



ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN KULLANIMI VE YANGIN GÜVENLİĞİ

**TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI
ELEKTRİKLİ ARAÇLAR ÇALIŞMA GRUBU**

TEMMUZ 2024

SUNUŞ

Makina Mühendisleri Odası olarak, mühendislik ve mimarlık alanlarındaki mesleki etik ve standartların korunması ve geliştirilmesi amacıyla çalışmalarımız sürüyor. Bu doğrultuda, hızla gelişen elektrikli araç teknolojisi ve bu araçların yaygınlaşmasıyla birlikte ortaya çıkan yeni güvenlik ihtiyaçlarına cevap verilmesi amacıyla *Elektrikli Araçların Kullanımı ve Yangın Güvenliği* konulu bir rapor hazırlanmıştır.

Raporda, elektrikli araçların kullanımıyla ilgili yangın güvenliği konuları kapsamlı bir şekilde ele alınmakta ve elektrikli araçların kullanımıyla ortaya çıkan yangın risklerinin ve güvenlik önlemlerinin detaylı bir şekilde incelenmektedir. Elektrikli araçların enerji depolama sistemleri, batarya teknolojileri ve şarj altyapıları, yangın güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, raporun ana hedeflerinden biri, bu teknolojilerin güvenlik standartlarının belirlenmesi ve bu standartların uygulanabilirliğinin değerlendirilmesidir.

Raporda, öncelikle elektrikli araçların teknik özellikleri ve çalışma prensipleri üzerinde durulmaktadır. Elektrikli araçların batarya teknolojileri, enerji depolama kapasiteleri, şarj süreleri ve enerji verimlilikleri gibi teknik detaylar incelenmektedir. Ayrıca, bu araçların kullanım alanları ve yaygınlaşma hızları hakkında bilgiler sunulmaktadır.

Yangın güvenliği başlığı altında, elektrikli araçlarda yangın riskleri ve bu risklerin en aza indirilebilmesi için gerekli önlemler detaylandırılmaktadır. Batarya kaynaklı yangınların nedenleri, yangın söndürme yöntemleri ve yangın sonrası güvenlik prosedürleri raporun önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Ayrıca, yangın güvenliği standartları ve bu standartların ulusal ve uluslararası düzeydeki uygulamaları incelenmektedir.

Raporun son bölümünde, elektrikli araçların gelecekteki gelişim potansiyeli ve bu potansiyelin yangın güvenliği üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Yeni batarya teknolojileri, hızlı şarj sistemleri ve otonom sürüş teknolojilerinin yangın güvenliği açısından yaratabileceği yeni fırsatlar ve tehditler tartışılmaktadır. Ayrıca, bu teknolojilerin toplumda kabul görmesi ve yaygınlaşması için gerekli olan yasal düzenlemeler ve politikalar üzerinde durulmaktadır.

Raporun hazırlanmasındaki temel amaç, mühendislik ve mimarlık alanında bu konularda çalışmalarını sürdüren kişilere, elektrikli araçların yangın güvenliği konusunda kapsamlı bir bilgi kaynağı sunmaktır. Diğer yandan elektrikli araçların güvenli bir şekilde kullanımı ve yangın risklerinin minimize edilmesi, aynı zamanda kullanıcıların da önemli bir sorumluluğudur. Bu raporun, elektrikli araçların halkın can ve mal güvenliğini tehlikeye atmayacak bir şekilde kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlaması ümit edilmektedir.

Rapor, sektörde bir ilktir, dolayısıyla eksik ve geliştirilmesi gereken yönleri bulunmaktadır. Ayrıca, konu başka meslek disiplinlerini de ilgilendiren boyutlara sahiptir. Bu meslek disiplinleri arasında özellikle Elektrik, Kimya ve İnşaat Mühendisleri bulunmaktadır. İleride bu disiplinlerle birlikte çalışarak, elektrikli araç teknolojisinin güvenlik ve mevzuat açısından geliştirilmesini de amaçlıyoruz. Bu süreçte aktif bir şekilde yer alacağımızı ve mevzuat eksiklerinin giderilmesi için katkıda bulunmayı hedeflediğimizi belirtmek isteriz.

Makina Mühendisleri Odası olarak, bu önemli konudaki çalışmalarımıza devam edecek ve mesleki standartların geliştirilmesi için üzerimize düşen sorumluluğu yerine getirmeye devam edeceğiz.

Temmuz 2024

TMMOB Makina Mühendisleri Odası

Yönetim Kurulu

TEŞEKKÜR YAZISI

Sayın Elektrikli Araçlar Çalışma Grubu Üyeleri,

Çalışma Grubunuz tarafından hazırlanan *Elektrikli Araçların Kullanımı ve Yangın Güvenliği Raporu* için gösterdiğiniz özverili çalışma ve detaylı inceleme için Makina Mühendisleri Odası adına içtenlikle teşekkür ederiz.

Raporunuzdaki kapsamlı analiz ve sunulan öneriler, inanıyoruz ki elektrikli araç teknolojisinin güvenliği konusunda önemli bir kaynak olacaktır.

Rapor, sektördeki güncel gelişmeleri ve gelecekteki eğilimleri ele alarak uygulayıcılar ve araştırmacılar için büyük bir değer taşımaktadır. Özellikle yangın güvenliği konusundaki derinlemesine değerlendirmeleriniz, endüstri standartlarının geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışmada emeği geçen tüm Elektrikli Araçlar Çalışma Grubu üyelerine tekrar teşekkürlerimizi sunar, ileriye dönük çalışmalarınızda başarılar dileriz.

Saygılarımızla,

TMMOB Makina Mühendisleri Odası

Yönetim Kurulu

TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI ELEKTRİKLİ ARAÇLAR ÇALIŞMA GRUBU ÜYELERİ

SELÇUK SOYLU

HARUN ERPOLAT

AYSU DENİZ TOPAK

YILMAZ YILDIRIM

İSMAİL TURANLI

SERDAR SÖNMEZ

OKAN YASAN

EVRİM AKSOY

FURKAN GÜNDOĞAN

BAHATTİN KILIÇASLAN

ŐERİF ÖZSAKARYA

İçindekiler

ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN KULLANIMI VE YANGIN GÜVENLİĞİ	1
1. GİRİŞ	1
2. DURUM SAPTAMASI	1
2.1. Elektrikli Araç Nedir?	2
2.2. Elektrikli Araç Yangın İstatistikleri	2
2.3. Elektrikli Araç Güç Besleme Sistemi	2
2.4. Örnek Bir Elektrikli Aracın Özellikleri	4
2.5. Lityum-İyon Batarya Nedir?	4
2.5.1. Lityum-iyon Bataryalar Yandığında Açığa Çıkan Gazlar Nelerdir?	5
2.5.2. Batarya Ünitelerinin FM Global Test Kriterleri	7
2.5.3. Lityum-iyon Batarya Yangın Nedenleri?	10
2.5.4. Lityum-iyon Batarya Yangınlarının Sonuçları	10
2.5.5. Lityum-iyon Batarya Yangın Riskini Azaltma Önerileri	10
2.5.6. Kabul Kriterleri	10
3. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN ALINDIĞI VE ŞARJ EDİLDİĞİ KAPALI OTO PARKLARDAKİ RİSKLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	11
3.1. Elektrikli Araç Yangınlarına Otopark İçerisinde Müdahale	11
3.2. Otopark Alanlarının Tasarımı ve Yapısal Dayanım Önerileri	12
3.3. Genel Yangın Riskini Azaltma Önerileri	13
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	14
4.1. Kullanıcıların Bilgilendirilmesi ve Eğitimi	14
4.2. İtfaiye Örgütlerinin Bilgilendirilmesi ve Eğitimi	15
4.3. Yetkili ve Özel Servislerin Bilgilendirilmesi ve Eğitimi	16
4.4. Sürücü Kursları Eğitimi ve Belgelendirme	16
4.5. Genel Şartlar	16
KAYNAKÇA	18

ŞEKİLLER

Şekil 1 IEC 61851-1 standardındaki şarj modları.....	3
Şekil 2 Bir Lityum-iyon Bataryanın Şematik Gösterimi	4
Şekil 3 Lityum-iyon Pilin Şarj-Deşarj Durumundaki Davranışı	5
Şekil 4 Zamana Göre Isı Artış Oranları	9
Şekil 5 Orta Ölçekli Serbest Yanma Testi Sırasında Yangın Gelişimi	9
Şekil 6 Yangın Sönüm Aşamaları	9

TABLolar

Tablo 1 Örnek Bir Elektrikli Aracın Teknik Özellikleri	4
Tablo 2 Hidrojen Florid'in Ölümcül Etkileri	5
Tablo 3 Kimyasal Madde veya Karışımın Zararlılık Sınıflandırması	6
Tablo 4 Kimyasal Madde veya Karışımın Zararlılık Sınıflandırması	6
Tablo 5 Kimyasal Madde veya Karışımın Zararlılık Sınıflandırması	7
Tablo 6 Kimyasal Madde veya Karışımın Zararlılık Sınıflandırması	7
Tablo 7 Bataryaların Teknik Özellikleri Tablosu.....	8
Tablo 8 Yanma Sonucu Açığa Çıkan Isıl Kapasite Tablosu	8

ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN KULLANIMI VE YANGIN GÜVENLİĞİ

1. GİRİŞ

MMO, Anayasa'nın 135. maddesi doğrultusunda çıkarılan 6235 sayılı Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) kanununa göre 1954 yılında kurulmuş kamu kurumu niteliğinde bir meslek kuruluşudur.

