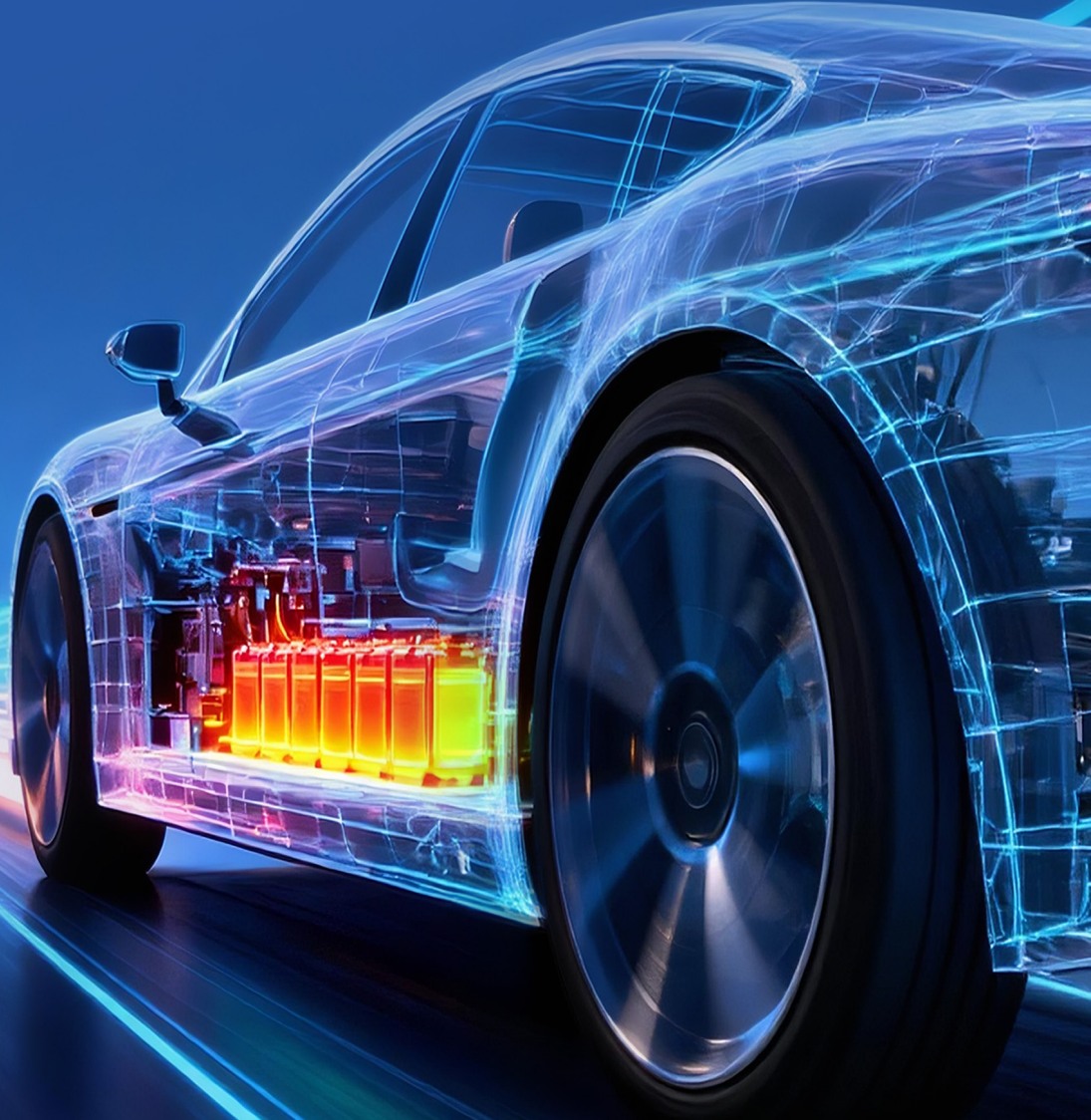




Sıcak Noktaları Görün, Riski Önleyin

Raythink EV Lityum-iyon Batarya Termal Güvenliği
White Paper

Şubat 2026



ÖZET

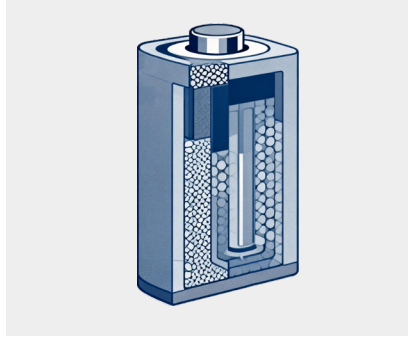
Lityum-iyon batarya güvenliği, ulaşım sektörünün hızlı elektrifikasyonunda kritik bir risk faktörü haline gelmiştir. EV batarya sistemlerinin enerji yoğunluğu, üretim ölçeği ve saha içi envanteri arttıkça, tek bir termal olay; üretim duruşları, varlık kaybı, düzenleyici cezalar, geri çağırımlar ve uzun vadeli itibar kaybı dahil olmak üzere ciddi sonuçlara yol açabilir. Sektör deneyimi, batarya termal kaçak (thermal runaway) olaylarından önce tipik olarak ölçülebilir sıcaklık anormalliklerinin meydana geldiğini, ancak bunların genellikle manuel denetim ve geleneksel duman veya alev tabanlı algılama sistemleri tarafından gözden kaçırıldığını göstermektedir. Aynı zamanda, AB Batarya Tüzüğü (2023/1542) ve gelişen yangın güvenliği ile test uygulamaları gibi düzenlemeler, proaktif risk tanımlama ve denetlenebilir güvenlik kontrollerini giderek daha fazla zorunlu kılmaktadır.

Bu beyaz bülten, Raythink'in Termal Güvenlik Temel Sistemi'ni (Thermal Safety Baseline) tanıtmaktadır. Bu sistem, mevcut BMS (Batarya Yönetim Sistemi) ve yangın koruma sistemlerini tamamlamak üzere tasarlanmış, kızılötesi temassız bir termal izleme katmanıdır. Termal görüntüleme, EV batarya yaşam döngüsü boyunca sıcaklık alanlarının sürekli görselleştirilmesini sağlayarak; daha erken risk tespiti, izlenebilir güvenlik yönetimi ve iyileştirilmiş uyumluluk hazırlığını destekler. Bu sayede kuruluşların daha güvenli ve daha dayanıklı EV operasyonları oluşturmalarına yardımcı olur..

