



Motorlu Araç Yangınları Üzerine Bir İnceleme

Zehra Yıldız^{1*}, Ercan Köse²

¹Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Mersin, Türkiye (ORCID: ID 0000-0003-1304-4857)
²Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mersin, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-9814-6339)

(İlk Geliş Tarihi 16 Mart 2020 ve Kabul Tarihi 23 Mayıs 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.704517)

ATIF/REFERENCE: Yıldız Z. & Köse, E. (2020). Motorlu Araç Yangınları Üzerine Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 119-126.

Öz

Toplu veya bireysel yolculuklarda güvenilir ve çok kullanılan araçlar, kara araçlarıdır. Kara araçlarındaki en büyük risklerden biri yangındır. Yangın tehlikesi, yangın yüküne göre belirlenir. Yangın yükü, bir yapı içerisinde birim alanı başına bulunan potansiyel yanıcı madde miktarıdır. Özellikle yangın yükü ve insan yükü fazla olan yolcu araçlarında yangın büyük bir risktir. Motorlu araçların trafikte seyir halinde olabilmesi durumunda itfaiyenin olay yerine ulaşması zaman aldığından araç tümüyle yanabilmekte ve araçta olan kişiler hayatını kaybedebilmektedir. Türkiye’de son yıllarda artan araç yangınlarının çoğu başlangıç aşamasında söndürülmektedir. Bu sebeple araçlarının imalattan itibaren yangınının çıkmaması ve büyümemesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, özellikle motorlu araçlarda yangınlarının meydana geldiği bölümler, yangın nedenleri ve alınması gereken yangın güvenlik önlemleri ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yangın, Araç yangınları, Motorlu araç yangınları

A Review on Motor Vehicles Fires

Abstract

The reliable and used vehicles in public or individual transportation are land vehicles. One of the biggest risks in land vehicles is fire. Fire danger is determined by fire load. Fire load is the amount of potential flammable material contained per unit area within a structure. Especially in passenger vehicles with high fire loads and human loads, fire is a great risk. If the vehicles can be in traffic, it takes time for the fire brigade to reach the scene, and the vehicle can burn completely and the people in the vehicle may lose their lives. Most of vehicles fires have prevented at the beginning of fires in the Turkey. For this reason, necessary precautions must be taken in motor vehicle to prevent fire from growing and not to grow since manufacturing. In this study, the sections where passenger vehicles fires occur, the causes of fire and fire safety measures to be taken are presented.

Keywords: Fire, Vehicle fires, Motor vehicle fires

1. Giriş

Yangın, kontrolsüz ve istenmeyen bir yanma olayıdır. Yanma, ortamda yanıcı madde, yanabilme aralığına yetecek kadar oksijen ve tutuşma sıcaklığına yetecek kadar ısı olması durumunda gerçekleşir. Yanma olayında yakıtta potansiyel durumda bulunan yakıtın konumu ve bileşiminden dolayı sahip olduğu kimyasal enerji, ısı enerjisine dönüşmektedir. Isı daha sonra mekanik ve elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılır. Bu ısı enerjisi, enerji dönüşüm süreçleri ile motorda mekanik enerjiye, güç santrallerinde ise elektrik enerjisine dönüştürülür. Motor içerisinde yakıt yanar, ısı enerjisi piston hareketine sebep olur aracı hareket ettirir, kazan da yanma olayı ile ısı enerjisinin sağladığı buharın genişmesi ile türbin mili döner ve elektrik enerjisi elde edilir. Kazan, kombi, ocak ve motor gibi ısı makinelerinde yanma istenen ve kontrol edilebilen bir olaydır. Kontrol edemediğimiz durumda yanma yangına dönüşür. Yangına karşı gerekli güvenlik önlemleri almadığımız takdirde yangın felakete dönüşmesi kaçınılmazdır. Çok ciddi maddi ve manevi kayıplar yaşanır. Yangınların genel nedenleri arasında ihmal, kundaklama, sıçrama, bilgisizlik, kazalar, doğal afetler, tedbirsizlik ve sigara gibi pek çok faktör sayılabilir (Kars, 1999). Türkiye de son zamanlarda meydana gelen yangınların ise %30’u sigara, %19’u elektrik tesisatı ve %14’ü baca-ısıtma cihazlarından kaynaklandığı belirlenmiştir (Kara, 2018).

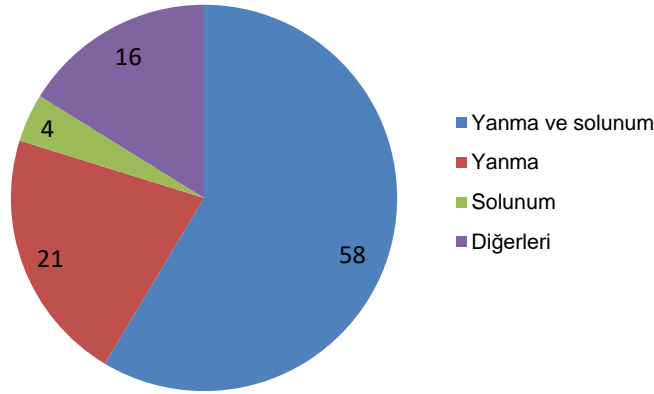
* **Sorumlu Yazar:** Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Mersin, Türkiye, ORCID: ID 0000-0003-1304-4857,
zyildiz35@hotmail.com
<http://dergipark.gov.tr/ejosat>