Odamız, 1954 yılından bugüne 18 Şube, 56 İl Temsilciği, 43 İlçe Temsilciliği, 7 Mesleki Denetim Bürosu, Akredite Muayene Kuruluşu (AKM), Akredite Personel Belgelendirme Kuruluşu (PBK), Akredite Kalibrasyon Laboratuvarı (KALMEM), Kaynak Eğitim ve Muayene Merkezi (KEMM) Eğitim Merkezi, 5 Uygulamalı Eğitim Merkezi (UEM) ile ülke genelinde yaygın bir örgütlenme düzeyine ulaşmıştır.

Oda çalışmalarını yaşama geçirmek üzere Oda uzmanlık alanlarında, ülke ve toplumun yararına olan konularla ilgili gereksinimler doğrultusunda çalışma grupları oluşturulmaktadır. Bu kapsamda TMMOB Makina Mühendisleri Odası tarafından oluşturulan “Elektrikli Araçlar Çalışma Grubu oluşturulmuştur. Elektrikli Araçlar Çalışma Grubumuzun, Dünyada ve ülkemizde satış sayıları önemli oranda artan elektrikli araçların kullanımı ve yangın güvenliği ile ayrıntılı olarak derlediği bilgileri rapor kamuoyu ile paylaşılmaktadır.

Otomotiv Distribütörleri ve Mobilite Derneği (ODMD) verilerine göre, 2022 yılı ilk 10 ayında satılan tüm binek otomobiller içinde elektrikli taşıt pazar payı %1,9 iken, 2023 yılı ilk 10 ayı içinde %11,9'a çıkmıştır. Böylece bir önceki yılın aynı dönemindeki satışlardan %1.013,5'lik bir artış göstererek 34.595 adete ulaşmıştır.

2. DURUM SAPTAMASI

Elektrikli taşıtlar, içten yanmalı motorlu taşıtlardan farklı olması kadar, bazı riskleri de içermektedir. Lityum iyon hücrelerle çalışan taşıtların ortaya çıkışıyla, halkın can ve mal güvenliğini sağlamak için etkili yasal düzenlemeler gerekmektedir.

Elektrikli taşıtlar için, özellikle hücre teknolojisi ile ilgili temel konulardan biri, güvenlidir. Hücrelerin güvenli bir şekilde üretilmesini, saklanmasını, şarj edilmesini, çevreye ve canlılara zarar vermeyecek şekilde yeniden kullanıma dönüştürülmesini veya ortadan kaldırılmasını sağlamak çok önemlidir. Pek çok ülke güvenlik standartları ve belgelendirme süreçlerini uygulamaya koymuş olsa da bu standartların küresel düzeyde iyileştirilmesi ve uyumlaştırılması için, daha pek çok alanın açıkta olduğu görülmektedir.

Ülkemiz bu konuda hazırlanacak standartlara öncülük edebilmelidir. Bu nedenle, ilgili ve yetkili kurumların, bu konuda çalışmalara başlaması önemlidir. Türk Standartları Enstitüsü Hizmet İhtisas Kurulu'na bağlı TK05 Hizmet Teknik Komitesi'nce, TSEK 646:2023'ün revizyonu olarak hazırlanarak görüş istenilen “TSEK 646:2024 Yetkili servisler - Elektrikli taşıtlar için – Kurallar” tasarısı, olumlu bir yaklaşımdır.

2.1. Elektrikli Araç Nedir?

Elektrikli araçlar; Tahrik için bir veya birden daha fazla elektrik motoru kullanarak hareket eden, gücünü bataryadan (pil) veya yakıt hücresinden alan araçlar.

Genel olarak elektrikli araç türleri;

Elektrik Bataryalı Araçlar: Bunlar, içten yanmalı motoru olmayan tamamen elektrikli araçlardır. Batarya enerjisi bittiğinde yeniden şarj edilmeleri gerekir.

Plug-in Hibrit Elektrikli Araçlar: Bu araçlarda hem elektrik motoru hem de içten yanmalı motor bulunur. Kısa mesafelerde bataryasından aldığı elektrikle çalışıp sonrasında içten yanmalı motora geçebilmektedir. Batarya enerjisi azaldığında veya ek güce ihtiyaç duyulduğunda her iki motoru kullanabilmektedir.

Hibrit Elektrikli Araçlar: Plug-in Hibrit Elektrikli araçlarına benzer şekilde, Hibrit araçlar da hem elektrik motoruna hem de içten yanmalı motora sahiptir. Yalnız farklı olarak Hibrit araçların bataryaları harici fişe takılarak şarj edilememesidir. Hibrit araçlarda bataryalar, içten yanmalı motor ve rejeneratif frenleme tarafından şarj edilmektedir.

Yakıt Hücreli Elektrikli Araçlar: Bu araçlar, elektrik üreten yerleşik bir yakıt hücresine ve elektrik motoruna sahiptir. Yakıt hücresine güç sağlamak için hidrojen gazı kullanır.

2.2. Elektrikli Araç Yangın İstatistikleri

Lityum-iyon hücreler, çevre dostu ve verimli enerji depolama özelliklerinin yanı sıra, potansiyel yangın riskleri de bulunmakta ve bu da endişe oluşturmaktadır.

Amerikan NTSB (Ulusal Ulaşın Güvenliği Kurulu)'nin verilerine göre; elektrikli bataryalı araçların yangın olasılığı, %0,03, içten yanmalı motora sahip çalışan araçlar %1,5, hibrit araçlarda ise %3,4 olduğu görülmektedir. Bu durum Avrupa birliği resmi web sitesindeki elektrikli araçlarda yangın riski değerlendirme çerçevesi araştırmasında da elektrikli araçlar için %0,0244 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmalarda tamamen elektrikle çalışan araçlar en az yangın çıkma riskine sahip araçlar gibi görülse de, bu istatistiksel veriler elektrikli araçların çoğunun henüz yeni olması ve araçlar eskidikçe nasıl bir sonuç ile karşılaşacağımızın belirsiz olması dolayısıyla yanıltıcı olabilmektedir. Göreceli olarak daha süredir dolaşımda olan hibrit elektrikli araçlardaki yangın riskinin içten yanmalı motora sahip araçlardan iki kattan fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca buradaki esas ana sorunun elektrikli araç yangınlarına müdahalenin uzun, zahmetli ve özel eğitim gerektirmesi gibi görünüyor

2.3. Elektrikli Araç Güç Besleme Sistemi

Şarj ihtiyaçları için sabit bir elektrik tesisatından veya bir besleme ağından, elektrikli araca elektrik enerjisi sağlama işlevlerini sağlaması amacıyla kurulan ekipman veya ekipman setidir. Şarj sistemleri kablolu ve kablosuz (indükleme) olarak ayrılmaktadır.

Kablolu şarj sistemleri, çoğu ülkede zorunlu olan IEC 61851-1 “Elektrikli araçlar için iletken (kablolu) şarj sistemi – Bölüm 1: Genel gereksinimler” uluslararası standardı

gereklere uygun olması gerekmektedir. Ülkemizde de TSE tarafından bu standart TS EN IEC 61851-1 olarak yayımlanmıştır.

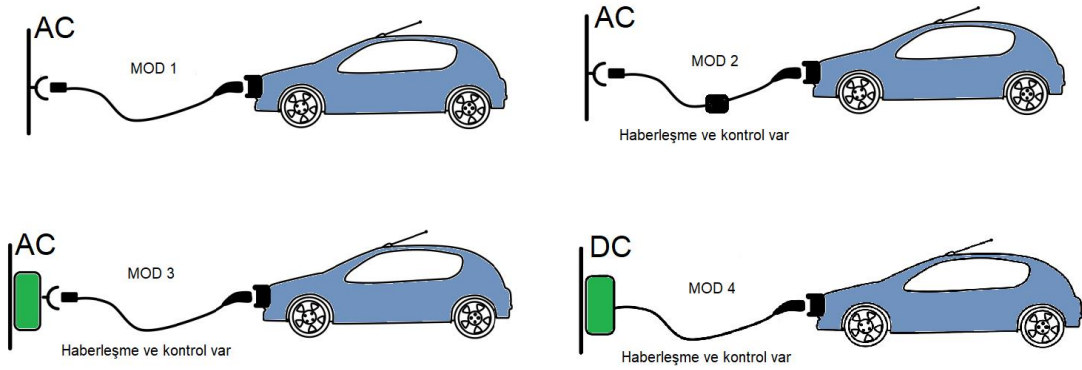
IEC 61851-1 standardında; Mod 1, Mod 2, Mod 3 ve Mod 4 olarak tanımlanan dört farklı şarj istasyonu modu tanımlanmıştır. Bu modlar, güç çıkışını ve farklı şarj kablosu düzenlemelerini ve ayrıca elektrikli şarj istasyonu'nun bir parçası olarak sunulan farklı elektrik güvenliği özelliklerini kategorize etmek için kullanılır.

