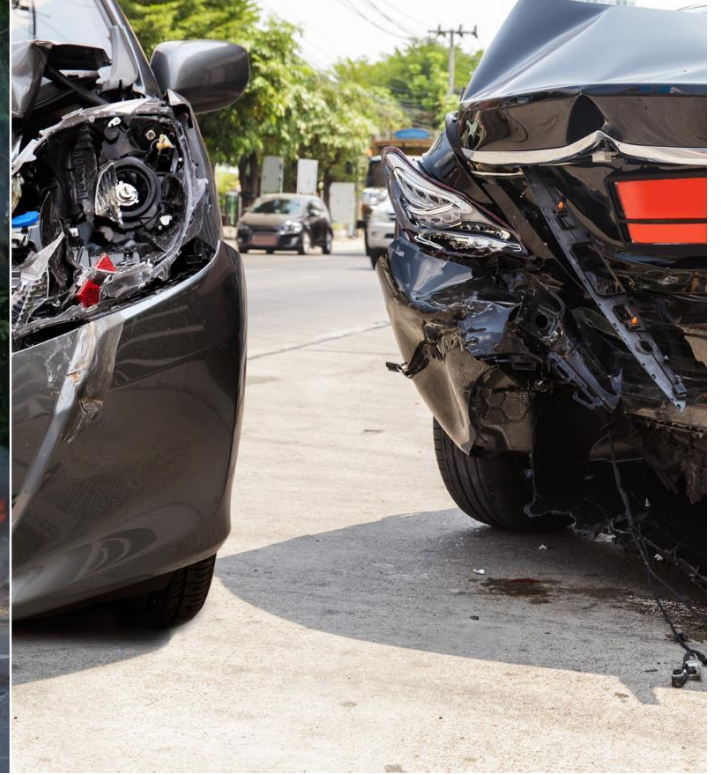




OPERASYONEL KILAVUZ

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN

ACİL MÜDAHALE



Mevcut Durum – Öneriler – Perspektifler

Michel GENTILLEAU (France)

Fransız İtfaiyeci - Yarbay

CTIF 'Kaza Kırım ve Yeni Teknolojiler' Komisyonu Başkan Yardımcısı

Euro-NCAP (Avrupa Yeni Araç Değerlendirme Programı) CTIF Temsilcisi

İÇİNDEKİLER

► Giriş	sayfa 5
► Elektrikli Araçlar Hakkında Hatırlatma	sayfa 6
► İtfaiyeciler İçin Karar Verme Aracı: Kurtarma Formları	sayfa 8
► Trafik Kazalarında Kurtarma: Elektriksel Risklerin Yönetimi	sayfa 11

- Acil durum hizmetleri için mevcut güvenlik cihazları
- Araç üreticilerinin talimatları
- Enerji kaynaklı 'araç sabitleme ve güvenliğe alma' aşaması entegrasyonu
- Acil durum hizmetleri için perspektifler
 - o *Acil çağrılar: Operasyonel bilgilerin optimize edilmesi yönünde*
 - o *Kurtarma kılavuzları: Dokümanların kullanıcı dostu hâle getirilmesi*
 - o *Tehlike izolasyonu: Enerji izolasyon prosedürlerinin basitleştirilmesi*
 - o *Bagaj kapağı ve bagaj: kaza sonrası durumlarda daha kolay erişim*

► Araç Yangınları: Batarya Termal Kaçağının Dikkate Alınması sayfa 22

- Termal kaçak (Çevirenin notu: "Thermal runaway" kavramı; lityum-iyon bataryalarda ısının kontrolsüz şekilde artmasıyla birlikte, ani alevlenme, patlama, yanıcı ve toksik gaz salımı ile tekrar tutuşma riskinin aynı anda ortaya çıktığı, öngörülemez ve müdahalesi güç bir süreci ifade etmektedir. Bu nedenle termal kaçak, klasik araç yangınlarından farklı olarak yalnızca söndürme değil, uzun süreli soğutma, sürekli izleme ve yeniden alevlenme riskinin yönetilmesini gerektiren kritik bir olaydır.) hakkında önemli bilgiler
- Termal kaçakların operasyonel yönleri
- Acil durum hizmetleri için mevcut güvenlik ekipmanları
- Araç üreticilerinin talimatları
- Dünya çapında geliştirilen başlıca teknikler
- Geleneksel yangın söndürme yöntemleriyle termal kaçak yönetimi
- Acil durum hizmetleri için bakış açıları
 - o *Termal Kaçak: Daha Yüksek Batarya Kararlılığı ve Çarpışma Sonrası Alarm*
 - o *Termal Kaçak: Her Durumda Tespit ve Alarm*

ÖN SÖZ

Son on yılda, elektrikli araçlar teknolojik bir yenilikten günlük ulaşımın ayrılmaz bir parçasına dönüşmüştür. Düşük emisyon, sessiz çalışma ve yüksek verimlilik gibi önemli avantajlar sağlarken, yeni operasyonel ve güvenlik zorluklarını da beraberinde getirir. Bunların en zorlu olanlarından biri, yüksek voltajlı batarya sistemleri içeren olaylarda güvenli, etkili ve profesyonel bir yangın söndürme sağlamakta yatmaktadır.

CTIF* Kurtarma ve Yeni Teknolojiler Komisyonu, elektrikli araç yangınlarıyla mücadele yöntemlerini sürekli olarak izlemiş ve itfaiyelere mevcut teknik ve ekipmanları kullanarak etkili söndürme sağlamaya yönelik uygun rehberlik sunmayı amaçlamıştır; bu yaklaşım, uygun yöntemlerin geniş çapta uygulanabilir olmasını garanti etmektedir.

Bu operasyonel kılavuzun amacı, elektrikli araç yangınlarını söndürmeye yönelik yaklaşımlar, teknikler ve taktikler hakkında kapsamlı bir genel bakış sunmaktır. Bu çalışma, batarya teknolojisinin en güncel anlayışı, lityum-iyon hücrelerin davranışı ve termal kaçak özellikleri temel alınarak hazırlanmıştır. Kılavuzun diğer bir amacı ise, elektrikli araçların karıştığı trafik kazalarında operasyonel müdahale çerçevesi sunarak, elektriksel riskler bağlamında operasyonel güvenliği sağlamaktır.

Bu operasyonel kılavuz, müdahale ekiplerinden elde edilen pratik deneyimler, araştırma bulguları ve yangın güvenliği alanındaki önde gelen uzmanların önerilerini bir araya getirmektedir. Odak noktası yalnızca yangın söndürme değil; aynı zamanda taktiksel karar verme, tehlike tanıma, doğru ekipman kullanımı ve müdahale ekipleri ile çevrenin korunmasını da kapsamaktadır.

Elektrikli araçlar hızla gelişmektedir; bu gelişim çoğu zaman standartların ve prosedürlerin yetişebileceğinden daha hızlıdır. Bu nedenle, bu kitabın temel amacı, zorlu ve sıkça öngörülemeyen durumlarda rehberlik edebilecek sağlam, güncel ve profesyonel bir temel sunmaktır. Okuyuculara, elektrikli araç yangınlarıyla başa çıkarken hem gerekli bilgi hem de güven sağlayacağını düşünüyorum.

CTIF Başkanı olarak, bu el kitabının hazırlanmasında emeği geçen Michel Gentilleau ve çalışma arkadaşlarına teşekkürlerimi sunmak isterim. Bu kılavuz, CTIF'in temel misyonu doğrultusunda – bilgi paylaşımı yoluyla itfaiyeciler için daha güvenli bir çalışma ortamı ve vatandaşlar için daha güvenli bir yaşam alanı sağlama fikri – hazırlanmıştır

Milàn DUBRAVAC (Slo)

CTIF Başkanı



* CTIF – Uluslararası İtfaiye ve Kurtarma Hizmetleri Derneği)

Katkılarından dolayı teşekkür ederiz:

Amandine LECOQ (FRANSA)

Batarya Güvenliği Ekip Lideri **INERIS** (Ulusal Endüstriyel Çevre ve Risk Enstitüsü)

Arjan BRUINSTROOP (HOLLANDA)

İtfaiyeci - **NIPV** - Eğitim ve Operasyon Danışmanı - İtfaiye Eğitimi /
CTIF « kurtarma ve yeni teknolojiler » üyesi

Céline ADALIAN (FRANSA)

Kıdemli Müdür, Pasif Güvenlik, **IDIADA** / ISO 17840 Çalışma Grubu Eş Başkan
(Kurtarma Kılavuzları)

Eric PAILLIER (FRANSA)

Yangın Güvenliği ve Acil Durum Koordinatörü - **TotalEnergies**

Joël BIEVER (LÜKSEMBURG)

İtfaiyeci - Güney bölgesi eğitim sorumlusu, **Büyük Dükalık itfaiye ve kurtarma teşkilatı** / **CTIF** « kurtarma ve yeni teknolojiler » komisyonu başkan yardımcısı

Marco AIMO-BOOT (İTALYA)

Üçüncül Güvenlik Lideri, **IVECO Grubu** / ISO 17840 Görev Gücü Üyesi
(Kurtarma Kılavuzları) - **CTIF** Üyesi

Pierre CASTAING (FRANSA)

Euro NCAP eski başkanı / **Euro NCAP** « kurtarma, tahliye ve kaza sonrası güvenlik » grubu başkanı

Türkçe versiyonun tercümesi Şemsettin PARLAK (İzmir İtfaiyesi) & Ramazan AKTEPE (Denizli İtfaiyesi) tarafından yapılmıştır.

GİRİŞ

Elektrikli araçlar, itfaiye teşkilatları, kamu otoriteleri, laboratuvarlar ve özel şirketler tarafından yıllardır potansiyel bir risk olarak değerlendirilmektedir.

Yüzlerce laboratuvar testi, saha denemesi, çalışma, rapor ve uluslararası kılavuz şimdiden hazırlanmıştır.

Ekipman üreticileri, kurtarma ekiplerinin bu tür araçlarda daha güvenli ve etkin çalışabilmesini sağlamak amacıyla geniş bir araç ve gereç yelpazesi sunmuştur.

Elektrikli araç satışlarının hızlı artışı (başlangıçta otomobiller, artık giderek daha fazla kamyon ve otobüs) acil durum hizmetlerine sahada doğrudan görev yapanlardan değerli operasyonel geri bildirimler sağlamıştır.

Ancak, biriken bu tecrübe, itfaiye teşkilatlarının benimsemesi ister kurtarma operasyonlarında, ister elektrikli araç yangınlarıyla mücadelede olsun gereken müdahale prosedürleri konusunda genel bir fikir birliğine yol açmamıştır.

Bu kılavuzun amacı, iki ana konunun genel bir değerlendirmesini sunmaktır:

- Elektrikli araçların karıştığı kurtarma operasyonlarında elektriksel risklerin yönetimi;
- Elektrikli araç yangınlarında (lityum-iyon bataryalar) termal kaçak yönetimi.

Elektrikli araçlar ve bataryalar, elektriksel riskler ve termal kaçak konularını kapsayan temel bilgiler bölümleri kısaca ele alınacaktır; zira bu konular hakkında kapsamlı literatür zaten mevcuttur.

Bu kılavuz, itfaiye teşkilatının bu tür olayları yönetmek için kullanabileceği ekipman ve malzemeleri incelemeye ve mevcut geleneksel kaynakları kullanarak uygulanabilir operasyonel protokoller önermeye odaklanacaktır.

Son olarak, her bir operasyonel konu (kurtarma ve araç yangını) için, özellikle de halihazırda Euro NCAP* tarafından yürütülen çalışmalar ışığında itfaiyeciler açısından geleceğe yönelik perspektifler özetlenecektir.