Motorlu araçlar, içten yanmalı motor olup, yakıtın yanmasıyla ortaya çıkan ısı enerjisinin mekanik enerjiye dönüşmesiyle hareket eder. Araç motorlarında yanma olayı istediğimiz bir durum olup, bu yanma olayı kontrol edilemeyen ve istem dışı olduğunda araç yangını ortaya çıkar. Araç depoları parlayıcı ve patlayıcı yakıt barındırmakta olup, yüksek tehlike sınıfı içerisine giren ortamlardandır. Yüksek tehlikeli ortam, yüksek yangın yükü ve yüksek yanabilirliğe sahip, hızla yayılma veya yoğun yangın şeklinde gelişme gösterebilen ortamları kapsar. Araçlarda benzin, dizel, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), biyoyakıtlar veya hidrojen gibi yanabilir özelliği olan yakıtlar olup, tutuşma noktasına yetecek kadar bir ısının olması durumunda araçta yangın gerçekleşebilir. Dolayısıyla araçta yanıcı madde ve oksijen bulursa bile ısı kaynağı önlenirse araç yangınları da önlenebilir. Araçlardaki ısı kaynağı, elektrik, araç motorundaki ısınma, sıcak egzoz gazı, farların ve lastiklerin aşırı ısınması, çarpışma veya sürtünme ile oluşan kıvılcıklar, dikkatsizce düşürülen sigara ve kundaklama sayılabilir (Kılıç, 2019). Son zamanlarda araç sayısının artmasıyla beraber araç yangınları özellikle otobüs yangınları çok sık meydana gelmektedir ve çoğu durumda yangın motor bölgesinde başladığından yolcuların araçtan zamanında tahliyesi yapılabilmektedir. Fakat yangın yolcu bölümüne ilerlediğinde, ölüm veya yaralanmalar olabilmektedir. Özellikle otobüs gibi yolcu araçlarında diğer araçlara göre yolcu sayısı daha fazla olmasından dolayı yangın daha risklidir. Araçların sürekli trafikte olmalarından dolayı aracın çok fazla dinlenmeksizin kullanılması diğer araçlara göre yolcu sayısı ile beraber daha fazla yük taşınması, şoförlerin bilinçsiz olması, ekonomik bazı kaygılardan dolayı yanlış uygulamalar ve yetersiz bakım gibi nedenler araçlarda yangın olasılığını artırır.

İlk önce araçlarda yangın çıkmaması için gerekli aktif ve pasif yangın güvenlik önlemleri alınmalıdır. Araçların projelendirme ve tasarım aşamasında alınan yangın güvenlik önlemlerine göre yapılan mühendislik düzenlemeleri, pasif yangın güvenlik önlemleridir. Aktif yangın güvenlik önlemleri ise araç imalatında veya daha sonra ilave edilen ve yalnızca yangın sırasında kullanılan ya da çalışabilen yangın güvenlik sistemleridir (Çelik ve Yıldız, 2018). Dolayısıyla araçlar, imalat aşamasında pasif yangın güvenlik önlemlerine göre dizayn edilmeli ve yangın çıkma durumuna göre yangın erken safha da fark edilip yangın yayılmadan müdahale edecek yangın algılama ve söndürme sistemlerin tesis edilmesi gibi uygun aktif yangın önlemlerinin alınması gerekmektedir. Böylece can kaybı yaşanmaz ve araçtaki hasar azaltılabilir.

2. Motorlu Araç Yangınları

Toplu taşımada en güvenli ve en çok kullanılan taşıma, kara yolu taşımacılığıdır. Karayolu ulaşım güvenliği için trafik güvenliği kadar yangın güvenliği de önemlidir. Özellikle, toplu taşımacılığı kullanan kişi sayısının daha fazla olması sebebiyle bu araçlardaki en büyük risklerin başında yangın gelmektedir. Motorlu araç yangınlarının sayısı, araçların sayısındaki artışla beraber her geçen gün artmaktadır. Dolayısıyla yangından etkilenen kişi sayısının ve yangın yükünün daha fazla olması sebebiyle yolcu araçlarında yangın daha riskli ve tehlikelidir. Dünyada yangınların %5-15 i araçlarda meydana gelmekte olup, maddi hasarla beraber yolcuların otobüs taşımacılığına olan güveni sarsılmakta, çok sayıda insanın yaralanmasına ve ölümüne neden olmaktadır. Yaralanma ve ölümlerin çoğu yangında ortaya çıkan karbon monoksit, hidrojen sülfür, hidrojen siyanür, azot dioksit gibi zehirli veya boğucu gazların solunması ya da deri tarafından absorplanmasından kaynaklanmaktadır. Yüksek sıcaklığa maruz kalma sebebiyle de yaralanmalar ve ölümler meydana gelmektedir (NFPA 556, 2010; Topical Fire Report Series, 2018; Mangs, 2004).



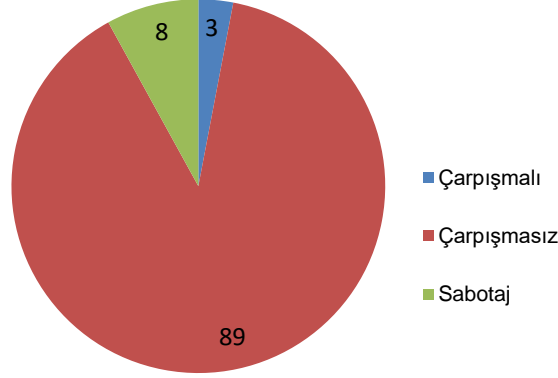
Şekil 1. Araç yangınlarında ölüm ve yaralanma nedenleri (NFPA 556, 2010)

Türkiye de yangın istatistik verilerinin elde edilmesi, analizi ve değerlendirilmesi konusunda yeterli çalışma yoktur. Ancak nüfus ve trafik yoğunluğunun fazla olduğu yangın istatistikleri ile ilgili veriler İstanbul ilinde İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığınca kayda alınmıştır. İstanbul da 2017 yılında 25.073 adet yangın çıkmış olup, bu yangınların 16.933 ü yapısal yangın sınıfındadır. Konut, fabrika, bina ve araçlarda meydana gelen can kaybı riski yüksek yangınlardır. 16.933 yapısal yangının 1.781 i araçlarda çıkan yangınlardır. Son yıllarda özellikle Türkiye otobüs yangınları sebebiyle araç yangınları dikkat çekmeye başlamıştır. Türkiye’de birçoğu hafif hasarlı yılda yaklaşık 350 otobüs yangını yaşanmaktadır. NFPA istatistiklerine göre araç yangınlarının %75 i yolcu araçlarında gerçekleşmektedir (Topical Fire Report Series, 2018). Otobüs yangınlarının dünyadaki toplam yangın içerisindeki payı %1 dir. Yangınların ABD de %17, Polonya da %4.8, İsveç te %0.76, Almanya da %0.5-1 ve Türkiye de % 2 si araç yangınlarından kaynaklanır (Bakırçevre ark., 2019).

