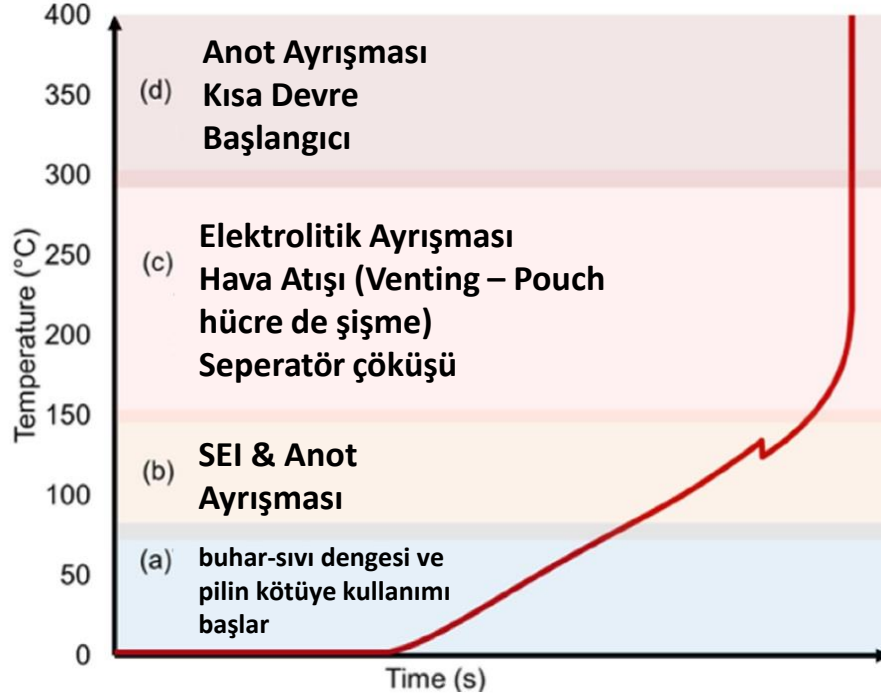


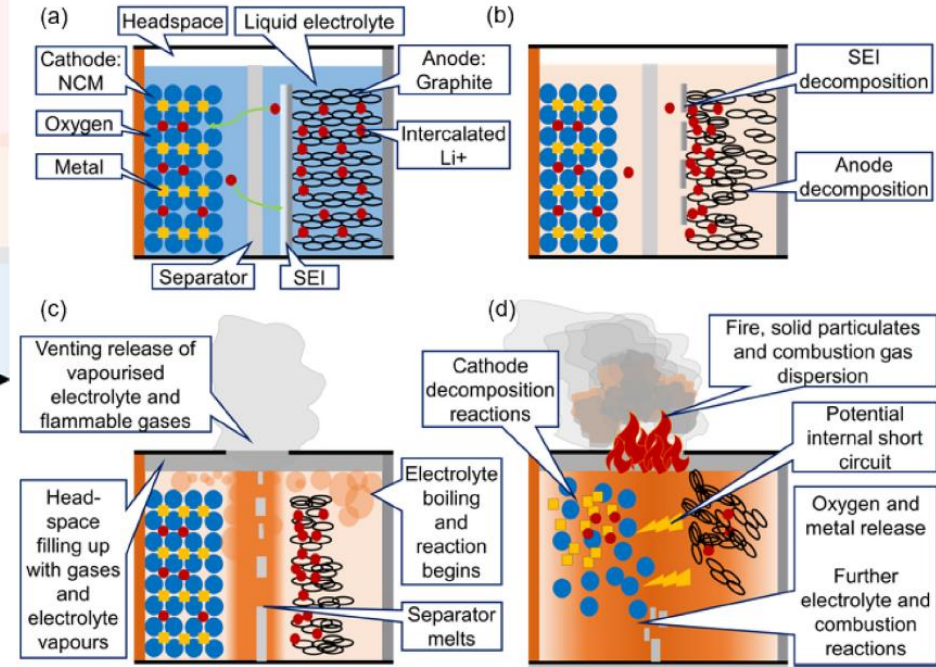
Termal Kontrolden Çıkma (Thermal Runaway)



