunda vücut tarama sistemleri (el dedektörü ve geçiş tipi X-ray cihazı) haricinde posta ve kargoların içerisini kontrol etmeye yarayan X-ray cihazları bulunmamaktadır. Yolcu güvenliği açısından zafiyet oluşturan bu uygulama nedeniyle yanıcı, patlayıcı ya da parlayıcı niteliği taşıyan sıvılar kolaylıkla otobüslerde

taşınabilmektedir. Özellikle seyahat esnasında oluşacak olası bir tehlike karşısında yolcu bagajları kolaylıkla tutuşabilmekte ve yangına karşı düşük direnç gösteren kabin içi malzemeler kolaylıkla yanabilmektedir (Karadeniz, 2019: 45; Polat, 2019). Şekil 3'te yolcu otobüsü tasarımında yaygın olarak kullanılan malzemeler ve bu malzemelerin tutuşma noktaları °C gösterilmiştir.



Şekil 3. Yolcu bölümünde kullanılan malzemelerin tutuşma noktaları °C (Yıldız ve Köse, 2020: 123)

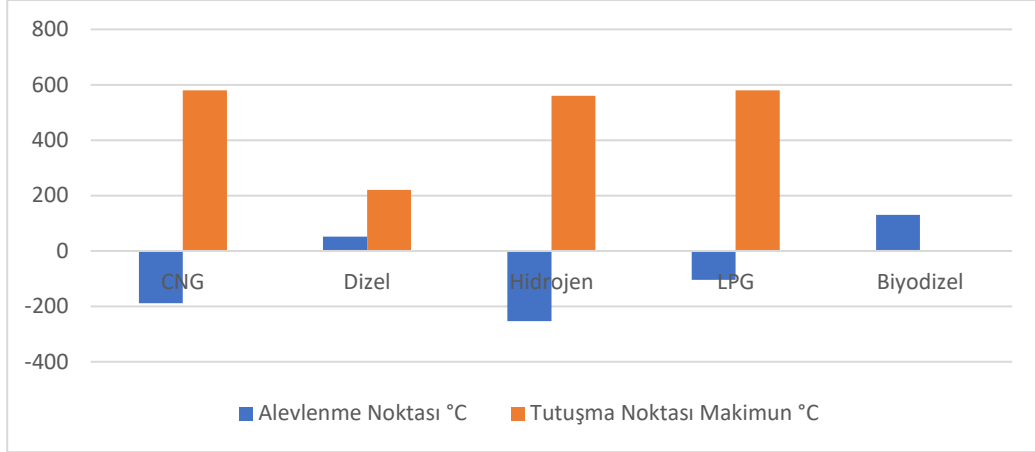
Şekil 3'te otobüslerin yolcu bölümünde kullanılan malzemelerin tutuşma dereceleri görülmektedir. Buna göre PA6 (PolyAmide 6) 65°C'de tutuşuyorken PC (PolyCarbonate) 115°C'de tutuşmaktadır. PVC'nin (PolyVinyl Chloride) tutuşma noktası 50°C iken PP (PolyPropylene) 80-115°C aralığında tutuşmaktadır.

4.4. Emisyon Temizleme Sistemleri ve Alternatif Yakıtlardan Kaynaklı Yangınlar

Zararlı egzoz emisyonlarının ve partikül taneciklerinin atmosfere atılmadan önce süzülmesini sağlamak için DOC (Dizel oksidasyon katalizörü), DPF (Dizel partikül filtresi) ve SCR (Seçici katalitik indirgeme) benzeri sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Filtreli olan bu donanımlar enjektör, yakıt püskürtme sistemi ve sistemi yöneten yazılım ile birlikte uyumlu çalışmak üzere dizayn edilmiştir. Ancak günümüzde sürücüler tekrar eden ikaz ışığı uyarısı karşısında SCR sistemlerini AdBlue emülatör cihazı olarak adlandırılan aparatlarla ya da aracın orijinal yazılımına müdahale ederek devre dışı bırakılmaktadır. Filtrelerin durumunu önceden haber veren sistemin iptaliyle birlikte egzoz gazı çıkışındaki aşırı ısınma artık fark edilememektedir. Bunun sonucunda dışarı çıkmakta zorlanan egzoz gazları nedeniyle DOC, DPF ve SCR kombinasyonu aşırı ısınmakta ve 600°C civarında seyreden sıcaklık 800-1000°C sınırına ulaşarak tutuşabilir duruma gelmektedir (Dizdar, 2019: 37-38; Lök, 2019: 28-29).