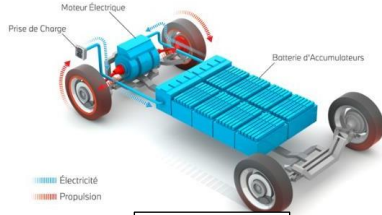
* Euro NCAP Avrupa Yeni Araç Değerlendirme Programı

<https://www.euroncap.com/media/91774/euro-ncap-protocol-post-crash-v11.pdf>

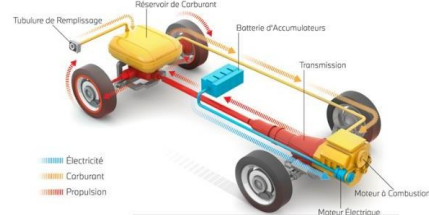
ELEKTRİKLİ ARAÇLAR HAKKINDA HATIRLATMA

Hibrit/elektrikli araçlar dört ana kategoriye ayrılabilir:

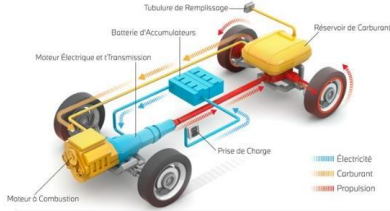
- **Hibrit** elektrikli araç (HEV)
- **plug-in** hibrit araçlar (PHEV)
- **elektrikli araçlar** (EV)
- **hidrojenli araçlar** (FCEV)



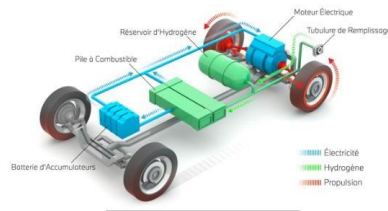
Elektrikli araç



Hibrit elektrikli araç



Plug in Hibrit elektrikli araç



Hidrojenli araçlar

EV ve HEV akülerinin kapasitesi ve yerleşimi araç tipine göre değişir.:

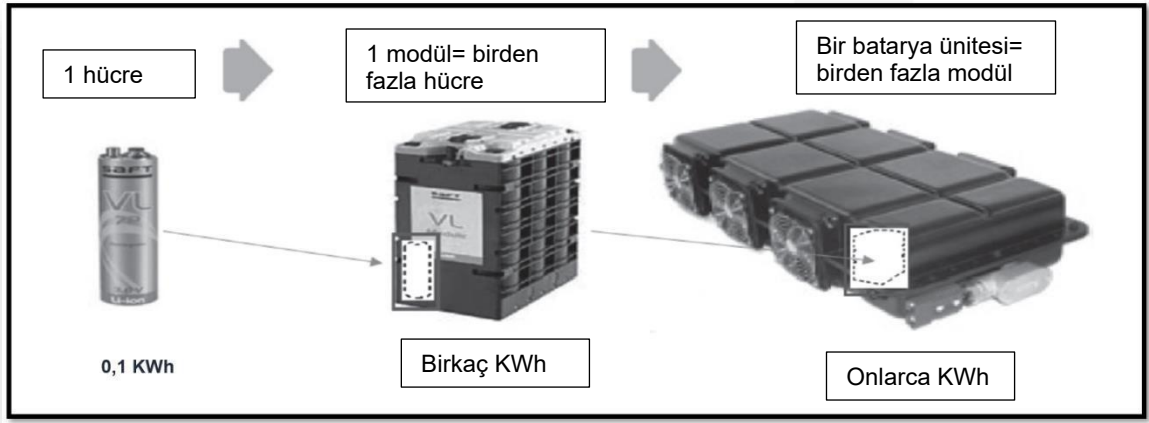
- arabalar: genellikle araç tabanının altında
- kamyonlar: şasinin yanlarında (veya ortasında) veya kabinin arkasında
- aracın tavanında veya arkasında bulunan otobüsler



Hücre, bir bataryanın temel yapı taşıdır ve fiziksel form olarak kese, prizmatik veya silindirik tipte bulunabilir.



Bir grup hücre bir modül oluşturur ve bir grup modül bir batarya ünitesi oluşturur.



Birkaç teknoloji mevcut olsa da (NiMH, LMP, sodyum vb.), lityum iyon (Li-ion) elektrikli araçlarda en yaygın teknoloji olmaya devam etmektedir. Araç akü muhafazaları genellikle çelik veya alüminyumdan yapılmıştır.

Lityum iyon pillerle ilişkili başlıca riskler şunlardır:

elektrik
termal
toksik
patlayıcı

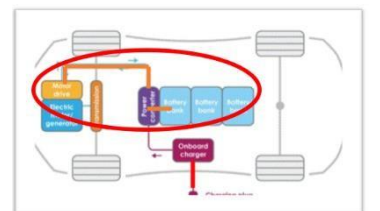
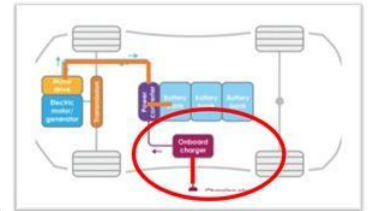


Son 3 risk, Li-ion pillerde meydana gelebilen termal kaçak fenomeninden kaynaklanmaktadır.



İtfaiyeciler çeşitli operasyonel durumlarda elektriksel tehlikelerle karşılaşabilirler.

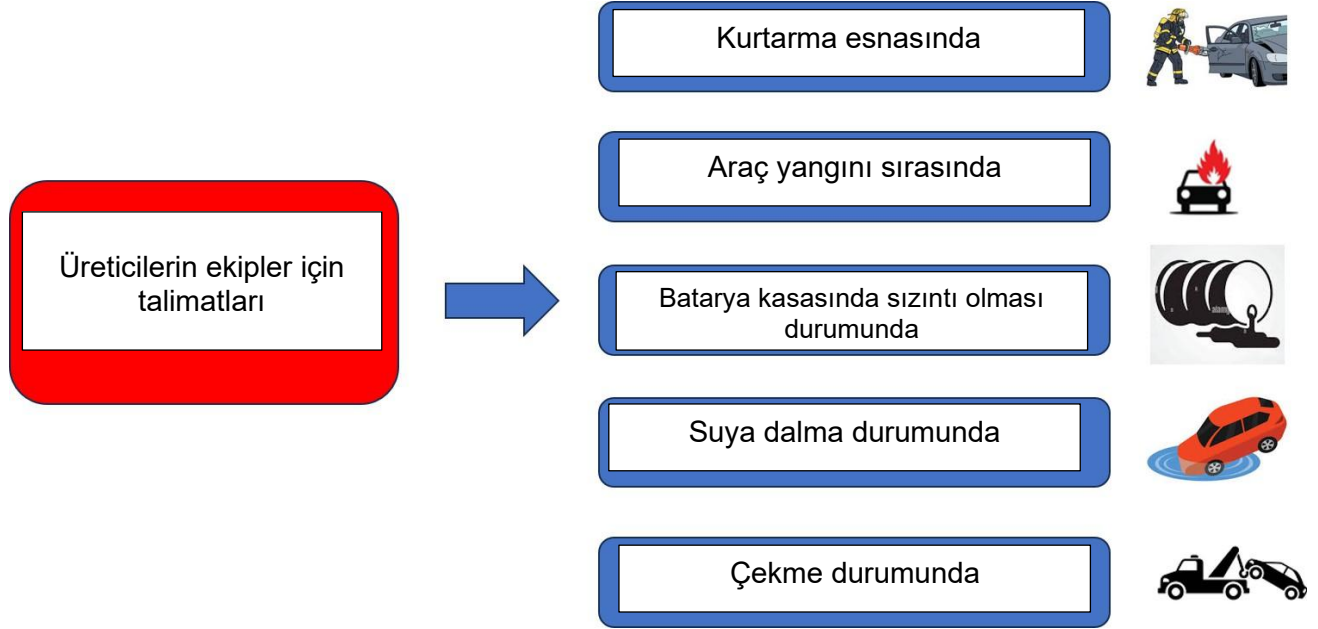
- **Kurtarma operasyonları sırasında yüksek gerilim (HV) kabloları veya akülerle doğrudan temas**
- **Araç yangını sırasında, özellikle hurda kaldırma sırasında HV kabloları veya akülerle doğrudan temas**
- **Araç yangını sırasında, özellikle söndürme aşamasında şarj kablolarıyla doğrudan veya dolaylı temas**



Bu durumlarda tespit edilen elektriksel tehlikeler; elektrik çarpması, elektrikle ölüm ve elektrik arklarının oluşmasıdır.

İTFAİyecİLER İÇİN KARAR VERME ARAÇLARI: KURTARMA KILAVUZLARI

Kurtarma kılavuzları, ISO 17840 standardına uygun standartlaştırılmış bilgi formlarıdır. Ekipler tarafından kullanılmak üzere araç üreticilerince üretilir ve çeşitli operasyonel durumlarda müdahale için gerekli bilgileri ve talimatları içerirler:



ISO 17840 standardı, kurtarma kılavuzlarının içeriğini ve düzenini tanımlar. Bu standart, iki temel ilke etrafında düzenlenmiştir.:

- standart semboller
- standart bir belge yapısı

Tüm resmi semboller ISO 17840 belgelerinde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

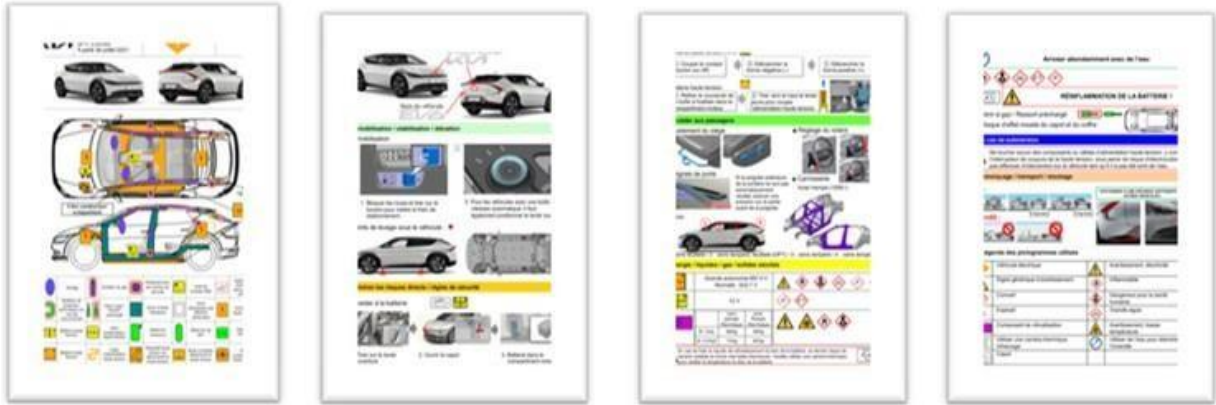
Elektrikli araçların elektrik sistemlerini tanımlamak ve yönetmek için kullanılan en önemli semboller şunlardır:

	Airbag		Depolarlanmış gazlı şişirici		Emniyet kemeri gergisi		Airbag kontrol ünitesi		Aktif Yaya Koruma Sistemi
	Takla Koruma Sistemi		Gazlı amortisör / yüklenmiş yay		Yüksek dirençli bölgeler		Özel dikkat		
	Düşük voltajlı batarya		Düşük voltajlı ultra kapasitör		Yakıt tankı		Gaz tankı		Emniyet valfi
	Yüksek voltajlı batarya		Yüksek voltajlı güç kablosu		Yüksek gerilim ayırıcısı		Yüksek voltaj sistemini devre dışı bırakan sigorta kutusu		Yüksek voltajlı ultra kapasitör
	Yüksek gerilim-düşük gerilim ayırıcısı		Yüksek gerilimden düşük gerilime giden hattı devre dışı bırakan sigorta kutusu		Yüksek gerilim bileşeni		Petrol yakıt tankı		Yüksek gerilim-düşük gerilim devre kesme döngüsü

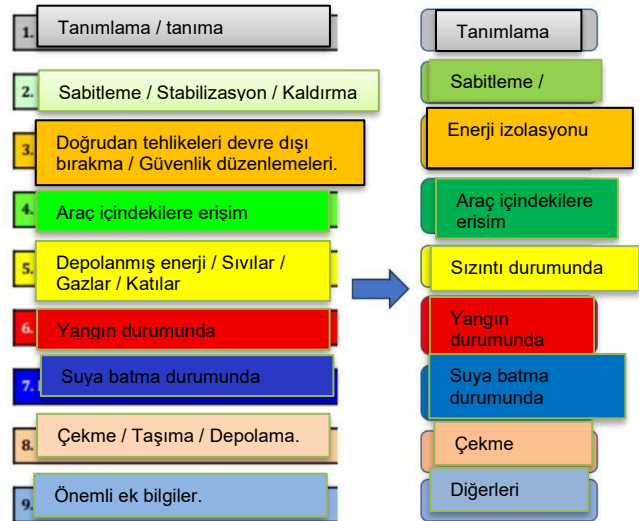
Kurtarma kılavuzları, acil durum servisleri tarafından hızlı ve kolay kullanım için tasarlanmış standartlaştırılmış belgelerdir.

Euro NCAP kriterlerine göre yapılandırılmış olup, en fazla dört sayfa (istisnai durumlarda beş sayfa kabul edilir):

- Sayfa 1:
 - Acil durum hizmetleriyle ilgili ekipmanlara genel bakış
 - Aracın fotoğrafı
 - Kullanılan sembolleri açıklayan bir rehber
- Sayfa 2-4:
 - Bölümlere ayrılmış kullanım talimatları



Her bölüm, hızlı referans sağlamak amacıyla kendine özgü bir renk kodu ile tanımlanmıştır.