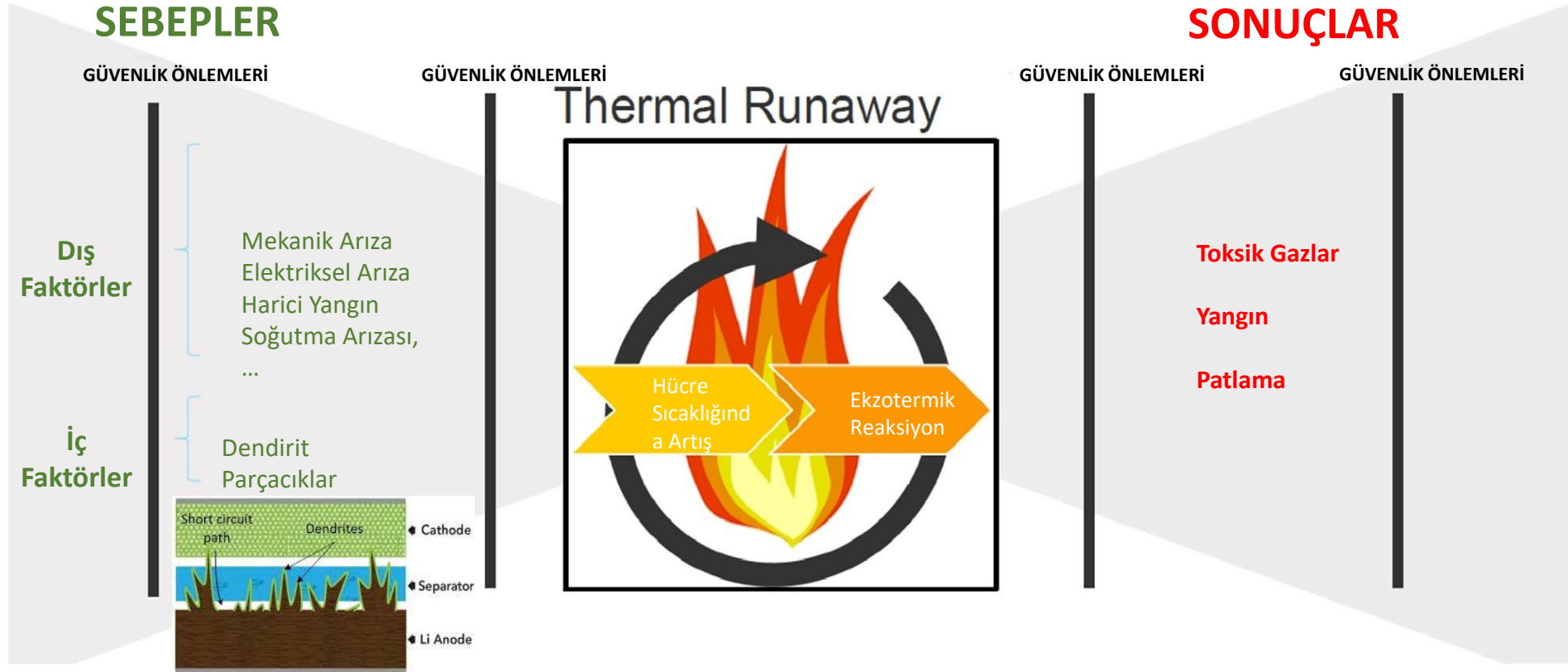
Thermal Runaway – Oluşum Aşamaları



SEI : Solid-Electrolyte Interphase



BESS Sisteminde Süreçler



BESS Güvenlik Önlemleri Sınıflandırılması

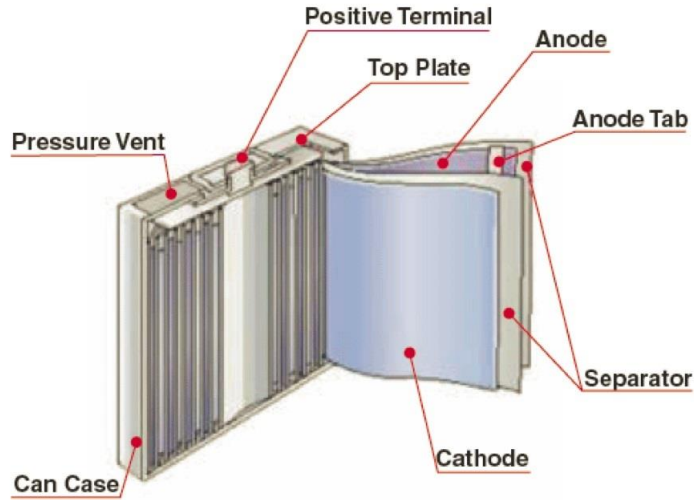
HÜCRE DONANIMI
Hücre seviyesinde tasarım özellikleri; <ul style="list-style-type: none">• Havalandırma (Vent)• Akım kesme devresi• Separatör malzemeler• Sınırlı güvenlik etkisi için aktif malzeme tozları ve bağlayıcıların özelliklerinin belirlenmesi

SİSTEM DONANIMI
Elektronik donanımlar; <ul style="list-style-type: none">• Aşırı Gerilim koruması• Aşırı Sıcaklık koruması• Hücre Dengeleme Elektrik donanımlar; <ul style="list-style-type: none">• Aşırı Akım sigortaları• Kontaktörler Mekanik Donanımlar; <ul style="list-style-type: none">• Optimal termal yönetim• Yapısal korumalar• Gaz kapatma/önleme sistemleri

SİSTEM YAZILIMI
Batarya sistem karakteristiklerini izleme yazılımı; <ul style="list-style-type: none">• Hücre/Paket gerilim seviyesi• Sıcaklık• Akım• Cihaz geri besleme• Sensör doğrulama (Kalibrasyon)• Hata/Arıza tespitinde uygun kontrol aksiyonunun alınması

Hücre Seviyesinde Güvenlik

- Battery University web sitesinden alıntı: 'Lityum iyon pillerin arıza oranı milyonda birden azdır. Kaliteli bir Li iyon hücresinin arıza oranı 10 milyonda birden daha iyidir'.