Benzin ve motorin fiyatlarının yüksekliği, akaryakıttan alınan vergi oranındaki değişkenlik ve indirimli bilet satışı gibi nedenlerden kaynaklı olarak şahıs ve firmalar motorine ikame olarak alternatif yakıt tüketimine yönelmektedir. Bu bağlamda özellikle fosil kaynaklı olmayan biyodizel ve 10 numara yağların alternatif yakıt olarak kullanıldığı görülmektedir (Kaya, 2006: 3). Yağlar genel itibarıyla mineral ve sentetik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Petrolden elde edilenler, mineral yağlar olarak isimlendirilirken kimyasal yollarla elde edilenler sentetik yağlar olarak isimlendirilmektedir. Kamyonlarda ve şehirlerarası otobüslerde yaygın olarak kullanılan 10 numara yağlar genellikle solvent, baz yağ, atık bitkisel yağ ve atık madeni yağlarla karıştırılarak kullanıldığı için alevlenme ve tutuşma noktaları değişmektedir. Buna göre yapılan ölçümlerde mineral yağ olarak değerlendirilen 10 numara yağın viskozitesi dizel yakıtın yaklaşık 12 katı, biyodizel yakıtın ise yaklaşık 10 katı olduğu görülmüştür (Uyaroğlu, Yücesu ve Çıtak, 2010: 114-115). Açıkta satılan 10 numara yağlar, enjektörlerde ve yakıt pompasında aşınmalar ve düzensizlikler oluşturarak piston kafaları ve yanma odasında soğutmayı engelleyecek boyutta kurum birikimine neden olmaktadır. Kurum ise motor ısısını arttırarak hararete ve motorun etrafındaki PVC kaplı kabloların tutuşmasına sebebiyet vermektedir. Ayrıca dizel motorlarda yakıt pompasının motora göndermiş olduğu yakıtın bir kısmı silindirlere

püskürtülürken geri kalan kısmı yakıt geri dönüş hattı üzerinden yakıt deposuna geri gönderilir. Silindire püskürtülen yakıt enerjisinin yaklaşık %30'u mekanik güce dönüşürken geri kalan %70'lik enerji sürtünme, ısı transferi vb. mekanizmalar ile ısı enerjisi şeklinde motordan atılır. Buna göre yakıt yerine 10 numara yağ kullanıldığında bloklarda mazot yerine yağ dolaştığı için motor yeterince soğutulamamaktadır (Dizdar, 2019: 38).



Şekil 4. Motor içerisindeki yanıcı sıvıların alevlenme ve tutuşma noktaları °C (Biyodizel Endüstri Raporu 1, 2019: 24; Hammarström ve ark. aktaran Yıldız ve Köse, 2020: 122)

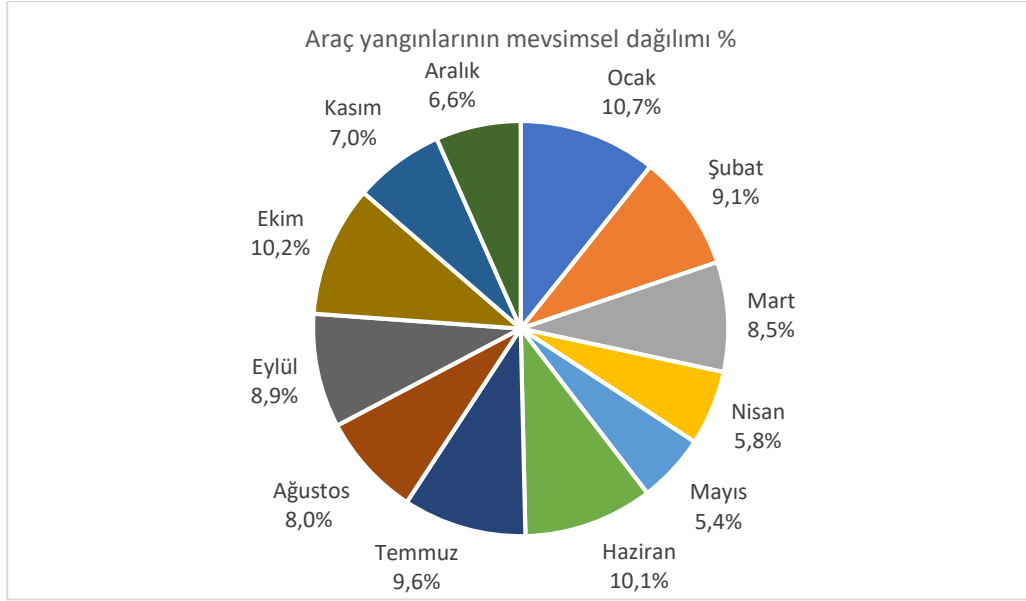
Şekil 4'te motor içerisindeki yanıcı sıvıların alevlenme ve tutuşma dereceleri görülmektedir. Buna göre CNG -188°C'de alevlenirken 580°C'de tutuşmaktadır. Dizel 52°C'de alevlenmekte ve 220°C'de tutuşmaktadır. -253°C'de alevlenen Hidrojen 560°C'de tutuşmaktadır. LPG ise -104°C'de alevlenmekte olup 430-580°C aralığında tutuşmaktadır. Setan sayısı dizel yakıtına göre daha fazla olan biyodizelin tutuşma gecikmesi daha yüksek olup 130°C'nin üzerine çıktığında alevlenmektedir.

