



Panel

ENERJİDE AKÜYE BAKIŞ

ÇALIŞTAY VE PANEL SONUÇ RAPORU

İbrahim AYSAL
EMO Başkanı

Halil ERENSU
KMO Başkanı

Vijdan ŞENGÖR
ÇMO Başkanı



13 Haziran 2026

İnşaat Mühendisleri Odası – Mehmet Göze (Asi) Laboratuvar ve Kongre Merkezi, Lefkoşa.

İÇİNDEKİLER

• I. Çalıştay ve Panel'in Amaç ve Kapsamı.....	3
• II. Çalıştay ve Panel Programı.....	4
• III. Çalıştay Masa Dağılımları	5
• IV. Panel Davetli Konuşmacılar	6
• V. Çalıştay ve Panel Sonuç Raporu.....	7-18
• VI. KKTC için Kısa, Orta ve Uzun Vadeli Yol Haritası.....	19
• VII. Sonuç ve Öncelikli Öneriler.....	20

NOT : Bu Rapor KTMMOB'ye Bağlı Elektrik Mühendisleri Odası, Kimya Mühendisleri Odası ve Çevre Mühendisleri Odası'nın ortak yayınıdır. İzinsiz kullanılması veya kopyalanması yasaktır.

I. Çalıştay ve Panel'in Amaç ve Kapsamı

Enerji depolama sistemleri; artan enerji ihtiyacının karşılanması, güneş başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanılması, elektrik sisteminin esnekliğinin artırılması, enerji arz güvenliğinin güçlendirilmesi ve düşük karbonlu enerji yapısına geçiş bakımından stratejik bir altyapı unsurudur.

Ülkemizde yaz ve kış aylarında oluşan pik talep, mevcut emre amade santral kapasitesinin yetersiz kalabilmesi, yakıt maliyetlerinin jeopolitik gelişmelere bağlı olarak yükselmesi ve şebekeye bağlı güneş enerjisi santrallerinin hızla artması; üretim, iletim ve dağıtım sistemleri üzerinde ilave baskı oluşturmaktadır.

Depolamalı GES ve müstakil depolama sistemleri, gündüz üretilen fazla enerjinin ihtiyaç duyulan saatlerde kullanılmasını, frekans ve gerilim desteğini, pik yük azaltımını, dengeleme kapasitesini ve yenilenebilir üretimin daha yüksek oranlarda sisteme alınmasını sağlayabilir.

Depolama yatırımlarının artması, aynı zamanda kullanım ömrünü tamamlayan akü ve bataryaların miktarında artış yaratacaktır. Bu nedenle atık yönetiminin ürünün adaya girişinden başlayarak kullanım, toplama, taşıma, geçici depolama, ikinci ömür, ön işlem, black mass üretimi, geri dönüşüm ve uygun bertarafa kadar bütün yaşam döngüsünü kapsaması gerekmektedir.

Birleşik yaklaşımın temel unsurları; teknik depolama kapasitesinin belirlenmesi, batarya kayıt sistemi ve batarya pasaportu, genişletilmiş üretici sorumluluğu, ikinci ömür için izin ve denetim sistemi, güvenlik ve yangın altyapısı, gümrükte izlenebilirlik, izinli toplama/taşıma/depolama altyapısı ve yerel ön işlem kapasitesinin geliştirilmesidir.

II. Çalıştay ve Panel Programı

12 Haziran 2026, Cuma – Enerjide Aküye Bakış Çalıştay Programı

SAAT	AÇIKLAMA
16:00 – 19:00	ÇALIŞTAY MASA OLUŞUM VE KONU DEĞERLENDİRMELERİ
19:30 – 20:30	MASALARIN SONUÇ RAPORU ÖN HAZIRLIĞI

13 Haziran 2026, Cumartesi - Enerjide Aküye Bakış Panel Programı

SAAT	AÇIKLAMA
10:00 - 10:20	MODERATÖR VE AÇILIŞ KONUŞMALARI
10:20 - 10:40	PROF. DR. ALKAN ALKAYA – EMO MERSİN ŞUBESİ BAŞKANI
10:40 - 11:00	PROF. DR. METİN GENÇTEN – YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
11:00 - 11:20	KAHVE ARASI
11:20 - 11:40	NESLİHAN BOYACILAR – TAP DERNEĞİ GENEL SEKRETERİ
11:40 - 12:00	PROF. DR. MUSTAFA DEMİRCİOĞLU – ODTÜ KUZEY KIBRIS
12:00 - 12:20	MERVE AYDIN – EKOVAR ÇEVRE A.Ş.
12:20 - 12:40	SORU CEVAP BÖLMÜ
13:00 - 13:20	MODERATÖR SONUÇ DEĞERLENDİRMESİ
13:20 - 13:40	ODA BAŞKANLARININ KKTC İÇİN YOL HARİTASI DEĞERLENDİRMESİ
13:40 - 14:00	KAPANIŞ