Kurtarma sayfalarına Euro NCAP tarafından geliştirilen Euro Rescue uygulaması üzerinden erişilebilir.

Eylül 2025 itibarıyla, uygulama 1.900'den fazla kurtarma sayfasına erişim sağlıyor. Bu sayfalara, internete bağlıyken çevrimiçi olarak veya kurtarma sayfalarını akıllı telefon veya tablete indirdikten sonra çevrimdışı olarak erişilebilir.

Uygulama, 22 resmi AB dilinde ücretsiz olarak mevcuttur ve buradan indirilebilir.:



<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.euroncap.rescue&hl=fr&pli=1>



<https://apps.apple.com/fr/app/euro-rescue/id1516807765>



Masaüstü sürümü de mevcuttur ve bu, acil durum müdahale merkezlerinin müdahale öncesinde doğru kurtarma planını belirlemede özellikle yararlı olabilir.: <https://rescue.euroncap.com/>

Bu platformlar aracılığıyla araba, kamyon ve otobüs kurtarma klavuzları temin edilebilir.



Avustralya'da, yerel acil durum servisleri için ANCAP Rescue uygulaması geliştirilmiştir. Bu uygulama, Avustralya pazarına özgü araçlar da dahil olmak üzere benzer bir kurtarma sayfası veritabanına erişim sağlar.: (<https://www.ancap.com.au/ancap-rescue-app>)



Trafik kazalarına müdahale: Elektriksel Risklerin Yönetimi

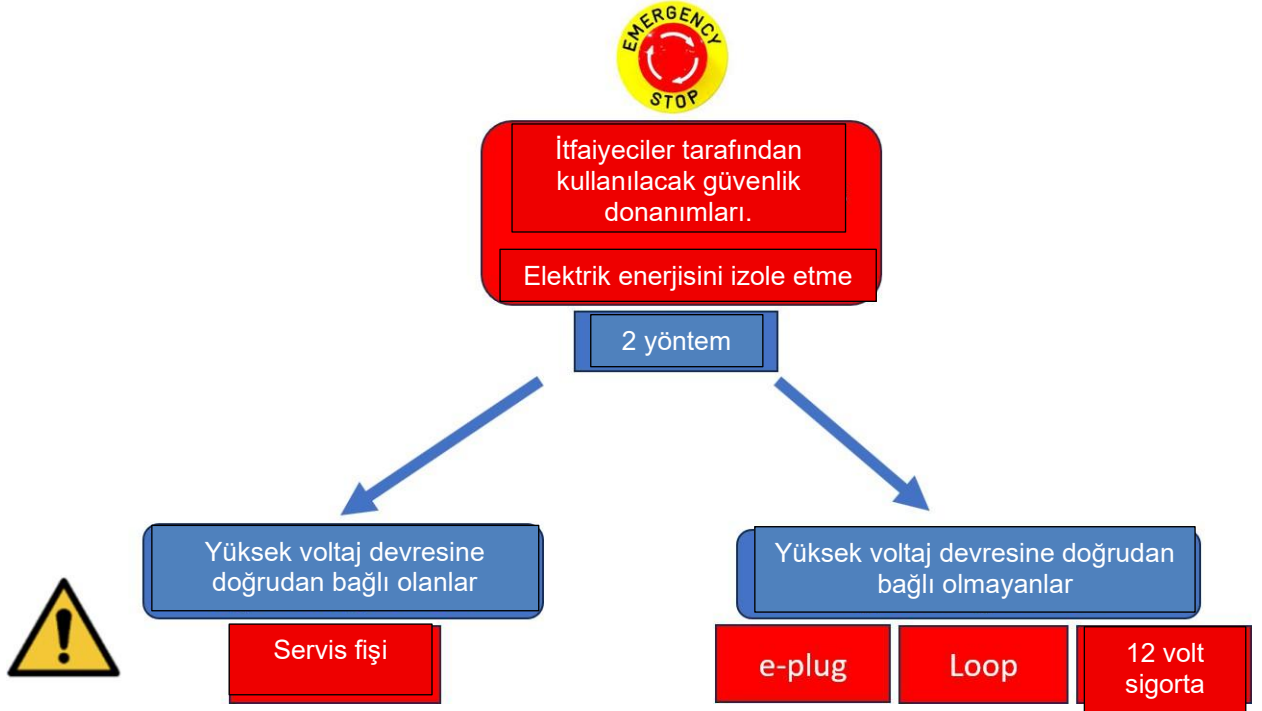
- Acil durum servisleri için güvenlik donanımları

Elektrikli araçlar, kurtarma operasyonları sırasında acil durum servislerinin kullanabileceği güvenlik sistemlerine sahiptir.

Bu güvenlik sistemleri, yüksek voltajlı (HV) bataryadan elektrik enerjisini izole etmek için özel olarak tasarlanmıştır, böylece elektriksel tehlikeleri ortadan kaldırır ve acil durum müdahalelerinin güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar.

Bu donanımların yeri ve çalışması ile ilgili bilgiler, ISO 17840 standardına uygun olarak araç üreticileri tarafından kurtarma belgelerinde verilmektedir. Bu operasyonel belgeler, acil durum servislerine bilgi ve talimatlar sağlamaktadır.

Güvenlik donanımları iki ana kategoriye ayrılabilir:



Bu donanımlar elektrikli araçlarda farklı yerlerde bulunabilir. Her araçta, üreticiye ve modele bağlı olarak bir ila üç adet bu tür donanım bulunabilir.

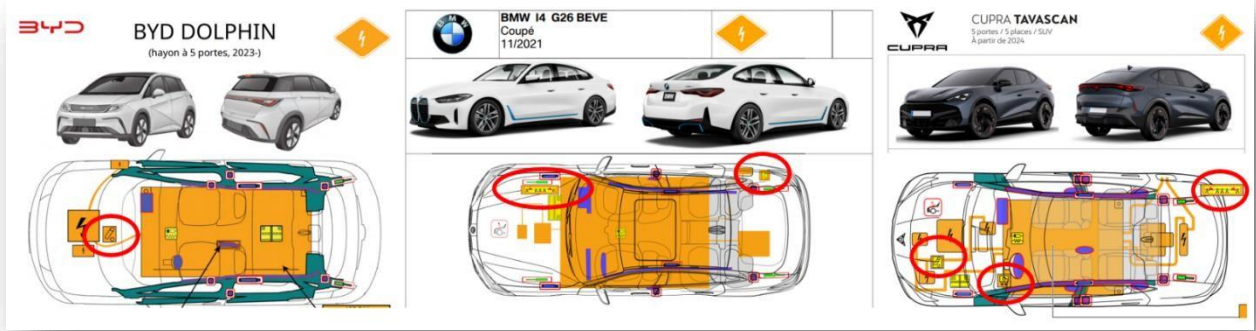
Bu donanımların yerleşimi araç tipine göre değişiklik gösterir. :

Arabalar: yolcu bölmesi, bagaj, ön (motor) bölmesi veya bazen dışarıda (örneğin, şasi altında)

Kamyonlar: yolcu bölmesi içerisinde ya da şasi üzerinde konumlandırılmış

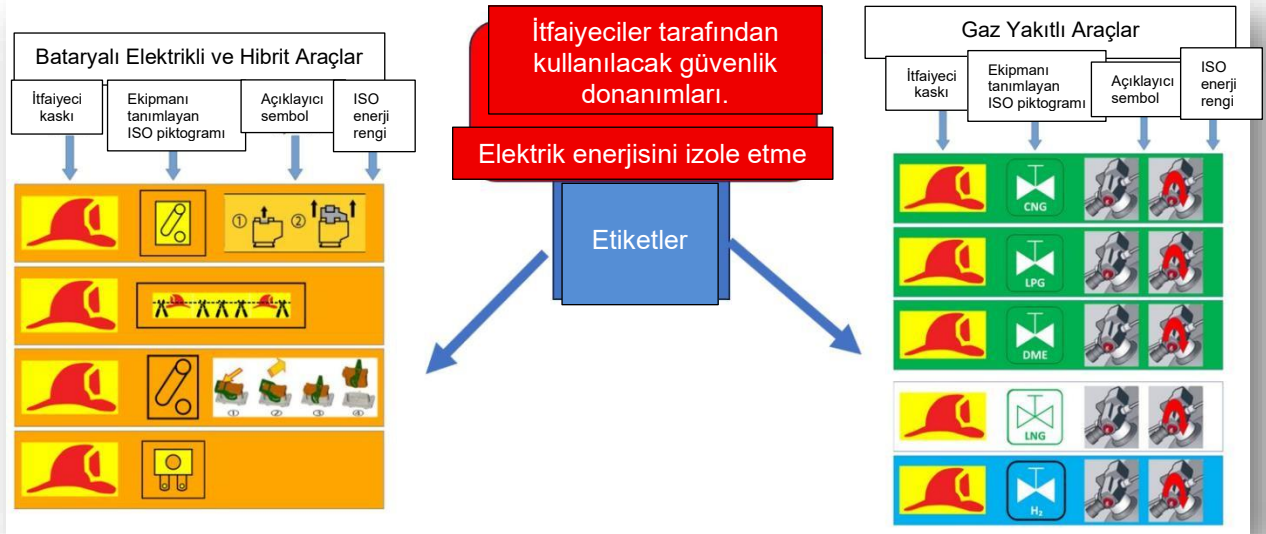
Otobüsler: sürücü koltuğunun yanında veya aracın arkasında

Tüm bu güvenlik donanımları, kurtarma klavuzlarında (ISO 17840 standardı) belirli bir sembolle tanımlanmıştır.



Tüm güvenlik donanımları, ISO 17840 standart sembolleri kullanılarak kurtarma klavuzlarında tanımlanmıştır ve genellikle araç üzerinde fiziksel olarak etiketlenmiştir.

Etiket formatı, markalar ve modeller arasında tekdüzelik sağlamak amacıyla Euro NCAP tarafından tanımlanmıştır.:



Etiketlin turuncu rengi, yüksek gerilim (HV) elektrik devresiyle ilişkili bir güvenlik donanımının karakteristik özelliğidir..

İtfaiyeci kaskı resminin bulunması, bu ekipmanın acil durumlarda kullanılması gerektiğini gösterir. Kask modelinin seçimi araç üreticisinin takdirine bırakılmıştır.

Başka bir olası örnek:



Bu güvenlik donanımını temsil eden ISO sembolü etikete eklenmiştir.

Son olarak, güvenlik ekipmanının nasıl kullanılacağını açıklayan şema, araç üreticisinin takdirine bırakılmıştır.

'Servis fişi', yüksek gerilim (HV) devresi üzerinde yer alan, genellikle HV bataryasına doğrudan bağlı olan bir emniyet elemanıdır.

Servis fişini çalıştırmak, HV devresini keserek sistemi müdahale için güvenli hale getirir. Önemli: Servis fişini kullanmak için yalıtımlı eldivenler ve yüz koruması dahil olmak üzere özel kişisel koruyucu ekipman gereklidir...

Bunlar genellikle araç bakımı için kullanılır.



İşlem öncesi ve sonrası:

Önce: HV devresi aktif (enerji mevcut) / Sonra: HV devresi kesilir (güvenli durum)

Farklı tasarımlarda olabilirler ve farklı şekillerde kullanılabilirler. :



MG 5



BYD Dolphin



MG HS



Opel Ampera



Polestar 2

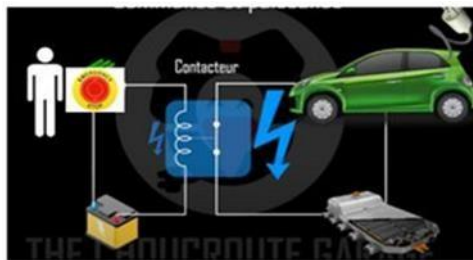
Kurtarma klavuzunda belirtilen servis fişi standart sembolü (ISO 17840):
Turuncu renk, yüksek gerilim devrelerindeki güvenlik cihazını gösterir..



Euro NCAP tarafından tanımlanan standartlaştırılmış
"Servis Fişi" tespit etiketi:



"E-plug", "loop" ve "12 volt sigortaları" güvenlik elemanları alçak gerilim (LV) devresi üzerinde bulunur. Bu elemanlar, yüksek gerilim (HV) devresindeki röleleri dolaylı olarak açmak için kullanılabilir ve böylece yüksek gerilimli bileşenlerin izole edilmesini sağlar. Servis fişinden farklı olarak, bu donanımları çalıştırmak için özel KKD gerekmez.



