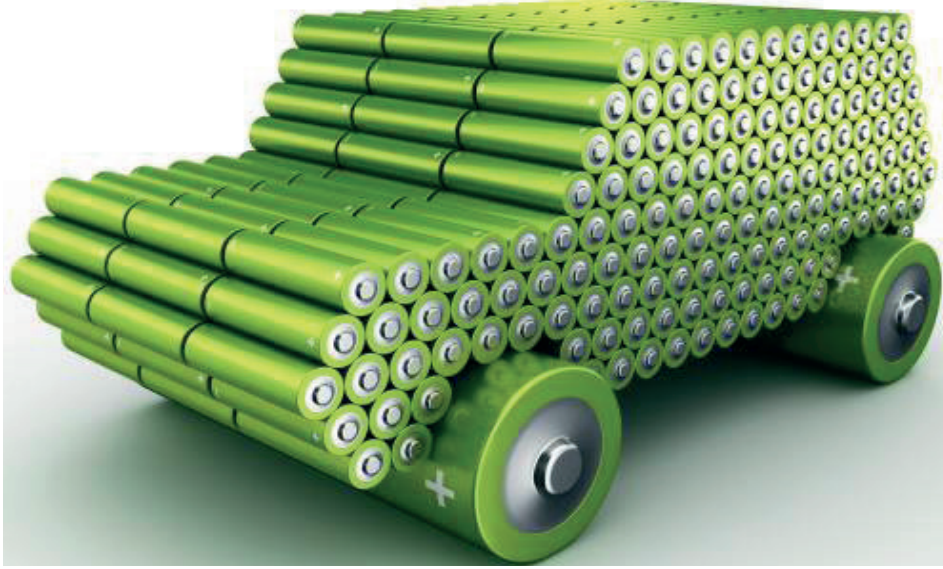


LİTYUM BATARYALAR: YAPISI, ÇALIŞMA PRENSİBİ VE GÜVENLİK RİSKLERİ



Uzun ömrü, hafif yapısı ve yüksek enerji yoğunluğuna sahip olma avantajları nedeniyle günlük yaşamımızın birçok noktasında lityum bataryalar tercih edilmektedir. Bu bataryalar cep telefonları gibi modern taşınabilir cihazların, günümüzde sayısı artmakta olan elektrikli araçların, enerji depolama sistemlerinin, farklı el aletlerinin ve medikal cihazların temel enerji kaynağını oluşturur. Lityum bataryaların bilinçli kullanımı son derece önemlidir; çünkü bu bataryalar doğru kullanılmadıkları takdirde hem cihazların verimli çalışması hem de kullanıcı güvenliği açısından ciddi güvenlik riskleri doğurabilirler.

Yapısı ve Temel Bileşenleri

Lityum bataryalar, bataryanın güvenli ve verimli çalışmasında kritik rol oynayan dört ana bileşenden oluşur: anot, katot, elektrolit ve ayırıcı (separator).

Anot: Genellikle grafit gibi karbon bazlı malzemelerden yapılır. Şarj sırasında lityum iyonlarını depolar ve bataryanın enerji depolama kapasitesini belirler.

Katot: Lityum metal oksitlerden oluşur ve deşarj sırasında iyonların kaynağıdır. Katot malzemesi, bataryanın voltaj ve enerji yoğunluğunu doğrudan etkiler.

Elektrolit: Anot ile katot arasındaki iyon transferini sağlayan iletken sıvıdır. Organik çözücüler içerdiği için yanıcıdır ve yüksek sıcaklıklarda bozulabilir.

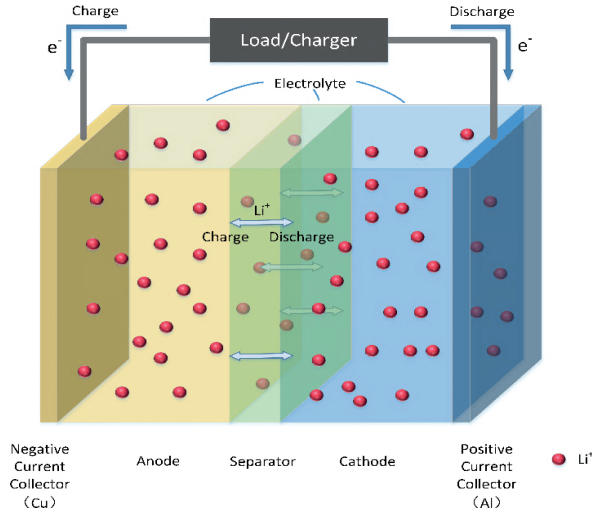
Ayırıcı (separator) : Anot ve katodu fiziksel olarak ayıran ince bir tabakadır. Kısa devre riskini önler ve bataryanın güvenli çalışmasına katkıda bulunur.