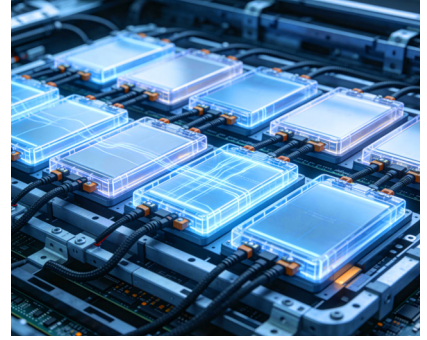
Lityum-iyon Batarya Üretim Süreci



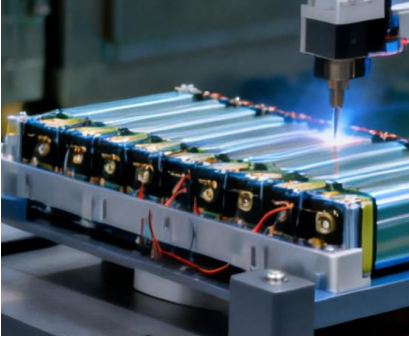
Elektrolit Doldurma ve Emdirme



Deşarj yaşlandırması



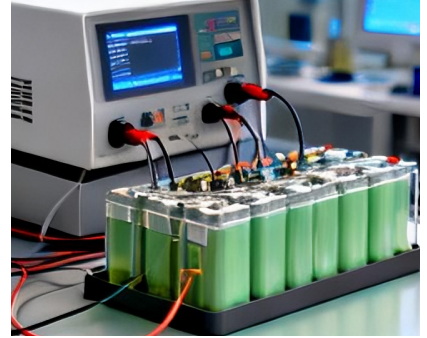
Hücre testi



Modül/Paket testi



Kurulum



Arıza tespiti ve yeniden kullanıma kazandırma

İçerik Listesi

01	Neden Şimdi : Sıkı Kurallar ve Hesap Verme Sorumluluğu Döneminde Lityum-iyon Batarya Güvenliği	03
	1.1 Sık Yaşanan Olaylardan Çıkarılan Sektör Dersleri	
	1.2 Yönetmelikler ve Standartlar Termal Güvenlik Sorumluluğunu Açıkça Tanımlıyor	
02	Lityum-iyon Batarya Yangın Dinamikleri: Yangını Gözlemlemekten Erken Isı Tespitine Geçiş	05
	2.1 Lityum-iyon Batarya Termal Kaçak Mekanizmalarına Genel Bakış	
	2.2 Geleneksel Batarya Güvenlik İzlemenin Sınırlamaları	
	2.3 Proaktif Termal Güvenlik: EV Bataryaları için Kızılötesi Görüntülemenin Kullanılması	
03	Termal Güvenlik Altyapısı Oluşturmak: Mevcut Sistemlerin Yanında Raythink Termal Görüş	08
	3.1 Donanım Katmanı: Sahada Kızılötesi "Gözler"	
	3.2 Platform Katmanı: Veri ve Analitik	
	3.3 Entegrasyon Katmanı: Mevcut Sistemlerle Bağlantı	
04	Termal Görüntülemenin Devreye Girdiği Noktalar: EV Bataryasının Tüm Yaşam Döngüsündeki Uygulamalar	09
	4.1 Batarya Üretimi ve Montajı	
	4.2 Test ve Doğrulama	
	4.3 Depolama ve Antrepo	
	4.4 Yüksek Güçlü Batarya Şarjı ve Enerji Depolama Ortamları	
	4.5 Tehlikeli Atık Arıtımı ve İzleme Uygulamaları	
05	Güvenliği Tasarrufa Çevirmek: Termal Kamera Sistemleri Nasıl Kar Getirir?	13
	5.1 Küçük Yatırım, Büyük Koruma: Minimum Harcamayla Yüksek Yatırım Getirisi	
	5.2 Sigortacılarla Güven İnşa Etmek	
	5.3 Mevzuata Uyumlulukta Başarıya Ulaşmak: Regülasyonlar ve Çevresel, Sosyal ve Yönetimsel Hedeflere Kestirme Yol	
06	Sonuç	15
	Raythink Hakkında	16

01 Neden Şimdi : Sıkı Kurallar ve Hesap Verme Sorumluluğu Döneminde Lityum-iyon Batarya Güvenliği

1.1 Sık Yaşanan Olaylardan Çıkarılan Sektör Dersleri

Son dönemde yaşanan lityum-iyon batarya olayları, üretim, depolama, test ve taşıma süreçlerinde termal güvenliğin kritik önemini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Geçmişte düşük frekanslı olaylar olarak değerlendirilse de, bu vakalar termal anormalliklerin ne kadar hızlı bir şekilde yüksek etkili olaylara dönüşebileceğini göstermektedir.

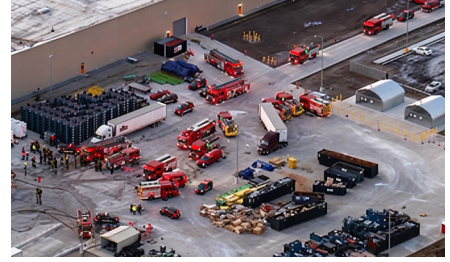
Rivian Normal Fabrikası (2022, ABD)

Rivian'ın Normal, Illinois üretim tesisinde gerçekleştirilen testler sırasında, batarya test/onarım alanında arızalı bir batarya paketi termal kaçağa girdi. Olay, batarya montaj alanının tahliye edilmesine ve batarya paketi, test kabini ekipmanı ve taşıyıcıda hasar oluşmasına neden oldu.¹



GM Factory Zero Yangını (2023, ABD)

GM'nin Factory Zero tesisinde üretim sırasında bir batarya modülünde termal kaçak olayı meydana geldi ve önemli yangın hasarına yol açtı. Olay, üretim hattının geçici olarak durdurulmasına, personelin tahliyesine ve yaklaşık 1-1,3 milyon dolar tutarında kayba neden oldu.²



Aricell Lityum-iyon Batarya Fabrika Yangını (2024, Güney Kore)

Aricell'in batarya fabrikasının depolama ve üretim alanlarında büyük çaplı bir yangın çıktı. Depolanan çok sayıda hücrenin patladığı ve alev aldığı bildirildi. Olay, 23 ölüme, çok sayıda yaralanmaya, ekipman ve envantere büyük hasara ve tahmini on milyonlarca ABD doları tutarında ekonomik kayba neden oldu³. (Not: Aricell olayı, EV paketi bağlamı dışındaki lityum-iyon batarya hücrelerini içermekte olup, daha geniş kapsamlı lityum-iyon batarya termal tehlikelerine dikkat çekmektedir.)



Dünya Geneline EV Lityum-iyon Batarya
Termal Kaçak Olayları

Bu olaylar, lityum batarya termal olaylarının batarya yaşam döngüsünün herhangi bir aşamasında meydana gelebileceğini göstermektedir. Çıkarılan dersler açıktır: Şirketler, erken aşama anormallikleri tespit etmek, olayların büyümesini önlemek ve artan düzenleyici denetime uyum sağlamak için proaktif, sürekli ve denetlenebilir termal izleme önlemleri almalıdır.

¹ WGLT, Rivian fabrikasında batarya paketi alev aldı; fabrikada son aylarda çıkan üçüncü yangın, Mayıs 2022

² FSJA, Detroit'teki General Motors EV fabrikasında çıkan yangın 1 milyon doların üzerinde hasara yol açtı, Ocak 2023

³ Reuters, Güney Kore lityum batarya fabrikasındaki yangın 22 işçiyi öldürdü, Haziran 2024

1.2 Yönetmelikler ve Standartlar Termal Güvenlik Sorumluluğunu Açıkça Tanımlıyor

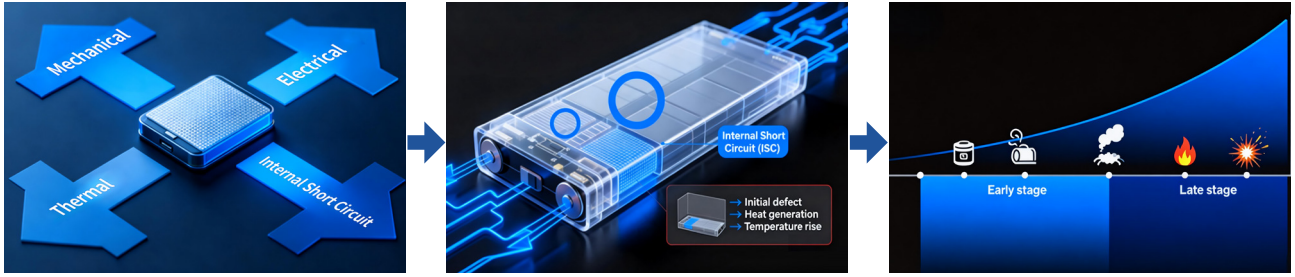
Düzenleyici çerçeveler ve endüstri standartları, lityum-iyon batarya termal güvenliği konusunda üreticilerin, operatörlerin ve entegratörlerin sorumluluklarını giderek daha fazla resmileştirmektedir. Bu değişim, proaktif risk yönetimi ve denetlenebilir güvenlik uygulamalarına yönelik daha geniş bir eğilimi yansıtmaktadır

