

Elektrikli Araç Yangınları Üzerine Vaka Tabanlı İnceleme Ve Müdahale Modelleri *

Case-Based Investigation and Intervention Models On Electric Vehicle Fires

ÖZET

Çevreci ulaşım çözümleri kapsamında hızla yaygınlaşan elektrikli araçlar, düşük karbon salımı ve enerji verimliliği gibi önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak bu gelişim, özellikle lityum-iyon batarya teknolojisinin doğasında bulunan riskler nedeniyle güvenlik açısından yeni sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu çalışmada, 2022–2025 yılları arasında gerçekleşmiş 13 elektrikli araç yangını vakası analiz edilmiştir. İncelemeler sonucunda, yangınların çoğunun batarya sistemlerindeki termal kaçak süreçlerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Tuzlu su teması, kazalar, uygunsuz şarj altyapısı gibi dışsal etkenler, bataryalarda zincirleme kimyasal reaksiyonları tetikleyerek yangınlara neden olmaktadır. Yangınların bastırılması sürecinde kullanılan su miktarının, geleneksel araçlara kıyasla çok daha fazla olduğu; bazı durumlarda ise alternatif söndürme yöntemlerine (kar, kum, daldırma tankları vb.) başvurulduğu tespit edilmiştir. Yerel yönetimlerde bulunan itfaiye teşkilatlarının en verimli şekilde ortak söndürme maddesi olan suyun etkili bir müdahale modeli ile söndürmeleri önem arz etmektedir. Yeniden alev alma riski, vakaların yaklaşık yarısında gözlemlenmiş olup bu durum batarya iç yapısının uzun süreli termal izlenmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, elektrikli araç yangınlarının uzun müdahale süreleri, toksik gaz salınımları ve çevresel etkileri gibi ek zorluklar yarattığı görülmüştür. Çalışma sonucunda; yangın öncesi güvenlik tedbirlerinin artırılması, lisanslı şarj altyapılarının zorunlu hale getirilmesi, itfaiye ekiplerinin özel eğitimlerle donatılması ve yeni nesil söndürme teknolojilerinin yaygınlaştırılması yönünde öneriler sunulmuştur. Bu öneriler hem mevcut müdahale stratejilerinin iyileştirilmesine hem de elektrikli araçların güvenli kullanımına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Araç Yangınları, İtfaiye Müdahale Teknikleri, Lityum-İyon Batarya, Termal Kaçak.

ABSTRACT

Electric vehicles, which are rapidly becoming widespread as environmentally friendly transportation solutions, offer significant advantages, such as low carbon emissions and energy efficiency. However, this development has also brought new safety concerns, mainly due to the inherent risks of lithium-ion battery technology. In this study, 13 electric vehicle fire cases that occurred between 2022 and 2025 were analyzed. As a result of the examinations, it was determined that most fires were caused by thermal runaway in battery systems. External factors such as saltwater contact, accidents, and improper charging infrastructure trigger chain chemical reactions in batteries, causing fires. It was determined that the amount of water used to suppress fires was much higher than in traditional vehicles; in some cases, alternative extinguishing methods (snow, sand, immersion tanks, etc.) were used. Fire departments in local governments need to extinguish fires using the most efficient extinguishing agent and an effective intervention model. The risk of re-ignition was observed in approximately half of the cases, which necessitates long-term thermal monitoring of the battery's internal structure. In addition, electric vehicle fires pose additional challenges, including long response times, toxic gas emissions, and environmental impacts. As a result of the study, recommendations were made to increase pre-fire safety measures, make licensed charging infrastructure mandatory, equip fire brigades with specialized training, and disseminate new-generation extinguishing technologies. These recommendations aim to both improve current response strategies and contribute to the safe use of electric vehicles.

Keywords: Electric Vehicle Fires, Firefighting Intervention Techniques, Lithium-Ion Battery, Thermal Runaway.

GİRİŞ

Elektrikli araçlar, çevresel sürdürülebilirliğe katkıları ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmaları sayesinde son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır. Bu araçlar, enerji ihtiyaçlarını elektrikle karşılayarak karbon emisyonlarını önemli ölçüde düşürmekte ve daha temiz bir çevre hedefi doğrultusunda önemli bir alternatif sunmaktadır (Özbay

Beytullah Ateş¹
Hasan Uğur Öncel²

How to Cite This Article

Ateş, B. & Öncel, H. U. (2026). Elektrikli araç yangınları üzerine vaka tabanlı inceleme ve müdahale modelleri. *International Social Sciences Studies Journal*, (e-ISSN:2587-1587) 12(1), 85-98. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18394563>

Arrival: 30 November 2025

Published: 27 January 2026

Social Sciences Studies Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

* Bu çalışma Dr. Öğr. Üyesi Hasan Uğur ÖNCEL danışmanlığında Beytullah ATEŞ tarafından yazılmakta olan “Yerel Yönetimlerde Elektrikli Araçlarda Oluşabilecek Yangınlara Karşı Müdahale Modeli” başlıklı yüksek lisans tezi çalışmasından türetilmiştir.

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, İstanbul Gedik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye. ORCID: 0009-0004-6783-4277.

² Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Gedik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İstanbul, Türkiye. ORCID: 0000-0002-6900-1955.

vd., 2020). Elektrikli araçların modern otomotiv sektöründe giderek daha fazla yer bulmasının temel sebepleri arasında; düşük işletme maliyetleri, daha az bakım gereksinimi ve gürültü kirliliğini azaltan sessiz çalışma prensibi yer almaktadır (Kazak, 2024a). Ayrıca, batarya teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte menzil ve performans açısından da ciddi ilerlemeler kaydedilmiştir (Özdemir, 2025).

Türkiye özelinde de bu gelişim dikkat çekicidir. Özellikle yerli üretim olan TOGG'un piyasaya sürülmesiyle birlikte, ülkede elektrikli araçlara olan ilgi hızla artmış ve 2024 yılı itibarıyla elektrikli araç sayısı 183.776'ya ulaşmıştır (Çalkaya, 2025). Bu artış, elektrikli araçların gelecekte ulaşım sistemlerinde daha baskın bir rol oynayacağını göstermektedir. Ancak, bu teknolojik gelişimin güvenlik açısından da bazı önemli sorunları gündeme getirdiği unutulmamalıdır. Elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte, yüksek enerji yoğunluğuna sahip lityum-iyon bataryaların kullanımı artmış ve bu da yangın riski gibi ciddi güvenlik sorunlarını beraberinde getirmiştir (Kazak ve Öncel, 2024). Bu tür yangınlar, termal kaçak, patlama riski ve zehirli gaz salınımı gibi çeşitli tehlikelerle birlikte değerlendirilmekte ve geleneksel araç yangınlarından çok daha farklı müdahale gereksinimleri ortaya koymaktadır (Topal, 2023; Karamangil vd., 2023). Dolayısıyla, elektrikli araçlar sadece çevresel ve ekonomik avantajları ile değil, aynı zamanda beraberinde getirdiği yeni güvenlik dinamikleri ile de dikkatle ele alınması gereken bir teknolojik dönüşümün merkezinde yer almaktadır. Elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte, lityum-iyon bataryaların neden olduğu yangınlar hem müdahale hem de güvenlik açısından ciddi riskler doğurmaktadır. Bu çalışmanın araştırma problemi, elektrikli araç yangınlarının başlıca sebeplerini, müdahale zorluklarını ve bu yangınların geleneksel araç yangınlarından farklarını gerçek vaka incelemeleri ışığında ortaya koymak ve bu bulgular doğrultusunda etkili önleyici ve müdahale stratejileri geliştirme gerekliliğini sorgulamakla birlikte etkin bir müdahale modeli gerekmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, elektrikli araçlarda meydana gelen yangınların nedenlerini vaka bazlı olarak analiz ederek etkili bir müdahale yöntemini amaçlamaktadır. Özellikle lityum-iyon batarya sistemlerinden kaynaklanan yangınların çıkış mekanizmaları, yangının yayılma biçimleri ve yeniden alev alma gibi yüksek risk taşıyan süreçler detaylı biçimde incelenmiştir. Ayrıca, vaka incelemeleri yoluyla bu yangınlara karşı geliştirilen mevcut müdahale yöntemlerinin etkinliği değerlendirilerek etkili ortak bir model ortaya çıkarmaktır.

Lityum-İyon Batarya Yapısı ve Tehlikeleri

Lityum-iyon bataryalar, yüksek enerji yoğunlukları nedeniyle elektrikli araçlarda tercih edilmektedir. Ancak bu bataryalar fiziksel darbe, üretim hataları veya aşırı ısınma gibi durumlarda “termal kaçak” sürecine girerek patlama ve yangın riski yaratmaktadır (Karamangil vd., 2023). Termal kaçak süreci sırasında batarya hücrelerinde sıcaklık kontrolsüz şekilde artmakta ve yanıcı gazlar açığa çıkmaktadır (Havryliuk, 2024). Şekil 1’de lityum-iyon bataryalarda termal kaçağa neden olan etkenler yer almaktadır.