Yolcu taşıyan araç yangınları çarpışmayı takiben gerçekleşen araç yangınları, çarpışma olmadan gerçekleşen araç yangınları ve sabotaj olmak üzere üç kısımda incelenir. İlk iki yangın sebebiyle çıkan yangınlarda %90 dan fazla ölümlü vaka olarak gerçekleşmiştir. Ölümlü araç yangınlarının %60 ı çarpışma sonucu olduğu görülmüştür. Yolcu taşıyan araçlarda yangınlar çoğunlukla

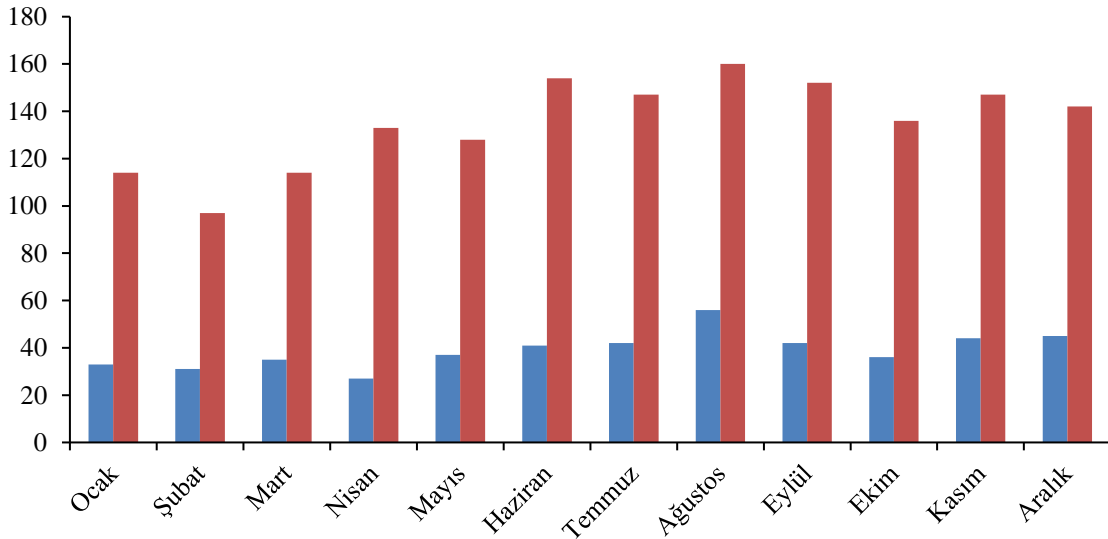
(%89) çarpışma olmadan gerçekleşir. Çarpışmayı takiben gerçekleşen araç yangınları başlıca dört sebepten meydana gelir (NFPA 556,2010):

- Araç motoru bölümünde çarpışmayı takip eden yangınlar
- Yakıtın dökülmesiyle çarpışmayı takip eden yangınlar
- Yolcu bölümünde çarpışmadan kaynaklanan yangınlar
- Diğer ve bilinmeyen bölümlerde çarpışmadan kaynaklanan yangınlar



Şekil 2.Yolcu taşıyan araç yangınları (NFPA 556, 2010)

Yangın istatistikleri özellikle araç yangınları ile ilgili veriler İstanbul ve Mersin Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından kayıt altına alınmıştır. Son yıllarda İstanbul ve Mersin de yaşanan araç yangınları incelendiğinde gerçekleşen araç yangını sayısında zamanla önemli bir değişim görülmemiştir. Şekil 3 de 2019 yılına ait tır, kamyon, taksi, motosiklet, tekne, minibüs ve otobüs gibi motorlu araç yangınları verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere araç yangınları aylara göre değişmektedir. En fazla yangın, havaların sıcak olduğu ve tatil sebebiyle trafik yoğunluğunun fazla olduğu yaz aylarında gerçekleşmiştir. Ayrıca İstanbul da insan ve araç nüfusunun fazla olmasından dolayı Mersin e göre daha fazla araç yangını çıkmıştır (İBB İtfaiye Daire Başkanlığı, 2020; Mersin Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Başkanlığı, 2020; Bakırcı ve ark., 2019).



Şekil 3. Motorlu araç yangınlarının aylara göre değişimi (İBB İtfaiye Daire Başkanlığı, 2020; Mersin Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, 2020)

Taşıtın çarpan kısmı önemli etkindir. Araçların çarpışması ile meydana gelen yangınların %54'ü araç motoru kısmından, %33'ü yakıt deposundan, % 4'ü ise lastiklerden ve frenlerden kaynaklanan sebeplerdendir. Yolcu sayısı itibarıyla yangının en riskli olduğu araç olan otobüslerde ise yangınların %59'u araç motoru bölgesinde, % 35'i yolculardan, % 3'ü yakıt tankından %2 si lastiklerin ve farların ısınmasından meydana gelen yangınlardır (Kılıç, 2019; Mangs, 2004).