4.5. Titreşimlerden ve Tekerlek Yuvasından Kaynaklanan Yangınlar

Gerek motor gerekse yola temas eden lastikler araçta titreşimler oluşturmaktadır. Buna göre araçta oluşan sarsıntılar aracı oluşturan bileşenler üzerinde yorulma, bağlantılarda gevşeme, kırılma ve kısa devre meydana getirerek ömürlü parçaların bozulma süreçlerini hızlandırmaktadır. Titreşim kaynaklı frekanslı hareketler hortum ve benzeri parçalar üzerinde çatlaklar oluşturarak yanıcı sıvıların sızmasına yol açmakta ve yangın riskini arttırmaktadır. Bunun yanı sıra tekerlek yuvası bölgesindeki bazı kaplamalardan kaynaklanan yangınlara da rastlanmaktadır. Araç lastiğini oluşturan bileşenlerin tutuşma sıcaklığı düşük olmakla birlikte 170-250°C arasında yanma özelliği göstermektedir. Bu bağlamda ilk aşama testlerinden başarılı bir biçimde geçen bazı kaplamaların zaman içerisinde meydana gelen bozulmalarla birlikte yangına karşı dirençsiz hâle geldiği görülmektedir. Buna göre ısı ya da kıvılcımların etkisiyle oluşan yayılmanın tekerlek yuvası bölgesinden yolcu bölümüne geçmesiyle birlikte yangın riski ortaya çıkmaktadır (Kılıç, 2019: 17-18; Yıldız ve Nazlıer, 2019: 31-32; Yıldız ve Köse, 2020: 123).

5. ÇEVRESEL FAKTÖRLERDEN KAYNAKLI YANGINLAR

İklim ve yol durumuna bağlı olarak ortaya çıkan otobüs yangınları “çevresel faktörlerden kaynaklanan yangınlar” kategorisinde değerlendirilmektedir. Buna göre sıcak hava, nem, kar, dolu, yağmur, sis, sel ve yıldırım düşmesi gibi hava olaylarına bağlı olarak çıkan yangınlar iklimsel koşullarla ilişkilendirilirken yüksek kasis, kaygan zemin, mıcırly yol, çukur ya da başka bir aracın karıştığı kazaya bağlı olarak çıkan yangınlar yol durumuyla ilişkilendirilmektedir (Feng vd., 2016: 9-10; Tunca, 2019: 18-19).