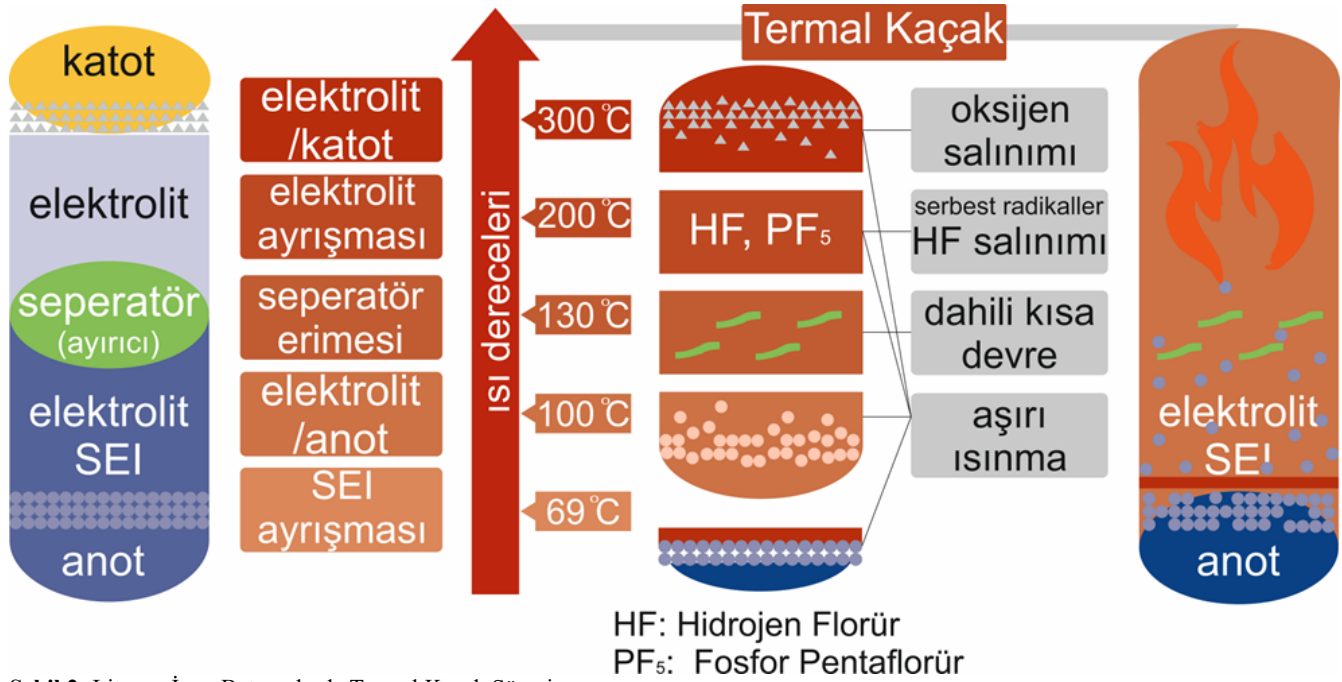
Şekil 1: Lityum-İyon Bataryalarda Termal Kaçak Nedenleri

Kaynak: Barowy, 2022

- ✓ **Yapısal Özellikler:** Lityum-iyon batarya hücreleri temelde dört ana bileşenden oluşur: anot, katot, ayırıcı (separatör) ve elektrolit. Bu bileşenlerin bir araya gelmesiyle elektriksel enerji kimyasal olarak depolanır. Genellikle katot malzemesi olarak lityum-nikel-kobalt-mangan oksit (NCM) ya da lityum demir fosfat (LiFePO₄) kullanılır. Elektrolit, yüksek yanıcılık özelliğine sahip sıvı organik çözücüler içerir. Ayırıcı ise anot ve katotun fiziksel temasını önleyerek kısa devreyi engelleyen, fakat iyon geçişine izin veren ince bir film

tabakasıdır (Chang ve Wang). Bu ayırıcı zarar gördüğünde veya sıcaklık nedeniyle eridiğinde hücre içinde kısa devre oluşur ve zincirleme reaksiyon tetiklenir (Erkul, 2024).

- ✓ **Güvenlik Riskleri:** Lityum-iyon bataryaların en büyük tehlikesi, iç yapısındaki bozulmalar sonucu termal kaçak sürecinin başlamasıdır. Bu süreçte batarya hücresi aşırı ısınır, yanıcı gazlar açığa çıkar ve basınç artar. Eğer güvenlik valfi açılmazsa patlama meydana gelebilir (Dai ve Panahi, 2025). Özellikle yüksek doluluk seviyesinde (şarj durumu- SOC) çalışan bataryalarda bu risk daha da artmaktadır. %100 SOC'deki bataryaların, düşük SOC seviyelerine göre daha yüksek sıcaklıklara ulaştığı ve daha şiddetli termal kaçak yaşadığı deneysel olarak kanıtlanmıştır (Wei vd., 2023). Şekil 2'de lityum-iyon bataryalarda termal kaçak sürecinin nasıl yaşandığı görülmektedir.



Şekil 2: Lityum-İyon Bataryalarda Termal Kaçak Süreci

Kaynak: Kazak, 2024b

- ✓ **İtfaiye ve Müdahale Açısından Tehlike:** Bataryadaki yapısal tehlikeler, itfaiye ekiplerinin müdahalesini zorlaştırmaktadır. Yüksek sıcaklıklar ve kapalı batarya paketleri, geleneksel söndürme yöntemlerinin etkinliğini azaltır. Ayrıca, batarya içinde devam eden kimyasal reaksiyonlar yangının söndürülmesine rağmen yeniden alev alma riskini ortaya çıkarır (Held vd., 2022; Soylu vd., 2024).

Yangının Başlaması ve Yayılma Süreci

Yangınlar genellikle batarya modülündeki kısa devreyle başlar ve jet alevler aracılığıyla hızla yayılır. Özellikle aynı anda birden fazla aracın yakın park edildiği durumlarda, yangın etkisi artar (Cui vd., 2022). Yangının yayılımı hücrelerin tasarımına, ısı iletimine ve batarya soğutma sistemlerine bağlı olarak değişiklik gösterir.

- ✓ **Yangının Başlangıcı:** Yangının ilk adımı, bataryada iç sıcaklığın kontrolsüz biçimde artmasıyla başlar. Genellikle bu durum, batarya hasarı, aşırı şarj, üretim hataları veya harici ısı kaynaklarıyla tetiklenir. Hücre içindeki sıcaklık kritik eşiği (yaklaşık 150°C-200°C) aştığında elektrolit buharlaşır ve yüksek basınçlı yanıcı gazlar salınır. Bu aşamada eğer güvenlik valfi çalışmazsa patlayıcı bir gaz-hava karışımı oluşur (Zhu vd., 2023).
- ✓ **Yangının Yayılma Mekanizması:** Yangının yayılma süreci hem fiziksel hem kimyasal parametrelere bağlı olarak gelişir.
 - **Isı iletim mekanizması:** Termal kaçak yaşayan bir hücre, yüksek miktarda ısı yayar. Bu ısı, komşu hücrelere iletilerek onların da termal kaçak sürecine girmesine neden olur (Alyar, 2022).
 - **Jet alev oluşumu:** Patlayan hücreden fişkıran yanıcı gazlar, yoğun jet alevleri şeklinde dışarı çıkarak yangının aracın diğer kısımlarına sıçramasını sağlar (Alyar, 2022).
 - **Batarya modülü tasarımı:** Hücrelerin konumu, ayırıcı malzemenin yapısı ve soğutma sistemi yangının yayılmasında belirleyicidir. Prizmatik hücreler daha kontrollü yayılım sergilerken, sarmal hücrelerde alev ve patlama daha hızlı gelişebilir (Zhang vd., 2025).

Geleneksel Araç Yangınlarından Farkları

Elektrikli araç yangınları, içten yanmalı motorlu araçlara göre daha uzun sürmekte ve daha yüksek sıcaklıklara ulaşmaktadır. Batarya kaynaklı yangınlarda 3000°C'ye kadar sıcaklıklar gözlemlenebilirken, geleneksel araç yangınlarında bu değer genellikle 800-1000°C arasındadır (Kang vd., 2023). Ayrıca elektrikli araçlarda yangın söndürüldükten sonra bile yeniden alevlenme riski devam etmektedir (Willstrand vd., 2020). Tablo 1'de elektrikli ve geleneksel araç yangınlarının karşılaştırılması hakkında bilgi verilmiştir.

Tablo 1: Elektrikli ve Geleneksel Araç Yangınlarının Karşılaştırması

Kriter	Elektrikli Araç	Geleneksel Araç	Kriter
Yangın Başlangıç Kaynağı	Lityum-iyon batarya (termal kaçak, şarj hatası, çarpma sonrası iç kısa devre vs.)	Yakıt kaçağı, motor arızası, elektrik sistemleri	Yangın Başlangıç Kaynağı
En Yüksek Sıcaklık	3000°C	800-1000°C	En Yüksek Sıcaklık
Yangın Süresi ve Davranışı	Uzun sürebilir, yeniden alevlenme riski yüksektir.	Kısa sürelidir, yakıt bittiğinde kendiliğinden söner.	Yangın Süresi ve Davranışı
Toksik Gazlar	Hidrojen (H ₂), Hidrojen Florür (HF), Karbon Monoksit (CO), Karbon Dioksit (CO ₂), Etilen (C ₂ H ₄), Fosfor Pentaflorürü (PF ₅), Sülfür Dioksit (SO ₂)	Karbonmonoksit (CO), Hidrojen Siyanür (HCN), Kükürt Dioksit (SO ₂), Karbon Dioksit (CO ₂), Duman ve Kurum (Partikül madde- PM)	Toksik Gazlar
Yangın Bastırma Zorluğu	Zordur; çok su veya özel kimyasal ajanlar gerekir; batarya tekrar alevlenebilir.	Su, köpük veya kuru kimyasallar ile kolayca söndürülebilir.	Yangın Bastırma Zorluğu
Yeniden Alevlenme Riski	Yüksektir; saatler hatta günler sonra olabilir.	Düşüktür; genellikle yakıt kalmadığında yangın sona erer.	Yeniden Alevlenme Riski
Gaz Analiz Cihazı Gereklinimi	Gelişmiş gaz dedektörleri ve FTIR analiz cihazları önerilir.	Geleneksel gaz ölçüm cihazları çoğu durumda yeterlidir.	Gaz Analiz Cihazı Gereklinimi
Yangın Müdahale Stratejisi	Sürekli soğutma, termal kamera ile takip, özel batarya prosedürleri gerekir.	Geleneksel müdahale yöntemleriyle kontrol altına alınabilir.	Yangın Müdahale Stratejisi

Kaynak: Lone Star Hazmat, ty; Yıldız ve Köse, 2020; Seber, 2023; Weil, 2024; EMS, 2024; Kazak, 2024c; Elmore, 2025

Yangın Süreçleri

Batarya içindeki kimyasal reaksiyonlar yangın söndürüldükten sonra da devam edebilir. Bu nedenle bazı elektrikli araç yangınlarında batarya birkaç saat ya da gün sonra yeniden alevlenmektedir (Cui vd., 2022).