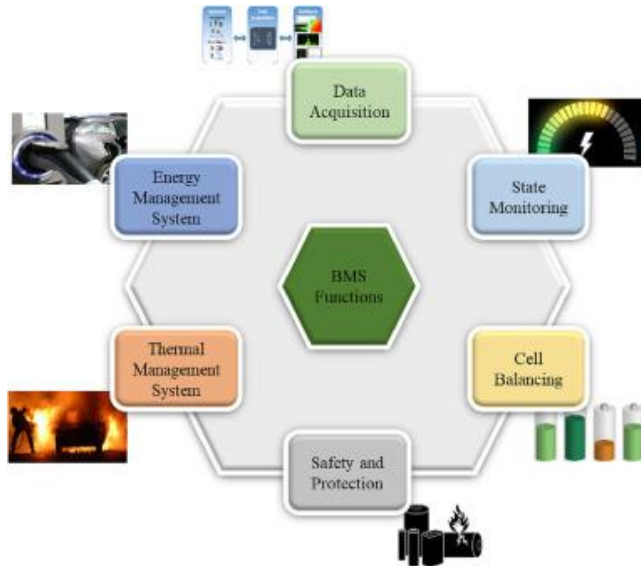


- **Thermal Runaway** : BMS Sıcaklık kontrolü ile termal sigortanın devreye girmesi
- **Sıcaklık Artışı** : Artan sıcaklıkta eriyen ve mühürlenmiş bir ayırıcı kullanımı (ayırıcı kapanması)
- **Aşırı Şarj** : BMS Hücre gerilimi kontrolü
- **Mekanik Hasar** : Kuvvetli kasa ile önlenir
- **Yüksek Akım Değeri** : Akım kesici cihaz (CID – Current Interruption Device)
- **İç Basınç Artışı** : Basınç valfi ile yönetilir

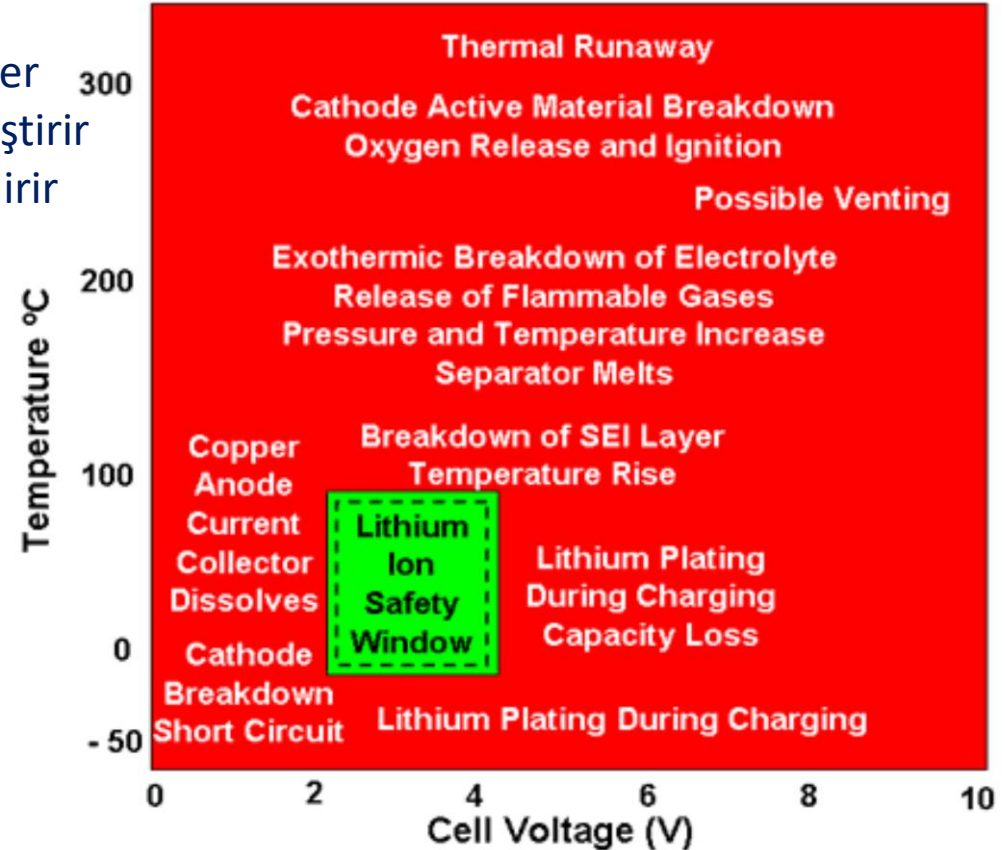
BMS Sistemi

Temel Fonksiyonları;