2.1. Araç Motoru Bölümünden Kaynaklanan Yangınlar

Araçlarda yangınların büyük çoğunluğu araç motoru kısmında ortaya çıkmaktadır. Özellikle yolcu otobüslerinde motor arkada bölümde olup, birçok motor parçası ve yakıt bir arada kalabalık bir düzende bulunur. Bu yüzden yangının saptanması ve söndürülmesi

daha zor olmaktadır. Araç motorunda kullanılan yakıtlar parlama noktası düşük, şiddetli parlayıcı sıvılardır. Bu sıvıların tutuşma noktaları düşük olduğundan yakıt sızıntısında düşük bir ısıda örneğin sıcak bir yüzeye temas edildiğinde yangın meydana gelebilmektedir. Sıcak havalarda ve havalandırmanın yeterli olmadığı durumda motor bölmesinde ısı daha da artmaktadır. Araç motorundaki yüksek sıcaklık, sıcak yüzeyler ve yanıcı malzemeler, ortamı yüksek riskli duruma getirir. Araç motorunda oluşan fazla ısı, araç motoruna zarar verebilir ve kısa sürede alev almasına sebep olabilir. Araç motoru bölümündeki sıcaklık, araç motoru tipine, üretim yılına ve yapımına göre değişir. Araç motor blokun ana bileşenlerinin çalışma yüzey sıcaklığı 80-140°C arasındadır. Motorun en sıcak parçaları, manifold ve turboşarj, egzoz sisteminin parçasıdır. Motor bölümü içerisinde ısıya maruz kalınan yüzey yaklaşık 0.3 m² dir. Materyal kalınlığı 5-15 mm arasında değişir ve sıcaklık maksimum 600-640°C ye ulaşır. Motor yüksek yük altında olduğunda daha yüksek sıcaklıklara ulaşılır. Bazı durumlarda termal radyasyonu minimize etmek ve herhangi yağ sızıntısının sıcak bileşenlerle kontağını önlemek için manifold baffle plakası ile kaplanır. Egzozdaki ısı da motor bölümüne geçer. Motor bölümü, yaygın olarak ses izolasyon paneli ile yalıtılmıştır. Bu paneller termal izolasyon özelliklerine sahiptir. Bu sebeple motor bölümünde sıcaklık artabilir.

Motor bölümünde, tablo 1 de özellikleri verilen çeşitli yakıt ve yağlar gibi bazı yanıcı sıvılar bulunmaktadır. Motorda yaklaşık 35-45 L motor yağı, 15-20 L hidrolik yağ ve 50 L soğutucu akışkan bulunmaktadır. Parlama noktası 38°C' nin üstünde olan sıvılar yanıcı sıvıdır. Parlama noktası ise sıvıların buharlaşmaya başladığı ve havayla yanıcı karışım yaptığı en düşük sıcaklıktır. Tutuşma sıcaklığı, ayrı bir ateşleme kaynağı olmaksızın, kendi kendisini besleyen yanmayı başlatmak için hava içerisindeki bir yakıtın ulaşması gereken minimum sıcaklıktır. Alevlenme noktası, yakıtın ateş alabilecek buhar oluşturabilen en düşük sıcaklığıdır. Alevlenme noktası, bir sıvının üstündeki buharının yakıcı bir kaynakla temas ettiğinde alevlendiği en düşük sıcaklıktır. Alevlenme noktası, güvenlik ve emniyet açısından önemli olup, depolama alevlenme noktasına göre yapılır (Hammarström ve ark., 2008).

Tablo 1. Motor bölümündeki yanıcı sıvılara ait özellikler (Hammarström ve ark., 2008)

Yanıcı Sıvılar	Alevlenme Noktası (°C)	Tutuşma Noktası (°C)	Yanabilme aralığı	Risk
Dizel	55	220	0.6-6.5	Yüksek
LPG	-104	430-580	2-10	Çok Yüksek
CNG	-188	580	5-15	Çok Yüksek
Hidrojen	-253	560	4-75	Çok Yüksek
Mineral motor yağı	170-220	350	-	Yüksek
Sentetik motor yağı	220	-	-	Yüksek
Hidrolik fren yağı	175	350		Yüksek
Vites yağı	220	350		Yüksek
Antrifiz (Glikol)	111	410	-	Orta
Etanol (%96)	12	425	3-19	Çok yüksek

Araç motorunda meydana gelen sıcaklık, yanıcı sıvıların sıcaklığından fazla olduğundan yangının başlaması ve yayılması çok daha kolay olur. Dizel yakıt için motor odasındaki sıcaklığın 20°C den 200°C ye ısıtılması gerekir. Araç motoru bölümünde başlangıç sıcaklığı 100 °C kadar yüksektir. Sıcak yüzeye temas eden sıvı için yüzey sıcaklığı tutuşma sıcaklığından daha yüksek sıcaklığa sahiptir. Bu yüzden sıvı, sıcak yüzeyden buharlaştığından soğur. Dizel yakıtın tutuşması için 500°C üzerinde bir yüzey sıcaklığı gerektirir. Soğutucu da bazı koşullarda tutuşabilir (Hammarström ve ark., 2008).

Dizel araçlarda 10 km de 2-4 L yakıt tüketir. Büyük bir miktarı yakıt sisteminde dolaşır. Bu yüzden önemli miktarda yakıt depoda kalır. Araç motoru içerisinde bulunabilecek yüksek hacimdeki dizel yakıt sızıntıya sebep olabilir. Sürücü motorda herhangi bir arıza görmedikçe farkında olmadan uzun bir süre yakıt sızıntısı meydana gelebilir. Motor bölmelerinde yakıt sızıntısı veya yanıcı madde ile egzozdan çıkan sıcak dumanın temas etmesiyle çıkan yangınlar en sık yaşanan yangınlardandır. Fan ve motor kapaklarındaki ızgaralardan hava girmesiyle alev yoğunluğu ve yayılım artabilir. Motordaki duman ve alevler yolcu bölümüne geçebilir. Araçta yangın riski en fazla olan bölüm olduğu için motorda alev ve duman algılama-söndürme sistemleri bulunmalıdır. Ancak bu sistemlerin bazıları, sıcaklığın 130 °C yi aşması durumunda devreye girdiği için etkili olamamaktadır (Kılıç, 2019; Mangs, 2004; Hammarström ve ark., 2008; Brandt ve Försth, 2011; Karadeniz,2019).