Mod1: Bir kablo ve fiş kullanılarak AC elektrik ağına üç fazlı veya standart priz ile direk bağlanmasına yönelik bir yöntemdir. ABD ve çoğu Avrupa ülkesinde araç ile haberleşme ve akım koruma yapılamadığından yasaklanmıştır. Maksimum 7,6 kW güç çekilebilmektedir.

Mod2: Elektrik çarpmasına karşı koruma sağlayan artık akım cihazı ve kontrol pilotu işlevi içeren bir kontrol kutusuna sahip kablo ile üç fazlı veya standart prize bağlanması yöntemidir. Maksimum 15 kW güç çekilebilmektedir.

Mod3: Elektrikli aracın; AC şarj ekipmanına bağlanmasına yönelik bir yöntemdir şarj ekipmanından elektrikli araç arasındaki kablo haberleşme kontrol pilotu işlevine sahiptir. Şarj ekipmanı duvara monte edilebilir veya bağımsız dikilerek konumlandırılabilir.

Mod 4: Elektrikli aracın; DC Şarj ekipmanına bağlanmasına yönelik bir yöntemdir şarj ekipmanından elektrikli araç arasındaki kablo haberleşme kontrol pilotu işlevine sahiptir. Şarj ekipmanı duvara monte edilebilir veya bağımsız dikilerek konumlandırılabilir.



Şekil 1 IEC 61851-1 standardındaki şarj modları

2.4. Örnek Bir Elektrikli Aracın Özellikleri

Tablo 1’de örnek bir elektrikli araca ait pil, modül ve paket özellikleri verilmiştir

Tablo 1 Örnek Bir Elektrikli Aracın Teknik Özellikleri

Örnek Bir Elektrikli Aracın Teknik Özellikleri

Tek bir pil için:

Kapasite	3.1 Ah
Maksimum Voltaj	4.2 V
Nominal Voltaj	3.8 V
Minimum Voltaj	3 V
Güç	12 Wh

Tek bir modül için:

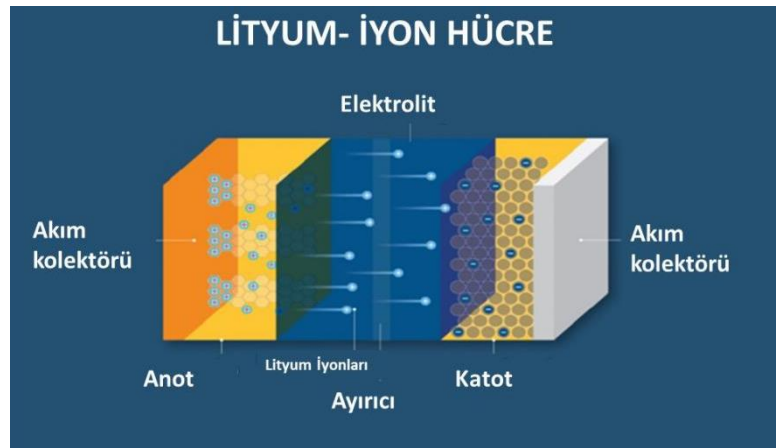
Kapasite	230 Ah
Maksimum Voltaj	25.2 V
Nominal Voltaj	22.8 V
Minimum Voltaj	18 V
Güç	5.3 kWh
Konfigürasyon	74p6s (Toplam 444 pil)

Paket için:

Kapasite	230 Ah
Maksimum Voltaj	403.2 V
Nominal Voltaj	364.8 V
Minimum Voltaj	288 V
Güç	85 kWh
Konfigürasyon	16s (Toplam 16 modül – 7104 pil)

2.5. Lityum-İyon Batarya Nedir?

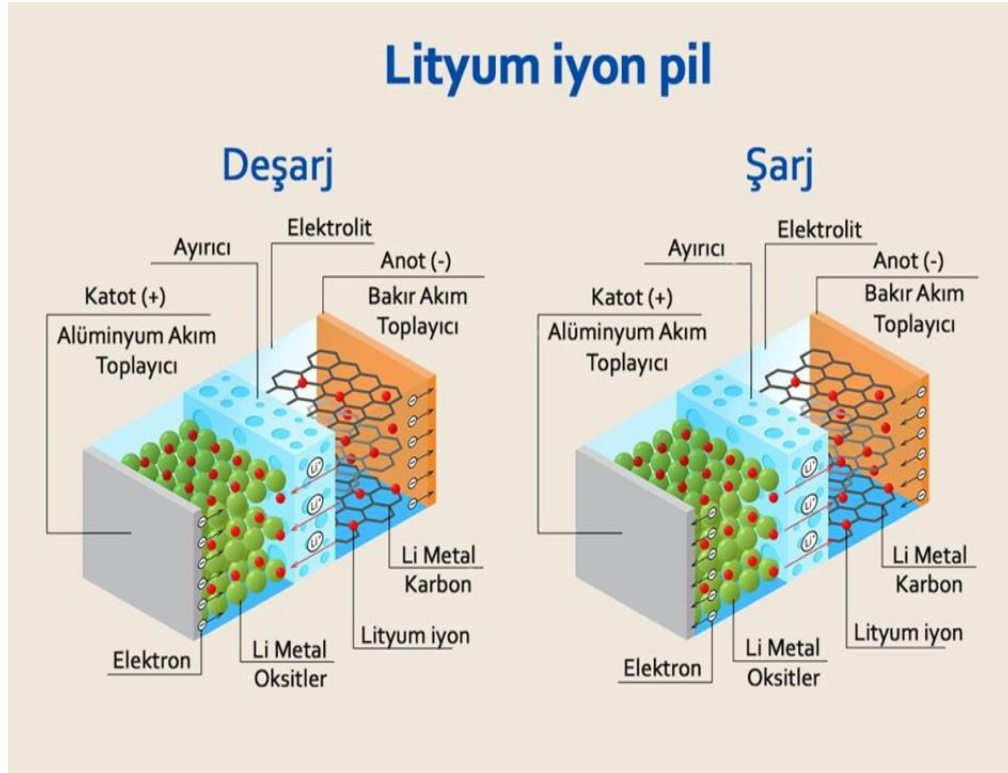
Lityum-iyon bataryalar, yeniden şarj edilebilir özelliği olan, 60 V ile 1.000 V arası enerji kaynağıdır. Anot, katot, elektrolit ve seperatörden oluşmaktadır. Hücreler modülleri, modüller batarya ünitelerini oluşturmaktadır.



Şekil 2 Bir Lityum-iyon Bataryanın Şematik Gösterimi

Anot Negatif Elektrot, Katot ise Pozitif Elektrottur. Seperatör ise polymerik film anot ile katotu ayırır. Lityum + iyonlarının anot ve katot arasındaki hareketi elektrik akımı oluşturur. Bataryadan enerji çekilirken Anot, Lityum + iyonlarını katota iletir. Batarya şarj edilirken ise

tam tersi olur, Lityum + iyonlarını katottan anota iletir. Şekil 3’de bu durum gösterilmektedir.



Şekil 3 Lityum-iyon Pilin Şarj-Deşarj Durumundaki Davranışı

2.5.1. Lityum-iyon Bataryalar Yandığında Açığa Çıkan Gazlar Nelerdir?

Lityum-iyon bataryalar yandığında açığa çıkan gazlar; Hidrojen, Hidrojen Florid, Hidrojen Klorid, Hidrojen Siyanit, Sülfür Dioksit, Karbonmonoksit ve Karbondioksit’tir.