İşlem öncesi ve sonrası:

HV devresinin izolasyon öncesi ve sonrası durumunu gösterir

Üreticiye bağlı olarak tasarım ve çalışma açısından farklılık gösterebilirler.:

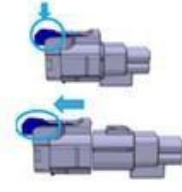
- « e-plug »



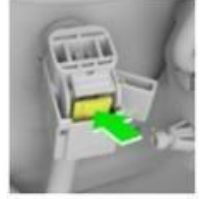
BMW i4



NIO EL 6



CHERY Tiggo



ORA funky cat

Kurtarma sayfasında (ISO 17840) belirtilen « E-plug » standart sembolü: Sarı renk, düşük voltaj devresindeki güvenlik donanımını gösterir.



Euro NCAP tarafından tanımlanan standartlaştırılmış « e-plug » kimlik etiketi:



- Loop



BYD SEAL



KIA EV3



MERCEDES CLA Coupé



JEEP Avenger

Kurtarma klavuzunda (ISO 17840) belirtilen « loop » standart sembolü:

Sarı renk, düşük voltaj devresindeki güvenlik donanımını gösterir.



Euro NCAP tarafından tanımlanan standartlaştırılmış «loop» tanımlama etiketi:



- 12 volt sigortaları



SKODA Kodiak

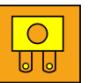


Ford Capri



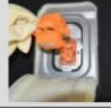
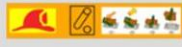
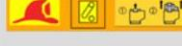
MAXUS Mifa 7

Kurtarma sayfasında (ISO 17840) belirtilen «12 volt sigorta» standart sembolü: Sarı renk, düşük voltaj devresindeki güvenlik donanımını gösterir.



Euro NCAP tarafından tanımlanan standart « 12 volt sigorta » tanımlama etiketi:



Enerji İzole Edici Güvenlik Düzenekleri Özet Tablosu				
Tür	Örnekler	ISO Sembolü	Euro NCAP Etiketi	KKD Gereklinimi
Servis Fişi				
e-plug				
Loop				
12 volt sigorta				

- Araç üreticilerinin talimatları

Araç üreticileri, elektrikli araçlarda elektrik enerjisinin izolasyonu için özel talimatlar vermektedir.

Bu talimatlar, kurtarma sayfalarının 3. bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır (ISO 17840 standardında tanımlandığı şekilde).:

3. Doğrudan tehlikeleri devre dışı bırakın/ güvenlik kuralları

Üreticilerin talimatları genellikle aşağıdaki unsurları içerir:

- Düşük voltajlı (LV) aküye erişim ve bağlantısını kesme prosedürü (genellikle otomobiller için 12 volt ve ağır araçlar ve otobüsler için 24 volt)
- Yüksek gerilim (HV) sistemini devre dışı bırakmak için kullanılan güvenlik donanımına erişim ve çalıştırma prosedürü, gerekli önlemlerin ayrıntıları dahil.

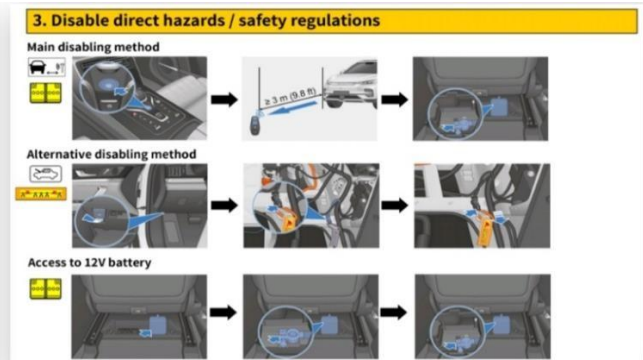
Son durumda, farklı prosedürler önerilebilir:

- Birincil prosedür (öncelikli) – tercih edilen ve en güvenli yöntem
- Alternatif 1 – birincil prosedür uygulanamıyorsa ikincil seçenek
- Alternatif 2 – ilave yedekleme yöntemi

Her prosedürde farklı türde güvenlik ekipmanları (e-plug, loop, 12V sigorta veya diğer HV izolasyon donanımları) kullanılabilir.



BMW



BYD

Bazı araç üreticilerinin talimatlarında şunların belirtildiği unutulmamalıdır:

- Airbaglerin açılması, aracın yüksek voltaj devresinin otomatik olarak devre dışı kaldığını doğrulamak için gerekli ve yeterli bir göstergedir.
- veya
- motorun kapatılması, aracın yüksek voltaj devresini otomatik olarak devre dışı bırakmak için gerekli ve yeterli bir işlemdir..

Güvenli ve etkili bir müdahale için araç üreticisinin talimatlarını göz önünde bulundurmak çok önemlidir.

Kaza yapmış bir araçta kurtarma işlemine başlamadan önce, itfaiyeciler şunları yapmalıdır:

- Araç modelini ve tipini belirleyin
- İlgili kurtarma sayfasını bulun ve inceleyin.

Bu adım, operasyon sırasında doğru izolasyon prosedürlerinin ve güvenlik önlemlerinin uygulanmasını sağlamak için kritik bir ön koşuldur.

Ancak, son zamanlarda hazırlanan kurtarma klavuzlarında bu tür ayrıntılı bilgiler bulunsa da, eski kurtarma klavuzlarında hepsinde bu bilgilerin yer almadığına dikkat edilmelidir..

- Enerji kaynaklı 'araç sabitleme ve güvenliğe alma' aşaması entegrasyonu

Kurtarma operasyonu sırasında elektriksel risklerin doğru şekilde yönetilebilmesi için, araç üzerindeki enerji sistemlerinin kontrolüne odaklanan özel bir 'araç emniyete alma' aşamasının, genel kurtarma prosedürüne entegre edilmesi gerekmektedir.

Kurtarma operasyonuna genel yaklaşım, her biri belirli bir operasyonel hedefi ele alan bir dizi yapılandırılmış aşama olarak tanımlanabilir.

Bu sıralamada, aracı sabitleme aşaması elektriksel tehlikeleri yönetmek ve müdahale ekibinin güvenliğini sağlamak için önemli bir adımdır.

Bu genel yaklaşım şu şekilde tanımlanabilir:



Araç sabitleme aşamasının amacı, itfaiyecilerin herhangi bir standart kurtarma operasyonunda olduğu gibi güvenli ve verimli bir şekilde müdahale etmelerini sağlamaktır.

Elektrikli veya hibrit araçlar için bu aşama özellikle şunları içerir:

- Aracı hareketsiz hale getirmek
- Araçtaki enerji kaynağını (bu durumda elektrik sistemi) izole etmek.

Araç sabitleme aşaması her zaman bu temel kurala uymalıdır:



Enerji kaynağını, araç tipini (marka, model, yıl) ve ilgili kurtarma sayfasını belirleyin.

HV elektrik sisteminin enerji kaynağını (batarya) ve vektörlerini (turuncu HV kabloları) (görsel olarak) inceleyin. Görünür herhangi bir hasar olup olmadığını kontrol edin (hasarlı kablolar, deforme olmuş batarya muhafazaları vb.). Gerekirse, gerekli önlemleri alın (örneğin, kazara teması önlemek için hasarlı alanları işaretleyin veya sinyal verin).

Turuncu kablolar ve bataryaya (ve genellikle sarı üçgen ile işaretlenmiş turuncu kablolarla bağlı bileşenlere) dokunmak yasaktır. İnceleme sırasında tespit edilen her türlü hasarı bildirin.

Aracı durdurarak (aracın motorunun kapalı olduğundan emin olun), araç frenlerini (mekanik veya elektrikli) kullanarak, aracı park konumuna getirerek ve tekerlekleri takozlayarak (mümkünse) aracı sabitleyin. Gerekirse veya şüpheniz varsa, ayrıntılı talimatlar için Kurtarma Sayfasının 2. Bölümü - Sabitleme bölümüne bakın.

Yüksek gerilim (HV) sistemini, kurtarma sayfasının 3. Bölümünde - Enerji İzolasyonu'nda açıklanan prosedürü kullanarak ve gerekirse itfaiyecilerin kullanabileceği güvenlik cihazlarını (fişler, loop, 12V sigortalar vb.) kullanarak izole edin.



	Bu son işlemten önce, gelecekteki kurtarma operasyonlarını kolaylaştırmak adına ihtiyaç duyulabilecek elektrikli ekipmanlar (elektrikli kapı kolları, camlar, bagaj kapakları, koltuklar vb.) önceden ayarlandıktan sonra; düşük voltaj (LV) sisteminin (12 V veya 24 V) kapatılması, bir 'refleks eylem' olarak derhal gerçekleştirilmelidir.
	HV izolasyon prosedürü yalnızca kurtarma tekniklerinin uygulanması gerektiğinde (örneğin, hidrolik aletler kullanılarak kesme, ayırma veya kaldırma), kurtarma ekiplerinin açık ve acil bir tehlike altında olduğu durumlarda (örneğin, turuncu HV kablolarında gözle görülür hasar) veya belirli durumlarda (örneğin, kazazedenin aracın altında sıkışmış olması) uygulanmalıdır.
	Bazı kurtarma sayfalarında, çarpışma durumunda HV aküsünün otomatik olarak devre dışı kaldığı belirtilmektedir. Bu durumda, itfaiyecilerin güvenlik cihazlarını (loop, e-plug vb.) manuel olarak kullanma gerekliliği kurtarma sayfasında açıkça belirtilmelidir. Otomatik devre dışı bırakma talimatlarının yeterli olduğu durumlarda, HV devre dışı bırakılmasının görsel olarak teyit edilmesi (örneğin, airbaglerin açılması veya gösterge panelinde uyarı ışığının yanması) gerekecektir.
	<i>Şiddetli bir çarpışma sonrası elektrikli araçtan ayrılan bir batarya ünitesinin (örneğin yola savrulan hücreler veya modüller), her zaman potansiyel bir elektrik tehlikesi arz ettiği kabul edilmelidir.</i>

- **Acil durum hizmetleri için perspektifler**

- o *Acil durum çağrıları:* Optimize Edilmiş Operasyonel Bilgiye Doğru

Mevcut acil çağrı mevzuatı, 2018 yılında uygulamaya alınan eCall 112 sistemi aracılığıyla, araç ve kazaya ilişkin temel verilerin acil durum hizmetlerine otomatik ve dijital olarak iletilmesini zorunlu kılmaktadır.

İletilmesi zorunlu veriler arasında aracın VIN numarası (Araç Kimlik Numarası) ve aracın enerji türü (örneğin elektrikli, hibrit, hidrojenli, içten yanmalı) yer almaktadır. Bu veri unsurları, birincil tanımlayıcı bilgiler niteliğini taşımaktadır.

Aracın enerji türüne ilişkin bilgiler, bir trafik kazası veya araç yangını durumunda kritik bir unsur olmakla birlikte, aracın tam olarak tanımlanması için yeterli değildir.

Doğru tanımlama, ilgili araç modeline karşılık gelen uygun kurtarma kılavuzunun bulunabilmesi için zorunludur.

Buna karşılık, Araç Kimlik Numarası (VIN) aracı Araç Kayıt Sistemi (SIV) üzerinden aracın kesin olarak tanımlanmasını mümkün kılar (Fransa'da acil servisler 2022'den beri SIV'ye erişebilmektedir).

Bu bağlamda, Euro NCAP, 2030 Yol Haritasına, EuroRescue uygulaması aracılığıyla VIN ve/veya araç kayıt numarasını kullanarak kurtarma sayfası tanımlamasını mümkün kılma öncelikli hedefini dahil etmiştir.

Ayrıca, Euro NCAP en son değerlendirme protokollerinde, eCall 112 sistemi aracılığıyla ek verilerin iletilmesini teşvik etmeye karar vermiştir.

Bu ek bilgiler şunları içerir:

- ***potansiyel kazazedelerin sayısı;***
- ***çarpma yönü (önden, yandan veya arkadan çarpma);***
- ***delta V (çarpma anındaki yavaşlama).***



Gelecekteki hedef, kazanın ciddiyetini tanımlayan bir ciddiyet düzeyinin elde edilebilmesi ve bu sayede, acil çağrının acil çağrı merkezinde alınmasının ardından, olay yerine sevk edilecek acil müdahale kaynaklarının acil durum hizmetleri tarafından optimize edilebilmesidir.