Bu dört ana bileşen sayesinde lityum bataryalar, küçük boyutlarına rağmen yüksek miktarda enerji depolayabilir. Öte yandan bataryanın verimliliğini ve güvenliğini büyük ölçüde bu bileşenlerin uyumu ve kalitesi belirler.

Çalışma Prensibi

Lityum bataryaların çalışma prensibi, iyon hareketine dayanır. Şarj sırasında lityum iyonları katottan anoda doğru hareket eder ve burada depolanır. Deşarj sırasında ise bu iyonlar anottan katoda geri döner ve bu süreç sırasında elektrik akımı oluşur. Elektrolit, bu iyon hareketini kolaylaştırırken ayırıcı, batarya içinde güvenli bir iyon yolu sağlar.

Lityum bataryaların özel bir türü olan Lityum Demir Fosfat (LiFePO_4) bataryalar, aynı iyon hareketi prensibine dayansa da katot materyali olarak demir fosfat kullanılır. Bu kimyasal yapı sayesinde Lityum Demir Fosfat bataryalar, geleneksel Lityum-iyon bataryalara kıyasla daha yüksek güvenlik seviyesi, daha uzun ömür ve termal stabilite sunar.



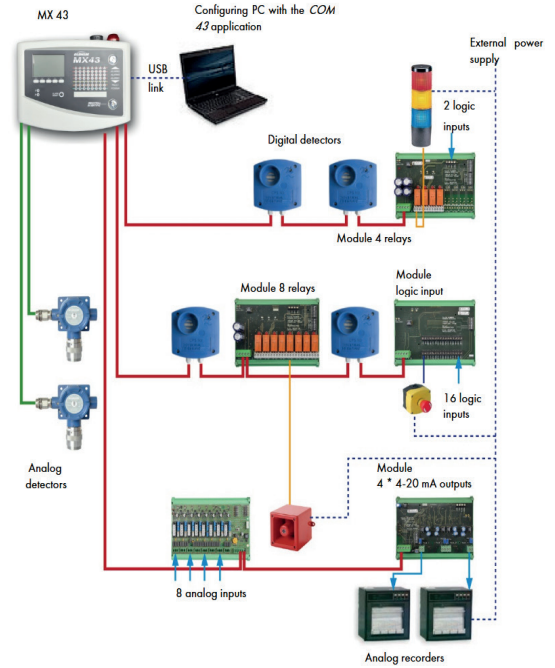
Güvenlik Riskleri ve Termal Kaçak

Lityum bataryalar, yararlarının yanı sıra bulundurdıkları riskler nedeniyle dikkatli kullanılması gereken ürünlerdir. Hasar gördüklerinde, aşırı ısındıklarında ya da uygunsuz şarj edildiklerinde, termal kaçak adı verilen tehlikeli bir süreç başlayabilir. Termal kaçak sırasında batarya içinde sıcaklık hızla yükselir, elektrolit bozulur ve başlıca karbon monoksit (CO), karbondioksit (CO₂), hidrojen (H₂), metan (CH₄), hidroklorik asit (HCl) gibi bazıları zehirli bazıları ise son derece yanıcı gazlar açığa çıkar. Lityum bataryaların yanma riski en önemli güvenlik sorunlarından biridir. Açığa çıkan gazlar oksijenle tepkimeye girerek yangına ve patlamalara yol açabilirler.

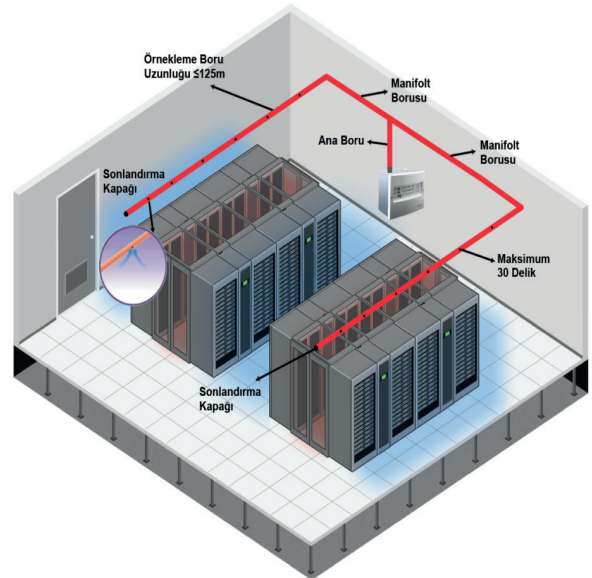
Alınabilecek Önlemler ve Algılama Sistemleri

Bu riskleri minimize etmek için lityum bataryalardan açığa çıkan gazlar, uygun detektörler ve alarm sistemleri ile erken aşamada tespit edilebilir. Çeşitli algılama yöntemleri sisteme entegre edilmelidir:

