











Ana tehlike, ıslak veya kuru hücre piller ile lityum-iyon piller arasındaki farklılıktan kaynaklanır. FMDS 8-1'in Malzeme Sınıflandırma Örnekleri Tablosu 2.3, Piller kategorisi altında dört tasarım yaklaşımı belirler ve ıslak hücre, kuru hücre ve lityum-iyon hücreleri arasında ayırım yapar. Aşağıda, farklı tasarım yaklaşımlarını gösteren tablodan bir alıntı bulunmaktadır. Dikkat edilmelidir ki, Madde 1-6, sprinkler koruma tasarım gereksinimleri için FMDS 8-9'a atıfta bulunurken, lityum-iyon hücreler, modüller ve ürünler (Madde 7) için gereksinimler FMDS 8-1 içinde kalmaktadır.

Tablo 2. Lityum PİL Risklerinin Malzeme Sınıfı Karşılıkları, FMDS 8-1 Tablo 2.3

Sıra	Malzeme	Sınıf
<b>Bataryalar</b>		
1	Kuru pil (Lityum metal ve lityum iyon piller hariç) Kartonsuz	Class 1
2	Islak hücre (tutuşmayan elektrolit) (örneğin otomobil, tekne) Kartonsuz	Class 1
3	Kuru pil (Lityum metal ve lityum iyon piller hariç) Kartonlu	Class 2
4	Islak hücre (tutuşmayan elektrolit) (örneğin otomobil, tekne) Kartonlu	Class 2
5	Bataryalar, plastik kaplamalı, boş	UP
6	Islak hücreli (tutuşmayan elektrolit) büyük araçlar (örneğin kamyonlar)	UP
7	Li-ion piller, modüller ve Li-ion piller içeren ürünler	Bkz. Bölüm 2.4.2

Büyük ölçekli testler, sprinkler sistemlerinin yangın yayılmasını kontrol edebileceğini ve Enerji Depolama Sistemleri (ESS) yangınlarının tehlikesini azaltabileceğini göstermiştir. Bu testlerde, ticari bir alanda ESS yangınının genel tehlikesi, yangın şiddetinin azaltılması, çevredeki potansiyel yangın hasarı ve yangının başladığı rafa olan sınırlama ile beraber değerlendirilmiştir.[3]

FMDS 8-1'de lityum-iyon piller için koruma gereksinimleri Bölüm 2.4.2'de yer almaktadır ve öncelikle pillerin yeni mi yoksa yenilenmiş mi olduğu temelinde birbirinden ayrılır. Yeni pillerin depolanması, depolama yüksekliğine bağlı olarak Bölüm 2.4.2.2'ye göre raf arası sprinklerler gerektirebilir. Kullanılmış veya yenilenmiş pillerin depolanması ise depolama yüksekliğinden bağımsız olarak raf arası sprinklerleri gerektirir.

Yeni piller için uygun korumayı belirlemek, Şarj Seviyesi, Tavan Yüksekliği, Depolama Yüksekliği, Depolama Düzeni ve Ambalajlama olmak üzere beş değişkeni değerlendirmeyi gerektirir. FMDS 8-1, Şarj seviyesini "sistemdeki gerçek enerji miktarı, nominal kapasiteye kıyasla ve yüzde olarak ifade edilir (0%-tamamen boşalmış, 100%-tamamen dolu)" olarak tanımlamaktadır. Şarj seviyesi ne kadar düşükse, tehlike de o kadar düşüktür. Depodaki çoğu bitmiş ürünün Şarj Seviyesi yüzde 40 ile yüzde 60 arasındadır. Ayrıca, örneğin Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı, taşımacılık işlemleri sırasında bitmiş ürün Şarj Seviyesini yüzde 30 ile sınırlamaktadır. Ancak, piller kullanımda veya şarj ediliyorken, Şarj Seviyesi yüzde 60'ın çok üzerinde olabilir ve yüzde 100 olabilir veya aşırı şarj durumunda olabilir.

Daha önce belirtildiği gibi, Bölüm 2.4.2, lityum-iyon hücreler ve modüllerin korunmasını belirlemek için beş değişken içerir. Bunlar Tablo 2.4.2.1'de yer almaktadır.

İlk değişken Şarj Durumu'dur ve iki kategoriye ayrılır: yüzde 60 veya daha az ve yüzde 60'tan fazla.

İkinci değişken Tavan Yüksekliği'dir ve bu 40 feet veya daha az ve 40 feet'ten fazla olarak ayrılır.

Üçüncü değişken Depolama Yüksekliği'dir. Tavan yüksekliğinden bağımsız olarak, depolama yüksekliği 15 feet'e kadar 3 depolama seviyesi ile sınırlıdır.

Depolama Düzeni dördüncü değişkendir ve açık çerçeve rafı, sağlam yığın veya paletlenmiş olarak kapsar. Son olarak, beşinci değişken Ambalajlama'dır ve çeşitli kombinasyonları içerir: ahşap sandık,

metal kaplı, oluklu karton ve plastik dış ambalaj. Ayrıca, iç ambalajlamanın selülozik, genişletilmemiş veya genişletilmiş plastik olarak tanımlanması gereklidir.

Bu değişkenler aracılığıyla karar yolu tamamlandığında, tavan sprinkler koruması ve/veya Raf İçi sprinkler koruması ihtiyacı seçilir. Bir sonraki sayfada, açıklanan kategorilere dayanan altı tasarım senaryosunu gösteren Tablo 2.4.2.1'in bir kopyası yer almaktadır.