- ✓ **Yeniden Alevlenme Mekanizması:** Lityum-iyon bataryalarda termal kaçak süreci sona erse dahi batarya içinde kalan enerjinin tamamı boşaltılamamış olabilir. Ayrıca, bazı hücrelerde düşük düzeyde devam eden kimyasal reaksiyonlar, içeride ısı üretmeye devam eder. Bu da bataryanın belirli bölgelerinde sıcaklık artışına ve gaz birikimine neden olur. Uygun bir tetikleyiciyle birlikte (örneğin titreşim, sıcaklık değişimi), bu gazlar yeniden yanabilir (Held vd., 2022). Ayrıca termal yayılmanın söndürülmesi sırasında bile, bazı hücrelerin içinde 200°C üzerinde sıcaklıklar kalabilir. Bu, yangının saatler hatta günler sonra bile yeniden başlamasına zemin hazırlar (Cui vd., 2022).
- ✓ **Uzun Süreli Yanma ve Müdahale Zorlukları:** Elektrikli araç yangınlarında yangın süresi geleneksel araçlara göre çok daha uzundur. Bazı tam ölçekli yangın testlerinde, bir elektrikli araç batarya paketinin aktif olarak yanmasının 60-70 dakika sürdüğü gözlemlenmiştir (Kang vd., 2023). Ayrıca, yangın sönse bile batarya paketinin içinde çok yüksek sıcaklıklar uzun süre kalabilir. Bu nedenle, EA yangınlarında söndürme sonrası soğutma aşaması kritik öneme sahiptir. Yetersiz soğutma, yeniden alevlenme riskini ciddi şekilde artırır. Bu nedenle batarya modülünün uzun süreli izlenmesi, ısı sensörleri ve gaz dedektörleri ile sürekli takip edilmesi önerilmektedir (Kazak, 2024b).

Yangın Söndürme Teknikleri

Termal kaçakla başlayan yangınların bastırılması için yüksek miktarda su kullanılmaktadır. Örneğin, bazı Tesla araç yangınlarında 100 tondan fazla su gerekmiştir (Lesiak vd., 2021). Alternatif olarak, bataryaya özel geliştirilen söndürücüler ve daldırma tankları da kullanılmaktadır.

- ✓ **Su Temelli Söndürme:** En yaygın müdahale yöntemi, bataryanın aşırı ısını düşürmeye yönelik yoğun su uygulamasıdır. Tam ölçekli deneyler, etkili soğutma sağlanmadığı sürece bataryaların tekrar alev alabileceğini göstermiştir. 400 voltluk bir elektrikli aracın batarya kapasitesinin ortalama 60 kWh olduğu varsayıldığında, bu yangını tamamen söndürebilmek için yaklaşık 36-42 ton su kullanılması gerektiği hesaplanmıştır (Cui vd., 2022). Elektrikli araç yangınlarına müdahalede kullanılan su miktarı, araç markasına göre de değişiklik göstermektedir. Tablo 2, farklı üreticilerin bu konuda sunduğu önerileri özetlemektedir.

Tablo 2: Elektrikli Araçlar Yangınlarında Kullanılan Su Miktarları (Üretici Önerileri)

Marka	Kullanılan Su Miktarı
Autocar	18 ton ve üzeri
Hyundai	Minimum 10 ton
Mitsubishi	Büyük miktarda (tuzsuz)
Tesla	11-30 ton
Toyota	11-30 ton
Volkswagen	11-30 ton

Kaynak: Kazak ve Ateş, 2025

Yangına Özel Müdahale Ekipmanları

Elektrikli araç yangınlarına müdahalede kullanılan ekipmanlar, yangının özelliklerine göre özenle seçilir. Bu ekipmanlar arasında yangın battaniyeleri, özel söndürücüler ve aracın güvenli taşınması için özel kaldırma sistemleri gibi ekipmanlar yer alır. Tablo 3'te, bu ekipmanların özet bir listesi sunulmuştur.

Tablo 3: Elektrikli Araç Yangınlarına Müdahalede Kullanılan Başlıca Ekipmanlar

Ekipmanlar	Açıklama
Termal Kamera	Yangının sıcak noktalarını tespit eder, kontrol ve soğutmayı yönlendirir.
Daldırma Tankı	Büyük miktarda su sağlayarak bataryayı uzun süre soğutur.
Lityum-İyon Batarya Söndürücü	Bataryaya özel geliştirilen söndürme kimyasalları kullanılır.
Özel Yangın Köpükleri	Elektrikli araç yangınlarını bastırmada daha etkilidir.
Yangın Battaniyeleri	Yangının yayılmasını önler, geçici yalıtım sağlar.
Araç Kaldırma Ekipmanları	Yangın sırasında araca erişimi ve müdahaleyi kolaylaştırır.

Kaynak: Kazak ve Öncel, 2024

Yukarıda ki tabloya ek olarak, itfaiye ekipleri için özel üretilmiş elektrikli araç yangın söndürme sistemleri, farklı markalar tarafından geliştirilen çeşitli teknolojilerle yangınlara etkin, güvenli ve hızlı müdahaleyi amaçlamaktadır. Tablo 4'te, bu sistemlerin temel teknik özellikleri ve sağladıkları avantajlar özetlenmiştir.

Tablo 4: Elektrikli Araç Yangın Söndürme Sistemleri

Marka	Temel Özellikler	Avantajlar
Ziamatic	1/16" delikler, 140° püskürtme, düşük profil	Etkin soğutma, maliyet etkin, termal kaçıışı azaltır
TFT	Ekstra uzatma tüpleri, torsiyon valf, 6,8 kg	Uzak mesafeden soğutma, su tasarrufu
Rosenbauer	Delici alet, 4-10 bar, batarya üstüne konumlandırma	Gaz kontaminasyonu riski düşük, test edilmiş
Turtle	Doğrudan su iletimi, çok yönlü kullanım	Geniş uygulama alanı, dayanıklı yapı
JKKS	Dakikada 2270 l su, 5 cm yerden yükseklik	Tek kişi kullanılabilir, yüksek su debisi
Coldcut	Ultra yüksek basınç, 45 kg, kesme ve söndürme	Minimum suyla soğutma, dar alanlara erişim
Firebox	Su sisi nozul, toksik gaz emme, 2,8 m güvenli mesafe	Toksik gaz emme, geniş kapsama, F-500 uyumlu
Sudz-It	Düşük profilli nozul, perde nozul, güvenli mesafe	Hedefe yönelik su iletimi, kolay yerleştirme
Seesaw	Kaldıraç sistemi, 30 sn'de delme, düşük maliyet	Hafif, taşınabilir, doğrudan bataryaya su

Kaynak: Kazak, 2024a

- ✓ **Termal Kameralar:** Yangın sıcak noktalarını tespit etmek ve müdahale sırasında bataryanın durumu hakkında sürekli bilgi sağlamak amacıyla termal kameralar kullanılır. Bu cihazlar, yangının kontrol altına alınıp alınmadığını gözlemlemek ve soğutmanın yeterli olup olmadığını belirlemek için kritik öneme sahiptir. 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 bu sıcaklığın stabil kaldığı mutlaka tespit edilmelidir. Bu sayede, yangının tamamen kontrol altına alındığı doğrulanarak hem personel güvenliği sağlanır hem de olası yeniden tutuşma senaryoları önlenmiş olur (Soylu vd., 2024).

Güvenlik Önlemleri

Elektrikli araç yangınları, yüksek voltaj, yoğun ısı yayılımı ve toksik gaz salınımı gibi birçok tehlikeyi beraberinde getiren karmaşık olaylardır. Bu nedenle, yangına müdahale eden itfaiye personelinin ve olay yerindeki sivillerin güvenliğini sağlamak büyük önem taşır. Müdahale sürecinde kullanılacak koruyucu ekipmanlar, uygulanacak güvenlik protokolleri ve alınacak saha önlemleri hem can güvenliği hem de etkin müdahale açısından hayati rol oynar.

- ✓ **Elektrikli Araç Yangınlarında İtfaiyecilerin Güvenliği:** Elektrikli araç yangınlarında itfaiyecilerin güvenliği, kullanılan ekipman ve alınan önlemlerle sağlanmalıdır. Bu tür yangınlarda, yüksek voltaj ve hızlı yayılma riski nedeniyle, itfaiyecilerin özel koruyucu ekipmanlar ve güvenlik protokolleri kullanması hayati önem taşır (Ballay ve Monoşi, 2017). Tablo 5'te elektrikli araç yangınlarında itfaiyecilerin güvenliğini sağlamak için alınabilecek ek önlemler ve koruyucu ekipman bilgileri yer almaktadır.