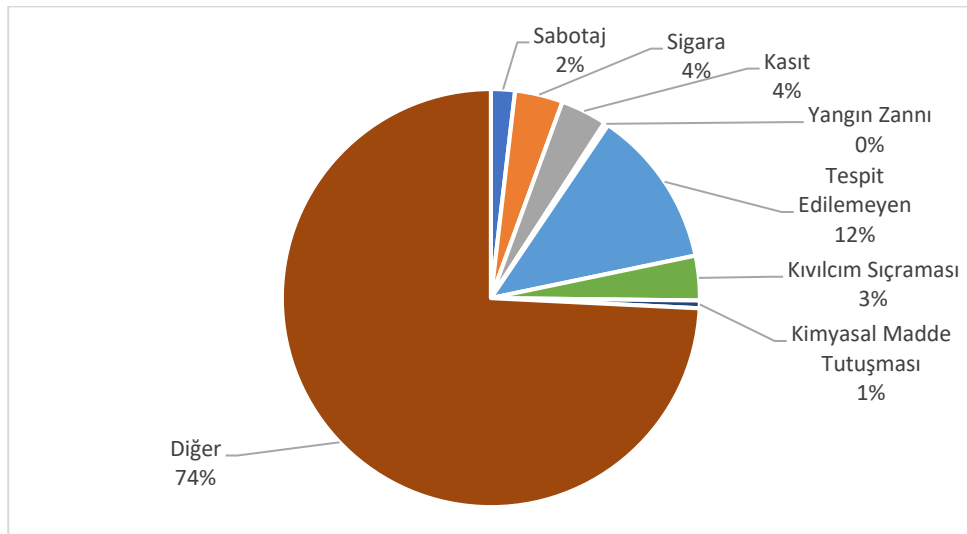


Şekil 5. 2020 yılı itibarıyla İstanbul ilindeki araç yangınlarının mevsimsel dağılımı (Arslan, 2022: 51)

Şekil 5'te İstanbul il sınırları içerisindeki araç yangınlarının mevsimsel dağılımı görülmektedir. İstanbul İtfaiye Dairesi Başkanlığı'nın 2020 yılı verilerine göre İstanbul il sınırları içerisindeki mevsimler bazında meydana gelen araç yangın sayısının 1.509 olduğu görülmektedir. Buna göre çıkan yangınların %26,40'ı aralık, ocak, şubat aylarında, %19,7'si mart, nisan, mayıs aylarında, %27,7'si haziran, temmuz, ağustos aylarında, %26,1'si ise eylül, ekim ve kasım aylarında yaşanmıştır.

6. İNSAN KAYNAKLI FAKTÖRLER

Otobüs yangınlarındaki en aktif rolü insan kaynaklı faktörler oluşturmaktadır. Bu bağlamda ortaya çıkan riskler, sürücüler ve yolculardan kaynaklanan riskler olarak kategorize edilmektedir. Genel olarak riskli sürüş, yorgunluk, alkollü araç kullanma, görevli personelin eğitimsizliği ve aksatılan bakımlar sürücülerden kaynaklanan riskler olarak kabul edilirken kundaklama, seyahat esnasında sigara kullanma, yolcu koltuğundaki elektronik sistemlere zarar verme, şüpheli bir durumu yetkililere bildirmede geç davranılması, yanıcı ya da patlayıcı madde bulundurma gibi olgular yolculardan kaynaklanan riskler olarak kabul edilmektedir (Feng vd., 2016: 7-10; Mississippi İtfaiye Akademisi Yangın Müfettişi, t.y.).



Şekil 6. 2020 yılı itibarıyla İstanbul ilindeki insan kaynaklı faktörlere bağlı oluşan araç yangınları (Arslan, 2022: 53-54)

Şekil 6'da İstanbul İtfaiye Dairesi Başkanlığı'nın 2020 yılı verilerine göre İstanbul il sınırları içerisindeki meydana gelen araç yangın sayısının 1.509 olduğu görülmektedir. Buna göre çıkan yangınların 204'ü doğrudan insan kaynaklı faktörlere bağlı, 185'i tespit edilemeyen, 1120'si ise diğer nedenlerden kaynaklı olarak ortaya çıkmıştır.

7. TARTIŞMA VE SONUÇ

Avrupa ve Amerika'daki veriler, otobüs yangınlarının yüzde 70-74'ünün motor bölmesinden kaynaklı olduğunu gösterirken Türkiye'deki veriler oluşan yangınların motor bölmesinin yanı sıra araç içindeki elektrik tesisatından kaynaklandığını göstermektedir (Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 2019: 335). Otobüste oluşan ısının önemli bir kısmı motor bölmesinde kalan diğer kısmı ise iklimlendirme ve egzoz sistemi boyunca açığa çıkmaktadır. Bu bağlamda ısının asıl kaynağı olarak görülen motor bölmesinde ortalama 95°C civarında kesintisiz bir biçimde ısı üretilmektedir. Bunun yanı sıra motorun sağlıklı bir biçimde çalışabilmesi için de motor bölmesinde katı sıvı ya da gaz hâlde bulunan maddelere ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle motor bölmesindeki sıvı maddelerin birçoğu düşük yanma direncine sahip olup olası bir sızıntı durumunda yangına neden olabilmektedir. Normal koşullarda motorun ideal ısıda kalmasını sağlayan soğutucu ve fanlar, olası bir alev durumunda yanma sürecinin hızlanmasına neden olabilmektedir.