2.2. Malzemeden Kaynaklanan Motorlu Araç Yangınları

Araç motorunda bulunan lastik hortumlar, plastik kasa, kablolar ve poliüretan köpükten yapılmış akustik izolasyon, kontraplak tavan levhaları ve filtreler yanıcı malzemelerdir. Motordaki plastikler polivinil klorür (PVC), poliamid (PA) veya polipropilen (PP) gibi polimerlerdir (Hammarström ve ark., 2008). Araçlarda kullanılan bu polimerler, üstün mekanik özellikleri, hafiflikleri ve ekonomik olmaları sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu malzemeler yangına karşı dayanıklı olmayıp, yandıklarında tehlikeli gazlar ürettiklerinden araçlarda kullanımları uygun değildir (Kılıç, 2019).

Yanıcı Katılar	Tutuşma Noktası (°C)
PTFE (PolyTetraFluoroEthylene)	180
PA6 (PolyAmide 6)	65
PVDC (PolyVinylidene Chloride)	-
PC (PolyCarbonate)	115
PS (PolyStyrene)	50
PET (PolyEthylene Terephthalate)	130
PVC (PolyVinyl Chloride)	50
PMMA(PolyMethyl MethAcrylate)	50
POM(PolyOxiMethylene)	85
PP(PolyPropylene)	80-115
HDPE(High Density PolyEthylene)	50

Araçlar imalat edilirken kullanılan malzemelerin yanıcılık sınıfları ve duman üretme miktarları detaylı biçimde kontrol edilmesi gerekir. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğinde yer alan yanıcı madde sınıflandırılması araçlarda da kullanılabilir. Tablo 2 de görüldüğü üzere yapı malzemelerinin yanıcılığı A dan F ye kadar değişmektedir. A1 sınıfı yanmaz, yangın karşısında alevlenmez, ışıdamaz ve kömürleşmez malzeme tercih edilmelidir. Bütün kaplama ve perdeleme malzemeleri en az zor alevlenen (B1), duman ve toksik gaz üretmeyen (s1), damlamayan (d0) özellikte olmalıdır (BYKHY, 2015).

Tablo 3.Yapı malzemelerinin yanıcılığı

Yanıcılık Sınıfı	Tanım
A1	Yanmaz, yangında tehlike oluşturmaz.
A2	TS EN 14823'e göre B sınıfı için belirlenen özellikleri taşır
B	C sınıfı için belirlenen özelliklere ek olarak daha ağır şartları taşır
C	D sınıfına ek olarak daha ağır şartlar taşır. Ayrıca bir alev kaynağının ısısı karşısında yanıl alev yayılması sınırlı olmalıdır.
D	E sınıfı özelliklerini taşır. Önemli miktarda alev almaz, küçük bir alev karşısında uzun süre dayanır.
E	Küçük bir alev atağına karşı kısa süre dayanır.
F	Yangı performansı belirlenmemiştir.
Duman oluşumu için ilave sistemler	
s3	Duman üretiminde sınırlama yoktur
s2	Duman üretimi hızı ve üretimi sınırlıdır
s1	s2'den daha ağır özellikleri taşır
Yanma damlaları/ Tanecikleri için ilave sınıflandırmalar	
d2	Sınırlama yok
d1	Belirli süreden fazla yanma tanecikleri olmamalı
d0	Yanma tanecikleri oluşmamalı

Yolcu kısmındaki yangınlar, elektrik veya araç motor bölmesindeki yangının yayılmasından dolayıdır. Akım geçen elektrik sistemi ısı üretebilir ve ortaya çıkan ısı malzemelerin deformasyonunu hızlandırır. Kullanılan malzemelerin (plastik, kauçuk vb) yorulmasına ve özelliklerini kaybetmesine neden olur. Bu nedenle elektrik enerjisi iletim kabloları; yakıt hortumlarından, hidrolik kablolardan ve yanıcı sıvı ve gazlardan kesinlikle yalıtılarak ayrılmalıdır. Araç motoru bölmelerindeki sıcaklığın yüksek olmasından dolayı birçok malzemenin dayanımı zamanla azalır. Yolcu bölümündeki plastik, kauçuk ve yalıtım malzemelerinin tutuşmasıyla yangın çıktığında söndürmek daha zordur. Koltuk, koltuk örtüsü ve perde gibi yanıcı malzemeler hızlı tutuşup, zor söndürülürler. Yolcu bölümünde kullanılan malzemelerin sahip olması gereken yangın dayanım standartlarına uygun zor alevlenici yangın sınıfında olması gerekir. Araç yangınlarına malzeme yorgunluğu ve yetersiz bakım da sebep olabilir. Ayrıca, bakım eksikliği birçok yangının kaynağıdır. Bakım iyi olsa bile yangın riski söz konusu olabilir. Bu sebeple yangın risk değerlendirmesi yapılmalıdır (Mangs, 2004; Kılıç, 1997; Karadeniz,2019).

Araç lastiğini oluşturan petrokimyasal bileşenlerin tutuşma sıcaklığı düşük olup, 170-250°C de yanabilme özelliği vardır. Bu sıcaklık, çok fazla rampalı ve virajlı yollarda saatlerce yol alınması veya ağır yük gibi nedenlerle jant veya lastiğe yakın olan parçaların hasarı ile ortaya çıkabilir. Özellikle kamyon gibi ticari araç lastikleri 7.5 ve 9 bar basınç altında olup, bu basınç yangın sırasında artar. Lastiklerdeki basınç artışı nedeniyle söndürmek tehlikeli olabilir, müdahaleyi uzaktan yapmak önce yanan lastiği soğutmak sonra da köpüklü yangın söndürücü ile alevleri boğmak gerekir. Lastik basıncı takip sistemleri ile yangın erken tespit edilebilir (Anonim, 2012).