- Batarya yı sürekli izler
- Batarya seviyesinde koruma sağlar
- Bataryanın çalışma durumunu tahmin eder
- Sürekli olarak batarya performansını iyileştirir
- Harici sistemlere operasyonel durum bildirir



Lithium Ion Cell Operating Window



Hava ile Soğutma Sistemi

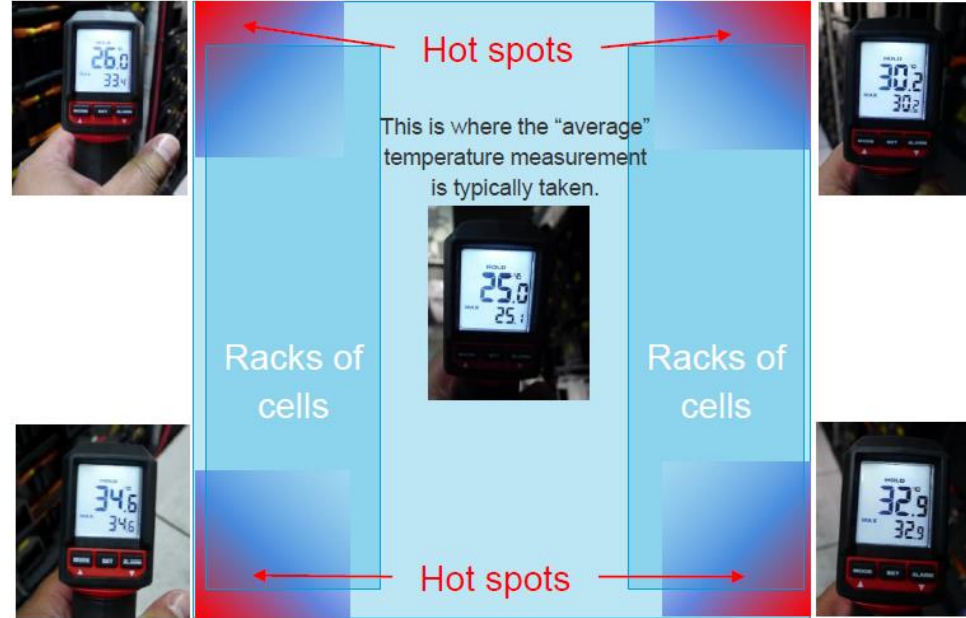
- Elektrokimyasal reaksiyon ile ısı ortaya çıkar, ısınma batarya ömrü ve güvenliği açısından tehdittir.
- Batarya ortam sıcaklığını garanti edebilmek için termal yönetim sisteminden yararlananlar.



Hava Soğutmalı Rak

Hava Soğutma Sistemi Avantajları;

- Basit bağlantı tipindedir
- Sıvı kaçağı oluşumu ihtimali çok düşüktür

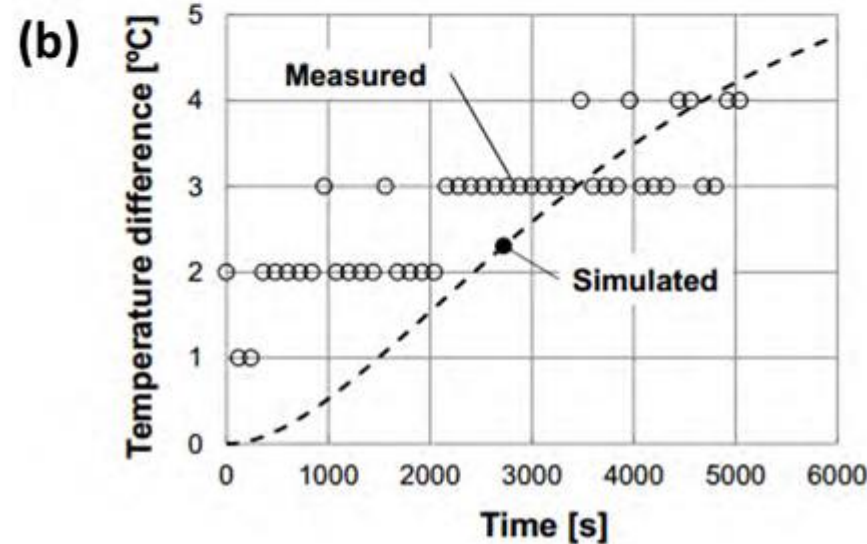
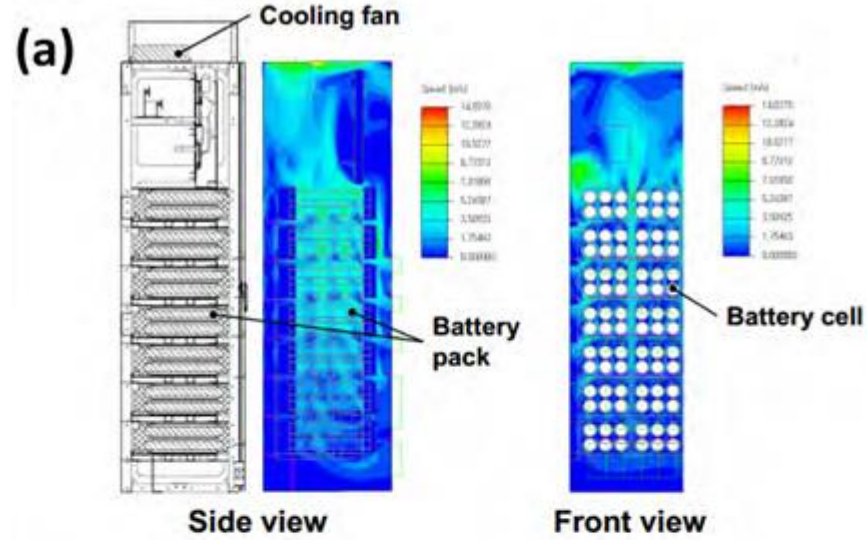
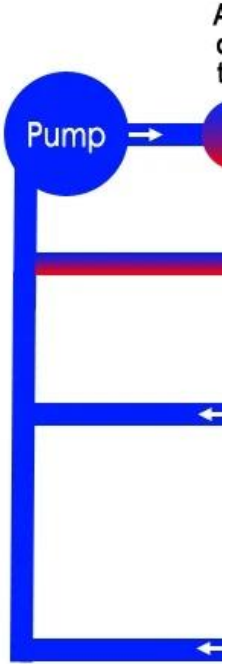