Tablo 5: Elektrikli Araç Yangınlarında İtfaiyecilerin Güvenliğini Sağlamak için Alınabilecek Ek Önlemler ve Koruyucu Ekipmanlar

Önem/Koruyucu Ekipman	Açıklama
Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımı	İtfaiyecilerin kişisel güvenliğini sağlar.
Alev Almaz Kıyafet	Yangına müdahale sırasında güvenli bir şekilde çalışmak ve alevden korunmayı sağlar.
Elektrik Kesme Ekipmanları (İzole eldiven, pense, tornavida vb.)	Batarya kaynaklı oluşabilecek elektrik kaçaklarına karşı elektrik bağlantısını kesmek ve güvenli müdahale sağlamak için kullanılır.
Temiz Hava Solunum Cihazı	Toksik gazların solunmasını önlemek için kullanılır.
Güvenlik Protokolleri	Yangın müdahalesinde uyulması gereken güvenlik adımları.
Güvenli Mesafenin Korunması	Yangın sırasında güvenli çalışma alanını korur.
İzolasyon Bariyerleri	Yangının yayılmasını önlemek ve güvenli alan oluşturmak için kullanılır.
Haberleşme Cihazları	İtfaiyecilerin birbirleriyle ve kontrol merkeziyle etkin iletişim kurmasını sağlar.
Uzaktan Kontrol Araçları	Yangın alanına girmeden müdahale imkânı sunar.
Yangın Öncesi Risk Değerlendirmesi	Müdahale öncesi potansiyel risklerin analiz edilmesi ve önlem alınması.

Kaynak: Seber, 2023; Kazak ve Öncel, 2024

- ✓ **Yangın Sahasındaki Sivil Güvenliği Sağlama:** Yangın sahasında sivil güvenliğinin sağlanması, itfaiye ekiplerinin en öncelikli görevlerinden biridir. Özellikle elektrikli araç yangınlarında, yangın bölgesinin izole edilmesi ve sivillerin güvenli bir mesafede tutulması büyük önem taşır. Bu tür durumlarda, yangın sahasının hızlı ve etkin bir şekilde tahliye edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, belirli bir alanın izole edilmesi, yangının kontrol altına alınmasına kadar sivillerin güvenliğini sağlamak için kritik bir adımdır. İtfaiye ekipleri, bu tür acil durumlarda sivil güvenliğini en üst düzeyde tutmak için gerekli önlemleri hızla almalıdır (Liu vd., 2023; IAFC, 2024). Tablo 6'da yangın sahasında sivil güvenliğini sağlamak için alınması gereken önlemler ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Tablo 6: Yangın Sahasında Sivil Güvenliğini Sağlamak İçin Alınması Gereken Önlemler

Önem	Açıklama
Yangın Sahasının İzole Edilmesi	Yangın bölgesinin çevresi, güvenli bir mesafede bariyerlerle çevrilmeli ve yetkisiz kişilerin girişi engellenmelidir.
Sivillerin Tahliyesi	Yangın sahasının yakınındaki tüm siviller hızlı ve güvenli bir şekilde bölgeden uzaklaştırılmalıdır.
Güvenli Mesafe Belirlenmesi	Yangın bölgesinin çevresinde, yangının büyüklüğüne ve tehlikesine göre güvenli bir mesafe belirlenmeli ve siviller bu mesafenin dışına çıkarılmalıdır.
Bilgilendirme ve Yönlendirme	Siviller, yangın hakkında bilgilendirilmeli ve güvenli bölgelere yönlendirilmelidir.
İlk Yardım ve Sağlık Desteği	Tahliye edilen siviller için ilk yardım ve sağlık desteği sağlanmalıdır.
Yangın Kontrol Altına Alınması	Yangın kontrol altına alınana kadar sivil güvenliği için sürekli izleme ve müdahale yapılmalıdır.

Kaynak: Long vd., 2013; Liu vd., 2023; IAFC, 2024

YÖNTEM

İnternet haber siteleri, haber ajansları ve resmî açıklamalar taranarak 2022-2025 yılları arasında yaşanmış elektrikli araç yangını olayları derlenmiştir. İnceleme kriterleri, vaka tarihleri, konum, neden, müdahale süresi, kullanılan su miktarı gibi parametreler belirlenmiştir.

- ✓ **ABD Florida Eyaletinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 2022 yılında ABD'nin Florida eyaletinde etkili olan kasırga sonrasında, deniz suyuyla dolan bölgelerde 11 elektrikli araç ve 48 lityum -iyon batarya yangını yaşandı. Yangınlar, araçların ve bataryaların tuzlu suya maruz kalmasıyla tetiklendi. Tuzlu su, bataryalarda kimyasal reaksiyonlara yol açarak kendiliğinden yangınlara neden oldu. Florida'daki yetkililer, bu olaylar sonrası elektrikli araçların sel bölgelerinden uzak tutulması gerektiği yönünde uyarılarda bulundu. Araçların yangınları kontrol altına almak oldukça zordu; bazı durumlarda yangını tamamen söndürmek için 150 ton kadar su kullanılması gerekti. Bu yangınlar uzun süreli, yeniden alev alma riski taşıyan ve zor söndürülebilen yangınlar kategorisine girdi. İtfaiye ekipleri yangınlara müdahalede yoğun su kullanımı ve dikkatli batarya soğutması gibi stratejiler izledi. Olayların büyük kısmında yangın, söndürülse bile bataryalarda tekrar ısınma ve alevlenme gözlemlendi. Bu da elektrikli araç bataryalarının tuzlu suyla teması sonrası ciddi riskler oluşturduğunu ortaya koydu (CTIF, 2024b).
- ✓ **ABD Interstate Highway I-80 Otoyolunda Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 2023 yılında ABD'nin Interstate Highway I-80 otoyolunda seyir halindeki bir elektrikli yarı römorklu kamyon aniden alev aldı. Yangın, aracın lityum-iyon batarya sisteminden kaynaklandı. Araç, otoyolun kenarına çekilerek durduruldu ve olay yerine acil servis ekipleri çağrıldı. Yangınla mücadele sırasında toplam yaklaşık 189 ton su kullanıldı. Bu miktar, geleneksel içten yanmalı motorlu araç yangınlarına kıyasla çok daha fazladır. Yangının şiddeti ve batarya yapısının ulaşılması güç noktalarında olması nedeniyle söndürme işlemi oldukça zaman aldı ve zorlukla kontrol altına alınabildi. İlk müdahaleye iki müdahale, bir kurtarma aracı ve bir itfaiye amiri dahil olmak üzere toplam 14 itfaiyeci katıldı. Müdahale sırasında araç, birden fazla kez yeniden alev aldı. Bu durum, lityum-iyon

batarya yangınlarının yeterince soğutulmadan tamamen söndürülemeyeceğini ve yeniden alev alma riskinin yüksek olduğunu bir kez daha ortaya koydu. Yangının kesin nedeninin belirlenmesi ve müdahale sürecinin detaylı şekilde analiz edilmesi amacıyla, ABD Ulusal Ulaşım Güvenliği Kurulu (NTSB) tarafından bir soruşturma başlatıldı (CTIF, 2024a).