- *Kurtarma kılavuzları: belgeleri daha kullanıcı dostu hale getirmek*

Kurtarma kılavuzları, ekipler tarafından müdahaleler sırasında kullanılmak üzere tasarlanmış operasyonel araçlardır. Bu nedenle, açık, kesin ve net olmalıdırlar.

ISO 17840 tarafından sağlanan çerçeveye rağmen, kurtarma kılavuzları hala çok farklı formatlarda üretilmektedir ve bazıları acil yardım personeli tarafından sahada yorumlanması ve uygulanması zor olmaya devam etmektedir.

Bu sorunu çözmek için Euro NCAP, kurtarma sayfalarının olabildiğince basit ve anlaşılır olmasını sağlamak amacıyla bir dizi kural ve değerlendirme kriteri getirmiştir. Puanlama, yalnızca CTIF'in (Uluslararası İtfaiye ve Kurtarma Hizmetleri Birliği) tavsiyeleri doğrultusunda düzenli olarak güncellenen Euro NCAP Teknik Bülteni TB 030 ile tam uyum içinde hazırlanmış araç kurtarma kılavuzları için yapılmaktadır.



Bu öneriler, her durumda müdahale ekiplerini desteklemek için basitlik, bilginin netliği ve operasyonel verimliliği vurgulamaktadır.

- *Tehlike izolasyonu: enerji izolasyon prosedürlerinin basitleştirilmesi*

CTIF, çeşitli elektrikli araç modellerinde kullanılan 70'in üzerinde farklı enerji izolasyon protokolü belirlemiştir.

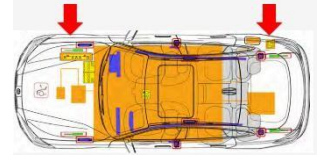
Bu farklılıklar, çeşitli devre dışı bırakma ekipmanları, farklı ekipman konumları, farklı prosedürler ve farklı KKD gereksinimlerini içerir ve bunların tümü ilk müdahale ekiplerinin görevini karmaşık ve zaman alıcı hale getirir.

Bu sorunu çözmek için Euro NCAP, CTIF önerileri* temelinde, basitleştirilmiş ve standartlaştırılmış enerji izolasyon prosedürlerini teşvik etmek amacıyla aşağıdaki ilkeleri getirmiştir:

- **Tüm olası operasyonel senaryoları kapsayan basit ve güvenli protokolleri teşvik edin.**
- **Enerjinin otomatik olarak devre dışı bırakılması (deaktivasyonu) önemle tavsiye edilir.**
- **Otomatik deaktivasyon (devre dışı kalma) durumunda, enerjinin kesildiğini doğrulayan durum göstergesi müdahale ekipleri tarafından açıkça görülebilir olmalıdır (örneğin; açılmış hava yastıkları, gösterge paneli uyarı ışıkları vb.). Bu bilgi, aynı zamanda kurtarma formunun 3. bölümünde de yer almalıdır.**



- **manuel devre dışı bırakma gerekliyse (otomatik devre dışı bırakma mümkün olmadığında veya belirli operasyonel durumlarda), bu işlem aracın en az iki farklı bölgesinden yapılabilmelidir.**
- **Enerji izolasyon cihazlarının çalıştırılması,**
- **standart itfaiyeci KKD'si ötesinde özel KKD gerektirmemelidir.**
- **Kurtarma kılavuzu (Bölüm 3), yüksek gerilim devreleri, 60V sistemler, 12V devreler ve patlayıcı cihazlar dahil olmak üzere devre dışı bırakılmış tüm riskleri açıkça belirtmelidir.**

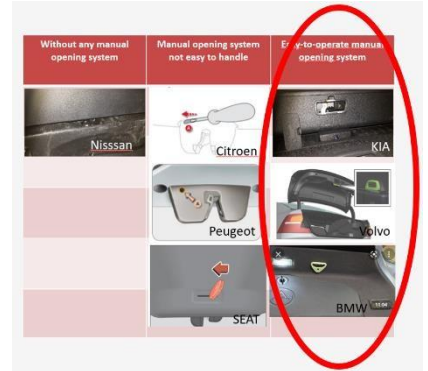


- o *Bagaj kapağı ve bagaj: kaza sonrası durumda daha kolay erişim*

Bagaj kapağı veya bagaj, itfaiyeciler için genellikle kritik bir erişim noktası görevi görür — sıkışmış kazazedelere ulaşmak, kurtarma işlemleri yapmak veya önemli güvenlik ekipmanlarına (e-plug veya izolasyon döngüsü gibi) erişmek için. Ancak kaza sonrası koşullar, özellikle yalnızca elektrikli açma sistemlerine sahip araçlarda, bu bileşenlerin açılmasını zorlaştırabilmektedir.

Kurtarma operasyonlarında hızlı erişim çok önemli olduğundan, Euro NCAP çarpışma durumunda hızlı ve kolay bir şekilde bagaj kapağının veya bagajın açılmasını sağlayan araç tasarımlarını teşvik etmeyi tercih etmiştir.

Bu, kazadan sonra da çalışmaya devam eden güvenli elektrikli açma sistemleri veya itfaiyecilerin aracın içinden bagaj kapağını veya bagajı açabilmelerini sağlayan manuel iç açma mekanizmaları ile sağlanabilir.

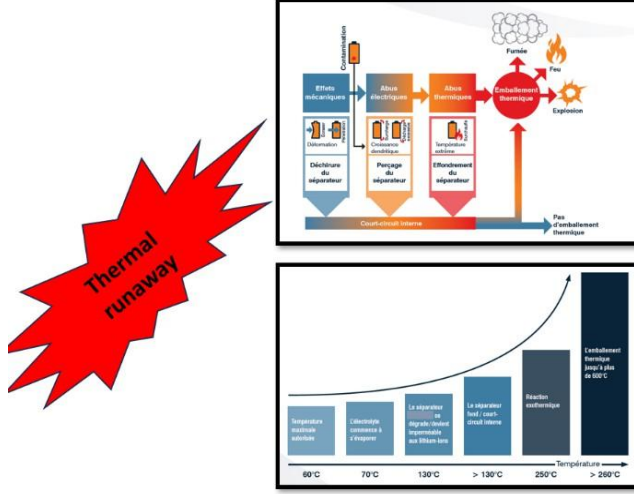


* TB030 d'Euro NCAP : <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/supporting-information/technical-bulletins/>

* CTIF makalesi : <https://ctif.org/news/disabling-direct-hazards-vehicle-crash-what-does-it-mean-emergency-responders>

ARAÇ YANGINLARI : BATARYA TERMAL KAÇAKLARINI DİKKATE ALMAK

- Termal kaçak hakkında önemli bilgiler



Nedenler ve Kökenleri

Dış ısı kaynağı, iç kısa devre (darbe, kusur veya çarpışma sonrası delinme), aşırı şarj veya sıvıya temas (daldırma)

Dış Belirtiler

Alevler (parlamalar), duman ve sesler

Yangını Okuma

Yoğun duman emisyonu ile birlikte, alev almış (veya almadı) bir gaz kaçağına benzer bir görünüm.

Bilinmesi Gereken Kritik Hücre Sıcaklığı

Kullanılan teknolojiye bağlı olarak 130°C ile 180°C arası.

Bu tür olaylar için belirlenen riskler şunlardır:



- Parlamalar (yanmalar ve yangının yayılması).
- Erimiş metal sıçraması olasılığı (silindirik hücreler söz konusu olduğunda hücrelerin kendisi de fırlayabilir).
- Termal kaçığın kinetiği (gerçekleşme hızı) oldukça yüksektir.



Yoğun ve toksik duman yayılımı (CO, HF)



- Kapalı alanlarda yanıcı gazların patlaması (H₂, CH₄...) (garaj, araç içi)



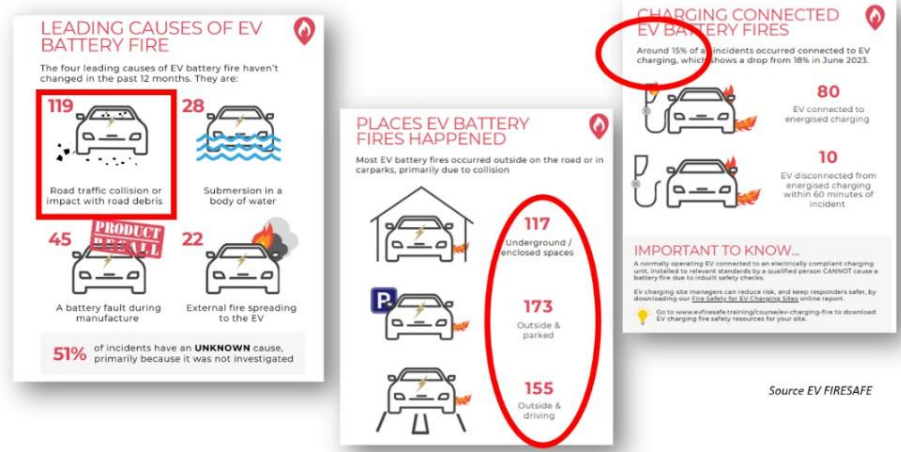
Alüminyumdan imal edilmiş olması durumunda, erimiş metal sıçramalarının genellikle batarya muhafazasından kaynaklandığı dikkate alınmalıdır.

Dışarı fırlayan hücre parçaları veya kıvılcımların oluşturduğu "mermi etkisi", çoğunlukla silindirik hücrelerle ilişkilidir; bu hücreler scooter ve elektrikli bisikletler gibi hafif elektrikli araçlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Termal kaçak sürecinin gelişim hızı son derece değişkendir ve tetikleyici neden (harici ısı kaynağı, iç kısa devre, aşırı şarj vb.), bataryanın tasarımı ve mimarisi, hücre kimyası ile şarj durumu dâhil olmak üzere birçok faktöre bağlıdır. Bu nedenle süreç, alevlerin ortaya çıkmasına kadar birkaç dakikanın geçtiği oldukça yavaş bir şekilde ilerleyebileceği gibi, yalnızca birkaç saniye içinde gelişen son derece hızlı bir seyir de gösterebilir.

Termal kaçak sırasında oluşan duman sadece yoğun olmakla kalmaz, aynı zamanda zehirli ve yanıcıdır, bu da acil durum ekipleri için, özellikle kapalı alanlarda yapılan müdahaleler sırasında önemli zorluklar yaratır.

Olay verilerinin analizi, termal kaçak oluşumunun meydana geldiği koşullarla ilgili birkaç önemli eğilimi ortaya koymaktadır:



- Termal kaçak olaylarının büyük bir kısmı, suya daldırma, üretim hataları veya harici ısı kaynağına maruz kalma gibi diğer belirlenen nedenlere kıyasla, trafik kazası ardından meydana gelmektedir.
- Kapalı alanlarda önemli sayıda termal kaçak vakası meydana gelmektedir.
- Termal kaçak olaylarının yaklaşık %15'inin, yangının başladığı sırada şarj edilmekte olan araçları içerdiği tahmin edilmektedir.
- **Termal kaçakların operasyonel yönleri**

Kapsamlı laboratuvar testleri, gerçek ortam denemeleri ve dünya çapındaki itfaiyecilerin saha deneyimleri, batarya termal kaçakları konusunda önemli bir bilgi birikimi sağlamıştır.

Biriken bu veriler, acil durum servislerinin müdahale stratejilerini yönlendirmek için temel operasyonel unsurların belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Unutulmaması gereken ana noktalar, termal kaçak gelişimi ve davranışının belirli yönleri, söndürme stratejileri ve acil durum müdahale ekiplerinin dikkate alması gereken riskler ve güvenlik hususları ile ilgilidir:

- termal kaçak gelişimi:

- Yukarıda görüldüğü gibi, termal kaçak gelişim hızı büyük ölçüde değişebilir. Bazı durumlarda alevler ve duman neredeyse anında ortaya çıkar, bazılarında ise duman emisyonu tutuşmadan birkaç dakika önce başlar.

Alevlerin öngörülemez şekilde ortaya çıkması; çıkış noktasına ilişkin belirsizlik ve ani alevlenme potansiyeliyle birleştiğinde, araç yakınında görev yapan müdahale personeli için ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle, aracın hemen yakın çevresinde çalışan tüm personelin termal risklere karşı korunması gerekmektedir. Ayrıca, itfaiyeciler araçtan kurtarma operasyonları sırasında termal kaçağın olası başlangıcını öngörmeli ve buna hazırlıklı olmalıdır.