Tablo 2 Hidrojen Florid’in Ölümcül Etkileri

İlgili Kodlar Listesi (2. ve 3. Bölümde belirtilen kod ve tam metin)

KOD	METİN
H300	Yutulması halinde ölümcül
H310	Ciltle temas halinde ölümcül
H314	Şiddetli cilt yanıklarına ve göz hasarına neden olur
H318	Ciddi göz hasarına neden olur
H330	Solunması halinde ölümcül

Feragatname

Bu bilgi, mevcut bilgi durumumuza dayanmaktadır. Bu GBF (Güvenlik Bilgi Formu) hazırlanmış olup yalnızca bu ürün

Hidrojen Klorid'in zararlılık sınıflandırması Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3 Kimyasal Madde veya Karışımın Zararlılık Sınıflandırması

2 TEHLİKELERİN TANIMI	
Maddenin veya karışımın sınıflandırılması	
Sınıflandırma (EC) No 1272/2008/EC (CLP/GHS)	
Tüzüğüne göre	
Basmak. Gaz (Sıvılaştırılmış gaz) - Basınç altında gaz içerir; mayıs ısıtılırsa patlayabilir.	
Akut Toksik. 3 - Solunması halinde toksiktir.	
Cilt Düzeltme 1A - Ciddi cilt yanıklarına ve göz hasarına neden olur.	
- Solunum yollarında aşındırıcıdır.	
Sınıflandırma 67/548/EEC ve 1999/45/EC Direktifine göre	
T: R23 C: R35	
Solunum yoluyla toksiktir.	
Ciddi yanıklara neden olur (gözler, solunum sistemi ve cilt).	
İnsana ve çevreye risk tavsiyesi	
Sıvılaştırılmış gaz.	
Etiket Ögeleri	
Piktogramların Etiketlenmesi	
	
Sinyal kelime	
Tehlike.	
Tehlike Açıklamaları	
H280	Basınç altında gaz içerir; mayıs ısıtılırsa patlayabilir.
H331	Solunması halinde toksiktir.
H314	Ciddi cilt yanıklarına ve göz hasarına neden olur.
EUH071	Solunum yolu için aşındırıcıdır.
- Önlem Açıklamaları	
Önlem İfadesinin Önlenmesi	
P260	Gazı, buharı solumayın.
P280	Koruyucu eldiven/koruyucu giyin kıyafet/göz koruması/yüz koruması.

Hidrojen Siyanit'in zararlılık sınıflandırması Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4 Kimyasal Madde veya Karışımın Zararlılık Sınıflandırması

ACIL DURUMA GENEL BAKIŞ: Bu gaz karışımı, çürük yumurta kokusuna sahip rensiz bir gazdır (Hidrojenin varlığından dolayı). Sülfür). Kokuya bu gaz karışımının varlığına dair yeterli bir uyarı olarak güvenilemez çünkü Hidrojen Sülfüre aşırı maruz kalma sonrasında koku alma yorgunluğu meydana gelir. Hidrojen Sülfür ve Karbon Monoksit (bu gaz karışımının başka bir bileşeni) nispeten düşük konsantrasyonlarda insanlar için toksiktir. Bu gaz karışımına aşırı maruz kalmak cilt veya göz tahrişine, mide bulantısına, baş dönmesine, baş ağrısına, bayılmaya, bilinç kaybına, komaya ve ölüme neden olabilir. Ek olarak, bu gaz karışımının salınması oksijen eksikliği olan atmosferler üretebilir (özellikle küçük kapalı alanlarda veya diğer kötü havalandırılan ortamlarda); bu tür atmosferlerdeki bireyler boğulabilir.

ABD NOKTA SEMBOLLERİ



KANADA (WHMIS) SEMBOLLERİ



AVRUPA ve (GHS)

TEHLİKE SEMBOLLERİ



Uyarı Kelimesi: Tehlike

AB ETİKETLEMESİ VE SINIFLANDIRILMASI:

Maddenin veya karışımın 1272/2008 Sayılı Yönetmeliğe (EC) göre sınıflandırılması

Aspirasyon Tehlikesi Kategori 1

Oksitleyici Gaz Kategorisi

Basınçlı Gaz

Değiştirilmiş şekilde 67/548/EEC sayılı Avrupa Direktifine göre.

Solunduğunda zararlı, basınçlı gaz, oksitleyici

Tehlike İfadesi/İfadeleri:

H270: Yangına neden olabilir veya yangını şiddetlendirebilir, oksitleyici

H280: Basınçlı gaz içerir, ısıtıldığında patlayabilir

H304: Yutulması ve solunum yoluna girmesi halinde ölümcül olabilir

Önlem Açıklamaları:

P261: Gaz solumaktan kaçının.

P271: Sadece iyi havalandırılan alanlarda kullanın.

P281: Gerekliğinde kişisel koruyucu ekipman kullanın.

P314: Kendinizi iyi hissetmiyorsanız tıbbi tavsiye/müdahale alın

P403: İyi havalandırılmış bir yerde saklayın.

Tehlike Sembol(ler)i:

[Xn] Zararlı; [O] Oksitleyici

Hidrojen'in zararlılık sınıflandırması Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5 Kimyasal Madde veya Karışımın Zararlılık Sınıflandırması

8. MARUZİYET KONTROLLERİ / KİŞİSEL KORUNMA	
Mesleki Maruz Kalma Tehlikeleri	Bilinmeyen etki
Mühendislik Kontrol Önlemleri	
Maruziyetleri azaltmak için mühendislik kontrol önlemleri tercih edilir. Genel yöntemler arasında mekanik havalandırma, proses veya kişisel muhafaza yer alır.	
Kişisel koruma	
Büyük yangında mücadele ederken bağımsız solunum cihazı kullanın.	
Gözlük	
Silindiriyle çalışırken koruyucu gözlük kullanın.	
Eter	
Silindiriyle çalışırken uygun koruyucu eldiven kullanın.	
Deri	
Bilinmeyen etki	
9. FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER	
FİZİKSEL BİLGİ	
Kimyasal Sembol	H ₂
Moleküler ağırlık	2.016 gr/mol
Spesifik hacim@20°C&101.325pka	11976ml/g
Otomatik ateşleme sıcaklığı	570°C
Bağıl yoğunluk (hava=1) @latm	0,08989g/ml
Havadaki yanıcılık sınırları (hacimce)	4-75,0 %
Renk	Bilinmeyen
Tatma	Bilinmeyen
Koku	Bilinmeyen

Sülfür Dioksit'in zararlılık sınıflandırması Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6 Kimyasal Madde veya Karışımın Zararlılık Sınıflandırması

Bölüm 11 - Toksikolojik Bilgiler		
Göz Etkileri (tavşan):	Hafif (6 ppm/4H/32D)	Akut Solunum Etkileri (sıçan): LC50 = 2520 ppm (1H)
Çiğ Etkileri:	Müsait değil.	Akut Oral Etkiler: Müsait değil.
Kanserojenlik:	IARC, NTP ve OSHA, Kükürt Dioksiti kanserojen olarak listelememektedir.	
Kronik Etkiler:	Uzun süreli veya tekrarlı maruz kalma, burun zarının iltihaplanmasına, boğaz kuruluşuna ve öksürüğe neden olabilir. İnsan kronik bronşitinde gözlenen değişikliklere benzer solunum yolu semptomları gözlemlenmiştir.	

2.5.2. Batarya Ünitelerinin FM Global Test Kriterleri

Dünyada pek çok veri için FM GLOBAL test sonuçlarını kullanılmaktadır. FM GLOBAL in yanma testinde kullandığı batarya ünitelerinin yapısal özelliklerini aşağıdaki gibi tanımlamıştır. Farklı enerji seviyesinde veya kapasitede bataryalar için farklı değerlerin kullanılması gerekebileceği dikkate alınmalıdır.

- 1- LFP: Lityum Demir Fosfat (120 AH/686 VDC)
- 2- LMO: Lityum Manganez Oksit (130 AH / 960 VDC)

1 numaralı örnek için kullanılan HRR (HeatReleaseRate) 2540 kW, kullanılan havalandırma değeri 24 m³/s

2 numaralı örnek için kullanılan HRR (HeatReleaseRate) 10660 kW, kullanılan havalandırma değeri 94 m³/s

Dolayısıyla batarya kapasitesine bağlı olarak HRR tespit edilerek yukarıdaki değerlere oranlayarak ihtiyaç belirleneceği gibi test sonucuna göre de belirlenip havalandırma miktarı tespit edilmelidir.

FM GLOBAL testlerinde kullanılan bataryaların teknik özellikleri aşağıdaki Tablo 7 ve Tablo 8’de görülebilir.