III. Çalıştay Masa Dağılımları

<u>ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI</u> <u>ÇALIŞTAY MASASI</u>	<u>KİMYA MÜHENDİSLERİ ODASI</u> <u>ÇALIŞTAY MASASI</u>	<u>ÇEVRE MÜHENDİSLERİ ODASI</u> <u>ÇALIŞTAY MASASI</u>
1- İbrahim AYSAL	1- Halil ERENSU	1- Vijdan ŞENGÖR
2- Savaş BAĞKUR	2- Prof. Dr. Mustafa DEMİRCİOĞLU	2- Sibel PARALİK
3- Çizge TEKELİ	3- Prof. Dr. Metin GENÇTEN	3- Nesrin Mehtap AYDINER BOYACI
4- Doğan AKİF	4- Doç. Dr. Gülsün Sertkaya	4- Neslihan BOYACILAR
5- Prof. Dr. Alkan ALKAYA	5- İtf. Çavuşu Ali KAZMA	5- Merve AYDIN
6- Prof. Dr. Hasan DEMİREL		6- Alperol ZORBEY
7- Mustafa ÖZMERT		
8- Vehit SUPHİ		
9- Celal Hasan CİN		

IV. Panel Davetli Konuşmacıları



Panel
ENERJİDE
AKÜYE BAKIŞ



Moderatör;
Prof. Dr. Hasan DEMİREL
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Doğu Akdeniz Üniversitesi (DAÜ)

Konuşmacı



Konuşmacı: Prof. Dr. Alkan ALKAYA
EMO Mersin Şube
Konu: Depolamalı Ges ve Enerji Yönetim Sistemleri.



Konuşmacı: Prof. Dr. Metin GENÇTEN
Malzeme ve Metalurji Mühendisliği Bölümü,
Yıldız Teknik Üniversitesi
Konu: Bataryaların Geleceği: Yeni Teknolojiler, Güvenlik ve Geri Donüşüm Yaklaşımları



Konuşmacı: Neslihan BOYACILAR
Tap Derneği Genel Sekreteri Çevre Mühendisi
Konu: Türkiye'deki Atık Pili Yönetimi, Yasal Mevzuatlar ve AB Tüzüğü



Konuşmacı: Prof. Dr. Mustafa DEMİRCİOĞLU
Kimya Mühendisliği Bölümü, ODTÜ Kuzey Kıbrıs
Konu: Enerji Depolama Teknolojileri : Batarya & Yakıt Hücreleri- Seçim Kriterleri, Riskler, Atık Yönetimi ve Denetim Çerçevesi



Konuşmacı: Merve AYDIN
Ekovar Çevre Grup A.Ş.
Konu: "Atık Lityum-İyon Bataryalardan Stratejik Hammaddelere" Toplama, Geri Kazanım ve Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı

V. Enerjide Aküye Bakış ve Panel Sonuç Raporu

1. GİRİŞ VE STRATEJİK ÇERÇEVE

Enerji depolama sistemleri günümüzde artan enerji ihtiyacının karşılanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin şekilde kullanılması ve taşınabilir elektronik cihazlardan elektrikli araçlara kadar geniş bir uygulama alanında güvenilir enerji sağlanması açısından önem taşımaktadır. Akü ve bataryalar elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depolayan ve gerektiğinde tekrar elektrik enerjisine dönüştüren elektrokimyasal cihazlardır.

Güneş enerjisi üretim potansiyeli yüksek olmakla birlikte, üretimin yalnızca gündüz saatlerinde gerçekleşmesi ve şebekede oluşan dengesizlikler bu potansiyelin kullanımını sınırlayabilmektedir. Batarya sistemleri, üretim ile kullanım arasındaki zaman farkını azaltarak bu kısıtların aşılmasına yardımcı olur.

Çevresel açıdan ise güneş enerjisi ve depolama teknolojileri yalnızca kullanım aşamasında değil, üretim, hammadde çıkarma, kullanım ve kullanım ömrü sonrasındaki işlemler boyunca değerlendirilmelidir. Bataryaların içerdiği kimyasallar nedeniyle yaşam döngüsü boyunca iyi yönetim ve sıkı kontrollere ihtiyaç vardır.

2. ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ VE BATARYA TEKNOLOJİLERİ

Batarya; kimyasal enerjiyi elektrokimyasal reaksiyonlar aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştüren ve gerektiğinde bu enerjiyi depolayabilen bir enerji depolama sistemidir. Tek bir hücreden veya istenen gerilim ve kapasiteye ulaşmak amacıyla seri/paralel bağlanmış birden fazla hücreden oluşabilir. Temel çalışma prensibi anot ve katot arasındaki yükseltgenme-indirgenme reaksiyonlarına dayanır; elektronlar dış devrede hareket ederken iyonlar elektrolit içinde hareket eder.

Bataryaların performansı enerji yoğunluğu, güç yoğunluğu, çevrim ömrü, şarj süresi, çalışma sıcaklığı, güvenlik ve maliyet gibi parametrelerle değerlendirilir. Bataryalar genel olarak birincil (şarj edilemeyen) ve ikincil (şarj edilebilen) bataryalar olarak sınıflandırılır.

Kimya	Enerji yoğunluğu	Döngü ömrü	Güvenlik	Maliyet (~\$/kWh)	Başlıca kullanım
LFP	90–160 Wh/kg	2.000–6.000	★★★★★	80–110	Bütçe EV, şebeke depolama
NMC	150–250 Wh/kg	1.000–2.000	★★★★☆	110–140	Premium EV, güç araçları
NCA	200–260 Wh/kg	500–1.500	★★★★☆	120–150	Tesla, uzun menzil EV
LTO	50–80 Wh/kg	3.000–7.000	★★★★★	250–400	Hızlı şarj, güvenlik öncelikli
Na-iyon	100–160 Wh/kg	~2.000 (gelişiyor)	★★★★☆	60–90 (hedef)	Şebeke, uygun fiyatlı araçlar
Katı Hal	300–500 Wh/kg (hedef)	>5.000 (hedef)	★★★★★	Yüksek (AR-GE aşaması)	Yeni nesil EV, havacılık

Çalıştayda LFP için çok yüksek güvenlik ve uzun çevrim ömrü; NMC için yüksek enerji yoğunluğu; NCA için çok yüksek enerji yoğunluğu; LMO için iyi termal kararlılık; LTO için çok uzun çevrim ömrü; sodyum-iyon için hammadde bolluğu; katı hâl bataryaları için gelişmiş güvenlik öne çıkarılmıştır.

Batarya seçiminde güvenlik, döngü ömrü, toplam maliyet, bakım ihtiyacı, atık yönetimi ve KKTC'de servis imkânı temel kriterlerdir.

Yeni nesil teknolojiler arasında sodyum-iyon, katı hâl, lityum-kükürt ve lityum-hava bataryaları da yer almaktadır.

3. DEPOLAMALI GES'İN ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNE KATKISI

Kesintili üretimin sürekli ve güvenilir hale getirilmesi: Gündüz saatlerinde fazla üretilen enerji bataryalarda depolanarak akşam, gece veya bulutlu dönemlerde sisteme verilebilir. Böylece GES'ler ihtiyaç halinde devreye alınabilen daha güvenilir üretim tesislerine dönüşür.

Şebeke istikrarı ve dengeleme kapasitesinin artırılması: Batarya sistemleri milisaniyeler içerisinde tepki vererek frekans ve gerilim regülasyonuna katkı sağlayabilir. Pik yüklerde depolanan enerjinin verilmesi termik santrallere bağımlılığı azaltabilir; ani yük değişimleri için dengeleme gücü sağlayabilir.

Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması: Yakıt ithalatına dayalı üretim ihtiyacının azaltılması, yerli ve yenilenebilir kaynaklardan üretimin artırılması ve pahalı ithal yakıta dayalı pik üretimin azaltılması sistem maliyetleri ve enerji bağımsızlığı açısından katkı sağlar.

Mevsimsel ve günlük dengesizliklerin yönetilmesi: Yaz aylarında soğutma yükü, kış aylarında ısınma kaynaklı talep artışları ve gün içi üretim-tüketim farklılıkları depolama ile daha etkin yönetilebilir.

Sistem esnekliği ve dayanıklılığının güçlendirilmesi: Depolama, daha yüksek yenilenebilir enerji entegrasyonuna imkân verir; arıza, üretim kaybı veya ani yük artışlarında hızlı kapasite desteği sağlar ve sistemin dışsal şoklara karşı dayanıklılığını artırır.

4. ÜRETİM, İLETİM VE DAĞITIM SEVİYELERİNDE DEPOLAMA

4.1 ÜRETİM TARAFI

- Üretim optimizasyonuna katkı sağlar.
- Ani üretim düşüşlerinde hızlı devreye girerek yedek kapasite ihtiyacını azaltabilir.
- Yenilenebilir üretimin sistem tarafından anlık olarak absorbe edilemediği durumlarda kısıntıları azaltır.
- Arz-talep dengesinin kritikleştiği saatlerde hızlı kapasite desteği sağlar.