Yönetmelik/ Standart	Uygulama Kapsam	Temel Termal Güvenlik Gereksinimleri	Temel Sorumluluk Odağı
EU Batarya Yönetmeliği (2023/1542)	Tam batarya yaşam döngüsü (tasarım, üretim, işletme))	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematik termal risk tanımlaması • Önleyici risk azaltma önlemlerinin uygulanması • Denetim ve izlenebilirlik için izleme verilerinin saklanması 	Proaktif risk yönetimi ve denetlenebilir güvenlik kanıt
NFPA 855	Yüksek enerjili batarya tesisleri (özellikle sabit depolama)	<ul style="list-style-type: none"> • Anormal termal davranışın erken tespiti • Termal olaylara koordineli müdahale • Yangın koruma sistemleriyle entegrasyon 	Erken uyarı ve koordineli acil durum müdahalesi
UL 9540A	Batarya sistemi güvenlik testi ve tehlike değerlendirilmesi	<ul style="list-style-type: none"> • Termal kaçak davranışının karakterizasyonu • Tehlike analizi ve azaltma tasarımına destek • Uygunluk ve risk değerlendirmesi için dokümantasyon 	Doğrulanabilir test bazlı güvenlik kanıtı
Doğrulanabilir, test bazlı güvenlik kanıtı	EV batarya tasarımı, testi ve araç sertifikasyonu	<ul style="list-style-type: none"> • Termal zorlama ve termal kaçak testi • Mekanik stres altında yapısal bütünlük • Güvenli gaz çıkış yönetimi • BMS ve izleme sistemlerinin doğrulanması 	Tasarım doğrulanması ve sistem düzeyinde risk önleme

02 Lityum-iyon Batarya Yangın Dinamikleri: Yangını Gözlemlemekten Erken Isı Tespitine Geçiş

2.1 Lityum-iyon Batarya Termal Kaçak Mekanizmalarına Genel Bakış

Lityum-iyon bataryalarda termal kaçak, kısa bir süre içinde hücre sıcaklığının hızlı, kendi kendini hızlandıran bir şekilde yükselmesini ifade eder; bu durum hücre arızasına, yangına veya patlamaya yol açabilir. Termal kaçağın ana tetikleyicileri mekanik, elektriksel, termal ve dahili kısa devre mekanizmaları olarak kategorize edilebilir



Lityum-iyon Batarya Termal Kaçak Mekanizmaları

Tetikleyici Mekanizma	Neden	Tipik Senaryo	Etki
Mekanik Zorlama	Ayırıcı hasarı, yapısal gerilme	Çivi batırma, bilye düşürme, üretim ve taşıma hataları	İç kısa devre → termal kaçak
Elektriksel Zorlama	Aşırı şarj, aşırı deşarj, harici kısa devre	Test hataları, BMS arızası, kablo bağlantı hataları, depolama	Joule ısınması → termal kaçak
Termal Zorlama	Usu birikimi	Düzensiz ısınma, yüksek güçlü test tezgahları, istiflenmiş depolama	Yerel aşırı ısınma → kimyasal reaksiyon → termal kaçak
Dahili Kısa Devre	Anot-katot teması	Herhangi bir zorlama türünden kaynaklanan gizli kusurlar	Isı üretimi → termal kaçak

2.2 Geleneksel Batarya Güvenlik İzlemenin Sınırlamaları

·BMS Sıcaklık İzlemenin Yapısal Sınırlamaları

Geleneksel BMS sıcaklık izlemesi, öncelikli olarak, tipik olarak sınırlı sayıda önceden tanımlanmış konuma monte edilen NTC termistörler veya RTD'ler gibi noktasal temas sensörlerine dayanır. Bu noktasal algılama mimarisi, doğası gereği bir batarya sisteminin tüm termal alanını görme yeteneğinden yoksundur. Sensör konumları arasında yerel sıcak noktalar gelişebilir ve tespit edilemeyebilir. Batarya enerji yoğunluğu ve paketleme kompaktlığı arttıkça, hücreler ve modüller içindeki dahili termal gradyanlar daha belirgin hale gelebilir ve bu da erken aşama termal anormalliklerin BMS probleminin doğrudan algılama aralığı dışında meydana gelme olasılığını daha da artırır. Sonuç olarak, BMS sıcaklık izlemesi, erken termal sapmaları belirleme veya ısının paket boyunca gerçek zamanlı olarak nasıl yayıldığını izleme konusunda sınırlı bir yeteneğe sahiptir

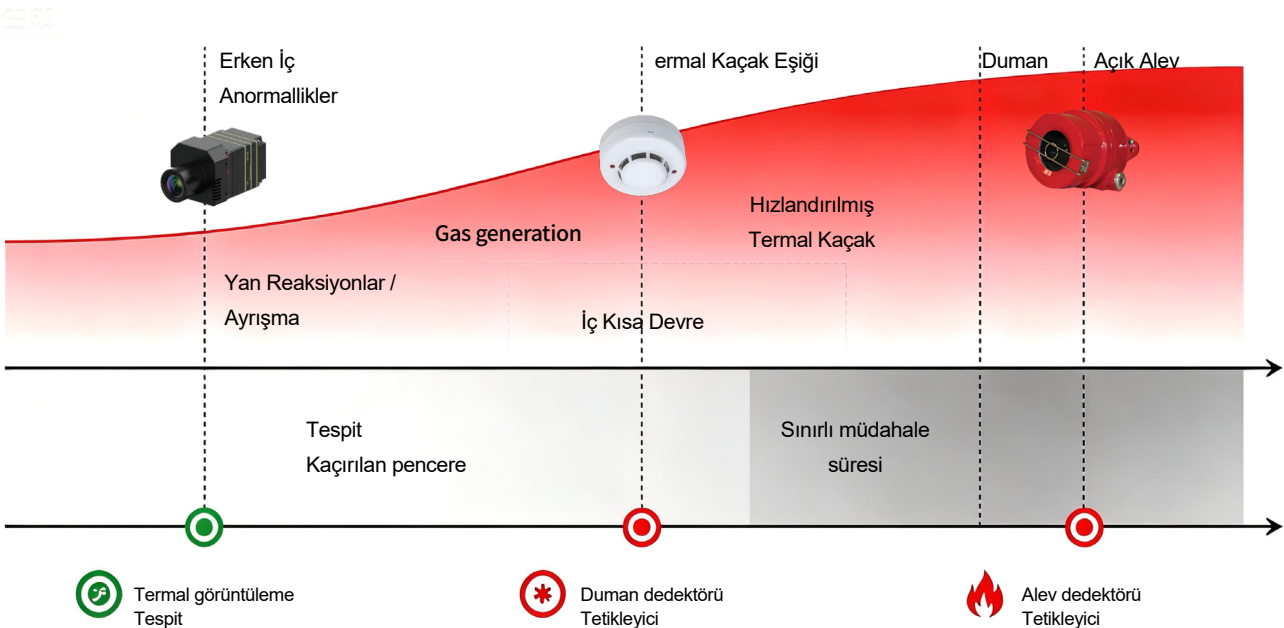


Noktasal Sensörler: Kesikli Sıcaklık Ölçümü

Termal Görüntüleme: Sürekli Sıcaklık Haritalaması

·Duman ve Alev Tespitinin Olay Sonrası Doğası

Lityum-iyon batarya sistemlerinde, elektrolit ayrışması, gaz oluşumu ve iç kısa devre ısınması gibi kritik bozulma süreçleri genellikle görünür duman veya alevler ortaya çıkmadan çok önce meydana gelir. Duman veya alev dedektörlerinin devreye girdiği zamana kadar, batarya zaten termal kaçığın ileri bir aşamasında olabilir ve önleyici müdahale için sınırlı fırsat kalır. Bu gecikme, sızdırmaz batarya paketleri, test odaları, nakliye konteynırları ve sıkıca istiflenmiş depolama paletleri dahil olmak üzere kapalı veya yarı kapalı ortamlarda daha da artar. Sonuç olarak, duman ve alev bazlı tespit gerekli olmaya devam etmekle birlikte, yüksek enerjili batarya ortamlarında erken risk tanımlaması için etkinliği doğası gereği sınırlıdır.