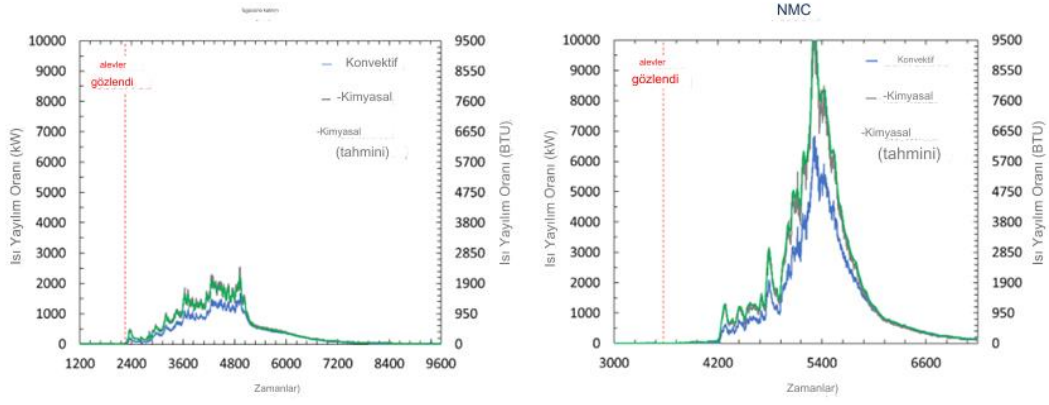
Tablo 7 Bataryaların Teknik Özellikleri Tablosu

Sartname	LFP	NMC
Pil Açıklaması		
Kimya	Lityum demir fosfat (LFP)	Nikel manganez kobalt oksit (NMC) ve lityum manganez oksit (LMO)
Kapasite (Ah)	20	32.5
Gerilim (VDC)	3.3	3.75
Biçim	Prizmatik	Prizmatik
Nominal Boyutlar, U×G×Y (mm [inç])	227x161x7,25 (8,9x6,3x0,3)	290x216x7 (11,5x8,5x0,3)
Modül Açıklaması		
Kapasite (Ah)	120	130
Gerilim (VDC)	42.9	60
Güç (kWh)	5.2	7.8
Pil Düzeni (S= seri, P = paralel)	13S8P	16S4P
Pil Miktarı (#)	78	64
Nominal Boyutlar*, U×G×Y [mm (inç)]	700x270x180 (27,5x10,75x7)	650x320x240 (25,5x12,75x9,5)
Kütle, kg (lb)	49 (108)	75 (166)
Raf Açıklaması		
Kapasite (Ah)	120	130
Gerilim (VDC)	686 (16 modül)	960 (16 modül)
Raf Düzeni (örn. modül yapılandırması)	2 geniş x 8 uzun	2 geniş x 8 uzun
Muhafaza	Önü açık, yanları sağlam	Önü açık, yanları sağlam
Nominal Boyutlar, G×D×Y [mm (inç)]	660x770x1.760 (26x30,25x69,25)	760x768x2.400 (30x30,25x94,5)

Üretici, Aralık 2017 ve Ocak 2018 boyunca ayrı ayrı pilleri ± 200 mV dahilinde dengeledi ve tüm modülleri voltaja bağlı olarak en az %95 SOC'ye kadar şarj etti.

Tablo 8 Yanma Sonucu Açığa Çıkan Isıl Kapasite Tablosu

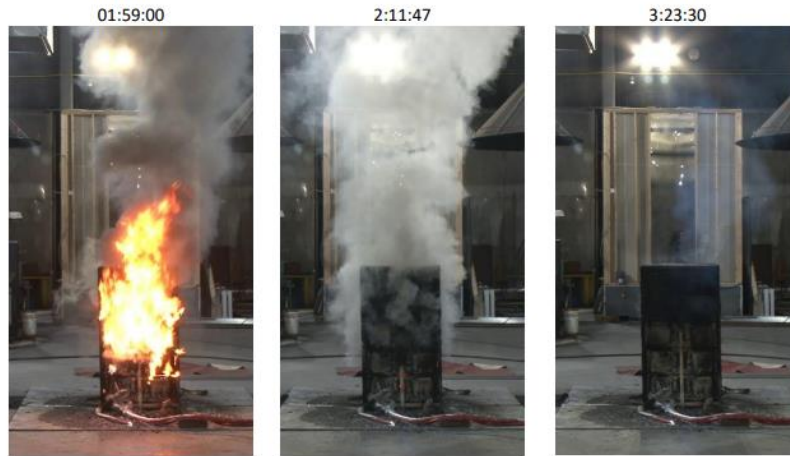
Batarya Tipi	LFP	LNO/LMO
HRR Modül	430 kW	1023 kW
HRR Pack	2540 kW	10660 kW



Şekil 4 Zamana Göre Isı Artış Oranları



Şekil 5 Orta Ölçekli Serbest Yanma Testi Sırasında Yangın Gelişimi



Şekil 6 Yangın Sönüm Aşamaları

2.5.3. Lityum-iyon Batarya Yangın Nedenleri?

Lityum-iyon piller;

- Şarj veya deşarj durumunda, hücrelerin tasarım değerini aşan akıma maruz kalması,
- Yüksek veya düşük ısıya maruz kalması,
- Li-iyon pillerin çalışma sıcaklık aralığının dışında ısıya maruz kalması (-25°C, + 60°C),
- Seperatörde, anotta hasar sonucu kısa devre oluşumu

nedenleriyle yanmaktadır.

2.5.4. Lityum-iyon Batarya Yangınlarının Sonuçları

Bataryadan ortama salınan gazların büyük kısmı yanıcı, patlayıcı ve toksiktir. Bataryaya alınan hasar, zaman içerisinde ya da üretim hatasından kaynaklı kısa devre veya aşırı şarj gibi nedenlerle batarya ayırıcı bozulabilir. Bu durumda elektrolit anot ile reaksiyona girer. Ekzotermik reaksiyon nedeniyle bataryadaki mevcut enerji ile hızla ısınan dahili hücreler, yaklaşık 180°C'de anot, elektrolit ve katottun yapısal olarak bozulmasına neden olur. Bu bozulma yanıcı ve toksik gazları ortaya çıkarır ve yeterli basınca ulaşıldığında, bataryadaki güvenlik ventlerinden, yanıcı gaz ve tutuşturulabilir elektrolit buharı ortama salınır. Bir dış tutuşma kaynağına gereksinim bulunmamaktadır.

2.5.5. Lityum-iyon Batarya Yangın Riskini Azaltma Önerileri

- BM-AEK (Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu) tarafından kabul edilmiş R100 regülasyonuna uyumlu olmalıdır. (Elektrikli araç ve bataryalarının sağlanması gereken test ve gereklilikler yapılmış olmalıdır)
- Batarya probleminde sürücüye uyarı verilmesi sağlanmış olmalıdır.
- Titreşim testi yapılmış olmalıdır.
- Termal şok testi yapılmış olmalıdır.
- Yangına dayanıklılık testi yapılmış olmalıdır.
- Aşırı şarj ve deşarj koruma testi yapılmış olmalıdır.
- Aşırı akım koruma testi yapılmış olmalıdır.
- Aşırı sıcaklık koruma testi yapılmış olmalıdır.

2.5.6. Kabul Kriterleri

- Bataryada elektrolit sızıntısı bulunmamalıdır.
- Yırtılma, duman, yangına dair bir emare olmamalıdır.

Ayrıca;

- BM-AEK,
- R94 Ön Çarpışma,

- R95 Yan Çarpışma testleri yapılmış olmalıdır,
 - R135 Yan Darbe Koruması
- R137 Önden Tam Darbe Koruması,
R153 Arkadan Çarpışma Koruması
bulunmalıdır.

3. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN ALINDIĞI VE ŞARJ EDİLDİĞİ KAPALI OTOPARKLARDAKİ RİSKLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Otoparklar benzersiz bir yangın yüküne sahip yerlerdir, yeraltında veya yerüstünde bulunabilirler ve genellikle kalabalık kentsel alanlarda bulunurlar. Elektrikli araçlar da dahil modern araçlar her zamankinden daha fazla plastik ve diğer yanıcı maddeleri içerecek şekilde üretilmektedir. Bu, yakıt ekonomisine fayda sağlayıp araç fiyatını düşürürken, otoparklarda gördüğümüz yangın yükünü de artırmaktadır. Amerika'da otoparklarda artan bu yangın tehlikeleri dikkate alınarak uluslararası geçerliği olan NFPA'da Yağmurlama Sistemlerinin Kurulum Standardı olan NFPA 13'ün 2022 baskısında, park yapıları için önerilen tehlike sınıflandırmasını Orta Tehlike Grup 1'den Orta Tehlike Grup 2'ye çıkaracak şekilde değiştirmiştir. Bunun etkisi ile tasarım yoğunluğu 6,1 L/dak.m²'den 8,1 L/dak.m² 'ye çıkmıştır. Ocak 2021 itibarıyla FM Global da otoparklara yönelik tehlike kategorisini; Tehlike Kategorisi 2'den Tehlike Kategorisi 3'e yükseltmiştir. Ayrıca Park Yapıları Standardı olan NFPA 88A'nın 2023 sürümünde, artık tüm otoparklarda NFPA 13'e uygun sprinkler sistemlerinin kurulu olması istenmektedir. Bu sürümden önce, sprinkler sistemlerinin açık otopark yapılarına kurulması gerekmiyordu.