Riskleri;

Konteyner içerisindeki hava dağılımı homojen olmayabilir. (Hot-Spot)

Sıvı ile Soğutma

- Sıvı soğutma, iletkenliği artırır ve ısıyı uzaklaştırır ve
- Havalandırmaya



na iyi ısıyı

istemi bileşenleri;

ı plakası,

üitesi,

ı boru hattı (sıcaklık

f dahil),

çak basınç kablo demeti;

ısı (glikol, sulu çözelti)

İşleme prensibi:

atarya modülüne

ve akü tarafından

ı emdikten sonra,

n kondansatöre geri

Gaz Algılama Sistemi

- Lityum İyon bataryalar normal çalışmada gaz salgılamaz. Thermal runaway indikatörlerinden biridir...
- Gaz algılama Thermal Runaway öncesinde oluşan gazı tespit amacıyla kullanılır. Bu sayede olay oluşmadan önce sisteme müdahale imkanı sağlar.
- Baskın gazlar H₂, CO, CO₂ ve diğer hidrokarbonlardır.

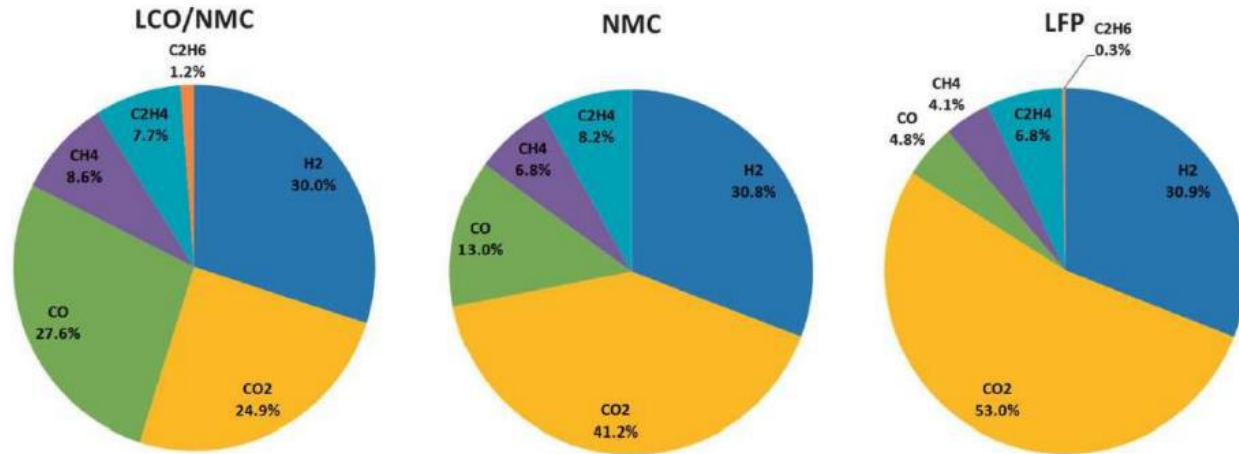
Faydaları;

Gazların erken algılanması
Thermal runaway
başlamadan müdahale
imkanı

Sınırlamaları;