Termal Görüntüleme, Duman veya Alev Sensörleri Tetiklenmeden Önce Erken Batarya Isı Anormalliklerini Tespit Eder

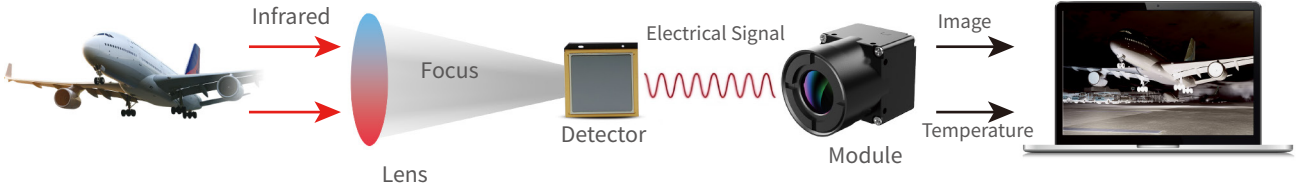
· Manuel Muayene ve Numune Almanın Pratik Sınırlamaları

Manuel muayeneler ve periyodik numune alma, EV lityum-iyon bataryaların üretim, test ve depolanmasında ek güvenlik önlemleri olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu aralıklı yaklaşımlar, yüksek enerjili batarya hücrelerinde ve modüllerinde hızla gelişen termal anormallikleri tespit etmek için yetersizdir ve personeli toksik gaz salınımı veya yangın gibi tehlikelere maruz bırakabilir. Uyumluluk açısından bakıldığında, manuel muayeneler, operatör yargısına dayanan ve genellikle denetimler veya olay sonrası incelemeler için yetersiz şekilde belgelenen, aralıklı, niteliksel veriler sağlar. Düzenlemeler giderek daha fazla izlenebilir, doğrulanabilir güvenlik kanıtı gerektirdiğinden, tek başına manuel muayene EV batarya termal risklerinin sorumlu yönetimini sağlayamaz.

2.3 Proaktif Termal Güvenlik: EV Bataryaları için Kızılötesi Görüntülemenin Kullanılması

Termal Görüntülemenin Teknik Prensibi

Mutlak sıfırın üzerinde sıcaklığa sahip tüm nesnelere kızılötesi radyasyon yayılır. Bir termal kamera, bu radyasyonu merceği aracılığıyla toplar, bir kızılötesi dedektör aracılığıyla elektrik sinyallerine dönüştürür ve bu sinyalleri termal görüntüler ve sıcaklık verilerine işler. Doğru yapılandırılmayla (örneğin, emsivite oranı ayarları ve çevresel telafi), termal görüntüleme, fiziksel temas olmadan ısı dağılımının gerçek zamanlı görselleştirilmesini sağlayarak sıcak noktaların ve erken aşama termal anormalliklerin tanımlanmasına olanak tanır.



Nesne Kızılötesi Radyasyonu → Termal Sensör → Gerçek Zamanlı Sıcaklık Görselleştirilmesi

EV Bataryaları için Kızılötesi Termal Görüntülemenin Avantajları



Termal Anormalliklerin Erken Tespiti

Kızılötesi termal görüntüleme, genellikle görünür duman veya alevler ortaya çıkmadan önce, erken aşamalarda anormal sıcaklık artışlarını tespit edebilir. Sistem, erken sıcak noktaları tespit ederek, olayın büyüme olasılığını azaltmak için zamanında uyarılar sağlar.



Temassız ve Güvenli

Tamamen temassız bir yaklaşım olarak termal görüntüleme, hücrelerin veya modüllerin içinde ek fiziksel sensörlere olan ihtiyacı ortadan kaldırır, normal operasyona müdahaleyi önler ve inceleme sırasında personeli potansiyel olarak tehlikeli ortamların dışında tutar.



7/24 Tüm Alanda Sürekli Tespit

Kızılötesi termal görüntüleme, hücreler, modüller ve paketler genelinde tam yüzey sıcaklığı izlemesi sağlayarak, sıcak noktaları erken tespit etmek ve ısı yayılımını gerçek zamanlı olarak izlemek için 7/24 kesintisiz kapsama sunar.



Eğilim Bazlı ve Proaktif Güvenlik

Sistem, termal haritaları ve sıcaklık eğilimlerini zaman içinde analiz ederek, duman, alev veya geri döndürülemez hasar meydana gelmeden önce daha erken risk değerlendirmesi ve müdahaleyi destekleyebilir.

03 Termal Güvenlik İçin Temel Oluşturmak: Raythink ile Mevcut Sistemlerin Derinlemesine Analizi

Raythink Termal Görüş, mevcut güvenlik ve kontrol sistemlerine entegre olarak çalışan, gerçek zamanlı ve bağımsız bir termal izleme katmanıdır. Anormal ısınmaların erkenden tespit edilmesine olanak tanıyarak termal kaçak riskini minimize eder. Sistem; Batarya Yönetim Sistemleri (BMS), üretim kontrol sistemleri ve yangın koruma platformlarını tamamlayıcı nitelikte olup, elektrikli araç bataryalarının tüm yaşam döngüsü boyunca sürekli, izlenebilir ve denetlenebilir bir termal güvenlik sağlar.



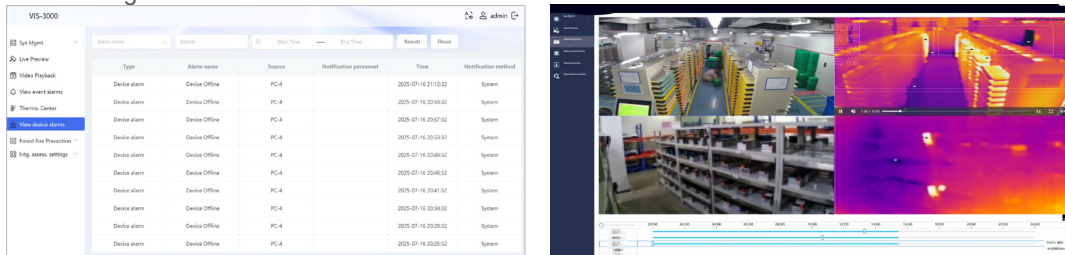
Üç Katmanlı Termal Güvenlik Altyapısı: Donanım, Veri ve Sistem Entegrasyonu

3.1 Donanım Katmanı: Sahadaki Kızılötesi "Gözler"

- Üretim, test, depolama ve şarj alanlarındaki kritik bölgelere yerleştirilen sabit veya PTZ termal kameralar.
- Hem iç hem dış ortamlarda, yüksek sıcaklık, tozlu, nemli ve korozif koşullarda çalışacak şekilde tasarlanmıştır.
- steğe bağlı olarak yangına dayanıklı, patlamaya karşı korumalı ve IP dereceli muhafazalar.
- Batarya üretim tesislerinde sıkça karşılaşılan zorlu çalışma koşullarına uygundur.

3.2 Platform Katmanı: Veri Toplama ve Analiz

- Sıcaklık haritalarını ve termal görüntü akışlarını toplar, görselleştirir ve depolar.
- Olay incelemesi, geriye dönük olay takibi, eğilim analizi ve kök neden araştırmasını destekler.
- Güvenlik ekiplerini, ESG raporlamasını ve uygunluk dokümantasyonunu desteklemek için bölge, zaman ve cihaz bazında metrikler sağlar.



Raythink VIS3000 ile Çok Boyutlu Termal Analizler

3.3 Entegrasyon Katmanı: Mevcut Sistemlerle Bağlantı

- Standart arayüzler ile DCS, BMS, yangın alarmı ve diğer güvenlik platformlarıyla entegre olur.
- Proses kilitlemeleri, kontrollü duruş, enerji izolasyonu veya yangın koruma önlemlerinin aktivasyonu gibi erken uyarı eylemlerini mümkün kılar.
- Mevzuata uygunluk, sigorta dokümantasyonu ve güvenlik denetimleri için izlenebilir kayıtlar oluşturularak uçtan uca loglama yapar.

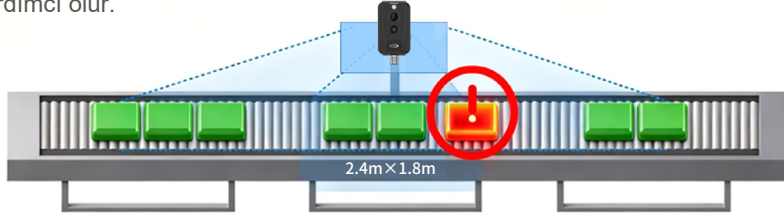
04 Termal İncelemenin Kullanım Alanları: Elektrikli Araç Batarya Yaşam Döngüsü Boyunca Uygulamalar

4.1 Batarya Üretimi ve Montajı

Lityum-iyon batarya üretim süreci boyunca—hücre oluşumundan ve kapasite derecelendirmesinden modül testine, montaja ve paket entegrasyonuna kadar—birçok aşama, termal ve güvenlik riskleri oluşturan yüksek akımlı işlemleri içerir.