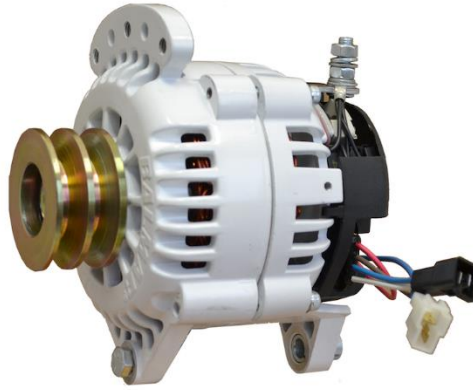
2.3. Elektrik Kaynaklı Motorlu Araç Yangınları

Elektrik sistemlerinden dolayı ortaya çıkan aşırı ısınmalar ve kısa devreler, elektriksel yangınların başlıca sebepleridir. Araçların fabrika çıkışındaki orijinal durumuna sadık kalmayarak özellikle yasal olmayan teknik değişikliklerin yapılması, klima sistemleri, TV, internet, buzdolabı, telefon veya bilgisayar şarj edebilecek 220V AC elektrik prizleri, kahve makinesi ve su ısıtıcısı gibi sonradan ilave edilen veya kapasitesi artırılan sistemler, uygun olmayan kablo tesisatı nedeniyle yangınlar meydana gelebilir. Özellikle, otobüslerdeki elektriksel besleme kaynakları ve sistemleri, otobüsün arkasında bulunan motor bölümündedir. Ancak, elektrik enerjisi besleme ihtiyacı bütün araç boyunca yayılmıştır. Bundan dolayı elektrik besleme kablo mesafeleri uzundur. Bu uzun kablolarla besleme yapılması gerilim düşmesine sebep olur. Bunun sonucunda besleme sisteminden istenilen elektriksel gücün çekilmesi için, elektrik besleme kablolarında aşırı akım çekilmesine yol açar. Bunun yanı sıra, otobüslerde önceki yıllara oranla çok fazla sayıda kablo bulunmaktadır. Ağırlık ve maliyeti azaltmak için kablo kesitlerinin küçültülmesi veya aşırı yüklenme nedeniyle yangın riski oluşmaktadır. Aşırı akım çekilen kablo yangını Resim 1’de verilmiştir (Gao ve ark., 2013).



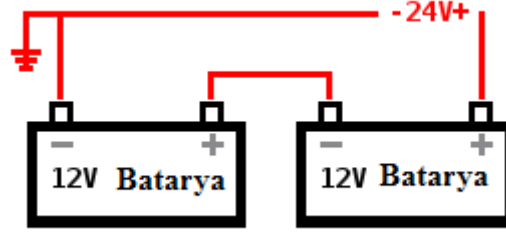
Resim 1. Aşırı akım çekilen kablo yangını

Araçlarda, özellikle otobüslerdeki elektrik enerji ihtiyacı yüksek güç değerlerine ulaşmıştır. Bunu karşılamak için yüksek güçteki şarj alternatörler kullanılmaktadır. Otobüslerin uzun süreler ve aralıksız kullanımı alternatörün yıpranmasına ve verimliliğinin düşmesine neden olur. Bunun sonucunda yataklanma ve buna bağlı sürtünme problemlerini ortaya çıkarır. Sürtünmeye bağlı ısınmasının artışıyla beraber alternatör yangına yol açabilir. Resim 2’de şarj sistemi için 70A ve 24V elektriksel besleme yapabilen bir alternatörü gösterilmiştir (Outback Marine, 2020).



Resim 2. Şarj sistemi için yüksek güç üretilen alternatör

Ayrıca, otobüslerdeki içten yanmalı motor çalışırken elektrik enerji ihtiyacını karşılayan ve içten yanmalı motorun ilk hareketini marş motoru üzerinde sağlayan bataryalardır. Otobüslerde genellikle seri bağlı 2 adet kurşun-asit batarya bulunmaktadır (Şekil 4) (Madison, 2020). Batarya şarj sistemlerindeki arızalar, bataryaların aşırı şarj olmasına sebep olabilir. Aşırı şarj batarya içerisindeki gaz sıkışmasına ve bataryanın aşırı ısınmasına yol açar. Bunların sonucunda ise, sülfürik asit (H_2SO_4) içeren bataryalar patlayabilir ve yangına sebep olabilir.



Şekil 4.İki adet seri bağlı Batarya

Öte yandan bataryadan çıkıp marş ve şarj alternatör sistemine giden kablolar üzerinde çok yüksek akım geçer,ısı artar ve yakınlardaki yanıcı maddeleri tutuşabilir.Elektrik kıvılcımı ve kısa devreler, sigorta gibi koruyucularla her zaman engellenemeyebilir. Batarya ve şarj alternatör sistemi arasındaki kablolar kısa devreyi önlemek için uygun şekilde yalıtılmalıdır. Yangın çıkaracak nitelikteki kısa devre bataryanın boşalmasına sebep olur. Kısa devreden meydana gelecek bir alevlenmenin yayılmaması için yakınında yanabilir malzeme bulunmamalıdır. Elektrik kaynaklı yangınları durdurmak için akımı kesmek gereklidir. Daha sonra yangına müdahale yapılmalıdır (Mangs, 2004; Kılıç, 1997;BYKHY, 2015). Resim 3’de elektrikten kaynaklı bir otobüs yangını verilmiştir (Haber.com, 2020).