Maliyet
Entegrasyon zorlukları
Yanlış uyarı/alarm

Total gas released during thermal runaway for 100% SOC cells

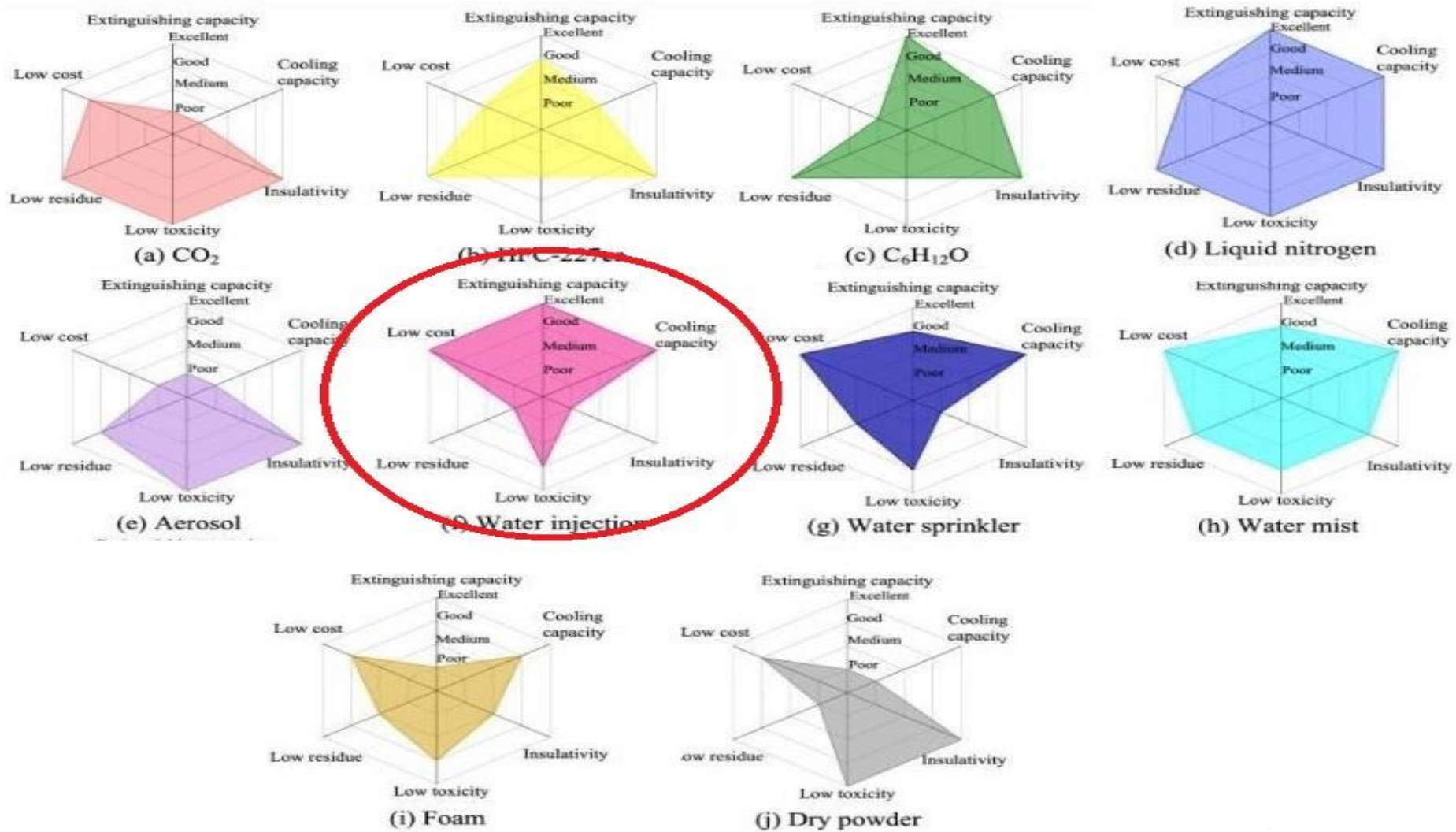


Yangın Algılama/Alarm Sistemi

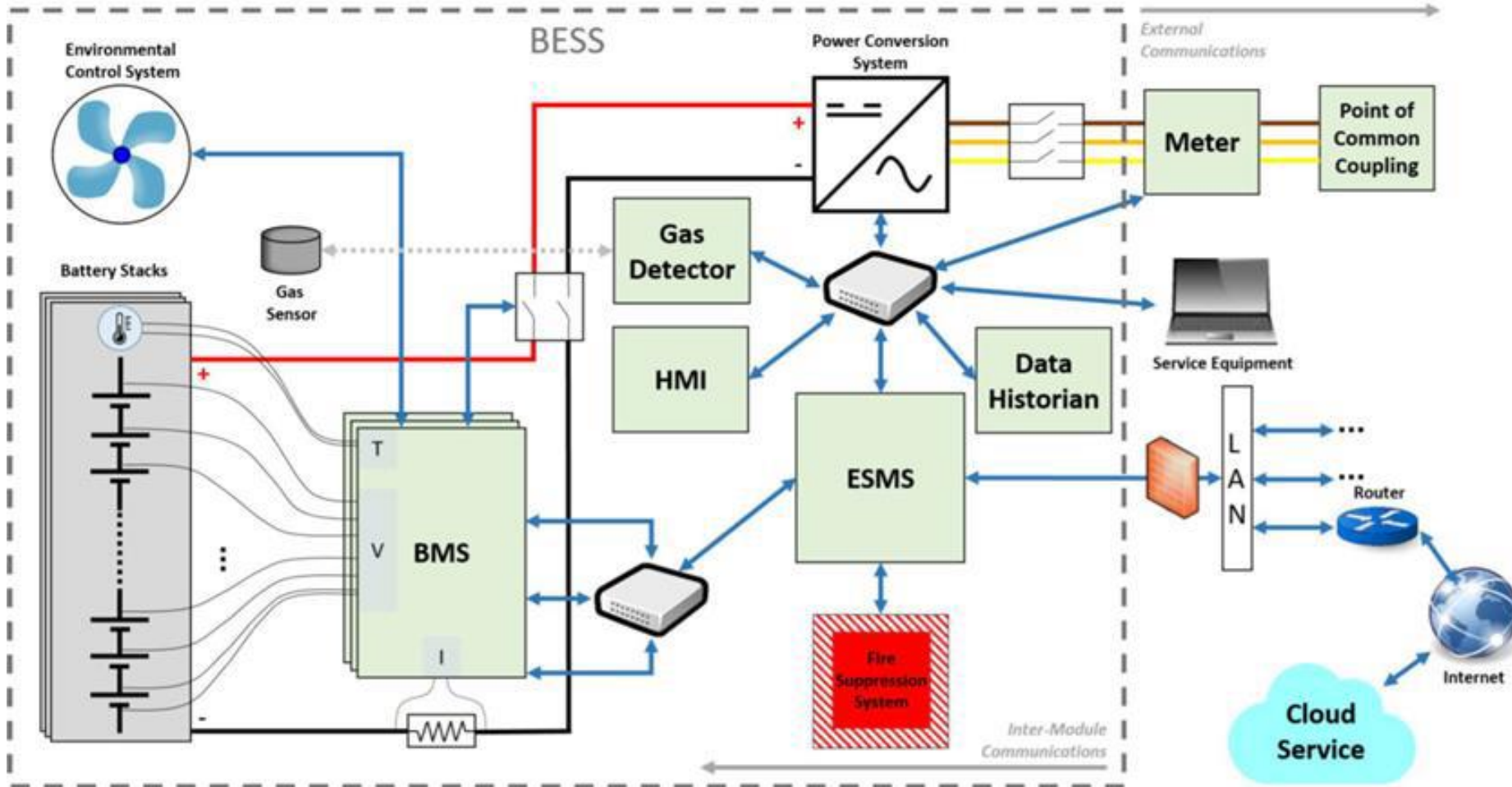
- Gaz ve Sıcaklık sensörleri
- Yangın Alarm, iletişim özellikli
- Acil kapatma butonu



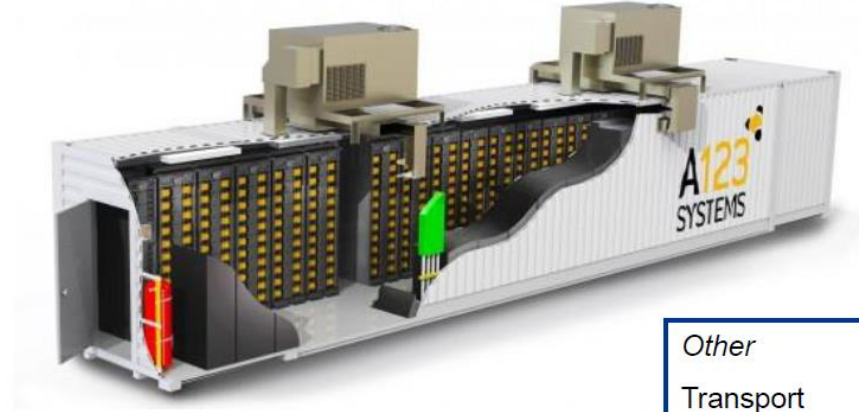
BESS UYGULAMALARINDA GÜVENLİK



Kontrol Fonksiyonları – EMS



Standartlar



Batteries in general:
IEC 62619
UL 1642

Module
IEC 62619
UL 1973

System
IEC 62933-5-2
UL 9540, UL 9540A
NFPA 855
Operational safety: 62485-5

Other
Transport
Electrical
EMC
Power converter
Ingress protection
Functional safety
Cyber security

Tasarım Süreçleri

Sistem güvenliğini garanti sağlamak için tasarım süreçlerinde dokümantasyon önemlidir.