· Üretim Hattı ve Proses İzleme

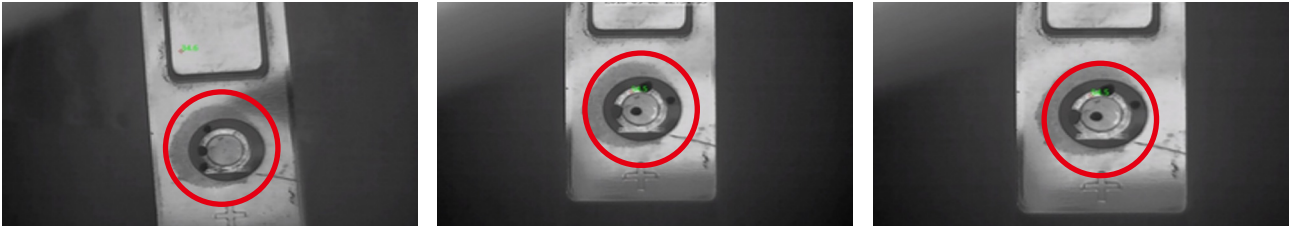
Çift spektrumlu termal kameralar (örneğin, 2,4 m × 1,8 m'ye kadar alanı kapsayan TN220 küp kamera), kritik proses noktalarına konuşlandırılarak sürekli ve temassız izleme sağlayabilir. Sistem, kaynak, sızdırmazlık ve montaj sırasında anormal ısınmanın erken tespitini destekleyerek proses sapmalarını ve potansiyel güvenlik risklerini gerçek zamanlı olarak işaretlemeye yardımcı olur.



Batarya Üretim Hatlarında Geniş Alan Termal İzleme için TN220 Kameraların Konuşlandırılması

· Batarya Kapağı Kaçak Tespiti

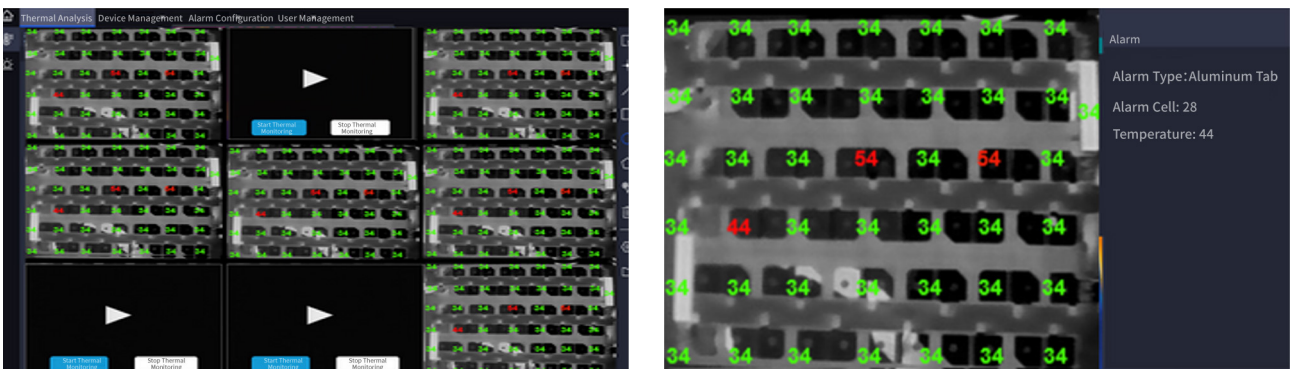
İç plakaların, tabların veya terminallerin kötü kaynaklanması, yüksek akım işlemi sırasında ark oluşumuna veya yerel aşırı ısınmaya neden olarak potansiyel elektrolit sızıntısına yol açabilir. Sızıntı yapan bataryalar ciddi güvenlik ve performans riskleri oluştururken, geleneksel tespit yöntemleri yavaş veya dolaylı olabilir. Kızılötesi termal görüntüleme, sızan sıvıyla ilişkili yerel yüzey sıcaklık farklılıklarını tespit ederek şüpheli sızıntıların belirlenmesine yardımcı olabilir ve etkilenen alanın daha hızlı konumlandırılmasını ve değerlendirilmesini destekler.



Batarya Kapağındaki Elektrolit Sızıntısı Daha Koyu Termal Desenler Olarak Görünür ve Anında Görsel Tanımlama Sağlar

· Batarya Paketleri İçerisinde Hücre Seviyesinde Sıcaklık İzleme

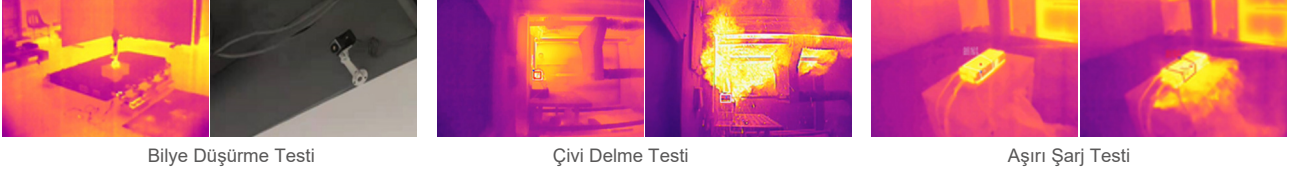
Bireysel hücre sıcaklıklarını izlemek için, her bir EV batarya paketinin üzerine tam kapsama sağlayacak şekilde termal kameralar monte edilebilir. Raythink sistemi, her bir hücrenin dış hatlarını tanımlamak ve tanımlanmış ölçüm noktalarını gerçek zamanlı olarak takip etmek için görüntü tanıma kullanır. İzleme aktif hale getirildiğinde, sistem otomatik olarak ölçüm noktalarını bulur, sıcaklık verilerini kaydeder ve anormallikleri vurgular—yeşil normal gösterirken, kırmızı anormal okumaları işaret eder.



Batarya Hücresi Tanıma ile Sıcaklıklar Gerçek Zamanlı Olarak İzlenir—Yeşil Normal, Kırmızı Anormallikleri İşaret Eder

4.2 Test ve Doğrulama

Batarya test laboratuvarlarında, yangın testleri, çivi delme, bilye düşürme darbeleri, aşırı şarj ve elektriksel performans değerlendirmeleri gibi yüksek riskli deneyler, güvenlik ve güvenilirliği değerlendirmek için kullanılır. Bu testler hızla ısı üretebilir ve hem ekipman hem de personel için potansiyel tehlikeler oluşturabilir.



Bilye Düşürme Testi

Çivi Delme Testi

Aşırı Şarj Testi

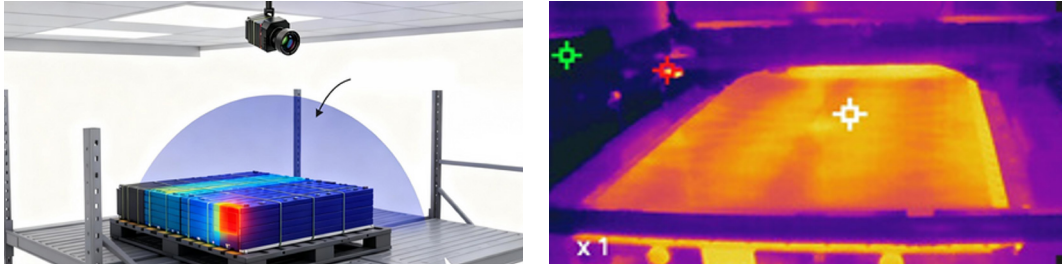
Raythink termal kameraları, hücre yüzey sıcaklığını gerçek zamanlı olarak izler ve anormal ısınma tespit edildiğinde çok seviyeli uyarıları (sesli uyarılar dahil) tetikleyebilir. Bu, test sürecinin dinamik olarak izlenmesini, daha erken sıcaklık artışı uyarılarını ve olay olasılığını azaltmak için zamanında müdahaleyi destekler. Sistem, termal kaçak davranışını yakalamanın yanı sıra, test boyunca sıcaklık değişimlerini ve ısı yayılımını kaydederek batarya güvenliğinin analizini, modellenmesini ve doğrulanmasını destekleyebilecek veriler sağlar.