- Sabit gaz algılama sistemleri: Stratejik noktalarda konumlandırılan sensörler aracılığıyla kritik alanları noktasal olarak izler ve havada biriken gazları sürekli monitör eder. Bu sistemler elektrokimyasal, kızılötesi veya katalitik sensör teknolojilerini kullanarak CO, H₂, CH₄, HCl gibi tehlikeli gazları algılar. Yüksek hassasiyetle çalışan bu sensörler, önceden tanımlanmış alarm seviyelerine ulaştığında anında uyarı vererek personel güvenliğini ve hızlı müdahaleyi sağlar. ATEX, IECEx ve SIL sertifikasyonlarına sahip olmalı ve özellikle batarya ünitelerinin yakınında ve kapalı alanlarda kritik öneme sahiptir.
- Hava örnekleme sistemleri: Çevresel havayı sürekli ABS veya PVC borular ile hava örnekleme üniteye çekerek gaz kaçaklarını ve potansiyel tehlikeleri



erken aşamada algılar. Havadaki çok düşük konsantrasyonlardaki gazları bile tespit edebilir ve çoklu örnekleme noktaları sayesinde büyük tesislerde homojen koruma sağlar. Erken uyarı kapasitesi diğer sistemlere göre daha yüksektir ve özellikle büyük enerji depolama tesislerinde ve veri merkezlerinde tercih edilir. ATEX, IECEx, UL, FM, SIL ve EN 54 serisi sertifikalarına sahip olmalıdır.



- Alev algılama sistemleri: Kızıl Ötesi (IR) ve/veya Ultraviyole (UV) ışınları kullanarak ışık spektrum analizi yapar ve alevlenme sinyallerini milisaniyeler içinde tespit eder. 3R (üçlü IR) teknolojisi ile atmosferik koşullardan etkilenmeden güvenilir tespit sağlar ve

sıcaklık artışlarını izleyebilir. Bu sistemler hidrojen alevleri gibi görünmez alevleri bile algılayabilir, yanlış alarm oranları son derece düşüktür ve yangın başlamadan önce oluşan küçük alevlenmeleri tespit edebilir. ATEX, IECEx, UL, FM, SIL ve EN 54 serisi sertifikalarına sahip olmalı ve özellikle patlama riski taşıyan ortamlarda kritik koruma sunar.

Wisklerine karşı katmanlı güvenlik yaklaşımı oluşturarak hem önleyici hem de reaktif koruma sağlar. Her sistem farklı aşamalarda devreye girerek kapsamlı bir güvenlik ağı oluşturur.

Burak Cedetaş
Elektrik Yüksek Mühendisi

KAYNAKÇA

•Armand, Michel & Tarascon, J.-M. (2008). Building Better Batteries. Nature. 451. 652-7. 10.1038/451652a.

•Bandhauer, T. M., Garimella, S., & Fuller, T. F. (2011). A critical review of thermal issues in lithium-ion batteries. Journal of the Electrochemical Society, 158(3), R1–R25. <https://doi.org/10.1149/1.3515880>

•Dunn, B., Kamath, H., & Tarascon, J. M. (2011). Electrical energy storage for the grid: A battery of choices. Science, 334(6058), 928–935. <https://doi.org/10.1126/science.1212741>

•Wang, Q., Ping, P., Zhao, X., Chu, G., Sun, J., & Chen, C. (2012). Thermal runaway caused fire and explosion of lithium-ion battery. Journal of Power Sources, 208, 210–224. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.02.038>

•Zubi, G., Dufo-López, R., Carvalho, M., & Pasaoglu, G. (2018). The lithium-ion battery: State of the art and future perspectives. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 89, 292–308. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.002>

ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONLARINDA YASAL METROLOJİ



Özet

Dünya, küresel iklim değişikliği hedeflerine ulaşmak için fosil yakıtlı araçlardan daha düşük emisyonlu elektrikli araçlara doğru bir geçiş sürecindedir. Bu dönüşümle birlikte, günlük mobilite için harcanan enerjinin kaynağı akaryakıtlardan elektrik enerjisine kaymaktadır. Bu dönüşümün en önemli unsurlarından biri olan halka açık şarj istasyonlarında, adil bir ticaretin ve doğru vergilendirmenin tesisi için yasal metroloji kavramı hayati bir önem taşımaktadır. Bu makalede; şarj istasyonlarında yasal metroloji kavramı, ilgili teknik detaylar ve farklı ülkelerdeki uygulamalar incelenmektedir. Ayrıca, Türkiye'deki elektrikli araç şarj istasyonlarında yasal metroloji açısından piyasa durumu ve denetim eksikliğinin yarattığı potansiyel risklere değinilerek, uluslararası örneklerle benzer kademeli bir yasal metroloji regülasyon geçiş süreci önerilmektedir.