- Herhangi bir söndürme veya soğutma müdahalesi olmaksızın (yani serbest yanma koşullarında) meydana gelen bir batarya termal kaçak olayının ortalama süresi yaklaşık 30 dakikadır ve nadiren bir saati aşar. Bu parametre, özellikle ofansif müdahalenin sürdürülüp sürdürülmeyeceğine ya da batarya ile doğrudan temas içeren bir söndürme tekniğinin (örneğin bataryanın delinmesi) uygulanıp uygulanmayacağına karar verilmesi aşamasında, operasyonel açıdan kritik öneme sahiptir.).

Karar her zaman riskler ile operasyonel faydaların dikkatli bir şekilde değerlendirilmesine dayalı olmalıdır.

- Görünür alevlerin bulunmadığı (yalnızca duman çıkışı ile karakterize edilen) bir termal kaçak durumu, kapalı veya sınırlı bir ortamda önemli bir patlama riski oluşturur.

Bu aşamada, etkilenen batarya başta

metan (CH_4) ve hidrojen (H_2) olmak üzere yanıcı gazlar salmaktadır.

Bu gazlar kapalı bir alanda (örneğin bir garaj, yer altı otoparkı veya araç iç hacmi) biriktiğinde, potansiyel olarak patlayıcı bir atmosfer oluşabilir. Bu tür durumlarda ve özellikle bir tutuşturucu kaynağın bulunmadığı hallerde, operasyonel koşullar, henüz tutuşmamış yanıcı gaz sızıntısı ile karşılaştırılabilir niteliktedir.



- Termal kaçakla ilgili bir batarya, ilk olaydan birkaç saat veya hatta birkaç gün sonra yeniden alev alabilir. Bu nedenle, müdahalenin sona erdiğini bildirmeden önce, sıcak noktaların bulunmadığını doğrulamak çok önemlidir. Mümkün olduğunda, bu işlem, batarya modülleri içinde kalan ısıyı hassas bir şekilde tespit etmeyi sağlayan bir termal kamera kullanılarak yapılmalıdır. Ayrıca, karbon monoksit (CO) dedektörlerinin kullanımı da düşünülebilir.

Ayrıca, kolluk kuvvetlerine ve araç kaldırma/nakil veya çekme hizmetlerine, kazaya karışan aracın türü (elektrikli, hibrit veya hidrojen) ve kaza bağlamı (yeniden alevlenme riski olan termal kaçak) hakkında bilgi vermek de çok önemlidir.

- Bataryaların yeniden tutuşmaları nispeten yaygındır ve belgelenmiş vakaların yaklaşık %13'ünde görülür (kaynak: EV Firesafe).
- Yeniden tutuşma en sık, araç kaldırma/nakil veya kaza sonrası çekme işlemleri sırasında olduğu gibi, araç veya batarya hareket ettirildikten sonra meydana gelir. Bu fenomen genellikle hasarlı hücreler ile komşu hücreler arasında veya hücreler ile araç yapısı içindeki metalik bileşenler arasında (önceki bir termal kaçak veya kazadan kaynaklı mekanik bir çarpışmanın ardından) elektriksel temas veya hücreler ile su teması (örneğin, yangın söndürme sırasında su kullanımı sonrasında su sızıntısı nedeniyle) nedeniyle meydana gelir. Bu durumlarda, hücreler arası temas veya hücreler ile su arasındaki etkileşim kısa devreye neden olarak yeniden ısınmaya ve potansiyel olarak yeni bir termal kaçak olayına yol açabilir.

- **Söndürme ve soğutma**

- Mevcut tüm testler ve operasyonel geri bildirimler, batarya termal kaçağı durumlarında suyun söndürme maddesi olarak etkinliğini tutarlı biçimde ortaya koymaktadır. Su, termal yayılımın önlenmesinde de son derece etkilidir (soğutma etkisi sayesinde); bu sayede bitişik batarya modülleri arasında veya yakın çevredeki araçlar arasında domino etkisinin sınırlandırılmasına yardımcı olur.

- Ancak su, mükemmel bir söndürme maddesi olmasına rağmen, batarya muhafazasının içine doğrudan ulaştırılması son derece zordur (hatta çoğu durumda imkânsızdır).

Bunun nedeni, yüksek voltajlı batarya muhafazalarının çoğunun kompakt, sızdırmaz ve güçlendirilmiş bir tasarıma sahip olmasıdır. Bu muhafazalar genellikle su geçirmezdir, araç şasisiyle yapısal olarak entegredir ve acil durum müdahale ekipleri için erişimi zordur (örneğin, elektrikli otomobillerde zemin altına yerleştirilmiş bataryalar veya elektrikli otobüslerde tavan üzerine monte edilmiş batarya üniteleri)

- Yangın söndürme sırasında, itfaiyeciler söndürme suyunun batarya ünitesi içine daha iyi nüfuz edebilmesi için, batarya ünitesi üzerindeki eriyebilir veya zayıflamış bölümlerden yararlanmalıdır.

Olası erişim noktaları; kablo çıkışları, ısının etkisiyle oluşan açıklıklar veya deformasyonlar ile özellikle muhafazanın alüminyumdan imal edildiği durumlarda (erime noktası yaklaşık 660 °C) kasada meydana gelen hasarlardır.

Çelik muhafazalar söz konusu olduğunda ise, ısıya maruziyet sonucu oluşan termal deformasyonlar, suyun veya soğutma ajanlarının etkilenen hücrelere daha yakın bir noktaya yönlendirilmesi için kullanılabilecek açıklıklar oluşturabilir.

Aynı prensip, elektrikli scooterlar ve e-bisikletler gibi hafif elektrikli araçlar için de geçerlidir; bu araçlarda batarya muhafazaları çoğunlukla plastikten yapıldığından daha kolay erir ve söndürme veya soğutma çalışmaları sırasında hücrelere daha hızlı erişim sağlar.

- Bugüne kadar gerçekleştirilen tüm testler, bir batarya yangınının söndürme aşamasında hortumla çalışan itfaiyeciler açısından herhangi bir elektriksel tehlike bulunmadığını göstermektedir. Ancak hurda kaldırma ve soğutma aşamasında durum farklıdır.

Bu aşamada, yangın görünürde sönmüş olsa da, elektriksel bileşenlerle herhangi bir temastan kesinlikle kaçınılmalıdır, çünkü artık olan elektrik enerjisi hala mevcut olabilir.

- Batarya termal kaçak sırasında açığa çıkan duman; yoğun, toksik ve yanıcı özellikte olup görüş mesafesini ciddi şekilde azaltır ve kapalı alanlara erişimi zorlaştırır. Bu özellikler, yangınla mücadele ve kurtarma operasyonlarını acil müdahale ekipleri için özellikle zor ve tehlikeli hâle getirir.

- **Müdahale Ekipleri İçin Riskler**

- Termal kaçak sırasında üretilen dumanın toksisitesi nedeniyle (özellikle hidrojen florür (HF) ve karbon monoksit (CO) varlığı), müdahale ekiplerine toksik maruziyete karşı gelişmiş koruma (solunum koruması dahil uygun KKD) sağlanmalıdır.
- Termal kaçak sırasında açığa çıkan dumanın yanıcı özellikte olması (özellikle hidrojen [H₂] ve metan [CH₄] varlığı nedeniyle) sebebiyle, personel için patlama risklerine karşı artırılmış koruma sağlanmalıdır. Bu husus, özellikle araçların çevresinde, kapalı alanlarda veya termal battaniyelerin kullanıldığı durumlarda büyük önem taşımaktadır.
- Termal kaçak sırasında yeniden alevlenmeler ve erimiş metal sıçramaları olasılığı nedeniyle, müdahale ekipleri, özellikle araçla doğrudan temas halinde çalışanlar için termal risklere karşı gelişmiş koruma gereklidir.
- Termal kaçak sırasında silindirik hücrelerin fırlaması olasılığı nedeniyle (bu durum elektrikli araçlarda nadir görülse de / elektrikli bisikletler/scooterlarda yaygın olarak görülür), müdahale ekiplerinin mekanik risklere karşı daha fazla korunması gerekir.

- ***Acil Durum Hizmetleri İçin Mevcut Güvenlik Ekipmanları***

Araç üreticileri, acil durum müdahale ekipleri için elektriksiz risklerin yönetimine yönelik olarak izolasyon döngüleri, 12 volt sigortalar ve e-plug gibi elektriksiz izolasyon donanımları sağlamış olsa da, batarya termal kaçağı konusu için henüz aynı düzeyde bir yaklaşım geliştirilmemiştir.

Bununla birlikte, bazı elektrikli araçlar artık batarya muhafazası içine entegre edilmiş bir "itfaiyeci erişim (fireman access)" sistemiyle donatılmaktadır; bu sistem, acil durum servislerinin soğutma ve söndürme çalışmalarını desteklemek amacıyla bataryanın içine doğrudan su enjekte edebilmesine olanak tanımaktadır.



- Araç Üreticilerinin Talimatları

Otomobil üreticilerinin elektrikli araçlardaki yangın tehlikelerine ilişkin talimatları, kurtarma klavuzlarının 6. bölümünde yer almaktadır.

6. YANGIN DURUMUNDA

Bu talimatlar nadiren spesifik operasyonel öneriler içermekte olup, genellikle bataryanın yeniden tutuşma riski ile potansiyel sıcak noktaların izlenmesi amacıyla termal kamera kullanımına ilişkin genel tavsiyelere odaklanmaktadır.



- Dünya Geneline Geliştirilen Temel Teknikler

Batarya termal kaçağının özelliklerine ilişkin yukarıda sıralanan bilgiler doğrultusunda, dünya geneline birçok itfaiye ve kurtarma teşkilatı ile özel şirket, farklı yaklaşımlara dayanan çeşitli teknikler geliştirmiştir.

Üç ana yaklaşımı ele alacağız:

- Aracın Suyu Daldırılması,
- Batarya Muhafazasının Delinerek Su ile Söndürülmesi
- termal battaniyelerin kullanımı,

her birine ilişkin kısıtlamalar, sınırlamalar ve operasyonel kısıtları ortaya koyarak.

Bu tekniklerin sunulması, hiçbir koşulda bunların uygunluğunun veya etkinliğinin doğrulandığı anlamına gelmemektedir.

▪ Aracın Suyu Daldırılması:

Suya daldırma, termal kaçaqları kontrol altına almak için en etkili tekniklerden biridir.

Bu yaklaşım, izole bataryalar için kolaylıkla uygulanabilse de, araçlara entegre edilmiş batarya üniteleri söz konusu olduğunda uygulanması çok daha karmaşık hâle gelmektedir. Bununla birlikte, bazı itfaiye ve kurtarma teşkilatları bu prensibi elektrikli otomobillerde kullanılmak üzere benimsemiştir.

Bu amaçla, sahada ihtiyaç doğrultusunda doğaçlama olarak oluşturulan, önceden operasyonel kaynaklar kapsamında hazırlanmış veya dış kuruluşlarla yapılan iş birlikleri aracılığıyla temin edilen (örneğin karantina ya da daldırma konteynerleriyle donatılmış çekici firmaları) daldırma ekipmanları kullanılmaktadır.



Suya daldırma teknikleri hakkında notlar:

- Daldırma işlemleri, bir daldırma konteynerine ek olarak kaldırma veya çekme ekipmanları gibi ilave donanımlar gerektirmektedir. Bu nedenle tek bir aracın daldırılması; dikkatli planlama, etkin koordinasyon ve yeterli kaynak gerektiren karmaşık bir operasyondur.
- Kurtarma personelinin araçla doğrudan temas etmesini gerektiren her türlü daldırma operasyonu, yalnızca alev bulunmayan durumlarda gerçekleştirilmelidir. Bu operasyonel kısıt, müdahalenin belirli safhalara göre dikkatle zamanlanmasını zorunlu kılmaktadır.

Herhangi bir daldırma tekniği kullanılırken, aşağıdaki çalışma koşullarından biri karşılanmalıdır:

- *Müdahale, termal kaçak döngüsünün alevsiz evresinde; genellikle düşük kinetikli bir termal kaçığın erken aşamasında gerçekleşir.*
- *Geleneksel söndürme yöntemleri (örneğin yangın hortumları) kullanılarak yapılan bir hafifletme/azaltma müdahalesi, termal kaçak etkilerini azaltmak veya ortadan kaldırmak amacıyla gerçekleştirilir.*
- *Müdahale, termal kaçak döngüsünün bitiminden sonra, termal aktivite önemli ölçüde azaldığında veya tamamen durduğunda gerçekleştirilir.*

Ekiplerin müdahale süreleri göz önüne alındığında, ilk senaryo (görünür alevler olmadan termal kaçak başlangıcında müdahale) gerçek koşullarda pek olası değildir.