4.3 Depolama ve Ambar Yönetimi

EV lityum-iyon bataryaları—özellikle büyük kapasiteli paketler—istifleme basıncı, taşıma darbeleri veya kazara düşmeler nedeniyle depolama ve lojistik sırasında termal riskler oluşturur.

· Düşük Seviyeli / Paletli Depolama

Palet veya düşük seviyeli raf depolamada, batarya paketleri tipik olarak manuel veya yarı otomatik taşıma için küçük istifler halinde düzenlenir. Sabit çevrimiçi termal kameralar, her bir paletin sürekli ve temassız izlemesini sağlayarak her bir batarya paketinin yüzey sıcaklığını gerçek zamanlı olarak takip eder. Bu, hasarlı hücreler veya zayıf elektrik temasından kaynaklanan sıcak noktalar gibi anormal ısınmanın daha erken tespit edilmesini sağlayarak, durum büyümeden önce zamanında uyarı ve müdahaleye olanak tanır.



Paletlerin Üzerindeki Termal Kameralar Batarya Sıcaklıklarının Tam Görünürlüğü Sağlar

· Yüksek Yoğunluklu / Yüksek Rafli Depolama

Alan kullanımını en üst düzeye çıkarmak için, batarya modülleri ve paketleri yaygın olarak yüksek raflı raf sistemlerinde depolanır ve otomatik depolama ve geri alma işlemleri istifleyici vinçler veya AGV'ler (Otomatik Yönlendirmeli Araçlar) tarafından gerçekleştirilir. TN220 küp termal kameranın bu otomatik sistemlerle entegre edilmesiyle, depolama, taşıma ve yükleme/boşaltma işlemleri sırasında batarya sıcaklıkları izlenebilir. Bu, anormal ısı gelişiminin daha erken tespit edilmesini ve yüksek yoğunluklu depolama ortamlarında sürekli termal güvenlik kapsamını destekler.



AGV'lere Monte Edilen Termal Kameralar, Yüksek Yoğunluklu Raflardaki Bataryaların Gerçek Zamanlı Denetimini Sağlar

· Büyük Ölçekli Depo Alanı İzleme

Büyük batarya depolarında termal güvenlik, yalnızca raflardaki veya mobil platformlardaki noktasal izlemeye dayanamaz. Kritik konumlara ve AGV'lere çevrimiçi termal kameralar yerleştirmenin yanı sıra, depo duvarlarına veya tesis köşelerine çift spektrumlu termal-görünür kameralar monte edilebilir. Bu sistemler, depolama alanının panoramik taramasını gerçekleştirerek raflar, koridorlar ve açık bölgeler boyunca geniş alanlı sıcaklık gözetimi sağlar. Bu katmanlı izleme stratejisi kör noktaları azaltır, anormal ısınmanın (ve uygun olduğunda duman veya açık alevin) 7/24 kesintisiz tespitini destekler ve hızlı acil müdahale için merkezi görselleştirme ve alarm yönetimi sağlar.



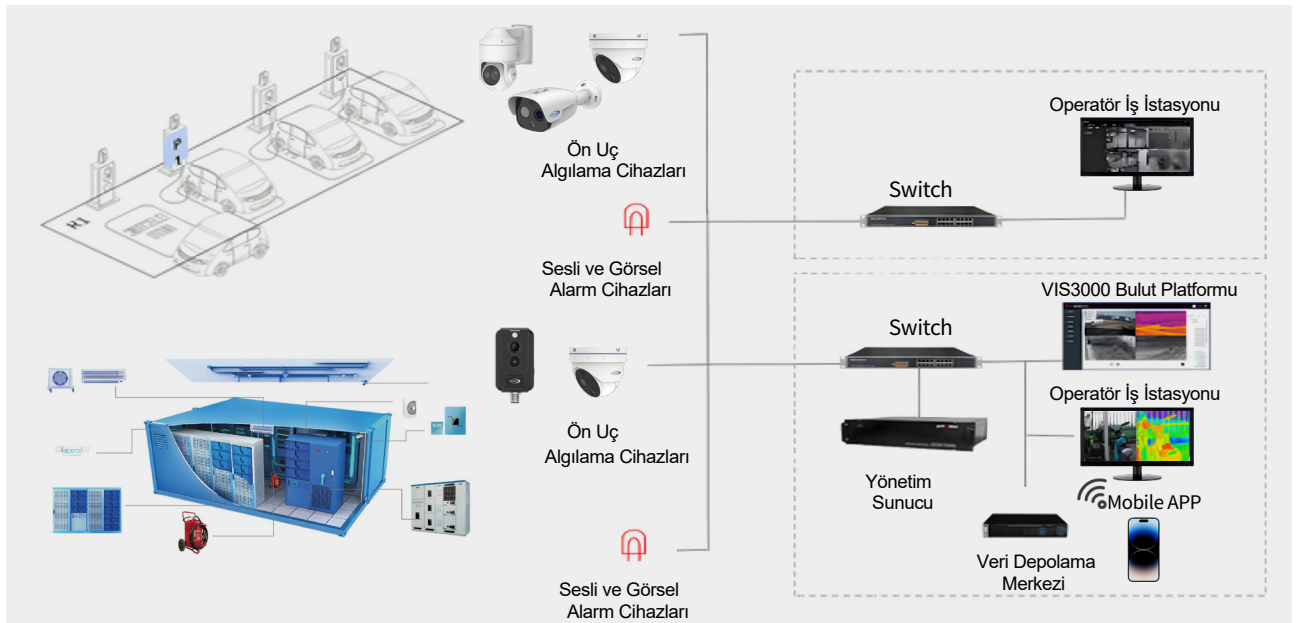
Depo Kör Noktalarının 7/24 Çift Spektrumlu İzlenmesi Isı, Duman ve Alevleri Tespit Eder

4.4 High-Power Battery Charging & Energy Storage Environments

EV şarj bölgeleri ve Batarya Enerji Depolama Sistemleri (BESS), bataryaların sürekli veya tekrarlayan yüksek akımlı şarj ve deşarja maruz kaldığı yüksek güçlü çalışma ortamlarını temsil eder. Bu senaryolarda termal stres birikebilir ve yerel kusurlar, yaşlanan hücreler veya kontrol arızaları anormal sıcaklık artışını ve termal kaçağı tetikleyebilir.

Kızılötesi termal görüntüleme, şarj cihazlarının, batarya paketlerinin, depolama dolaplarının ve konteynerize BESS ünitelerinin sürekli, temassız izlenmesini sağlar. Sistem, tam alan sıcaklık dağılımını gerçek zamanlı olarak görselleştirerek, genellikle duman veya alevler ortaya çıkmadan önce, konnektörlerde, kablolarda, batarya modüllerinde veya tek tek hücrelerde erken aşama sıcak noktaları tespit edebilir.

Termal veriler, yük azaltma, kontrollü şarj duruşu veya acil durum prosedürleri gibi erken uyarı ve müdahale eylemlerini tetiklemek için şarj yönetim sistemleri, BMS ve yangın koruma platformlarıyla entegre edilebilir. Bu proaktif termal izleme yaklaşımı, yangın riskini azaltabilir, operasyonel güvenilirliği artırabilir ve hem EV şarj altyapısında hem de enerji depolama uygulamalarında uyumluluk hazırlığını destekleyebilir.