- ✓ **Şanlıurfa Şehrinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** Şanlıurfa'da yaşanan olayda, bir villaya kaçak olarak çekilen elektrikle şarj edilen yerli otomobil TOGG alev alarak yandı. Yangın, kısa sürede büyüyerek aracı tamamen sardı. İtfaiye ekiplerinin müdahalesiyle yangın kontrol altına alındı, ancak araç kullanılamaz hale geldi. Olayla ilgili soruşturma başlatıldı. Bu olay, kaçak elektrik kullanımının ve uygun olmayan şarj yöntemlerinin ciddi güvenlik riskleri oluşturduğunu gösteriyor. Yetkililer, elektrikli araçların güvenli ve lisanslı altyapılarla şarj edilmesi gerektiğini vurguluyor (Anka Haber, 2024).
- ✓ **ABD Teksas Eyaletinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 27 Ağustos 2024 tarihinde ABD'nin Teksas eyaletine bağlı Harlingen kentinde, bir Tesla Cybertruck aracı Bass Pro Shop ve Sam's Club mağazaları yakınında bulunan bir yangın hidrantına çarptıktan sonra alev aldı. Kazada araçta bulunan kişiler yara almadan kurtuldu. Cybertruck'ın yangın hidrantına çarpması sonucu, hidranttan çıkan su aracın altındaki batarya bölmesine sızdı. Bu durum, lityum-iyon bataryalarda termal kaçak olarak bilinen kimyasal reaksiyonu tetikledi ve araç aniden alev aldı. Bataryanın yapısında bulunan yakıt, ısı ve oksijen birleşerek yangının hızla yayılmasına neden oldu. Harlingen İtfaiyesi olay yerine sevk edilerek yaklaşık 90 dakika boyunca yangını söndürmek için müdahalede bulundu. Yangın söndürülmesine rağmen bataryanın yeniden alev alma riski nedeniyle araç, çekiciyle taşınırken itfaiye ekipleri tarafından takip edildi. Elektrikli araç bataryaları, yangın söndürüldükten sonra bile iç sıcaklık artışına bağlı olarak tekrar alev alabilir. Bu nedenle, böyle durumlarda araçların güvenli şekilde izlenmesi ve taşınması büyük önem taşır (Rivers, 2024).
- ✓ **ABD Alabama Eyaletinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 28 Ağustos 2024 tarihli haberde, elektrikli araç yangınlarının özellikle lityum-iyon bataryalar nedeniyle itfaiye ekipleri için ciddi bir zorluk oluşturduğunu bildirilmektedir. Özellikle ABD'nin Alabama eyaletinde, I-65 otoyolunun Montgomery'nin kuzeyinde meydana gelen bir Tesla yangını, bu durumun çarpıcı bir örneğini sunmuştur. Bu yangını söndürmek amacıyla birden fazla itfaiye ekibi görev almış ve toplamda yaklaşık 136 ton su kullanılmıştır. Bataryaların konumu ve kimyasal yapısı nedeniyle yangınların kontrol altına alınması saatler sürebilmektedir. Ancak yangınların tekrar alev alma riski, söndürme işlemi sonrasında bile araçların uzun süre gözetim altında tutulmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca bu tür yangınlar sırasında kullanılan yüksek miktarda su, çevresel açıdan da önemli riskler oluşturmaktadır. Özellikle toprak ve yeraltı su kaynaklarında kimyasal kirlenme riski taşıdığı ifade edilmektedir (Gauntt, 2024).
- ✓ **ABD Michigan Eyaletinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 18 Eylül 2024'te ABD'nin Michigan eyaletinde, Plymouth yakınlarındaki M-14 otoyolu giriş rampasında bir Tesla Model 3 ile 2024 model Nissan Rogue kafa kafaya çarpıştı. Kazada her iki aracın sürücüsü ile Nissan'daki bir yolcu yaşamını yitirdi. Çarpışmadan yaklaşık 16 dakika sonra Tesla alev aldı. Yangına Washtenaw County itfaiyesi müdahale etti. Tesla'daki yangını söndürmek için ekipler yaklaşık 11.35 ton su kullandı. Yangının çıkış nedeni, batarya sisteminde meydana gelen ve literatürde termal kaçak olarak bilinen zincirleme tepkimeydi. Bu süreç boyunca batarya tekrar tekrar alev aldı, söndürüldükten sonra yeniden yanmaya başladı. Sonuç olarak Tesla aracı tamamen yandı ve geriye yalnızca metal şasisi kaldı. Bu olay, elektrikli araç yangınlarının, geleneksel içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla çok daha zorlu, uzun süren ve tehlikeli müdahaleler gerektirdiğini bir kez daha gözler önüne serdi. Aynı zamanda yangınların tekrar alev alma riskinin ne kadar yüksek olduğunu da açıkça ortaya koydu (McClallen , 2025).
- ✓ **Bursa Osmangazi İlçesinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 28 Ekim 2024 tarihinde Bursa'nın Osmangazi ilçesi Veyselkarani Mahallesi, Lale Sokak'ta park halindeki elektrikli Mercedes cipte yangın çıktı. Araç, sahibi tarafından iş yerinin önüne park edildikten bir süre sonra aniden alev aldı. Kısa sürede büyüyen yangın sonucu araç alev topuna döndü. Çevredeki vatandaşların durumu fark etmesi üzerine 112 Acil Çağrı Merkezi arandı ve olay yerine itfaiye ekipleri sevk edildi. Ekipler kısa sürede olay yerine ulaşarak yangına müdahale etti. Alevler kontrol altına alınarak yangın söndürüldü. Araç tamamen kullanılamaz hale geldi. (Başka Gazete, 2024).
- ✓ **İstanbul Başakşehir İlçesinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 9 Aralık 2024 sabahı saat 04.30 sularında İstanbul'un Başakşehir ilçesi, Başak Mahallesi Yeşilvadi Caddesi'nde bulunan bir sitenin 14 katlı apartmanının otoparkında elektrikli araç yangını meydana geldi. Mercedes marka araç, şarjdayken henüz bilinmeyen bir nedenle alev aldı. Yangını fark eden site güvenlik görevlileri derhal 112 Acil Çağrı Merkezi'ni arayarak ihbarda bulundu. Olay yerine kısa sürede itfaiye, polis ve sağlık ekipleri sevk edildi. İtfaiye ekipleri yangına müdahale

ederek alevlerin diğer araçlara sıçramasını engelledi ve yangını kontrol altına aldı. Yangında araçta ciddi maddi hasar oluştu. Yangının tekrar alev almadığı bildirildi. (Uzun, 2024).

- ✓ **Manisa Şehzadeler İlçesinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 26 Aralık 2024 sabahı Manisa'nın Şehzadeler ilçesinde, Manisa Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Hizmetleri A.Ş. (MANULAŞ) garajında park halinde şarj edilen elektrikli körüklü bir otobüs aniden alev aldı. Yangın, şarj işlemi sırasında başladı ve kısa sürede tüm aracı sardı. Alevler aynı zamanda şarj istasyonuna da sıçrayarak her iki yapıyı da kullanılmaz hale getirdi. Güvenlik görevlisinin durumu fark etmesiyle birlikte çevredeki diğer araçlar hızla tahliye edildi ve yangın 112 Acil Çağrı Merkezine bildirildi. İtfaiye ekipleri kısa sürede olay yerine ulaştı ve yangına müdahale etti. Alevler kontrol altına alınıp söndürülürken, otobüs tamamen yanarak hurdaya döndü. Müdahale sırasında bir görevli hafif şekilde yaralandı. (Son Dakika, 2024).
- ✓ **Kanada Newfoundland ve Labrador Eyaletinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** Ocak 2025'te Kanada'nın Newfoundland and Labrador eyaletindeki Trans Canada otoyolu üzerinde, Norris Arm Atık Yönetim Tesisinin yakınında bir elektrikli kamyon yangını meydana geldi. Aracın sürücüsü, yolculuk sırasında bacağında bir ısı hissetti ve ön camdan buhar çıktığını fark etti. Duman olduğunu anlayınca aracı yol kenarına çekerek son anda dışarı çıkmayı başardı. Araç, yalnızca birkaç saniye içinde tamamen alev aldı. Yangına Lewistown İtfaiyesi müdahale etti. Ancak olay yerinin yakınında su kaynağı bulunmadığı için ekipler yangını söndürmekte ciddi zorluk yaşadı. Yangına müdahale sırasında yaklaşık 1.9 ton su kullanıldı; ancak bu miktar yangını tamamen söndürmeye yetmedi. Bunun üzerine, yakınlardaki atık yönetim sahasından bir ekskavatör getirildi. Ekipler, yangını bastırmak amacıyla araca büyük miktarda kar döktü. Ancak her seferinde kar uygulandığında, yangın yeniden alev aldı. Son aşamada ekskavatör aracı bir hendeğe itti. Aracın üzerine daha fazla kar, ardından da kamyon dolusu kum döküldü. Yangın ancak bu yöntemle tamamen bastırılabilirdi. Yangının yeniden alev alma ihtimali nedeniyle, kontrollü gömme işlemi uygulandı. İtfaiye amiri Rob Fudge, elektrikli araç bataryalarının çok yüksek sıcaklıkta yandığını ve bu yangınların geleneksel araçlara kıyasla çok daha karmaşık ve uzun süren müdahaleler gerektirdiğini vurguladı (VOCM, 2025).
- ✓ **ABD Colorado Eyaletinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 24 Mart 2025 tarihinde Colorado eyaletinin Aurora kentinde, Tesla marka bir araç yüksek hızla kırmızı ışıktaki geçerek başka bir araca çarptı ve ardından alev aldı. Yangın, aracın lityum-iyon bataryalarının "termal kaçak" sürecine girmesiyle başladı. Bu durum, bataryanın kısa devre yaparak çok yüksek sıcaklıkta, toksik gazlar salarak alev almasına neden oldu. Aurora İtfaiyesi, bataryanın yapısı ve yangının tehlikeleri nedeniyle yangına doğrudan suyla müdahale etmek yerine aracı kontrollü şekilde yanmaya bıraktı. Yetkililere göre bu tür elektrikli araç yangınlarında genellikle 13-19 ton su gerekebiliyor. Ancak bu olayda, suyun kanalizasyon ve çevresel zararlara yol açma riski nedeniyle yangının kendiliğinden sönmeye izin verildi. Yangın tekrar alev almadı ve kontrol altında tutuldu. (Mason, 2025).
- ✓ **ABD Kuzey Karolina Eyaletinde Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 14 Nisan 2025 sabahı saat 01:30 civarında, ABD'nin Kuzey Karolina eyaletinde Charlotte şehrinin güney bölgesindeki Hamilton Lakes mahallesinde park halindeki bir elektrikli araçta yangın çıktı. Olay, Normans Landing Drive üzerindeki bir konutta meydana geldi. Yangınla birlikte Charlotte İtfaiyesi olay yerine hızlıca bir itfaiye aracı ve tehlikeli madde müdahale aracı gönderdi. İtfaiye ekipleri yangını kısa sürede çevreye yayılmadan kontrol altına almayı başardı. Yangın yalnızca aracın bulunduğu küçük bir alana sınırlı kaldı. Yangının çıkış nedeni henüz bilinmiyor. Tekrar alev alma durumu yaşanmadığı belirtildi (Tucker, 2025).
- ✓ **Hindistan'da Yaşanan Elektrikli Araç Yangını:** 14 Nisan 2025 tarihinde Hindistan'da bir Tata Nexon elektrikli araç yetkili servisteyken alev alarak tamamen yandı. Araç, bir gün önce şiddetli yağmur sırasında su dolu bir çukura düştükten sonra çalışmaz hale gelmişti ve bu nedenle servise getirilmişti. Yangın, araç serviste park halindeyken meydana geldi. Servis merkezi, yangının nedenini batarya hasarına bağladı. Araç tamamen yanarak kullanılamaz hale geldi. Yangın, tekrar alev alma belirtisi göstermedi (Daniels, 2025).