Tablo 3. FMDS 8-1-Tablo 2.4.2.1 Protection of Lithium-ion Cells and Modules

State of Charge	Ceiling Height	Storage Height	Storage Arrangement	Packaging	Ceiling Protection (QR sprinklers only)	In-Rack Protection
≤60%	≤40	Maximum 3 levels of storage up to a total height of 15	Open-frame rack, solid pile or palletized	Wood crate, metal encased or corrugated carton with cellulosic and/or unexpanded plastic internal packaging only	K22.4 or K25.2 12@35psi	NA
				Corrugated carton with expanded plastic internal packaging	CEP per 8-9	NA
				Plastic external packaging	UUP per 8-9	NA
	NA	Open-frame rack	Uncartoned	Per surrounding occupancy	See Section 2.4.2.2	
	>40	Cartoned or Uncartoned	Per surrounding occupancy	See Section 2.4.2.2		
>60%	NA					

FMDS 8-1'de açık raf ve boşluksuz yığma veya paletli depolama, lityum-iyon hücreler ve modüllerin korunması amacıyla beraber ele alınmıştır. Ancak FMDS 8-9 uygulandığında, tasarım gereksinimleri depolama düzenine göre ayrılır ve aşağıda belirtildiği şekilde uygun tablo seçilmelidir.

Malzeme Sınıfı	Yığma Depolamada	Açık Rafli Depolamada
CEP	Tablo 4	Tablo 9
UUP	Tablo 5	Tablo 10

## 6.SONUÇ

Depolama alanları için otomatik yangın sprinkler sistemleri, standart malzeme sınıfları ve yüksek yangın riski taşıyan lityum-iyon pil gibi modern depolama ürünleri için kritik bir yangın koruma çözümü sunmaktadır. FM Global ve NFPA 13 gibi uluslararası standartlar, depo ortamlarındaki çeşitli tehlikelere karşı etkili yangın koruması sağlamak amacıyla bu sistemlerin tasarımı, kurulumu ve işletimi için kılavuzlar geliştirmiştir. Depolanan malzemelerin sınıflandırılması, depolama konfigürasyonları ve yangın yükleri gibi faktörler, sprinkler sistemlerinin uygun tasarımını belirlemede önemli rol oynar.

Özellikle lityum-iyon pillerin depolanması, geleneksel yangın söndürme yöntemlerine karşı daha karmaşık ve zorlu bir süreçtir. Termal kaçak riski ve suyla söndürmenin zorlukları, bu sistemlerin yangın riskine karşı optimize edilmesini gerektirmektedir. Bu makale, su tabanlı yangın söndürme sistemlerinin bu riskleri nasıl azaltılabileceğine dair çözüm önerilerini sunmakta ve özellikle erken tespit entegrasyonu, genişletilmiş sprinkler kapsamı ve soğutma tekniklerinin birleştirilmesini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, doğru sınıflandırma ve tasarım ilkeleri takip edildiğinde, otomatik yangın sprinkler sistemleri, hem standart depolama hem de lityum-iyon pil gibi yüksek riskli malzemeler için etkin bir yangın koruma çözümü sunar. Gelişen teknoloji ve artan enerji depolama ihtiyaçlarına bağlı olarak bu sistemlerin daha da optimize edilmesi, yangın güvenliğinin sağlanmasında kilit rol oynamaya devam edecektir.

Lityum İyon Batarya Yangın riskleri için su, ıslak kimyasal ve kuru kimyasal gibi farklı yangın söndürücülerin performansını değerlendirmek için modül düzeyinde testler yürütülmüştür. Testler, suyun en etkili yangın söndürücü olduğu sonucuna varmıştır.[4]

## KAYNAKLAR

- [1]. BISSCHOP, R. ; WILLSTRAND, O.; ROSENGREN, M. - "Handling Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles: Preventing and Recovering from Hazardous Events". Fire Technology / 1 November 2020.
- [2]. Energy Storage Systems Safety Fact Sheet, National Fire Protection Association / June 2020.
- [3]. LONG, R. T. Jr; MISERA, A. – Sprinkler Protection Guidance for Lithium-Ion Based Energy Storage Systems, Fire Protection Research Foundation / June 2019
- [4]. DNV-GL, "Considerations for ESS Fire Safety," Consolidated Edison New York, NY, Final Report 0APUS301WIKO(PP151895), Rev.4, 2017

## ÖZGEÇMİŞ

### Yusuf ARSLAN

1983 yılında Kastamonu- Cide'de doğmuş olan Yusuf ARSLAN, 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 2006-2012 yılları arasında farklı firmalarda Proje Satış konularında çalışmıştır. 2012 yılından bu yana Yangın Korunum Sistemleri konusuna odaklı olarak proje satış ve mühendislik görevlerinde çalışmış olan Yusuf Arslan, 2017 yılının başından bu yana yangın korunum sistemleri üreticisi VIKING firmasında görev yapmakta, Türkiye ve Bölge Ülkeler Teknik Destek Yöneticisi olarak çalışmalarına devam etmektedir. TÜYAK(Türkiye Yangından Korunum Derneği), TTMD(Türk Tesisat Mühendisleri Derneği) ve KRYD(Kurumsal Risk Yönetimi Derneği) üyesidir. Evli ve bir çocuk babasıdır.