- *Bir aracın daldırma konteyneri içindeki operasyon sonrası yönetimi; taşıma lojistiği, depolama/park alanı seçimi süreçleri dâhil olmak üzere önemli zorluklar barındırabilmektedir.*
- *Daldırma konteynerinde kullanılan suyun yönetimi de; uzman bir firma tarafından arıtma gerekliliği, bertaraf lojistiği ve buna bağlı maliyetler dâhil olmak üzere çeşitli zorluklar doğurabilmektedir.*
- *Araç daldırma tekniklerinin kullanımı, genellikle elektrikli scooterlar ve bisikletler gibi hafif elektrikli araçları ile binek otomobillerle sınırlıdır; kamyonlar, otobüsler ve ağır ticari araçlar gibi daha büyük araçlar için uygun değildir.*

- Bir bataryanın bir konteyner içinde suya daldırılmasının etkinliği, suyun batarya muhafazası içine nüfuz edebilme kapasitesine bağlıdır. Bataryanın mimarisi (tek modüllü veya çok modüllü olması) ve/veya hasar durumu (örneğin alüminyum muhafazanın sağlam ya da bozulmuş olması) ile deformasyon seviyesi (örneğin çelik muhafazanın sağlam veya deforme olmuş olması), bu etkinliği belirleyen temel faktörlerdir.

Bu elverişli koşullardan birinin veya birkaçının bulunmaması hâlinde, daldırma yöntemi düşük etkinlik gösterebilir ve işlemin tamamlanması birkaç gün, hatta birkaç hafta sürebilir.

- Termal kaçak sürecinde olan veya bu süreci geçirmiş araçların ya da bataryaların daldırılması, aracın konteynerden çıkarılmasının ardından yeniden tutuşmanın tamamen engelleneceğini garanti etmez.

Yeniden tutuşmalar, aracın yerinin değiştirilmesinin ardından (örneğin çekme veya araç kaldırma/nakil operasyonları sırasında) sıklıkla meydana gelmektedir. Bu tür hareketler, hasar görmüş hücrelerin birbirleriyle ve/veya muhafaza içinde kalan artık suyla temas etmesine neden olarak yeni iç kısa devrelerin oluşmasına yol açabilmektedir.

Sadece tüm hücrelerin tamamen daldırılması bu fenomeni etkili bir şekilde önleyebilir.

Ancak termal kaçak sonrasında batarya muhafazaları nadiren su geçirmezliğini korur; aşırı ısının (ve özellikle alt muhafazanın mekanik olarak delinmesinin) yol açtığı deformasyon veya hasar, muhafazanın bütünlüğünü bozarak tam daldırmayı pratik olmaktan çıkarır.

- Batarya Muhafazasının Delinerek Su ile Söndürülmesi:

Su, etkili bir söndürme ve soğutma maddesi olmasına rağmen, kapalı batarya ünitelerine sokulması zor olduğundan, hedeflenen su uygulamasını kolaylaştırmak için çeşitli batarya delme aletleri geliştirilmiştir.

Bazıları manuel olarak çalıştırılırken, bazıları batarya muhafazasının kontrollü şekilde delinmesine olanak tanıyan mekanize sistemler kullanılmaktadır.

Başlıcaları burada belirtilmiştir:



COBRA ColdCut

<https://www.coldcutsystems.com/handling-of-lithium-ion-fires/>



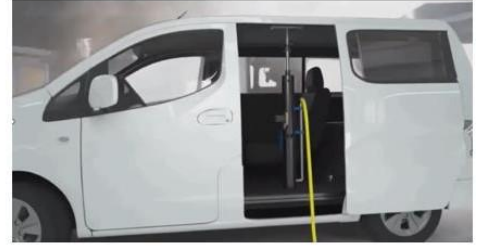
Murer

https://www.murer-feuerschutz.de/e-loeschlanze/index_en.php



Rosenbauer

<https://www.rosenbauer.com/en/products/fire-fighting-systems-and-body-components/rfc-battery-extinguishing-system>



AVL Stingray One

<https://www.avl.com/en/testing-solutions/e-mobility-testing/battery-testing/avl-stingray-one>

EKİPMAN	DELME YÖNTEMİ	DELME ENERJİSİ	ANA DELME BÖLGESİ	KULLANIM ESNEKLİĞİ	Hazırlık sırasında temas halindeki kurtarıcılar	Delme sırasında temas halindeki kurtarıcılar	Söndürme sırasında temas halindeki kurtarıcılar
COBRA ColdCut	Yüksek basınçlı su	Hidrolik	Üstten				
AVL Stingray One	Delici uç	Hava basınçlı	Üstten				
Murer	Delici uç	Manuel	Üstten				
Rosenbauer	Delici uç	Hava basınçlı	Altan				

Delme teknikleri hakkında notlar:

- Söz konusu bataryaların kapasitesi (100 kWh'ye kadar çıkabilmesi) ve buna bağlı elektriksel riskler göz önünde bulundurulduğunda, kullanılan özel delme ekipmanlarının üreticisiyle birlikte, hava koşullarından (yağmur, kar, sis) bağımsız olarak kurtarma personeli için herhangi bir elektriksel tehlike bulunmadığının teyit edilmesi gerekmektedir.
- Ayrıca, bu ekipmanların hangi operasyonel bağlamlarda etkili olacağının (elektrikli otomobiller, elektrikli otobüsler, elektrikli kamyonlar, bağımsız bataryalar vb.) belirlenmesi gerekmektedir.
- Daldırma (immersion) tekniğinde olduğu gibi, delerek söndürme tekniklerinin uygulanması da; ekipmanın kurulumu sırasında ve bazı durumlarda delme veya söndürme safhası boyunca kurtarma personelinin araca fiziksel olarak temas etmesini gerektirir. Bu nedenle araç çevresinde alevlerin tamamen bulunmaması zorunludur. Bu operasyonel kısıt, müdahalenin termal kaçak sürecinin belirli safhalarına göre dikkatle zamanlanmasını gerektirir (bkz. önceki bölüm).
- Kurtarma personelinin araçla doğrudan temas halinde bulunduğu her türlü operasyonel aşamada, ani tutuşma veya alevlenme riskine karşı personel güvenliğini sağlamak amacıyla hidrolik koruma (örneğin koruyucu bir su perdesi oluşturarak su işlemeye devam edilmesi) mutlaka sağlanmalıdır.
- Batarya muhafazasının delinmesi, özellikle sert veya delici uçlar kullanıldığında, termal kaçak oluşumunu tetikleyebilir.
- Batarya yapısı çok modüllü olduğunda veya araçta birden fazla batarya ünitesi bulunduğunda, suyun hücrelere etkili biçimde ulaşabilmesi için farklı noktalardan delme işlemleri gerekebilir.
- Şasi altından bataryayı delmek üzere tasarlanmış ekipmanların kullanımı, şiddetli araç yangınlarında sıkça karşılaşılan bir durum olan lastik patlamaları nedeniyle ciddi şekilde kısıtlanabilir.

Lastikler patladığında, araç genellikle yere çöker (bazı yerden yüksek SUV'lar hariç); bu durum şasinin yerle temas etmesine neden olur ve ekipmanın aracın altında kullanılmasını engeller.

Termal kaçak yaşayan bir batarya muhafazasına su verilmesi, daha sonra yeniden alev almasının olmayacağını garanti etmez.

Daha önce daldırma tekniklerinde belirtildiği gibi, bu yeniden alev almalar genellikle araç hareket ettirildikten veya yerinden kaydırıldıktan sonra meydana gelir.

- UHD (ultra yüksek basınçlı cihaz) tekniğinin bir dezavantajı, öncelikle söndürme suyuna karışan büyük miktardaki tehlikeli maddelerdir. Ölçümler, UHD yönteminin bataryadan diğer söndürme yöntemlerine göre daha fazla zararlı madde salınımına neden olabileceğini göstermektedir. Bunlar temel olarak kobalt ve nikel gibi ağır metalleri içerir.

▪ Termal battaniyelerin kullanımı:

Termal battaniyelerin kullanımı, termal kaçağı söndürmeye yönelik bir yöntem değildir; ancak termal kaçaktan etkilenmiş bir araca veya risk altındaki bitişik/komşu bir araca uygulanabilir.

Termal kaçak halinde bulunan bir araca ilişkin ilk senaryoda, termal battaniye kullanımının amacı; ısıl etkileri ve dumanın yayılımını azaltmaktır:

- domino etkisini önlemek
- kapalı alanlarda görüşü iyileştirmek
- araç çevresinde ilave kaynakların güvenli şekilde konuşlandırılmasına imkân sağlamak.



İkinci senaryoda ise amaç, yanan araca yakın konumda bulunan bir aracın korunmasını sağlamaktır.



Termal battaniye tekniklerine ilişkin notlar:

- Termal kaçak süreci devam eden araçlarda kullanıldığında, araç çevresinde engellerin bulunması (diğer araçlar, yapılar veya enkaz gibi) ya da kapalı alan koşulları, operasyonu zorlaştırabilir veya hatta imkânsız hâle getirebilir. Termal battaniyenin etkinliği, aracı tamamen örtebilme kabiliyetine bağlıdır; bu da battaniyenin doğru şekilde serilebilmesi için araç çevresinde yeterli açıklık ve zemin alanı bulunmasını gerektirir.
- Yanan araçlara uygulandığında termal battaniye, duman ve sıcak gazların yayılımını sınırlamak ve araç çevresi ile çevredeki ortamı ısı ve dumandan korumak amacıyla kullanılır.
- Termal kaçak yaşayan araçlarda, açığa çıkan yanıcı gazlar ile belirli battaniye malzemelerinin etkileşimi, battaniyenin altında veya kaldırılması esnasında patlama benzeri durumlara neden olabilir*
- *Bitişik araçlarda kullanım uygulamasında, termal battaniye araca etkili koruma sağlar ve yakındaki yanan araçlardan kaynaklanan ısı transferi veya termal kaçağın neden olduğu domino etkisini önlemeye yardımcı olur.*

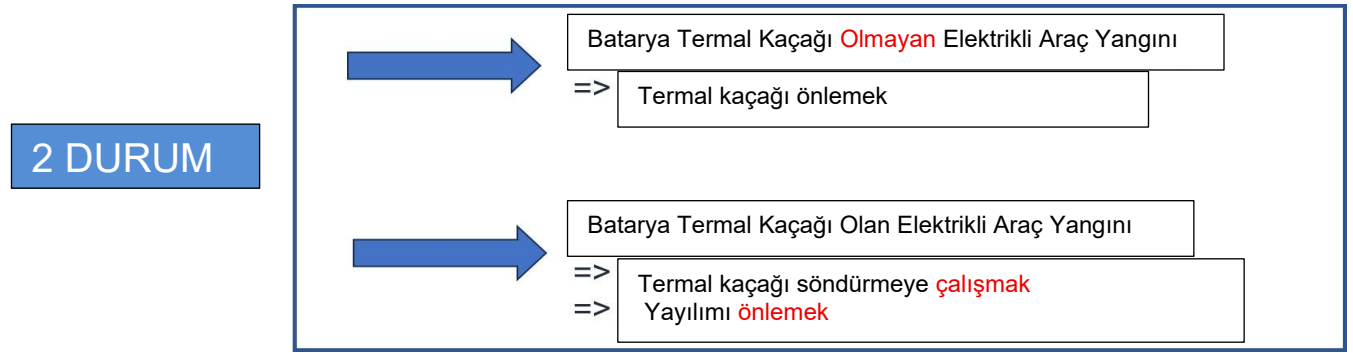
* <https://www.evfiresafe.com/post/ev-fire-blanket-explosion>