- Mekanik Çizimler ve Elektrik Tek hat diyagramları
- Batarya, İnverter, Transformatör gibi ekipmanların tasarım isterleri ve şartnameleri
- AC/DC kabinet yerleşimleri
- EMS ve Network donanım ve yazılım şartnameleri
- Yangın güvenliği konsept tasarımı ve seneryoları
- İş sağlığı ve güvenliği dokümanları,
 - İşletme kılavuzları
 - Acil durum eylem planı
 - Yerinde servis cevap verme süreleri



Tasarım Süreçleri – Zorlu Koşullar

Zorlu saha koşulları için ilave olarak;

- **IP Sınıfı** - konum için uygunluk derecesine sahip olmalı, dış mekan kurulumları için minimum IP 54
- **Korozyon Koruması** – Korozyon koruması amacı ile C5 veya C5M sınıfı boya kullanılmalıdır.
- **Sıcaklık** – Kullanılan termal yönetim sistemi hem ısıtma hem de soğutma fonksiyonu için proje lokasyonundaki iklim koşullarına uygun olmalıdır.
- **Kum/Toz** – Ortam koşullarına göre filtre temizliği ve değişimi planlanmalıdır
- **Sismik** – Kurulum alanı konumuna göre ilave sismik tedbirler alınmalıdır
- **Rakım** – Sistem tasarımı kurulum alanı rakım değerine göre yapılmalıdır
- **Rüzgar** – Rüzgar yükü dikkate alınmalıdır
- **Tehlikeli Ortam** – ATEX sınıflandırılması uygulanmalıdır



FAT ve SAT Testleri

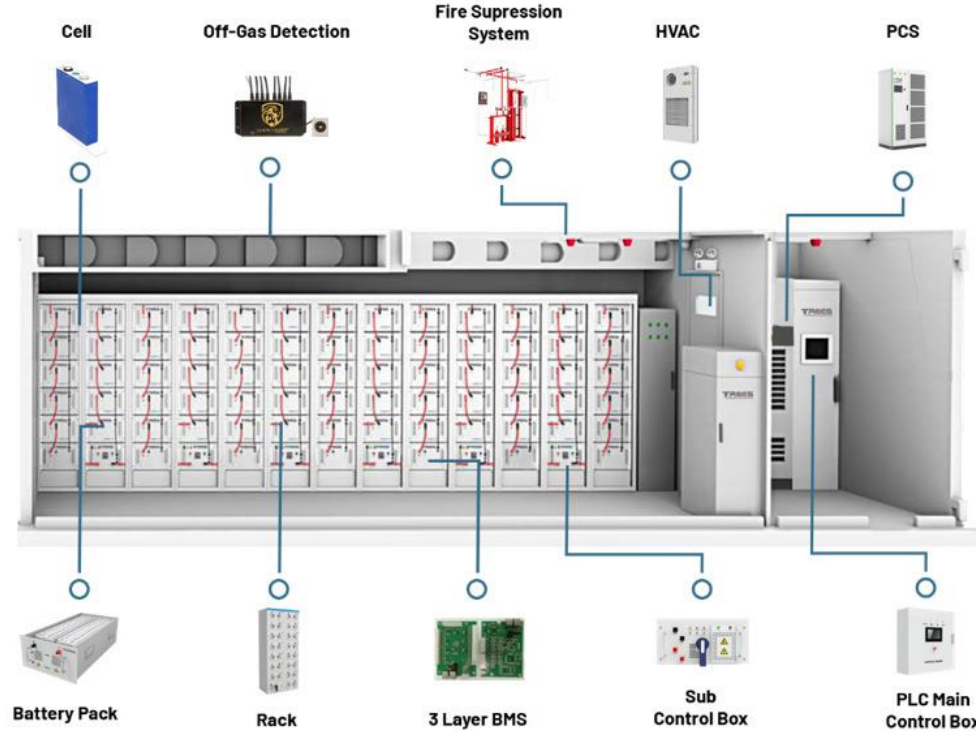
- Sistem Kabul Testleri, Nakliye öncesi (FAT) ve Devreye Alma Öncesi (SAT) şeklinde yapılmalıdır;
- Önemli FAT testlerden bazıları;
 - BMS Fonksiyonu,
 - İletişim testleri
 - Yangın güvenlik testleri
 - İklimlendirme sistemi
 - Gerilim, İzolasyon, Topraklama ve Selektivite kontrolleri
 - Elektriksel performans, Enerji kapasitesi, Gerilim-Akım değerleri vb..
- Önemli SAT testlerden bazıları (PCS ve Transformatör Dahil tüm sistem testi);
 - Log dataları ve EMS operasyon/haberleşme testleri
 - Çıkış güç testi
 - Enerji kapasite testi
 - Sıcaklık testi
 - Sistem verimlilik (RTE) testi
 - Yardımcı sistemler testi

Bakım ve İşletme

Batarya tabanlı depolama siste çok az bakım gerektirir

Dikkat noktaları;

- Degredasyon ve RTE değerler kontrolü
- Güç/kapasiteyi korumak için zamanında ilave modüllerin eklenmesi
- Arıza durumunda modüllerin değiştirilmesi
- Yardımcı sistemlerin bakımı (Isıtma, havalandırma, iklimlendirme, PCS, LV/MV Panoları vb...)



Source: TROES (The Revolution of Energy Storage)

BURAK ÖZYOL

MAXXEN İş Geliştirme Direktörü

+90 539 644 27 46

burakozyol@maxxen.com.tr