Resim 3.Elektrik kaynaklı otobüs yangını

3. Yangın Güvenlik Önlemleri

Yangın özellikle toplu taşıma yapan yolcu araçlarında kaçınılmaz büyüklükte bir risk oluşturmaktadır. Motorlu araçlarda yangın güvenlik önlemlerinin alınması ve uygulanması diğer ortamlara göre daha zordur. Araçlarda ilk önce yangın çıkmaması için gerekli bütün tedbirler alınmalıdır. Alınacak önlemler ile yangında meydana gelen can ve mal kayıplarını en aza indirme olasılığı oldukça yüksektir. Yangın güvenlik önlemleri aktif ve pasif yangın güvenlik önlemleri olmak üzere ikiye ayrılır. Pasif yangın güvenlik önlemleri, aracın yapısı ve tasarımı özellikleri ile ilgilidir. Bu önlemler araç kullanımına bağlı olarak, araç tasarımı, aracın kapı, pencere, döşeme, kaplama, far, tekerlek, koltuk, bagaj ve motor bölmesinde kullanılan malzemeler, pasif yangın güvenliği önlemlerinin temelini oluşturmaktadır. Araçta kullanılan bileşen ile malzemelerin yangına dirençli olması, yangının büyüyüp gelişmesini önleyici türde olması gerekir. Araç tasarlanırken, yangın önleyici önlemler ile yangın söndürme kolaylığı da göz önüne alınmalıdır. Pasif yangın önleme yöntemleri aynı zamanda yangın söndürmeye de destek vermelidir. Pasif yangın önlemlerinin yanında aktif yangın önlemleri de yangınla mücadelede önemli derecede etkilidir. Yangının çıkmaması, gelişmesi ve çevresine sıçramaması için gerekli aktif yangın önlemleri almak büyük önem arz etmektedir. Aktif yangın güvenlik önlemleri ise doğrudan yangın oluşumu ile ilgili önlemlerdir. Aktif yangın güvenlik önlemleri, yangının başladığının kısa sürede fark edilmesi ve müdahale edilmesini sağlayan yangın algılama ve söndürme sistemlerini içerir. Aktif yangın güvenlik önlemleri, yangın çıktığı zaman etkin olabilen algılama sistemleri, yangın kontrol sistemleri, yangın güvenliği yönetim sistemleri, uyarı sistemleri, duman kontrol sistemleri, basınçlandırma sistemi, havalandırma sistemleri ve söndürme sistemleridir (Çelik ve Yıldız, 2018). Araçlarda yangın yönünden alınacak aktif yangın güvenlik önlemleri, genellikle yangını başlangıç anında algılayıp, yayılmasına fırsat vermeden sınırlandırıp, kurtarma ve müdahale etme faaliyetlerini kolaylaştırmaya, yolcuları güvenle yanan otobüsten ve bölümlerden tahliye etmeye ve yangını bünyesel olarak söndürmeyi hedefleyen güvenlik tedbirlerinin tamamını ihtiva eder. Araçlar, imalat aşamasında pasif yangın güvenlik önlemlerine göre dizayn edilmeli ve yangın çıkma durumuna göre yangın erken safha da fark edip, yangın yayılmadan müdahale edecek yangın algılama ve söndürme sistemlerin tesis edilmesi gibi aktif yangın önlemlerinin alınması gerekmektedir. Bu iki yangın güvenlik sistemi ile yangın ve etkileri en kısa zamanda kontrol altına alınabilir ve can-mal kayıpları yaşanmayabilir. Araçlarda uygun risk değerlendirme raporları hazırlanmalı, özellikle yolcu araçları kullanmakta olan şoförlerin yangınla ilgili bilgi seviyeleri ölçülmeli ve gerekli eğitimler verilmelidir. Yanıcı maddelerin özelliklerine göre uygun tipte yangın söndürme tüpü bulundurulmalıdır.

Otomatik yangın algılama ve söndürme sistemleri de dâhil olmak üzere, son teknolojik değişikliklerin otobüslerin yangın güvenliği üzerindeki etkileri araştırılmakta, araç tasarımı ve donanımlarının ve denetim standartlarının iyileştirilmesine çalışılmaktadır (Mangs, 2004;Karadeniz, 2019). Araçlarda alınacak yangın güvenlik önlemleri hem ulusal hem de uluslararası yönetmeliklerde araç türüne göre yapılmaktadır. Türkiyede araç yangınları ile Araçların İmal, Tadil ve Montajı (AİTM) hakkındaki Yönetmelikle ve TSE'nin yönetmelikleri vardır. Araç üreticileri de motor bölümünde oluşan ani ısıyı tespit ederek, sensörler vasıtasıyla, otomatik

olarak yangın söndürme donanımlarını devreye sokacak sistemler geliştirip kullanımı 26.06.2012, AİTM hakkındaki Yönetmelikle ve TSE'nin 31.12.2013 Yönetmeliğin Uygulama Usul ve Esasları ile ilgili yayını ile zorunlu hale gelmiştir (Karadeniz, 2019).

Çoğunluğunu Avrupa ülkelerinin oluşturduğu 45 ülkeden oluşan Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu UNECE(United Nations Economic Commission for Europe)'e Türkiye 27.02.1996 da üye olmuştur. Bu yönetmelik çerçevesinde otobüs yangın güvenliği önlemleri incelenmiş ve önemli kararlar alınmıştır (UNECE,2019). UNECE 107 numaralı yönetmeliğinde, motor bölmesinde, yakıtın yanmasıyla otobüsün ısıtılmasını sağlayan bölmede, tuvaletler ve sürücünün uyku bölmesi gibi kapalı alanlarda duman/yangın algılama sistemlerinin şartları açıklanmıştır. UNECE 118 numaralı yönetmelik ise elektrik kablolarını ve yalıtım malzemelerini kapsamaktadır. Avrupa da motor bölümünde duman alarm sistemi standart donanımlardandır. UNECE R10 Regülasyonu ile Yangın Algılama ve Alarm Sistemlerini M2 ve M3 kategorisi olan 8 yolcu ve üzeri, motoru arkada bulunan araçlar için 01.11.2012 tarihinden itibaren yeni Tip Onayı alarak imalattan başlayarak, kademeli olarak 01.01.2014'te 2015 model ve üstü trafikte olan otobüslerin her bölümünde sürücüyü ve yolcuları uyaran çok yüksek sıcaklık ve duman durumunda sesli ve ışıklı sinyal ile donatılmış bir sistem olması koşulu getirilmiştir (Karadeniz, 2019).