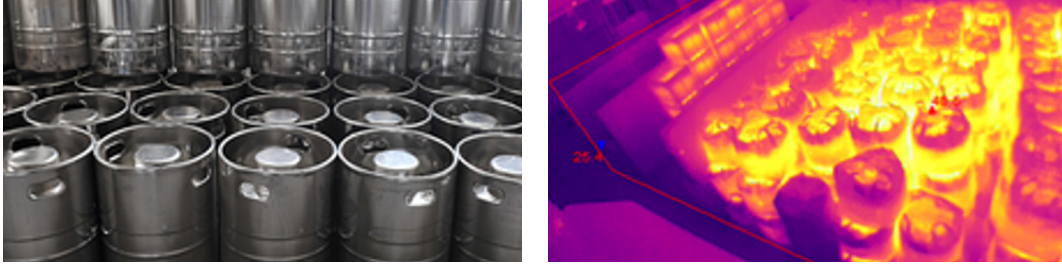
BESS ve EV Şarj İstasyonlarının Sistem Mimarisi

4.5 Tehlikeli Atık Arıtma ve İzleme Uygulamaları

Lityum-iyon batarya elektrolit atığı tipik olarak uçucu ve yanıcı olan organik karbonat bazlı çözücüler içerir. Lityum-iyon batarya tehlikeli atık elleçleme ve arıtma işlemleri sırasında, kızılötesi termal görüntüleme, daha erken risk tespitini ve daha zamanında müdahaleyi destekleyerek güvenlik değerine birden fazla katman ekleyebilir.

· Elektrolit Depolama İzleme

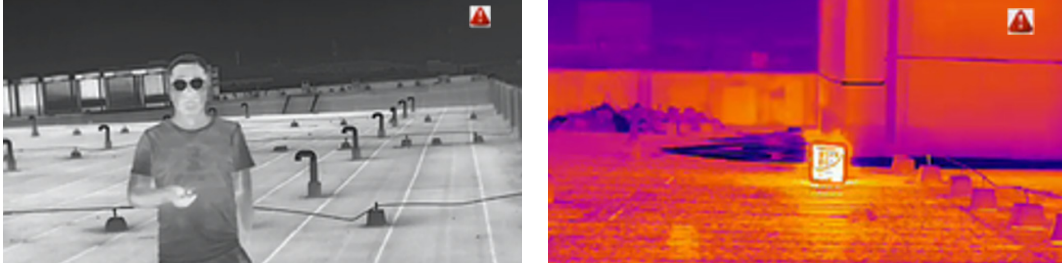
Termal kameralar, elektrolit depolama alanlarının ve kaplarının 7/24 izlenmesini sağlar. Anormal sıcaklık artışı erken tespit edilebilir, böylece tutuşma veya büyüme gerçekleşmeden önce uyarılar ve müdahale eylemleri mümkün olur.



Elektrolit Depolama Alanı Termal İzleme

· Duman ve Tutuşma Kaynağı Tespiti

Kısıtlı tehlikeli alanlarda, termal görüntüleme sahadaki güvenlik kurallarıyla birleştirilerek açık alev davranışlarının (ve uygun durumlarda anormal sıcak nesnelere) tespitini destekleyebilir ve güvenli olmayan eylemleri azaltmak için gerçek zamanlı uyarılar sağlayabilir.



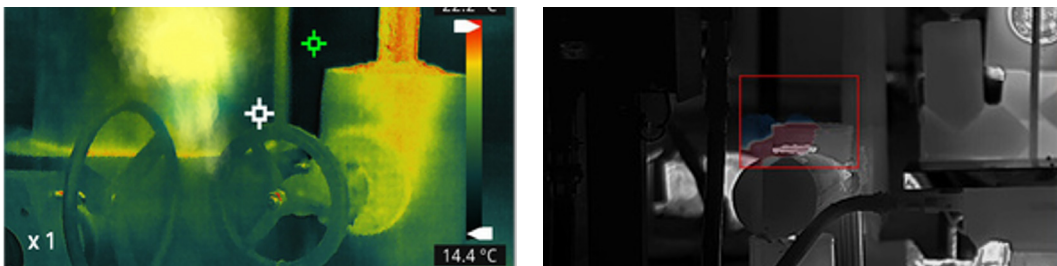
Duman ve Açık Alev Tespiti

· Yangın ve Acil Durum Desteği

Yoğun duman veya düşük görüş koşullarının olduğu yangın olaylarında, termal görüntüleme ısı kaynaklarının yerini tespit etmeye ve acil müdahaleye rehberlik etmeye yardımcı olabilir; ayrıca görüşün ciddi şekilde kısıtlı olduğu durumlarda personelin yerinin belirlenmesine de yardımcı olabilir.

· Gaz Kaçağı İzleme

Uygun konfigürasyon ile termal görüntüleme sistemleri, anormal emisyonları ve sıcaklık anormalliklerini tespit ederek gaz kaçağı izlemesini destekler ve çevresel ile personel risklerini azaltmak için erken uyarı sağlar.



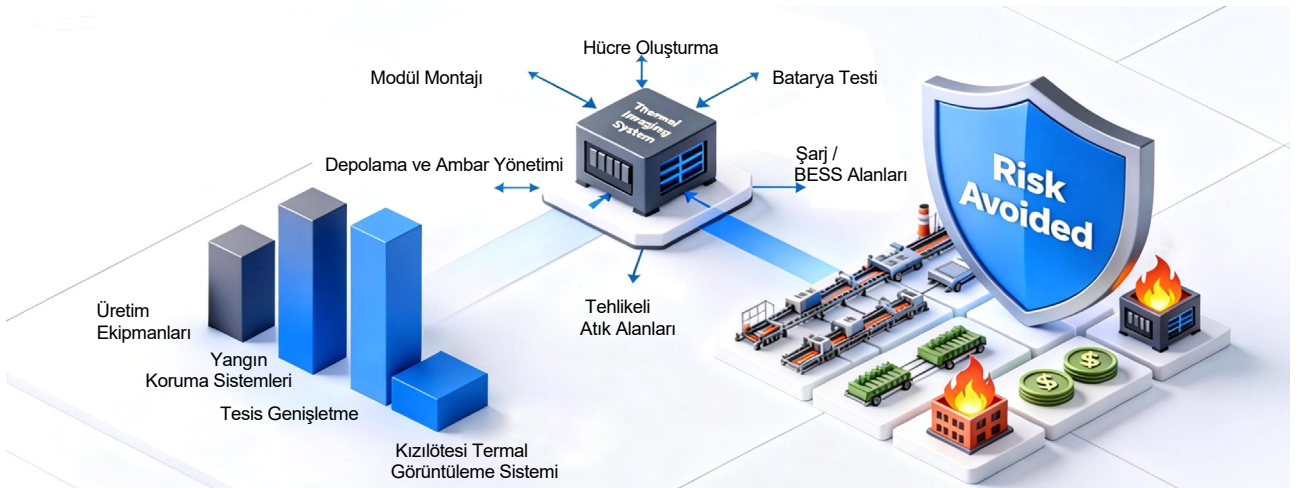
Termal Görüntüleme Görünmez Gazları Görünür Kılarak Batarya Gaz Emisyonlarının İzlenmesini Sağlar

05 Güvenliği Tasarrufa Dönüştürmek: Termal Görüntüleme Sistemlerinin Yatırım Getirisini (ROI) Ortaya Çıkarmak

Lityum-iyon batarya güvenliği genellikle öncelikli olarak bir uyumluluk veya risk azaltma gerekliliği olarak görülse de, proaktif termal izleme, EV batarya yaşam döngüsü boyunca ölçülebilir ekonomik değer sağlayabilir. Kızılötesi termal görüntüleme sistemleri, yalnızca felakete sonuçlanabilecek olayların olasılığını azaltmaya yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda varlıkları koruyarak, sigorta maliyetlerini düşürerek ve uzun vadeli operasyonel dayanıklılığı güçlendirerek somut getiriler de üretebilir.

5.1 Küçük Yatırım, Büyük Koruma: Minimum Harcama ile Yüksek Yatırım Getirisi

Üretim ekipmanı ve yangın koruma sistemleri gibi yüksek maliyetli altyapılarıyla karşılaştırıldığında, bir termal görüntüleme sistemi kurmak yalnızca küçük bir başlangıç yatırımı gerektirir. Kurulduktan sonra, birden fazla batarya prosesi ve alanında sürekli, düşük bakım gerektiren koruma sağlar. Tek bir kurulum, birden çok proses noktasını kapsayacak şekilde ölçeklendirilebilir ve düşük yaşam döngüsü maliyeti ile geniş güvenlik kapsamı elde edilmesini sağlar. Tek bir büyük termal olayı veya üretim duruşunu önleyerek bile sistem genellikle kendi maliyetini karşılayabilir.