BULGULAR

Tablo 7, 2022–2025 yılları arasında farklı ülkelerde yaşanan elektrikli araç yangınlarını tetikleyen temel nedenleri özetlemektedir. İncelenen 13 vakada öne çıkan başlıca yangın nedenleri; batarya arızaları, şarj sırasında meydana gelen sorunlar, kaza sonrası termal kaçak reaksiyonları, tuzlu su teması ve uygunsuz elektrik altyapısı gibi faktörlerdir. Vaka analizleri, bu yangın nedenlerinin genellikle doğrudan batarya sistemine bağlı olduğunu ve olayların ciddi güvenlik riskleri doğurduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 7: Elektrikli Araç Yangın Nedenleri



Vaka	Yangın Nedeni
Florida EV yangınları	Tuzlu su teması
I-80 yarı römork	Batarya arızası
Şanlıurfa TOGG	Kaçak elektrikle şarj
Harlingen Cybertruck	Kaza ve su teması
Alabama Tesla	Batarya arızası
Michigan Tesla	Çarpışma sonrası termal kaçak
Bursa Mercedes	Bilinmiyor
Başakşehir Mercedes	Şarjdayken
Manisa otobüs	Şarj sırasında
Kanada kamyon	Batarya arızası
Colorado Tesla	Kaza sonrası termal kaçak
Charlotte Tesla	Bilinmiyor
Hindistan Tata Nexon	Su teması sonrası batarya hasarı

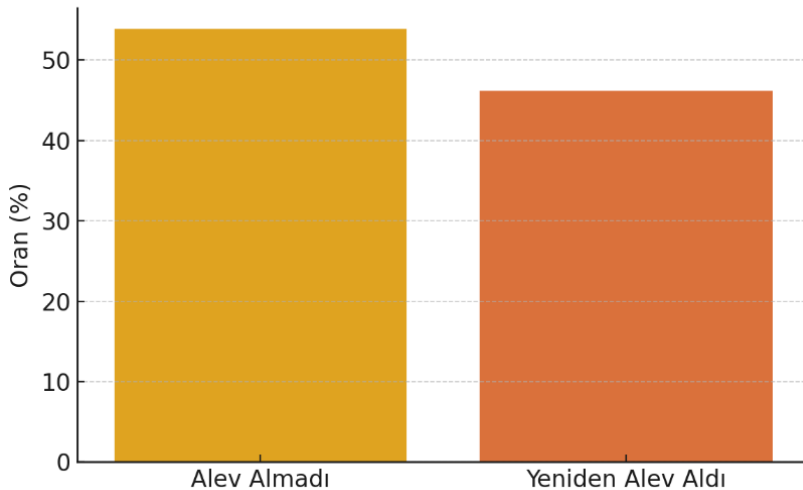
Yangınların kontrol altına alınmasında kullanılan su miktarları, elektrikli araç bataryalarının yüksek sıcaklıkta ve uzun süreli yanma özelliği nedeniyle geleneksel araçlara göre oldukça fazladır. Tablo 8’de her vaka için olay sırasında kullanılan yaklaşık su miktarları (ton bazında) sunulmuştur. Veriler, bazı yangınların tamamen söndürülebilmesi için 100 tonun üzerinde su gerektirdiğini ve yangınla mücadele süreçlerinin hem zaman hem kaynak açısından oldukça maliyetli olduğunu göstermektedir. Bazı durumlarda yeterli suya ulaşılabilmesi nedeniyle alternatif söndürme yöntemlerine (kar, kum, gömme vb.) başvurulmuştur.

Tablo 8: Elektrikli Araç Yangınlarında Kullanılan Su Miktarları

Vaka	Su Miktarı (ton)
Florida EV yangınları	150
I-80 yarı römork	189
Şanlıurfa TOGG	Bilinmiyor
Harlingen Cybertruck	Bilinmiyor
Alabama Tesla	136
Michigan Tesla	11.35
Bursa Mercedes	Bilinmiyor
Başakşehir Mercedes	Bilinmiyor
Manisa otobüs	Bilinmiyor
Kanada kamyon	1.9
Colorado Tesla	Su kullanılmadı
Charlotte Tesla	Bilinmiyor
Hindistan Tata Nexon	Bilinmiyor

Elektrikli araç yangınlarının en tehlikeli yönlerinden biri, termal kaçak nedeniyle yangının tekrar tekrar alev alabilmesidir. Aşağıda sunulan grafik, incelenen 13 vakanın kaçında yangının söndürüldükten sonra yeniden alev aldığına dair oranları göstermektedir. Verilere göre, vakaların yaklaşık yarısında yangın ilk söndürme girişiminin ardından en az bir kez yeniden başlamıştır. Bu durum, özellikle lityum-iyon bataryaların iç sıcaklığının uzun süre stabil kalamaması ve reaksiyonun dış müdahalelere rağmen devam etmesiyle ilişkilidir. Bu tür vakalarda araçlar genellikle uzun süre gözlem altında tutulmak zorunda kalmıştır.

Yeniden Alev Alma Oranı



Şekil 3: Elektrikli Araçlarda Yeniden Alev Alma Oranı

TARTIŞMA

Bu çalışmada analiz edilen elektrikli araç yangın vakaları, literatürde yer alan teknik bilgiler ve deneysel veriler ışığında değerlendirilmiştir. Bulgular hem yangınların çıkış nedenleri hem de müdahale süreçlerinin karmaşıklığı açısından önemli benzerlikler ve farklılıklar ortaya koymaktadır.

Termal Kaçak ve Yangın Başlangıç Mekanizması

Analiz edilen vakaların büyük çoğunluğu, lityum-iyon batarya kaynaklı termal kaçak sürecine dayanmaktadır. Bu durum literatürle birebir örtüşmektedir. Özellikle Florida, Michigan, Colorado ve Harlingen vakalarında bataryanın fiziksel hasar, su teması veya kazalar sonucu aşırı ısınarak termal kaçak başlattığı gözlemlenmiştir. Literatürde bu süreç, batarya içindeki sıcaklığın 150-200°C seviyesini aşmasıyla birlikte elektrolitin buharlaşması ve yanıcı gazların açığa çıkması olarak tanımlanmaktadır (Zhu vd., 2023). Bu noktada batarya güvenlik valfinin çalışmaması patlama riskini artırmaktadır (Dai ve Panahi, 2025).

Harlingen, Michigan ve Colorado örnekleri, batarya içindeki bu zincirleme kimyasal reaksiyonun dışsal müdahaleye rağmen durdurulmadığını, bunun da yeniden alev alma riskini doğurduğunu göstermiştir. Literatürde bu durum, “yangın tamamen söndürüldükten sonra bile batarya içindeki artık enerjinin ve kimyasal tepkimelerin sıcaklık üretmeye devam etmesi” ile açıklanmaktadır (Held vd., 2022; Cui vd., 2022).

Yeniden Alev Alma Riski: Vaka Gerçeklikleriyle Literatür Uyumlu Bulgular

İncelenen 13 vakadan en az 6’sında yangın olay yerinde veya sonrasında yeniden alev almıştır. Michigan, Florida, Harlingen, Alabama, Kanada ve I-80 vakaları, bu tür senaryoları temsil etmektedir. Literatürde bu riskin, bataryaların iç yapısında kalan sıcak noktalar ve düşük seviyeli kimyasal tepkimeler nedeniyle saatler veya günler sonra ortaya çıkabileceği ifade edilmiştir (Soylu vd., 2024; Kazak, 2024b).

Michigan’daki Tesla Model 3 yangını, batarya söndürüldükten sonra bile iç sıcaklığın 200°C’nin altına düşmemesi nedeniyle saatlerce yeniden alev almış ve müdahale süresini dört saatten fazla uzatmıştır. Bu, literatürde belirtilen “yangının söndürülmesinin yalnızca başlangıç noktası olduğu, ardından uzun süreli izleme gerektiği” ifadesini doğrular niteliktedir (Cui vd., 2022; Kazak, 2024b).

Mekanizması Yangınların Bastırılması İçin Gerekli Su Miktarları

Elektrikli araç yangınlarının söndürülmesinde kullanılan su miktarlarının, geleneksel araçlara göre çok daha yüksek olduğu hem vakalarla hem de literatürle örtüşmektedir. Özellikle Florida (150 ton), I-80 otoyolu (189 ton) ve Alabama (136 ton) gibi olaylarda kullanılan su miktarları, literatürde yer alan 11-30 tonluk ortalama üretici tavsiyelerinin çok üzerinde kalmaktadır (Kazak ve Ateş, 2025).

Bu durum, bataryanın ısısının yalnızca alevlerin görünürlüğüyle değil, iç yapının termal stabilizasyonu ile ilgili olduğunu göstermektedir. Özellikle Tesla ve diğer büyük batarya paketine sahip araçlarda, yangının fiziksel olarak bastırılması için 30 tonun üzerinde su kullanılması gerektiği literatürde açıkça belirtilmiştir (Cui vd., 2022; Lesiak vd., 2021).