- Geleneksel yangın söndürme yöntemleriyle termal kaçak yönetimi

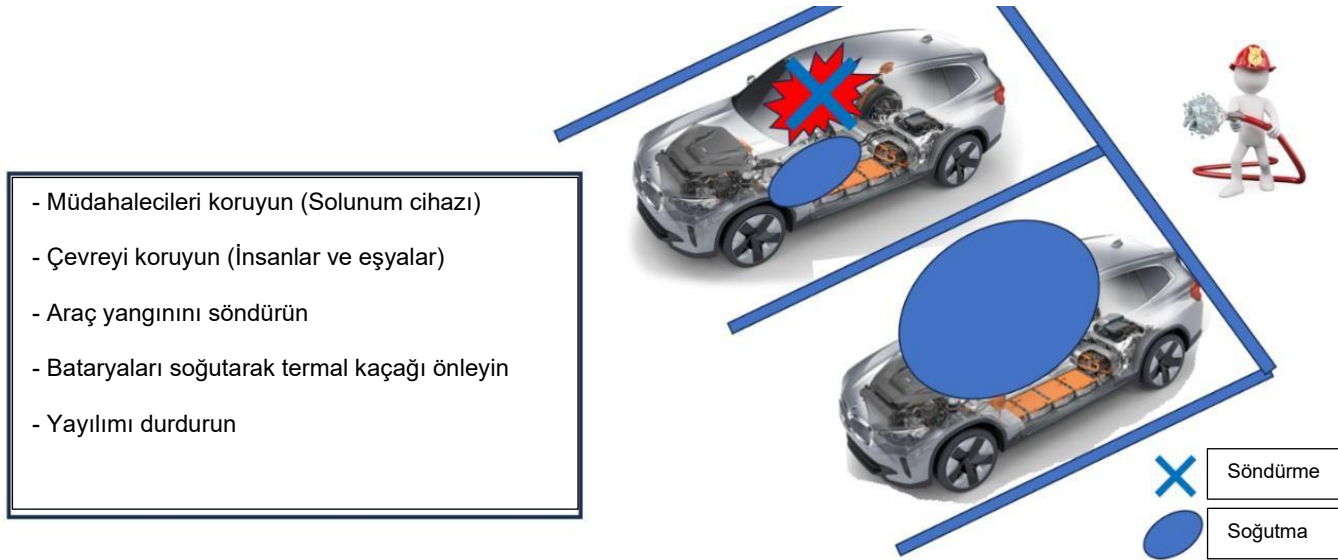
Elektrikli araç yangınlarıyla mücadele etmek için geleneksel yangın söndürme ekipmanları (yangın hortumları) kullanıldığında, yukarıda belirtilen kriterleri ve gözlemleri dikkate alan net bir operasyon stratejisi benimsenmelidir.

Bu strateji, daha önce belirtilen termal, toksik, patlayıcı ve elektriksel risklere karşı personel için koruyucu tedbirlerin eşlik etmesiyle uygulanmalıdır.

Her biri belirli hedefleri olan iki ana senaryo dikkate alınmalıdır:

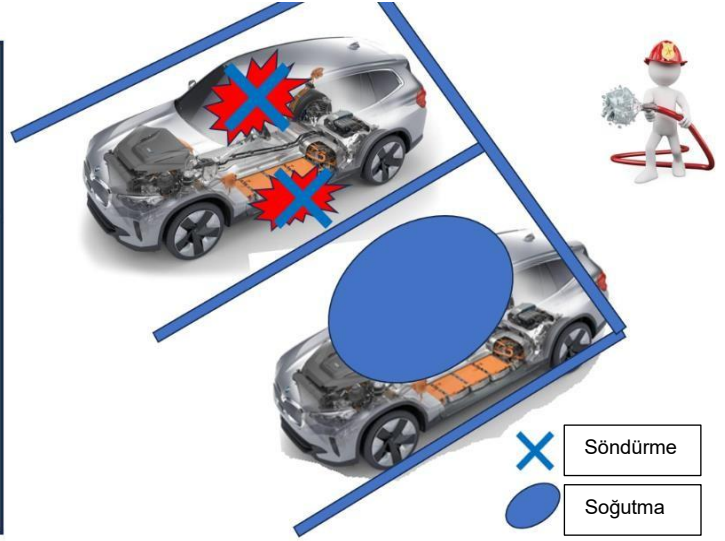


1. durumda (termal kaçak olmadan Elektrikli Araç yangını), aşağıdaki önlemler alınmalıdır:

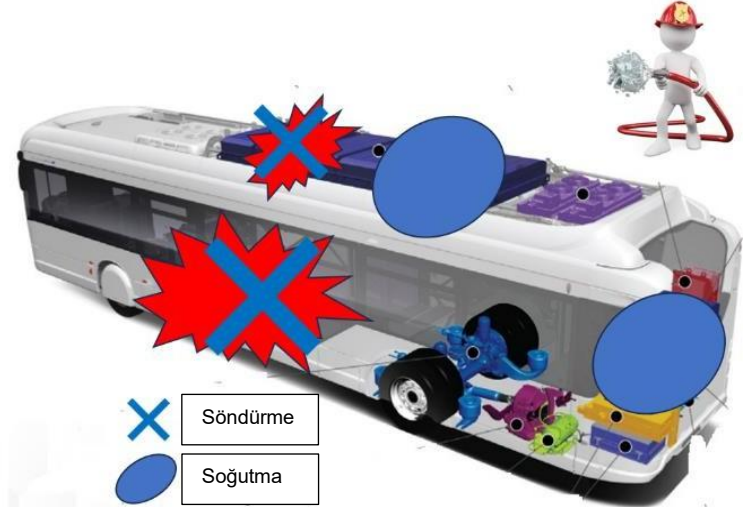


2. durumda (termal kaçak ile Elektrikli Araç yangını), aşağıdaki önlemler alınmalıdır:

- Müdahalecileri koruyun (Solunum cihazı)
- Çevreyi koruyun (İnsanlar ve eşyalar)
- Araç yangınına söndürün
- Bataryaları soğutarak termal kaçağı önleyin
- Eğer söndürme etkisiz kalırsa, söndürme işlemi durdurun
- Yakınlarda başka araç veya batarya varsa, onları soğutarak **domino etkisini önleyin**.
- Özel nokta:** Eğer termal kaçak "alev olmadan dumanla" gerçekleşiyorsa, **patlama riskini** göz önünde bulundurun.
- Bataryanın **yeniden tutuşma olasılığını** dikkate alın.



ELEKTRİKLİ OTOBÜS ÖRNEĞİ



Operasyonel yaklaşıma her zaman aşağıdaki kriterleri dahil edin

Bir bataryanın (serbest yanma durumunda) termal kaçak sonrası **yanma süresi yaklaşık 30 dakikadır** ve çok nadiren 1 saati aşar.

=> Kaynak/Risk dengesi ⇔ Beklenen sonuçlar.

Elektrikli araç yangınlarında hortum başında görevli personel, aşağıdaki talimatları eksiksiz olarak uygulamalıdır:

	Araçla temas noktasında, 125 l/dk debi ile püskürtme (sis) başlığı kullanılarak yoğun bir müdahale başlatılmalıdır.	 
	Batarya yangınlarında alevlerin çıktığı zayıf noktalar su girişi için potansiyel açıklıklar olarak değerlendirilmeli ve bu kısımlara 125 l/dk debiye sahip tam jet şeklinde doğrudan müdahale edilmelidir.	
	Müdahalenin etkisiz kaldığı durumlarda termal kaçakçı söndürme çabası sonlandırılmalı ve öncelik, yangının çevre araç veya binalara sıçrayarak bir domino etkisi yaratmasını önlemeye verilmelidir. (Deneyimler göstermiştir ki; 2 su hortumu ile 10 dakika boyunca yapılan müdahale (yaklaşık 2500 litre su) sonunda anlamlı bir sonuç alınamıyorsa, 'bırakın yansın' stratejisi benimsenmelidir.)	

Bu müdahale yönteminin başarısı, termal kamera ile batarya muhafazasına odaklanılarak takip edilebilir.

Buradaki en temel gösterge, mutlak sıcaklık değerinden ziyade, sıcaklığın zaman içindeki düşüş oranıdır. (ΔT°)

Bu belgede ele alınan termal kaçakla ilgili çeşitli konuları (kinetik, gelişim, klasik tekniklerle söndürme vb.) açıklamak amacıyla, Mayıs 2024'te Fransa'da gerçekleştirilen testlerin videosu sunulmaktadır.



<https://youtu.be/rq8k4zyqu4M>

Dikkat: Videonun sonunda gösterilen delme testi, sadece belirli bir prototip aracı kapsamaktadır. Bu testten elde edilen veriler, tüm delme aletleri için geçerli değildir.

Bazı özel durumların açıklanması gerekmektedir:



Şarj sırasında elektrikli araç yangını

Söndürme prosedürü yalnızca şarj noktasındaki elektrik kesildiği takdirde uygulanır:

- Şarj noktasındaki acil durdurma butonu ile
- Şalter ile

Eğer elektrik kesilmezse => sadece çevresel koruma sağlanır.







Elektrikli otobüs yangını

Bataryaların ağırlığına dikkat edin: Otobüsün tavanındaki batarya ünitelerinin ağırlığına karşı dikkatli olun. Genel bir otobüs yangını durumunda batarya ünitelerinin çökme ve düşme riski vardır.

2 hortumla eş zamanlı müdahale edilmesi gereklidir:

1. Ekip: Aracı söndürme
2. Ekip: Bataryaları soğutma ve mümkünse söndürme





Hidrojenli elektrikli araç yangını

Öncelikli olarak H₂ (Hidrojen) tankının soğutulmasını hedefleyen söndürme prosedürü.

2 hortumla eş zamanlı müdahale edilmesi gereklidir:

1. Ekip: H₂ tankının soğutulması
2. Ekip: Aracın söndürülmesi ve HV (Yüksek Voltaj) batarya yangını





Elektrikli araçlarda uygulanan bu müdahale stratejisi, LPG, CNG, LNG ve H₂ gibi farklı enerji kaynaklarına sahip araçlarda kullanılan özel tekniklerle birlikte daha genel bir araç yangını müdahale stratejisinin parçası hâline getirilebilir:

- Aşağıda belirtilen hedefler doğrultusunda iki su hattı ile eş zamanlı ve yoğun müdahale:
 - **Ekip 1:** Enerji kaynağını (gaz tankı / YG bataryası) soğutarak olayın büyümesini önlemek, termal yayılımı geciktirmek ve patlama veya termal kaçak riskini azaltmak.
 - **Ekip 2:** Aracın söndürülmesi.

Bu teknik aşağıdaki şekilde uygulanır:



* Her enerji kaynağı için özgül unsurlar içeren küresel (genel) bir strateji

- Acil durum hizmetleri için bakış açıları

- o Termal kaçak: Daha yüksek batarya kararlılığı ve çarpışma sonrası alarm

Elektrikli araç bataryalarında meydana gelen termal kaçak, özellikle trafik kazalarını takiben, dünya genelinde itfaiye ve kurtarma hizmetleri için hâlâ önemli bir endişe kaynağıdır.

Bu sorunu çözmek için Euro NCAP, test protokollerine aşağıdaki kriterleri dahil etmeye karar vermiştir:

- **Termal kaçak tespitinden sonra daha yüksek batarya kararlılığı:** Bataryalar, termal kaçak başladıktan sonra belirli bir süre boyunca (örneğin 20, 40 veya 90 dakika) stabil ısı koşullarını korumalıdır.

Bu istikrar, acil durum hizmetlerinin güvenli bir şekilde müdahale etmesini sağlayarak, kazazedelerin kurtarılması ve kurtarma operasyonlarının gerçekleştirilmesine olanak tanır.

- **Kaza sonrası termal kaçak uyarısı: Bir trafik kazası durumunda, termal kaçak başlamışsa acil servisler derhal bilgilendirilmelidir.**

Araçtaki özel termal kaçak göstergesi, ekipler tarafından açıkça görülebilmeli ve çarpışma sonrası müdahalelerde hızlı ve güvenli karar alınmasını sağlamalıdır.



- o Termal kaçak: Her durumda tespit ve alarm

Elektrikli araç bataryalarındaki termal kaçak, sürüş esnasında, park halinde ve şarj istasyonunda şarj olma gibi tüm operasyonel durumları kapsayacak şekilde itfaiye ve kurtarma hizmetleri için kritik bir endişe kaynağıdır.

Bu genişletilmiş farkındalık, aracın hangi operasyonel durumda olduğuna bakılmaksızın hem müdahale ekiplerinin hem de araç kullanıcılarının bilgilendirilmesini sağlamak amacıyla sürekli izleme ve uyarı sistemlerinin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Elektrikli araçların tüm koşullarda güvenliğini artırmak için Euro NCAP, test protokollerine aşağıdaki kriterleri eklemiştir:

- **Park halindeyken (şarj ediliyor olsun veya olmasın), termal kaçağın tespit edilmesini ve acil durum servislerine mümkün olan en kısa sürede haber verilmesini sağlamak amacıyla; araç sahibi, tespit edilen risk hakkında bağlı bir akıllı telefon aracılığıyla bilgilendirilir. Aynı durumda, aracın yakın çevresindeki insanları uyarmak için sesli ve/veya ışıklı bir uyarı etkinleştirilir.**