Yapılan araştırmalar otobüs yangınlarının yaklaşık 1/5'inin elektrik tesisatından kaynaklı problemlerden çıktığını göstermektedir. Otobüsler diğer kara taşıtlarına göre daha karmaşık yapıya sahiptir. Bu nedenle üretici desteği olmadan imalattan kaynaklı herhangi bir hatanın anlaşılması güçleşmektedir. Bunun yanı sıra seyahat süresinin uzunluğuna bağlı olarak ortaya çıkan konfor, sıcak iklimlere yönelme ve ek priz bağlantıları gibi ihtiyaçlar, uzun ve karmaşık olan elektrik sistemleri üzerinde ekstra yük oluşturmakta ve zaman içerisinde dayanımı azalan kablolarla kalıcı zararlar vermektedir. Bu bağlamda artan maliyetleri gerekçe gösteren işletmeciler teknik destek almak yerine ya anlık çözüm arayışına yönelmekte ya da aracın bakımını yetkili olmayan servislerde yapmaya çalışmaktadır. Dolayısıyla mevcut değişkenlerin bir ya da birkaçı dâhi henüz sefere çıkmamış park hâlindeki bir otobüste kısa devre oluşmasına neden olmaktadır.

Her ne kadar otobüs tasarımında yanmaya karşı dirençli malzemeler kullanılsa da ömürlü olan ve zaman içerisinde dayanımı azalan koltuk, perde, kolçak, kaplama ve döşeme gibi elemanlar bir süre sonra potansiyel olarak risk oluşturmaya başlamaktadır. Buna göre yolcu bölmesi ve bagajda taşınan kişisel eşya ve kargolar da seyahat güvenliği açısından çoğunlukla büyük riskler içermektedir. Çünkü otobüs işletmelerinin birçoğu kapalı ya da izole edilmiş kargoların içeriğini kontrol etmeden taşımayı kabul etmektedir. Seyahat güvenliği açısından zafiyet oluşturan bu uygulama nedeniyle kolaylıkla tutuşma ihtimali bulunan herhangi bir yanıcı madde otobüs içerisine girebilmektedir.

Ekonomik koşullardaki istikrarsızlık karşısında alternatifler üretmeye çalışan otobüs firmaları standart dışı AdBlue ve 10 numara yağ kullanarak maliyetlerini azaltma yoluna gitmektedir. Günümüzdeki araçların önemli bir kısmında tekrar eden ikaz ışığı uyarısı karşısında sürücüler SCR sistemlerini AdBlue emülatör cihazı olarak adlandırılan aparatlarla devre dışı bırakılmaktadır. Bu bağlamda gerek sürücüler gerekse araç servisleri tekrarlayan ikaz ışığı uyarısını şehir içi trafikten kaynaklı kronik bir problem olarak yorumlamaktadır. Günlük kullanımda ya da araç satışı sırasında psikolojik olarak rahatsızlık hissi oluşturan bu olgu karşısında yetkili olmayan servisler, ikaz uyarı ışığını pasif duruma getirmek için genellikle motor kontrol ünitesine (ECU) yazılımla müdahale etmektedir. Bunun yanı sıra partikül filtresi (DPF) ve SCR katalizörü araçtan çıkarılmakta, sensörler değiştirilmekte, uyarı ışığının elektrik bağlantısı kesilmekte ya da gösterge panelinde bulunan ikaz ışığının üzerine siyah bant çekilmektedir. Bu bağlamda son yıllarda yaşanan otobüs yangınlarının önemli bir kısmının ise AdBlue emülatör cihazı olarak adlandırılan aparatların kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir (Dizdar, 2019: 37; Tele1, 2019; Venedik, 2019). Yakıt yerine 10 numara yağ kullanımı, yangın riski başta olmak üzere çevre kirliliği, dolaylı vergilerde kayıp ve

akaryakıt satışında düşme gibi birtakım olumsuzluklar içermesine rağmen günümüzde hâlâ şahıs ve firmalar tarafından tercih edilmektedir. Özellikle son yıllarda 10 numara yağ kullanımını engellemeye yönelik birçok yasal düzenleme yapıldığı bilinmektedir. Adli ve idari yaptırımların yanı sıra kaçakçılıkla mücadele kanunu kapsamında da engelleyici girişimlerde bulunulmasına rağmen 10 numara yağ satışı ve kullanımı tam olarak engellenememiştir.