4. Sonuç

Motorlu araç yangınları son zamanlarda çok dikkat çeken bir konudur. Yangın başlangıçta fark edildiği için genelde araçtaki hasarla atlatılmaktadır. Araçların yanmasının, algılama -söndürme sistemlerinin yetersizliği ve eğitim yapılmamasıdır. Araçlardaki yangın sayısını azaltmak için yalıtımdan, bakıma ve eğitime kadar bir dizi önlemler alınması gerekir. Aracın periyodik bakımı yapılmalı, motor bölmesi ve her parça kontrol edilmeli, risk değerlendirmesi yapılmalı ve sistemler test edilmelidir. Motor bölmesi otomatik yangın söndürme sistemi ile korunmalıdır. Yangın algılama ve alarm sistemlerinin çalışır olduğu sürücü tarafından sürekli test edilebilmelidir. Yakıt beslemesi doğrudan araç kontağına bağlı olmalıdır. Yangın başlangıcında ortaya çıkan dumanı algılayacak duman sensörü ile korunma sağlanmalı ve sensör test edilebilir olmalıdır. Yangın Söndürme Sistemleri UNECE R10 Regülasyonu kapsamında olup, TİP onay sertifikalı ve E işaretli olmalıdır. Araç muayene istasyonlarında sistemler kontrol ve test edilmelidir.

Motor bölümündeki ve diğer riskli yerlerdeki sıcak yüzeyler yalıtılmalıdır. Yangın tehlikesi durumunda elektrik sistemini otomatik olarak kesebilen sistemler olmalıdır. Yolcu çıkış kapıları, yangın kapıları gibi dışarı doğru otomatik açılmalıdır. Kullanılan bütün kablolar ve malzemeler yangına dirençli olmalıdır. Manuel müdahale için köpük ve/veya kimyasal kuru toz ile doldurulmuş yolcu sayısına göre yangın söndürücü sayısı ve miktarı değişmekte olup, en az iki yangın söndürücü olmalı, biri sürücü koltuğunun yanında diğeri arka tarafta olmalıdır. Sürücüler, muavinler ve yolcular yangın riskleri ve söndürülmesi konusunda eğitilmelidir. Uzun yolculuk başlangıcında, daha önceden eğitim almış personel yangın anında özellikle yolcu araçlarında tahliye ile ilgili yolculara bilgi vermesi sağlanabilir.

Kaynakça

- Anonim, (2012), *Dikkat yangın var mı?* Taşıyanlar Ticari Taşıtlar Dergisi, 1-2, 46-50
- Bakırcı, E., Karatop, B., Bayındır S., (2019), Yangın Stratejilerinin Oluşturulması İçin İstatistik Veri Türlerinin Türkiye (İstanbul İli Örneğinde) ve Seçilmiş Ülkeler ile Karşılaştırılması, *Doğ Afet Çev Derg.*, 5(2): 272-280
- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, (2015). Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik.
- Brandt, J., Försth, M., (2011), Testing active fire protection systems for engine compartments in buses and coaches-a pilot study, *Fire Technology SP Report*, 22
- Çelik, G., Yıldız, Z., (2018), Hastanelerde aktif yangın güvenlik önlemleri, *3rd International Mediterranean Science and Engineering Congress IMSEC*.
- David Ljung Madison, Dave's Bus Conversion, Erişim adresi: <http://bus.getdave.com/Docs/12Von24V>, (2020, 6 Mart).
- Gao, A., Zhao, C. Z., Xu, F., Di, M., Gao, W., & Qi, Z. B. (2013). Fire risk and failure mechanism of copper wire under overcurrent fault condition. *Procedia Engineering*, 52, 119-123.
- Haberler.com, Otobüs yangınlarında ana sebep; elektrik aksamı ve kablo hatası, Erişim adresi: <https://www.haberler.com/otobus-yanginlarında-ana-sebep-elektrik-aksami-ve-12439781-haber/>, (2020, 6 Mart).
- Hammarström, R., Axelsson, J., Försth, M., Johansson, P., Sundström, B., (2008), Bus Fire Safety, *Fire Technology SP Report*.
- İBB İtfaiye Daire Başkanlığı, (2020), İstatistikler, İstanbul İtfaiyesi, <http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/20205816261047965639829.PDF> (2020, 16 Mayıs).
- Kara, İ. B., (2018), 2013-2017 Yılları Arasında Artvin İl Merkezinde Meydana Gelen Bina Yangınlarının İncelenmesi, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(2): 105-114
- Karadeniz, R., (2019), Şehirlerarası otobüs yangınlarında can ve mal kayıpları önlenmeli, *Mühendis ve Makine*, 40-45.
- Kars F., (1999), Yapılarda yangın risklerini sınırlamaya yönelik önlemler ve duman kontrolü sağlama, *4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*.
- Kılıç A., (1997), Kara Taşıtları Yangınları, *Yangın ve Güvenlik Dergisi*, 34:8-10.
- Kılıç A., (2019), Otobüs yangınları ve önlemler, *Mühendis ve Makine*, 15-22.
- Mangş J., (2004), On the fire dynamics of vehicles and electrical equipment, VTT Publications 521, Otamedia Oy.
- Mersin Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, (2020), İstatistikler, Mersin İtfaiyesi. (2020, 16 Mayıs)
- NFPA 556, (2010), Guide on Methods for Evaluating Fire Hazard to Occupants of Passenger Road Vehicles.
- Outback Marine, Alternator, Erişim adresi: <https://www.outbackmarine.com.au/saddle-mount-6-series-24-volt-70-amp-alternator-wi>, (2020, 6 Mart).
- Topical Fire Report Series (2018), *Highway Vehicle Fires (2014-2016)*, 19:2
- UNECE (2019), World Forum For Harmonization of Vehicle Regulations (WP.29) How it works - How to join it, Fourth Edition.