Söndürme Süreçlerindeki Zorluklar

Vaka analizleri, yangınların yalnızca fiziksel olarak değil, kimyasal olarak da mücadele edilmesi gereken bir süreci içerdiğini göstermiştir. Özellikle Kanada’daki elektrikli kamyon yangınında görüldüğü üzere, yangına müdahale için suyun yeterli olmaması nedeniyle kar ve kum gibi alternatif yöntemler kullanılmış, ancak bu uygulamalarda da yangın tekrar tekrar alevlenmiştir. Bu durum literatürdeki “konvansiyonel yangın bastırma yöntemlerinin yetersizliği” ile örtüşmektedir (Held vd., 2022; Firebox Systems, 2024).

Literatür Dışına Taşan Durumlar

Bazı vakalarda, literatürde öngörülmeleyen ölçekte su kullanımı ve müdahale süresi gözlemlenmiştir. Özellikle I-80 yarı römork vakasında 189 tonluk su tüketimi, mevcut üretici tavsiyelerinin (maksimum 30 ton) yaklaşık 6 katına tekabül etmektedir. Bu durum, gerçek hayat senaryolarında bataryaların fiziksel konumu, hasarın boyutu ve çevresel faktörlerin müdahale verimliliğini doğrudan etkilediğini göstermektedir.

Ayrıca, Colorado ve Kanada vakalarında çevresel riskler nedeniyle yangının “kontrollü yanmaya bırakılması” veya araçların gömülerek soğutulması gibi ekstrem yöntemler uygulanmıştır. Bu gibi yöntemler, literatürde yalnızca sınırlı örneklerle desteklenmişken, vakalar bu uygulamaların kaçınılmaz hale gelebildiğini göstermektedir (Mason, 2025; VOCM, 2025).

Müdahale Süreleri ve İtfaiye Ekip Gücü

Michigan, I-80 ve Alabama olaylarında müdahale süresinin 1 saatten uzun sürdüğü, hatta bazı durumlarda 4 saatten fazla zaman aldığı görülmüştür. Bu durum, lityum-iyon batarya yangınlarının geleneksel araçlara kıyasla çok daha uzun sürede kontrol altına alınabildiğini ve itfaiye kaynaklarını daha uzun süre meşgul ettiğini göstermektedir (Kang vd., 2023).

Aşağıda verilen Şekil 4'te itfaiye teşkilatlarının doğru müdahale modeli ile daha az suyla etkili bir söndürme sağlanılmasını ortaya koymaktadır.



Şekil 4: Elektrikli Araç Yangınlarına Müdahale Modelleri (4X-3Y-2Z)

SONUÇ

Bu çalışmada 2022–2025 yılları arasında meydana gelen elektrikli araç yangınları, teknik literatür ve vaka incelemeleri ışığında değerlendirilmiştir. Bulgular, yangınların büyük çoğunluğunun doğrudan lityum-iyon bataryalardan kaynaklandığını ve termal kaçak sürecinin yangınların başlıca tetikleyicisi olduğunu göstermektedir.

- ✓ Elektrikli araç yangınlarının çoğu batarya kaynaklıdır. İncelenen 13 vakanın büyük kısmında yangın, batarya sisteminde meydana gelen fiziksel hasar, su teması veya kazalar sonucu başlamıştır.
- ✓ Termal kaçak, en yaygın yangın başlatıcısıdır. Batarya hücrelerinin aşırı ısınmasıyla başlayan termal kaçak, zincirleme reaksiyonlarla tüm batarya modülünü etkileyerek yangını tetiklemiştir.
- ✓ Müdahale süreci karmaşık ve kaynak yoğunudur. Vakaların çoğunda 100 tonun üzerinde su kullanılması gerekmiş, bazı durumlarda alternatif yöntemlere başvurulmuştur.
- ✓ Yeniden alev alma riski yüksektir. En az altı vakada yangın, söndürülmesine rağmen tekrar alevlenmiştir. Bu, bataryanın içindeki sıcak noktaların ve kimyasal reaksiyonların tamamen kontrol altına alınamadığını göstermektedir.
- ✓ Literatürle genel uyum söz konusu olmakla birlikte, bazı vakalar alışılmış sınırların ötesinde zorluklar içermektedir. Örneğin, 189 tonluk su kullanımı ya da kontrollü yanmaya bırakma gibi uygulamalar, gerçek hayatta teorik bilgilerin ötesinde önlemler gerektirebileceğini ortaya koymuştur.

ÖNERİLER

- ✓ Elektrikli araç yangınları, sadece teknik değil aynı zamanda operasyonel ve çevresel açıdan da kapsamlı önlemler gerektiren karmaşık olaylardır. Bu nedenle hem önleyici tedbirler hem de müdahale süreçlerini geliştirmeye yönelik uygulama önerileri büyük önem taşımaktadır.
- ✓ Şarj altyapılarında lisanslı ve güvenli sistemlerin kullanımı zorunlu hale getirilmelidir. Kaçak elektrik kullanımı ve uygun olmayan şarj yöntemleri ciddi yangın riski oluşturmaktadır.
- ✓ İtfaiye ekiplerine özel eğitim programları yaygınlaştırılmalıdır. Elektrikli araç yangınlarının kimyasal ve fiziksel yapısı hakkında teorik ve pratik eğitimler verilmelidir.
- ✓ Termal kamera ve özel batarya söndürme sistemlerinin tüm bölgelerde temini sağlanmalıdır. Yangınların sıcak noktaları ancak bu teknolojilerle doğru biçimde izlenip kontrol altına alınabilir.
- ✓ Su tüketimini azaltmak amacıyla alternatif söndürme yöntemleri üzerine araştırmalar artırılmalıdır. Özellikle daldırma tankları, kimyasal söndürücüler ve yangın battaniyeleri gibi çözümlerin etkinliği daha fazla test edilmelidir.

- ✓ Sel, kaza ve su teması sonrası batarya kontrolü yasal zorunluluk haline getirilmelidir. Özellikle Florida ve Hindistan örnekleri, bataryaların sıvı temasına karşı savunmasız olduğunu ve bu durumun yangınlara zemin hazırladığını göstermektedir.
- ✓ Elektrikli araç üreticileri, batarya tasarımlarında yeniden alevlenme riskine karşı yapısal önlemler almalıdır. Prizmatik ve soğutmalı batarya sistemlerinin yaygınlaştırılması teşvik edilmelidir.
- ✓ Yangın sonrası çevresel etkiler dikkate alınarak atık su yönetimi planları hazırlanmalıdır. Kullanılan yüksek miktarda suyun yer altı sularını ve toprağı kirletme riski göz ardı edilmemelidir.
- ✓ Dünya’da ki elektrikli araç yangınlarına müdahale eden itfaiye teşkilatlarının aynı modeli uygulayarak daha hızlı, etkili, sağlıklı ve güvenli bir müdahale gerçekleştirmeleri faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Alyar, H. (2022). Elektrikli Otomobillerin Yapısı ve Yangın Riskleri. *Uluslararası Yakıtlar Yanma Ve Yangın Dergisi*, 10(1), 1-8. <https://doi.org/10.52702/fce.1057432>
- Anka Haber. (2024, Ekim 11). *Şanlıurfa’da villaya çekilen kaçak elektrikle şarj edilen TOGG alev alarak yandı*. https://www.ankahaber.net/haber/detay/sanliurfada_villaya cekilen_kacak_elektrikle_sarj_edilen_togg_alev_alara_k_yandi_200087
- Ballay, M., & Monoşi, M. (2017). Emergency response and safety fire fighter in relation to technologies used in electric vehicles. *International Scientific Conference on Fire Protection, Safety and Security*. <https://kpo.tuzvo.sk/sk/fire-protection-safety-and-security-2017-0>
- Barowy, A. (2022, Aralık 12). *The Impact of Batteries on Fire Dynamics*. The Fire Safety Research Institute (FSRI): <https://fsri.org/research/impact-batteries-fire-dynamics>
- Başka Gazete. (2024, Ekim 28). *Bursa’da elektrikli Mercedes cip park halinde yandı!* <https://www.baskagazete.com/haber/bursa-da-elektrikli-mercedes-cip-park-halinde-yandi-143198.html>
- Chang, C., & Wang, R. (2024). Experimental investigation of thermal runaway behaviour and inhibition strategies in large-capacity lithium iron phosphate (LiFePO₄) batteries for electric vehicles. *International Journal of Electrochemical Science*, 19(12). <https://doi.org/10.1016/j.ijoes.2024.100877>
- CTIF. (2024a, Eylül 16). *Electric semi-truck lithium battery fire took 189,000 litres / 50,000 gallons of water to extinguish, according to NTSB reports*. The International Association of Fire & Rescue Services: <https://ctif.org/news/electric-semi-truck-lithium-battery-fire-us-interstate-highway-i-80-took-189000-litres-water>
- CTIF. (2024b, Ekim 15). *11 electric cars and 48 lithium batteries caught fire after exposure to salty flood water in Hurricane Helene*. <https://ctif.org/news/11-electric-cars-and-48-lithium-batteries-caught-fire-after-exposure-salty-flood-water>
- Cui, Y., Liu, J., Han, X., Sun, S., & Cong, B. (2022). Full-scale experimental study on suppressing lithium-ion battery pack fires from electric vehicles. *Fire Safety Journal*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2022.103562>
- Çalkaya, M. (2025, Ocak 1). *Türkiye’de elektrikli otomobil sayısı bir yılda yüzde 130 arttı*. Anadolu Ajansı: <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turkiyede-elektrikli-otomobil-sayisi-bir-yilda-yuzde-130-artti/3461020>
- Dai, Y., & Panahi, A. (2025). Thermal runaway process in lithium-ion batteries: A review. *Next Energy*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.nxener.2024.100186>
- Daniels, P. (2025, Nisan 14). *Electric Car Catches Fire While At Dealer F*. Rush Lane: <https://www.rushlane.com/electric-car-catches-fire-while-at-dealer-for-service-12521466.html>
- Elmore, R. (2025, Ocak 13). *8 Differences Between EV and Internal Combustion Engine Vehicle Fires*. Blaze Stack: <https://www.blazestack.com/blog/8-differences-between-ev-and-internal-combustion-engine-vehicle-fires>
- EMS. (2024, Şubat). *EMS Guidance for Responding to Crashes and Fires Involving Electric and Hybrid-Electric Vehicles Equipped with High-Voltage Batteries*. <https://www.ems.gov/assets/EMS-Electric-Vehicle-Resource-Page-R4.pdf>
- Erkul, A. (2024). Lityum İyon Piller Yangın Güvenliği. *Elektrik Mühendisleri Odası (EMO)*, 10-12. https://www.emo.org.tr/ekler/512c9b972753778_ek.pdf?dergi=1350
- Gauntt, J. (2024, Ağustos 29). *Electric vehicle fires pose new challenges for firefighters*. WBRC: <https://www.wbrc.com/2024/08/28/electric-vehicle-fires-pose-new-challenges-firefighters/>