Buna ek olarak, elektrikli araçlar içindeki lityum iyon (veya benzeri) piller, içten yanmalı motorlu araçlardan çok daha farklı bir şekilde arızalanıp yanmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi, lityum iyon hücreler (pil) hasar gördüğünde veya arızalandığında, termal kaçak olarak bilinen bir duruma girebilmektedir. Bu pil hücrelerinin kontrolsüz bir şekilde ısınmaya başladığı zamandır. Bu reaksiyon pil hücresinden batarya hücresine yayılarak yangına yol açabilmektedir. Lityum-iyon piller ayrıca belirli koşullar altında patlamaya yol açabilecek zehirli ve yanıcı gazlar da açığa çıkarabilmektedir. Yangın söndürüldükten sonra bile hasarlı bir bataryanın içinde ne kadar enerjinin kaldığını bilmenin bir yolu olmadığından (bu kavram, atıl enerji olarak bilinir), yangına karışan bir elektrikli aracın batarya paketi günlerce, hatta haftalar sonra bile yeniden alev alabilmektedir. Bu da, ilk müdahale ekiplerinin, İtfaiye ekibinin, çekici kamyon sürücülerinin, atık yönetimi ve pil geri dönüşüm merkezlerinin bu konuda eğitilmiş ve hazırlıklı olmasının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

3.1. Elektrikli Araç Yangınlarına Otopark İçerisinde Müdahale

İtfaiyeciler, elektrikli araç yangınlarını söndürmek için genellikle bol miktarda su kullanır. Yukarıda da bahsedildiği gibi, saf metal lityumun suyla oldukça reaktiftir, ancak lityum iyon pillerin içindeki lityum, saf lityum metali değil, bir lityum tuzu elektrolitidir. Dolayısıyla bu yanma metal yangını değildir. Bu sebeple D sınıfı yangın söndürücüler tavsiye edilmez. Ayrıca, elektrikli araçların içerisindeki piller metal veya kompozit kutu ile kapatılmıştır, dolayısıyla bir yangın sırasında genellikle pillere doğrudan su temas etmez. Su, muhafazayı

soğutmak için kullanılır ve bu da sonuçta açığa çıkan ısıyı absorbe ederek yangının diğer araçlara sirayet etmesini engeller.

Otoparkta elektrikli araç yangınıyla mücadele ederken, mevcut yangınla mücadele prosedürlerinin yeterli olup olmadığı henüz tam anlamıyla çözüme kavuşmamakla birlikte elektrikli araç yangınlarına müdahale için aşağıdaki durumlar tespit edilmiştir:

- Elektrikli araç yangınlarında itfaiye müdahalesinin daha uzun ve kullanılan soğutucu akışkanın yani suyun da daha fazla kullanıldığı belirlenmiştir. Pil hücresinin araç altında bulunmasından dolayı, itfaiyecilerin doğrudan pil hücrelerine su tutabilmesi oldukça zordur. Bu sebeple uygulamada özel krikolar ve vinç kullanılarak aracın alt yüzeyinin ortaya çıkması böylece pil muhafazasına suyun soğutucu akışkan olarak ulaşması itfaiye teşkilatlarına müdahale tekniği olarak tavsiye edilmektedir.

- Elektrikli araç yangınını kontrol etmek için daha uzun süre gerekmesi nedeniyle, itfaiyeciler için ek daha fazla solunum cihazı gerekebilmektedir. Elektrikli araçlarda en az 600V enerji olabileceği, şaseye kaçak yapma ihtimali olduğu dikkate alınmalı, kullanılan eldiven kapı açmak için kullanılacak kazma ve levye gibi aletlerin temas noktalarında elektriği kullanıcıya iletmeyecek şekilde izole edilmiş olması dikkate alınmalıdır.

- Müdahale ekipleri, bir yangın olayı sırasında temas etmesi güvenli olan elektrikli araç şarj altyapısının ve pilin parçaları hakkında eğitim almalı ve yalnızca eğitimli personel elektrikli araç yangınlarıyla mücadele etmelidir.

- Elektrikli araç bataryasına ulaşmak için çeşitli araçlar gerekir. İtfaiyeciler bataryaya ulaşmak için arabanın bir tarafını krikoyla kaldırmaları gerekebilir.

- Kısmen yanmış ve söndürülmüş elektrikli araç bataryalarının yeniden tutuşma riskini azaltmak için, aracı hareket ettirmeden önce termal görüntüleme kamerası ile sıcaklığın 50°C'nin altına düştüğü ve stabil kaldığı tespit edilmelidir. Araç dikkatli bir şekilde yanıcı malzemelerden en az 15m uzağa taşınmalı, aracın taşınması esnasında yeniden tutuşma riski göz önünde bulundurulmalıdır. Elektrikli araçlara açık alanda dahi müdahale edilirken, açığa toksik ve korozif gazların ortaya çıkabileceği dikkate alınarak tam yüz maskeli solunum cihazı kullanılması ve korozif dayanımı bulunan kıyafetler giyilmesi tavsiye edilir.

- Elektrikli araç yangın sonrası binadan çıkarılırken, elektrikli araç taşınırken ve bekletilecek alanda, batarya tamamen boşalana kadar diğer yapılardan ve araçlardan uzak tutulmalıdır. Butermal görüntüleme kamerası kullanılarak sağlanabilir.

3.2. Otopark Alanlarının Tasarımı ve Yapısal Dayanım Önerileri

- Otopark içerisindeki şarj istasyonları; otoparktan giriş ve çıkışlardan uzakta, ancak itfaiyecilerin şarj istasyonunda oluşan yangına müdahalesini zorlaştıracak bir konumda olmamalıdır. Şarj cihazı ve çevresindeki sıcaklığın düzenlenmesine yardımcı olacak havalandırma durumu veya sisteminin kapasitesi dikkate alınmalıdır. İçten yanmalı motorlu araç yangınlarında otoparklarda sıcaklığın 816 °C ye çıkabildiği ancak aynı mimari şartlarda elektrikli araç yangınlarında ise otoparklarda sıcaklığın 2480 °C ye kadar çıkabileceği dikkate alınarak yapısal önlemlerin statik olarak ele alınması gerekir. (20/06/2023-Fire House Magazine DouglasValleyArticle)

- Elektrikli araç alınan otoparklarda, yangın yükü de dikkate alınarak su bazlı yağmurlama (sprinkler), Dolap ve itfaiye su alma ağızları sistemleri sağlanmalıdır. Sistem tasarımında yeni yaklaşımlar ve standartlar kullanılmalıdır. Her ne kadar NFPA 13 otopark risk sınıfını yükselterek 8.1 L dk/m² density değerine eriştiyse de bu konuda kapsamlı laboratuvar çalışmasını 3 yıllık araştırmanın ardından 2019 yılında yayınlayan FM GLOBAL minimum elektrik araç yangınları için 12.2 L dk/m²density değerini tavsiye etmektedir.

- Elektrikli araç park alanlarının yapısal önlemlerle en az REI 120 dk dayanıklı olacak şekilde tasarlanması, kapatılamayacak açıklıkların spray nozul kullanılarak su perdesi ile kapatılması tavsiye edilmektedir. Su perdesi sisteminde 1 L dk/m değeri alınması tavsiye edilmektedir. Su perdesi sisteminin otomatik olarak aktive edilmesi tercih edilmeli, otomatik aktivasyonda CO₂, H₂ ve/veya ısı detektörleri kullanılmalıdır.

- Araç şarj istasyonlarının elektrik beslemesi hem yangın algılama sistemi hem de itfaiyenin manuel kapatacağı bir düzeneğe bağlı olmalıdır.

- Elektrikli araç park yerlerinde, araçlar arasında en az 1 m mesafe bırakılacak şekilde düzenleme yapılmalıdır. Şarj istasyonları açık alanda ya da kapalı otoparkta olmasına bakılmaksızın yanıcı malzemelerden en az 15 m uzakta konumlandırılmalıdır.

- Mekanik duman tahliye sistemi sadece yanma sonucu açığa çıkan CO, CO₂ ve benzeri gazları değil, aynı zamanda Hidrojen Klorit, Hidrojen Siyanit, Sülfür Dioksit ve benzeri toksik ve korozif gazları da ortamdan uzaklaştıracak şekilde park alanının büyüklüğüne bağlı olarak yapılan risk analizi sonucu 24 m³/s ile 94 m³/s arasında değerleri sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. (Kaynak: 2019 FM GLOBAL Lityum İyon Pil Test Rapor)

- Ülkemizde mevcut Binaların Yangından Korunması hakkında Yönetmelik, 2000 m² üzerindeki kapalı otoparklara duman tahliye sistemi, 600 m² üzerindeki kapalı otoparklarda yağmurlama sistemi ve dolap sistemi, 1000 m² den büyük kapalı otoparklarda itfaiye su alma ağızları (sabit boru tesisatı) zorunluluğu bulunmaktadır. Ancak gerek araç yangın yüklerindeki artış gerekse elektrikli araç yangınlarındaki risk ve müdahale farklılığı nedeni ile yönetmelik hükümleri yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle yönetmelik uluslararası geçerli standart değişiklikleri de dikkate alınarak ilgili bölümler revize edilmelidir. Elektrikli araç kabul eden yönetmeliğimize göre üzerinde çatı olan ancak duvarlarının açıklığından dolayı açık otopark olarak ifade edilen otoparklarda da sprinkler sistemi kullanılması zorunlu hale getirilmelidir. (Kaynak: NFPA 88A)

3.3. Genel Yangın Riskini Azaltma Önerileri

-Şarj istasyonları mümkün oldukça açık alanlarda yanıcı malzemelerden 15 metre uzağa konulmalıdır.