Termal Görüntüleme İçin Küçük Bir Başlangıç Maliyeti, Batarya Risklerinin Çoğunu Tanımlamaya Yardımcı Olur

5.2 Sigortacılara Güven Vermek

Termal görüntüleme sistemleri, şirketlerin riskleri önceden yönettiğini somut olarak göstermesini sağlar. Bu da sigorta şirketlerine güven verir ve daha iyi sigorta koşulları elde etme şansını artırabilir.

- **Pazarlık Gücü:** Kayıt altına alınmış termal veriler, risklerin aktif şekilde kontrol edildiğini kanıtlar ve sigorta primlerinde indirim için pazarlık avantajı sağlar.
- **Ekonomik Kazanç:** Sigorta maliyetlerinden yapılan tasarruf, şirketin asıl işine ve büyümesine aktarılabilir.
- **Hızlı Hasar Süreci:** Olay anına ait tarih ve saat damgalı termal görüntüler, hasar tespitini hızlandırarak sigorta ödemelerinin daha çabuk sonuçlanmasına yardımcı olur.

Şirketler, güvenlik verilerini (ısı kayıtları gibi) belgelenabilir hale getirerek risklerini azaltır ve sigorta şirketleri karşısında elini güçlendirir.

5.3 Uyumluluk Oyununu Kazanmak: Mevzuatlara ve ESG Hedeflerine Kestirme Yol

Bölüm 1.2'de ele alındığı gibi, yasal düzenlemeler ve sektör uygulamaları, lityum-iyon batarya güvenliğine yönelik beklentileri giderek yükseltiyor. Ortak bir nokta ortaya çıkmış durumda: Kuruluşlar sadece olayların yaşanmamasıyla değil, aynı zamanda önleyici tedbirleri uygulayabilme ve denetlenebilir güvenlik kanıtları sunabilme becerileriyle de değerlendiriliyor.

Bu ortamda, kızılötesi termal görüntüleme, mevzuatlara uyumluluk ve ESG (Çevresel, Sosyal ve Yönetişim) performansını güçlendirmek için pratik bir yol sunuyor.

Mevzuata Uygunluk Avantajları:

- **Sürekli ve Temassız İzleme:** Termal davranışları (ısı değişimlerini) kesintisiz olarak ve fiziksel temasa gerek kalmadan takip eder.
- **Erken Uyarı Sistemi:** Anormal ısınmaları, olay büyümeden ve ciddi bir soruna dönüşmeden önce tespit eder.
- **Denetimlere Hazır Kanıt:** Üzerinde tarih ve saat damgası olan termal görüntüler kaydeder. Bu sayede denetimlerde izlenebilir, güvenilir bir kanıt sunar

ESG (Çevresel, Sosyal ve Yönetişim) Avantajları:

- **Çevresel (Environmental):** Yangın ve tehlikeli madde sızıntısı risklerini en aza indirerek çevreye verilebilecek zararı önler.
- **Sosyal (Social):** Çalışanlar için daha güvenli bir iş yeri ortamı sağlar ve acil durumlara karşı hazırlığı artırır.
- **Yönetişim (Governance):** Güvenlikle ilgili doğrulanabilir ve şeffaf kayıtlar sunarak şirketin hesap verebilirliğini güçlendirir.

Şirketler; üretim, test, depolama ve operasyon aşamalarının tamamında termal izleme kullanarak riskleri önceden yönettiklerini somut şekilde gösterebilir. Bu sayede hem değişen yasal gerekliliklere hem de ESG (Çevresel, Sosyal ve Yönetişim) beklentilerine daha kolay uyum sağlayabilir.



Termal izleme sayesinde elde edilen mevzuata uygunluk, ESG başarısı, sigortacı güveni ve operasyonel kazanç birbirini tetikleyerek güçlenen bir döngü oluşturur.

06 Sonuç

Lityum-iyon batarya güvenliği, dünya çapında elektrikli araç ekosistemi için hayati önem taşıyor. Üretim arttıkça ve tesislerde depolanan batarya miktarı büyüdükçe, olası bir ısınma olayının yol açabileceği hasar da aynı oranda artıyor.

Raythink'in Termal Görüş çözümü işte bu noktada devreye giriyor. Batarya Yönetim Sistemleri (BMS), üretim kontrol sistemleri ve yangın koruma altyapısına ek bir güvenlik katmanı olarak çalışıyor. Temassız kızılötesi kameralarla sürekli izleme yaparak:

Anormal ısınmaları daha ortaya çıkmadan tespit ediyor,

Riskleri zamana bağlı eğilimlerle değerlendiriyor,

İzlenebilir güvenlik kayıtları oluşturuyor.

Böylece batarya güvenliği, bir olay yaşandıktan sonra müdahale etmek yerine, olaylar daha olmadan önlem almayı mümkün kılan proaktif bir yaklaşıma dönüşüyor.

Raythink'in Termal Güvenlik Altyapısını; üretim, test, depolama ve şarj alanlarının tamamında kullanmak, şirketlere çok yönlü fayda sağlar. Bu sistem sayesinde:

Operasyonel riskler azalır (yangın ve kaza olasılığı düşer),

Mevzuata uygunluk kolaylaşır (denetimlere hazır kayıtlar oluşur),

ESG hedefleri desteklenir (çevre, güvenlik ve şeffaflık konularında puan kazanılır),

Sigorta şirketleri, yatırımcılar ve müşteriler nezdinde güven artar.

Sonuç olarak şirketler, batarya operasyonlarını çok daha güvenli ve dayanıklı hale getirir. Termal risk yönetimini, sadece bir önlem olmaktan çıkarıp, denetlenebilir ve somut fayda sağlayan bir iş avantajına dönüştürür.

Raythink Technology Hakkında

Raythink Technology Co., Ltd., akıllı fotoelektrik algılama teknolojileri alanında uzmanlaşmış bir firma olup; yenilikçi çözümler geliştirme, üretim ve pazarlama faaliyetlerini yürütmektedir. Şirket; kızılötesi gece görüş görüntüleme, termal görüntüleme, gaz görüntüleme ve lazer algılama alanlarında derinlemesine çalışmakta ve dünya çapındaki müşterilerine profesyonel kızılötesi ve lazer algılama modülleri, cihazlar, yazılımlar ve akıllı endüstri çözümleri sunmaktadır.

Farklı alanlara uygun, çok çeşitli formlarda akıllı çok boyutlu algılama fotoelektrik ürünlerinin kendi bünyesinde geliştirilmesini ve seri üretimini başarıyla gerçekleştirmiştir. Kamu sektörü, endüstri ve ticari pazarlara çözüm ortağı olarak hizmet veren Raythink; akıllı endüstri, akıllı robotlar, optik gaz görüntüleme, yangın güvenliği, yeni enerji ve lityum-iyon batarya izleme, karbon nötrlük, çevre koruma, sağlık ve daha birçok alanda yaygın olarak kullanılan zengin bir akıllı fotoelektrik algılama ürün portföyü sunmaktadır.

İleri düzey algılama teknolojilerini kullanarak lityum-iyon bataryalar için yüksek hassasiyetli, gerçek zamanlı izleme çözümleri sunmakta; müşterilerinin batarya güvenliğini, verimliliğini ve yaşam döngüsü yönetimini optimize etmelerine yardımcı olmaktadır. Müşteri portföyü, yeni enerji batarya pazarındaki dünyanın önde gelen şirketlerinden bazılarını içermekte olup, bu da sektörün en üst düzey oyuncularına hizmet vermedeki güçlü kapasitesini ve güvenilirliğini yansıtmaktadır.

Raythink Technology, akıllı fotoelektrik algılama teknolojisinin ilerlemesini hızlandırma misyonuyla; fotoelektrik ve akıllı teknolojiyi birleştirerek müşterileri için sürekli katma değer yaratmakta ve güvenli, enerji tasarruflu, çevre dostu bir toplum inşasına katkıda bulunmaktadır.