Held, M., Tuchschnid, M., Zennegg, M., Figi, R., Schreiner, C., Mellert, L. D., . . . Nachev, L. (2022, Şubat 16). Thermal Runaway and Fire of Electric Vehicle Lithium Ion Battery and Contamination of Infrastructure Facility. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4012874>

IAFC. (2024). *IAFC's Fire Department Response to Electric Vehicle Fires Bulletin*. International Association Of Fire Chiefs: <https://www.iafc.org/topics-and-tools/resources/resource/iafc-s-fire-department-response-to-electric-vehicle-fires-bulletin>

Kang, S., Kwon, M., Choi, J. Y., & Choi, S. (2023, Şubat 15). Full-scale fire testing of battery electric vehicles. *Applied Energy*, 332. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120497>

Karamangil, M. İ., Sürmen, A., & Tekin, M. (2023, Aralık). Elektrikli Araçlarda Batarya Yangınlarına Genel Bakış. *Uluslararası Yakıtlar Yanma Ve Yangın Dergisi*, 11(1), 29-40. <https://doi.org/10.52702/fce.1224612>

Kazak, D. (2024a). Elektrikli Araçların Avantajları, Dezavantajları ve Yangın Riskleri: Batarya Güvenliği ve Yangın Söndürme Çözümleri Üzerine Bir İnceleme. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(110), 1492-1503. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13625454>

Kazak, D. (2024b). *Elektrikli Araç Yangınlarında Müdahalede, İtfaiye Ekiplerine Destek Olacak Faydalı Tasarım*. İstanbul: Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Gedik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. <https://openaccess.gedik.edu.tr/server/api/core/bitstreams/42e722f8-d6c6-4bf3-8ede-37307e7aa463/content>

Kazak, D. (2024c). Lityum-İyon Bataryaların Yangın Güvenliği: Tamamen Elektrikli Araçlarda Risk Değerlendirmesi, Önlemler ve Mücadele. *Premium e-Journal of Social Sciences (PEJOSS)*, 8(42), 638-652. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11434251>

Kazak, D., & Ateş, B. (2025). Elektrikli Araç Yangınlarına Üretici Önerileri ile Etkili Müdahale Yöntemleri. *Route Educational & Social Science Journal*, 12(2), 223-243. <http://dx.doi.org/10.17121/ressjournal.3591>

Kazak, D., & Öncel, H. U. (2024). İtfaiye Ekiplerinin, Tamamen Elektrikli Araç Yangınlarıyla Mücadelesinin İncelenmesi. *International Social Sciences Studies Journal (SSSJJournal)*, 10(3), 384-394. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10903404>

Lone Star Hazmat. (ty). *Comparing How Electric Vehicle Fires Differ from Traditional Car Fires*. <https://lonestarahzmat.com/comparing-how-electric-vehicle-fires-differ-from-traditional-car-fires/>

Long, R., Blum, A., Bress, T., & Cotts, B. (2013, Eylül). *Best Practices for Emergency Response to Incidents Involving Electric Vehicles Battery Hazards: A Report on Full-Scale Testing Results*. ABD: NFPA. https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/02/f8/final_report_nfpa.pdf

Mason, T. (2025, Mart 25). *Colorado Tesla crash, fire highlights unique dangers posed by electric vehicle fires*. CBS News: <https://www.cbsnews.com/colorado/news/aurora-colorado-tesla-crash-fire-unique-dangers-electric-vehicles/>

McClallen , S. (2025, Mart 6). *Michigan firefighters dumped 3,000 gallons of water on burning Tesla*. <https://www.michigancapitolconfidential.com/news/michigan-firefighters-dumped-3000-gallons-of-water-on-burning-tesla>

Özbay, H., Közkurt, C., Dalcı, A., & Tektaş, M. (2020). Geleceğin Ulaşım Tercihi: Elektrikli Araçlar. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 3(1), 34-50. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jitsa/issue/53369/712337>

Özdemir, H. (2025, Nisan 25). *Elektrikli Otomobillerin Evrimi: Geçmişten Günümüze Bir Devrim Hikayesi*. Elektrikli Haber: <https://www.elektriklihaber.com/elektrikli-otomobillerin-evrimi-gecmisten-gunumuze-bir-devrim-hikayesi.html>

Rivers, S. (2024, Ağustos 30). *Tesla Cybertruck Catches Fire After Hitting Hydrant, Takes 90 Minutes to Extinguish*. Road and Track: <https://www.roadandtrack.com/news/a62009993/tesla-cybertruck-fire-takes-more-than-hour-to-put-out/>

Seber, H. (2023, Kasım-Aralık). İtfaiyecilerin Elektrikli Araç Yangını Operasyonlarını Planlaması. *Yangın ve Güvenlik Dergisi*(243), 16-17. <https://www.yanginguvenlik.com.tr/edergi/5/243/18/>

Son Dakika. (2024, Aralık 26). *Manisa'da Elektrikli Otobüs Yangını: Araç Hurdaya Döndü*. <https://www.sondakika.com/3-sayfa/haber-manisa-da-elektrikli-otobus-yangini-arac-hurdaya-dondu-18199743/>

Soylu, S., Erpolat, H., Topak, A. D., Yıldırım, Y., Turanlı, İ., Sönmez, S., . . . Özşakarya, Ş. (2024). *Elektrikli Araçların Kullanımı ve Yangın Güvenliği*. TMMOB Makina Mühendisleri Odası.

https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/ELEKTR%C4%B0KL%C4%B0%20ARA%C3%87LARIN%20KULLANIMI%20VE%20YANGIN%20G%C3%9CVENL%C4%B0%C4%9E%C4%B0_rapor_tammetin.pdf

Topal, O. (2023). Türkiye’de Elektrikli Ve Hibrit Araçlar İçin Acil Müdahale Yaklaşımları. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 2(3), 190-206. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/csid/issue/75639/1189991>

Tucker, L. (2025, Nisan 14). *Electric vehicle catches fire in south Charlotte neighborhood*. WB TV: Electric vehicle catches fire in south Charlotte neighborhood

Uzun, A. (2024, Aralık 9). *Başakşehir’de elektrikli otomobil yangını: 14 katlı bina geçici olarak tahliye edildi*. İhlas Haber Ajansı: <https://www.iha.com.tr/istanbul-haberleri/basaksehirde-elektrikli-otomobil-yangini-14-katli-bina-gecici-olarak-tahliye-edildi-156952994>

VOCM. (2025, Ocak 27). *Lewisporte Fire Crews Met With Several Challenges After Electric Vehicle Catches Fire*. <https://vocm.com/2025/01/27/261122/>

Wei, G., Zhang, G., Chen, S., Jiang, B., Zhu, J., Han, G., . . . Dai, H. (2023, Nisan 11). Experimental Study on Effect of State of Charge on Thermal Runaway Characteristics of Commercial Large-Format NCM811 Lithium-Ion Battery. *SAE Technical Paper Series*. <https://doi.org/10.4271/2023-01-0136>.

Weil, G. (2024, Şubat 2024). *Data Shows EVs are Less of a Fire Risk than Conventional Cars*. Fair Fax County: <https://www.fairfaxcounty.gov/environment-energy-coordination/climate-matters/EV-less-fire-risk#:~:text=While%20EV%20fires%20are%20not,are%20protected%20from%20the%20elements.&text=Batterie s%20take%20a%20long%20time,fire%20must%20be%20handled%20differentl>

Yıldız, Z., & Köse, E. (2020). Motorlu Araç Yangınları Üzerine Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(19), 119-126. <https://doi.org/10.31590/ejosat.704517>

Zhang, J., Wang, Z., Jiang, T., Liu, P., Sun, Z., Shan, T., . . . Hong, J. (2025, Ocak 15). Investigation of battery safety states based on thermal propagation and expansion analysis: Experimental studies on different packaging forms. *Applied Thermal Engineering*, 258(Bölüm C). <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2024.124800>

Zhu, N., Wang, X., Chen, M., Huang, Q., Ding, C., & Wang, J. (2023). Study on the combustion behaviors and thermal stability of aging lithium-ion batteries with different states of charge at low pressure. *Process Safety and Environmental Protection*, 174, 391-402. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.04.016>