-Elektrikli araç park edildiğinde, yanındaki araç ile arasında en az 1m boşluk bulunmalıdır.

-Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik uluslararası güncellemeler dikkate alınarak revize edilmelidir.

-Şarj sistemi kablo kesitleri, akım değerine uygun olmalıdır.

-Dođru sıcaklıkta depolama 4-26°C(40-80°F) yapılmalıdır.

-Uzun süreli beklemede batarya şarj değerinin %30 ve altı olması önerilmektedir.

-Ülkemizdeki bütün itfaiye birimlerine elektrikli araç yangınları ve müdahalesi hakkında eğitim verilmelidir. Bu eğitimlerde NFPA dokümanları ve Euro Rescue, ANCAP Rescue, CRS gibi telefon veya tabletlere yüklenebilir acil müdahale araç kartı uygulamalardan yararlanılmalıdır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan pek çok düzenlemenin, elektrikli taşıtların çevresel yararlarına odaklanarak, bu taşıtların benimsenmesini ve kullanılmasını özendirmek için yapıldığı görölmektedir. Ancak elektrikli araç üretimi, kullanımı, iklimsel şartlar göre verimlilik değişimi ve def'i bir bütün olarak ele alınmalı ve çevresel etkileri buna göre doğru hesaplanmalıdır. Elektrikli aracın başta Lityum iyon hücre üretimi ve en sonunda ortadan kaldırılması olmak üzere toplam ömürde çevresel etkisinin, düzenlemelerde daha fazla dikkatle alınması gerekmektedir.

İstatiksel olarak tamamen elektrikle çalışan araçlar en az yangın çıkma riskine sahip araçlar gibi görölse de, bu istatistiksel veriler elektrikli araçların çoğunun henüz yeni olması ve araçlar eskidikçe nasıl bir sonuç ile karşılaşacağımızın belirsiz olması dolayısıyla yanıltıcı olabilmektedir. Yine istatistiksel verilerde göreceli olarak daha uzun süredir dolaşımda olan hibrit elektrikli araçlardaki yangın riskinin, içten yanmalı motora sahip araçlardan iki kattan fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan araştırmalarda, elektrikli araç yangınları sırasında ortam sıcaklığının, içten yanmalı araç yangınlarında oluşan ortam sıcaklığından çok daha fazla arttığı tespit edilmiştir. Bir diğer tespit elektrikli araç yangınlarına müdahalenin uzun, zahmetli ve özel eğitim gerektirmesidir.

Kablolu şarj sistemleri, çoğu ülkede zorunlu olan IEC 61851-1 "Elektrikli araçlar için iletken (kablolu) şarj sistemi – Bölüm 1: Genel gereksinimler" uluslararası standardı gereklerine uygun olması gerekmektedir. Ülkemizde de TSE tarafından bu standart TS EN IEC 61851-1 olarak yayımlanmıştır. Standart dışı şarj sistemlerinin yurt içi dolaşımı denetlenerek, uygun olmayanların ülkemizdeki dolaşımı engellenmelidir.

4.1. Kullanıcıların Bilgilendirilmesi ve Eğitimi

Bazı ülkeler elektrikli taşıt sahipleri için kullanıcı eğitimi ve öğretim programları uygulamış olsa da bunlar henüz küresel bir standart haline gelmemiştir. İyi bilgilendirilmiş bir kullanıcının taşıtını güvenli bir şekilde kullanma olasılığı daha yüksektir. Bu konuda araç üretici ve dağıtıcıları (dernek vb yapıları), meslek odaları ve birlikleri, başta eğitim ve öğretim kurumları ve itfaiye teşkilatları olmak üzere kamu kurumlarının işbirliği ile güncelliğini günün koşullarına göre koruyabilen bir sürekli eğitim sistemi geliştirilmesi gerekir.

Kullanıcılarının eğitimi ve farkındalığı, güvenli uygulamaların isteklendirilmesi açısından çok önemlidir. Özellikle güvenli kullanım ve güvenli şarj konusunda kullanıcıların bilinçlendirilmesine önem verilmelidir. Taşıt üreticileri; elektrikli taşıt teknolojileri ve güvenlik önlemleri konusunda, kullanıcı eğitimi ve öğretilerini sunmaya isteklendirilmelidir. Bu konuda kamu spotları ile toplum bilgilendirilmeli ve sağlıklı bir elektrikli araç kültürü oluşması hedeflenmelidir.

Üreticiler, taşıtların çalışmasını, şarj edilmesini ve bakımını açıklayan ayrıntılı kullanım el kitapları sağlamalı ve bunlar açık, kısa ve hem basılı hem de dijital ortamda kolay erişilebilir olmalıdır. Kullanıcıların taşıtlarını daha iyi anlamalarına yardımcı olmak için bilgi, eğitim ve sık sorulan sorular (SSS) sunan, kullanıcı dostu mobil uygulamalar ve internet siteleri oluşturulmalıdır. Bu platformlar aynı zamanda uzaktan tanıma ve yol yardım hizmeti de sunabilmelidir. Kullanıcılar; taşıtlarına üreticinin öngördüğü periyodik bakımları mutlaka yaptırmalı ve herhangi bir arıza belirtisini göz ardı etmemelidir. El kitabı kullanıcı yönergelerine uyulmalı, onaylı/orijinal şarj ekipmanları kullanılmalı ve batarya şarjına ilişkin üreticinin yönergeleri izlenmelidir.

Kullanıcılar, batarya sağlığını düzenli olarak izlemeye ve batarya ile ilgili sorunlar için uzmanlardan destek almaya özendirilmelidir.

Yeni kullanıcılara yüz yüze veya sanal eğitim oturumları sunulmalıdır. Bu programlar en iyi şarj uygulamaları, hücre bakımı ve taşıt verilerini anlama, kaza/arıza anlarında yapılacaklar gibi konuları kapsamalıdır.

4.2. İtfaiye Örgütlerinin Bilgilendirilmesi ve Eğitimi

Yasal düzenlemeler, elektrikli taşıtlarla ilgili kaza ve arızalarda ilk müdahale ekiplerine yönelik yönergeleri de içermelidir. Çünkü bu taşıtlar, geleneksel taşıtlarla karşılaştırıldığında farklı güvenlik sistemleri bulunmaktadır. Taşıt teknolojisi hızla gelişirken, kamu güvenliği ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için düzenlemeler de bu hıza ayak uydurmalıdır.

Ülke genelindeki itfaiye örgütleri, hasarlı hücre takımları veya elektrikli bileşenler gibi potansiyel tehlikeleri belirlemek amacıyla elektrikli taşıt olayı bölgesini değerlendirmek için şartnameler oluşturmalıdır.

İlk müdahale ekiplerinin; kurtarma durumlarında kritik olabilecek yüksek voltajlı bileşenlerin yerleri, hava yastığı sensörleri ve acil durum kapatma şartnameleri, müdahale yönergelerine hızlıca erişebilecekleri bir yazılım platformuna sahip olmalıdır. Araca özgü tehlikeler ve güvenli kullanım koşulları hakkında bilgi edinmek için yerel üreticilerle iletişim ve işbirliği kurulmalıdır.

Hasar görmüş veya bozulmuş bataryalarla ilişkili riskler, itfaiye ekiplerince bilinmelidir.

İtfaiye birimleri, uygun yangın söndürme ekipmanına ve soğutma yöntemleri de olmak üzere, batarya yangınları veya termal kaçak olaylarıyla baş edebilecek donanıma sahip olmalıdır.

İlk müdahale ekiplerini elektrik tehlikelerinden korumak için yüksek voltaja dayanıklı eldivenler, izolasyonlu ayakkabılar ve güvenlik giysileri gibi özel kişisel koruyucu donanım (KKD) sağlanmalıdır.

Elektrik çarpması tehlikelerini önlemek için taşıtın elektrik sistemini ve müdahale eden personeli izole etmeye yönelik izolasyon paspası, eldiven, özel giysi ve ayakkabı gibi önlemlerin olduğu şartnameler geliştirilmelidir.

Yangın veya elektrik tehlikesi riskini azaltmak için acil durumda ana akımın nasıl kesileceği ve aracın yüksek gerilim elektrik devresinin nasıl nötr hale getirileceği bilinmelidir.

İlk müdahale görevlileri özellikle elektrik sisteminin tehlikeye girebileceği durumlarda, sürücü ve yolcuları araçtan güvenli bir şekilde nasıl çıkarabilecekleri konusunda eğitilmelidir.

İtfaiye örgütleri, görevlerini güvenli ve etkili bir şekilde yerine getirebilmek için, elektrikli taşıtlara uygun kurtarma araçları da olmak üzere, gerekli araç ve ekipmanlara sahip olmalıdır.