Karmaşık ve büyük boyutlu olan otobüsler çok sayıda parçanın bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Buna göre hem otobüslerin hareket etmesini sağlayan motor aksamı hem de seyruferde oluşan sarsıntılar araç üzerinde frekanslı titreşimler oluşturarak aracı oluşturan bileşenlerde gevşeme, yorulma ve kırılmalara neden olmaktadır. Ömürlü parçaların bozulma süreçlerini hızlandıran ritmik hareketlerle birlikte genellikle hortum ve keçe aralarında kaçaklar oluşmaktadır. Oluşan sızıntılar ise olası yangın riskini arttırmaktadır.

Trafik kazalarının önemli bir kısmını maddi hasarlı kazalar oluşturmaktadır. Yaşanan kaza sonucunda ekstrem bir durum oluşmadığı müddetçe yangın ihtimali oluşmamaktadır. Bu bağlamda oluşan kazaların ise genellikle insan faktörü, iklim ve yol durumuna bağlı olarak oluştuğu görülmektedir. Özellikle ağır tonajlı araçların ya da otobüslerin karıştığı kazalarda yangın riskinin diğer kara taşıtlarına göre daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Buna göre ağır tonajlı araçlara göre daha karmaşık olan ve bu karmaşıklığın yanında bir de insan transferinde kullanılan otobüslerde diğer risklerin yanı sıra bir de insan kaynaklı risk faktörlerine karşı önlem almak gerekmektedir. Buna göre otobüslerdeki yangın riskini asgari seviyeye indirmek için alınması gereken önlemler maddeler hâlinde sıralanmıştır. Bunlar:

- Daha kapsamlı ve caydırıcı yasal düzenlemeler yapılabilir.
- Şehirlerarası otobüs terminallerine denetimli akaryakıt istasyonları ve yetkili servisler açılabilir. Sunulan hizmetlerden faydalanan firmalara teşvik verilebilir.
- Otobüslere belirli aralıklarla ücretsiz kapsamlı muayene zorunluluğu getirilebilir.
- Şehirlerarası otobüs terminallerine detaylı çanta ve üst araması zorunluluğu getirilebilir.
- Otobüste görevli personellere belirli aralıklarla eğitimler verilebilir. Bunun için özerk enstitülerin açılması fayda sağlayabilir.
- Otobüs firmalarına her yakıt alımında vergi indirimi uygulanabilir.
- Alınan yakıt fişlerini yıllık bazda kilometre bilgisi ile karşılaştıracak bir sistemin geliştirilmesi vergilendirme açısından fayda sağlayabilir.
- Yapılan tadilatlar için izin zorunluluğu getirilebilir. Yetkisiz tadilatlar için caydırıcı nitelikte yaptırımlar uygulanabilir.

Otobüslerde yangına neden olan risklerin önemli bir kısmının ekonomik gerekçelere ve maliyetlerdeki artışa bağlı olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Buna göre şahıs ve firmaları koruyacak önlemlerin alınması durumunda otobüslerdeki yangın riskinin asgari seviyeye ineceği anlaşılmıştır. Ayrıca yangın riskine karşı alınacak önlemlerin konforlu seyahat avantajı sağlayacak uygulamalar içerdiği görülmüştür.

8. KAYNAKÇA

- Arslan, E. (2022). *T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığının 2020 yılı araç yangını kayıtlarının değerlendirilmesi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Bezmialem Vakıf Üniversitesi, İstanbul.
- Biyodizel Endüstri Raporu 1. (2019). *Sürdürülebilir bir gelecek için yerli yeşil yakıt biyodizel*. İzmir: Biyodizel Sanayi Derneği. [www.http://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://biyoyakit.org.tr/asset/pdf/biyodizel.pdf](http://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://biyoyakit.org.tr/asset/pdf/biyodizel.pdf) Erişim Tarihi: 05.05.2024.
- Dizdar, F. T. (2019). Otobüs yangınlarında yakıt püskürtme ve emisyon sistemlerinin rolü. *Mühendis ve Makine Güncel Dergisi*, (30), 36-39.