Hücre kimyasallarının dökülmesi ve çevresel kirlenme ile ilgili tehlikelerle başa çıkmak için şartnameler geliştirilmelidir.

İtfaiye birimlerine elektrikli araç yangınları ve müdahalesi hakkında verilen eğitimlerde; NFPA dokümanları ve Euro Rescue, ANCAP Rescue, CRS gibi telefon veya tabletlere yüklenebilir acil müdahale araç kartı uygulamalardan yararlanılmalıdır.

4.3. Yetkili ve Özel Servislerin Bilgilendirilmesi ve Eğitimi

Batarya sistemleri önemli yangın riski içerdiği için, tıpkı yetkili servisler gibi, özel servislerin de eğitim ve uygulamalarının kayıt altına alınacağı bir sistematik geliştirilmelidir. Personel yetkilendirme sicil sistemi kurularak, taşıt sigortalama uygulamalarına uyumlaştırılmalıdır. Taşıt ve özellikle batarya sistemine müdahaleler, mutlaka veri tabanına işlenmeli, araca kim tarafından, ne zaman ve nasıl bir işlem yapıldığı, taşıt izleme sistemi ile izlenebilmelidir.

4.4. Sürücü Kursları Eğitimi ve Belgelendirme

Sürücü kursları eğitim programlarına yapılacak düzenlemeler ile tüm sürücülerin elektrikli taşıtlar hakkında bilgi sahibi olması sağlanmalıdır. Elektrikli taşıt kullanmayı yeğleyecek sürücülerin ise daha kapsamlı bir eğitimi tamamlamaları ve ancak bu sürücülerin elektrikli taşıt sürebilmelerine olanak tanıyan belgelendirme düzenlemelerine gidilmelidir.

4.5. Genel Şartlar

Elektrikli taşıtların ortak teknolojik özellikleri konusunda standartlaştırılmış güvenlik bilgileri zorunlu kılınmalıdır. Kullanıcı eğitim materyallerinin ve gereksinimlerinin tüm dünyadakine paralel olarak ülkemizde de standartlaştırılması ve üreticilerin bu standartlara uyması sağlanmalıdır.

Böylelikle kullanıcıların, sağlanan bilgileri içselleştirmesi kolaylaştırılacaktır. Üreticilerin ve satıcıların, kullanıcılar ile iletişimlerinde saydam olmalarını sağlamak için tüketiciyi koruma düzenlemeleri uygulanmalıdır.

Çevresel tehlikeleri önlemek için lityum iyon hücrelerin sorumlu bir şekilde geri dönüştürülmesi ve atılması özendirilmeli ve düzenlenmelidir. Var olan düzenlemelerin daha kapsamlı olması gerekmektedir. Çevresel tehlikeleri en aza indirmek için uygun geri dönüşüm ve yok edilmesi şarttır.

Taşıtlarda kullanılan lityum iyon hücre sistemleri için var olan güvenlik standartları geliştirilmeli ve uygulanmaları sağlanmalıdır.

Üreticilerin kapsamlı kullanım kılavuzları ve eğitim programları sunabilmesi için açık yasal gereklilikler belirlenmelidir.

Elektrikli taşıtlara yönelik gelişmiş otomatik gaz algılama ve gaz dağıtıcı sistemler ile yangın algılama ve yangın söndürme teknolojilerine yönelik araştırmaların desteklenmesi gerekmektedir. Hücrenin aşırı ısınması ve hücreden gaz salınımı gibi tehlikeli durumları önceden fark etmek, olayları önlemede büyük önem taşımaktadır.

Günümüz elektrikli taşıtlarında uygulanan teknolojiler ile şarj çoğunlukla duruş halinde gerçekleşse de, bazı modeller içten yanmalı motorla entegre jeneratör ile seyir halinde iken de yapılabilmektedir. Bu durum hücrelerin soğutma devrelerinin sürekli ve sorunsuz çalışmasını zorunlu kılmaktadır. Günümüzdeki mühendislik çözümlerinin sadece araçların oto kontrolleri ile sınırlı olduğu görülmektedir. Termal yönetim sistemi ile sürüş veya şarj sırasında, araçların batarya sıcaklığının ve enerji verimliliğinin hem en fazla uzaklığa, hem de kullanım ömrünün, en uygun olduğu bölgede (yaklaşık 20-40°C) kalmaktadır. Batarya yönetim sistemlerindeki şarj denetimlerinde batarya sıcaklığı esas alınmakla birlikte, sıcaklık bilgisinin kullanıcıya gösterge üzerinden uyarı fonksiyonu, standart hale getirilmelidir. Gaz kaçağı riski ve sıcaklık eşikleri belirlenmeli ve kullanıcı bu eşik değerlerine göre gösterge panelinden ve/veya mesajlarla uyarılmalıdır.

İtfaiye teşkilatları ve ilk müdahale ekiplerinin elektrikli taşıtlar ile ilgili olayları etkili bir şekilde ele alacak donanıma ve plana sahip olduklarından emin olunmalıdır. Ekiplere, taşıt üreticileri ve/veya yetkilendirilmiş Odalar ve benzeri kuruluşlar tarafından, elektrikli taşıtlar ile ilgili kaza, arıza ve yangın olaylarını güvenli bir şekilde ele almaları için eğitim verilmelidir. Eğitimler başta yüksek voltajlı bileşenler ve lityum iyon hücreler olmak üzere, bunların kullanıldığı araçların ve sistemlerinin benzersiz özelliklerini kapsamalıdır.

Özellikle patlamaların önlenmesi için korozif kimyasal atıkları ve zehirli gaz salımları yangın sırasında denetim altına alınmalı ve personel tam koruma altında olmalıdır. Olayın boyutuna göre bölge tamamen boşaltılabilmelidir.

Tüm bunların yanı sıra, kullanıcılar, yazılım güncellemeleri, yeni özellikler ve güvenlik önerileri hakkında sürekli olarak bilgilendirilmelidir. Önemli geri çağırımlar veya güvenlik endişeleri hakkındaki bildirimler ivedi olarak iletilmelidir. Özellikle taşıtların kaza ve/veya yangın riski içerebilecek geri çağırma uygulamalarının, ulusal medya ve ilgili bakanlıklar üzerinden duyurulabileceği, kullanıcı tarafından izlemenin yapılabileceği dünyadaki örneklerine paralel uygulamaların devreye alınması sağlanmalıdır. Bu geri çağırımlar gönüllü değil, zorunlu olmalıdır.

Otoparklar yukarıda da ayrıntılı belirtilen yapısal dayanım, havalandırma, duman tahliye, söndürme, ara mesafeler v.b. sistemler ve öneriler dikkate alınarak tasarlanmalı ve düzenlenmelidir.

Ülkemizde mevcut Binaların Yangından Korunması hakkında Yönetmelik, otoparklardaki gerek araç yangın yüklerindeki artış gerekse elektrikli araç yangınlarındaki risk ve müdahale farklılığı nedeni ile yönetmelik hükümleri yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle yönetmelik uluslararası geçerli standart değişiklikleri de dikkate alınarak ilgili bölümler revize edilmelidir.

Sonuç olarak, sağlıklı ve güvenli bir yaşamla, kazaların, ölüm ve yaralanmaların önüne geçilmesi için yasal altyapının ve düzenlemelerin yukarıdaki öneriler doğrultusunda, kamu ve kuruluşların, kurumsal işbirliğiyle sağlanması mümkündür.

KAYNAKÇA

[1] Turanlı, İ. (09.04.2024). Lityum İyon Pil Kullanımının Yangın Açısından İrdelenmesi. Sunum yapıldığı toplantı: TÜYAK Türkiye Yangından Korunma ve Eğitim Vakfı. İstanbul Hilton Otel Kozyatağı, İstanbul.

[2] Makine Mühendisleri Odası İstanbul Şube, Basın Açıklaması (Ocak 2024).

[3] Avrupa Birliği (Erişim tarihi: 2024, Temmuz 8), Open Research Europe., <https://open-research-europe.ec.europa.eu/articles/3-178>.

[4] Amerika NTSB (Ulusal Ulaşım Güvenliği Kurulu):Ulusal Ulaşım Güvenliği Kurulu (NTSB) (Erişim tarihi: 2024, Temmuz 8), Fire Investigation Reports, <https://www.nts.gov/Pages/search.aspx#k=fire>.

[5] NFPA (Ulusal Yangından Korunma Derneği): Ulusal Yangından Korunma Derneği (NFPA) (Erişim tarihi: 2024, Temmuz 8), EVs and Parking Structures, <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2022/11/28/evs-and-parking-structures>.

[6] IEC 61851-1 Electric vehicle conductive charging system – Part 1: General requirements: International Electrotechnical Commission (IEC) (Erişim tarihi: 2024, Temmuz 8),IEC 61851-1 Electric vehicle conductive charging system – Part 1: General requirements.