- Doğan, A., Güven, T., Şahinöz, S., ve Nas, M. (2023). 2007-2019 yılları arasında meydana gelen otobüs kaza ve yangın haberlerinin nicel analizi: Anadolu ve İhlas Haber Ajansı örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12 (4), 1674-1684.
- Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi. (2019). *Denetim, denetim, denetim... otobüs yangınlarına karşı önlem çağrısı*. İzmir: 32. Dönem Çalışma Raporu.
- Feng ve Li (2016). Analysis of bus fires using interpretative structural modeling. *Journal of Public Transportation*, 9(3), 1-18. doi: 10.5038/2375-0901.19.3.1
- Hoffman, A., Dülsen, S. ve Klipper, A. (2013, 28-30, Ocak). Problems in bus fire safety-recent developments and possible solutions. *Fire and Materials Conference*. San Francisco, USA. <https://www.firescienceshow.com/029-busses-flammability-and-an-unknown-force-holding-good-solutions-back-with-anja-hofmann-bollinghaus/>
- Karadeniz, R. (2019). Şehirlerarası otobüs yangınlarında can ve mal kayıpları önlenmeli. *Mühendis ve Makine Güncel Dergisi*, (30), 40-45.
- Kaya, C. (2006). *Bitkisel yağlardan biyodizel üretimi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Kılıç, A. (2019). Otobüs yangınları: sebepler ve önlemler. *Mühendis ve Makine Güncel Dergisi*, (30), 15-22.
- Li, Z. Xu, C., ve Bian, Z. (2022). A force-driven model for passenger evacuation in bus fires. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 589, 126591 doi.org/10.1016/j.physa.2021.126591.
- Lök, A. (2019). Otobüs Yangınları Nasıl Önlenir. *Mühendis ve Makine Güncel Dergisi*, (30), 27-29.
- Mississippi İtfaiye Akademisi Yangın Müfettişi. (t.y.). *Araç yangınları*. <https://firemedic.tr.gg/ara%E7-yang%26%23305%3Bnlar%26%23305%3B-ve-kriminolojisi.htm> Erişim Tarihi: 06.05.2024.
- Polat, S. (2019). *Otobüs Yangınlarının sebepleri ve önleme yöntemleri*. <http://omd.org.tr/teknik-yazilar/otobus-yanginlarinin-sebepleri-ve-onleme-yontemleri/> Erişim Tarihi: 05.05.2024.
- Smyth, S. A. ve Dillon, S. (2012). Common causes of bus fires. *SAE Technical Paper Series*, 1-10. doi: 10.4271/2012-01-0989
- Tele1 (2019). *On beş günde 5 otobüs yangını: Yolcu otobüslerinin yanma sayıları neden arttı?* https://tele1.com.tr/on-bes-gunde-5-otobus-yangini-yolcu-otobuslerinin-yanma-sayilari-neden-artti-76199/#google_vignette Erişim Tarihi: 16.06.2024.
- Tunca, K. (2019). *Otomotiv sanayi için bir yangın güvenliği modeli*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Uyaroğlu, A., Yücesu, H. S., ve Çıtak, R. (2010). Piston arızalarının analizi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 9(2), 110-130.
- Venedik, Y. (2019). *Otobüs yangınları araçlardaki adblue yazılımına müdahale, felakete davetiye çıkarıyor*. <https://onedio.com/haber/otobus-yanginlari-araclardaki-yazilima-mudahale-felakete-davetiye-cikariyor-884203> Erişim Tarihi: 16.06.2024.
- Yamık, H. (2011). *Dizel motor enjektörlerinin uç kısımlarında yakıt kaynaklı oluşan hasarın analizi*. T.C. Şeyh Edebalı Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu. (Proje No: 2011-02-Bil.03-02). <https://acikkaynak.bilecik.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11552/2219/2011-02.B%C4%B0L.03-02.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Erişim Tarihi: 16.06.2024.
- Yıldır ve Nazlier (2019, Haziran). On beş günde altı otobüs yangını ve ilgili sigorta mevzuatı. *Mühendis ve Makine Güncel Dergisi*, (30), 30-35.
- Yıldız, Z. ve Köse, E. (2020). Motorlu araç yangınları üzerine bir inceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 119-126.