4.2 İLETİM TARAFI

- İletim hattı yüklenmelerini azaltabilir.
- Bölgesel darboğazların ve şebeke kısıtlarının yönetilmesini kolaylaştırır.
- Gerilim desteği ve reaktif güç katkısı sunar.
- Kritik noktalarda bazı iletim altyapısı yatırımlarının zamanlamasını optimize edebilir.

4.3 DAĞITIM TARAFI

- Gerilim dalgalanmalarını ve yerel yüklenmeleri azaltabilir.
- Tüketim merkezlerine yakın konumlandırıldığında yerel arz güvenliğini güçlendirir.
- Dağıtık üretimin daha güvenli entegrasyonunu mümkün kılar.
- Yoğun güneş bağlantısı bulunan bölgelerde ters güç akışı ve benzeri işletme sorunlarını azaltmaya yardımcı olur.

5. TEKNİK PLANLAMA VE KADEMELİ YATIRIM GEREKLİLİĞİ

Depolama yatırımlarının rastlantısal veya parçalı değil, kısa, orta ve uzun vadeli sistem planlaması kapsamında ele alınması gerekmektedir. Depolama kapasitesi ihtiyacı; sistem yük profili, pik talep, mevsimsel tüketim, mevcut ve öngörülen yenilenebilir kurulu güç, üretim profilleri, üretim/iletim/dağıtım darboğazları ve esneklik ihtiyacı birlikte değerlendirilerek belirlenmelidir.

Teknik kapasite; güç (MW), enerji (MWh), cevap süresi, deşarj süresi ve coğrafi konum bakımından analiz edilmelidir.

KISA VADEDE

- Kritik pik talep bölgelerinde hızlı devreye alınabilecek projelere öncelik verilmesi.
- Mevcut yenilenebilir tesislerle birlikte çalışabilecek hibrit depolama çözümlerinin teşvik edilmesi.
- Şebekede en fazla zorlanma yaşanan üretim, iletim ve dağıtım noktalarının öncelikli yatırım alanı olarak belirlenmesi.

ORTA VADEDE

- Depolama yatırımlarının ulusal üretim planlaması, iletim gelişim planları ve dağıtım yatırım programlarıyla bütünleştirilmesi.
- Yan hizmetler, kapasite mekanizmaları ve esneklik piyasaları gibi düzenleyici yapıların geliştirilmesi.
- Bölgesel ihtiyaçlara göre farklı depolama senaryoları oluşturulması.

UZUN VADEDE

- Yüksek yenilenebilir enerji penetrasyonuna sahip, düşük karbonlu ve esnek bir elektrik sistemi hedeflenmesi.
- Depolamanın üretim, iletim ve dağıtım altyapısının ayrılmaz bileşeni olarak ana planlamaya alınması.
- Elektrifikasyonla büyümesi beklenen talep yapısını dikkate alan ölçeklenebilir yatırım modeli oluşturulması.

6. SIFIR KARBON HEDEFİ VE ÇEVRESEL BOYUT

- Depolama sistemleri fosil yakıtlı santrallerin özellikle pik saatlerde devreye girme ihtiyacını azaltarak sera gazı emisyonlarının düşürülmesine katkı sağlar.
- Güneş ve diğer yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjinin daha yüksek oranda kullanılmasını ve üretim kısıntılarının azaltılmasını mümkün kılar.
- Elektrik sistemini daha esnek hale getirerek yüksek yenilenebilir penetrasyonuna sahip düşük karbonlu enerji yapısına geçişi hızlandırır.
- Bataryaların üretimi ve hammadde çıkarılması da çevresel maliyet yaratır; bu nedenle güneş/depolama sistemlerinin karbon ayak izi yaşam döngüsü yaklaşımıyla değerlendirilmelidir.
- Bataryaların içerdiği kimyasallar nedeniyle kullanım ömrü sonunda oluşan akülerin iyi yönetim ve sıkı kontrollere tabi tutulması gerekir.

7. BATARYA KAYIT SİSTEMİ, BATARYA PASAPORTU VE BATARYA OKURYAZARLIĞI

Batarya kayıt sistemi; bataryaların üretim aşamasından kullanım ömrünün sonuna kadar tüm süreçlerinin dijital olarak izlenmesini sağlayan bilgi yönetim sistemidir. Üretim tarihi, teknik özellikler, kimyasal bileşim, seri numarası, bakım-onarım kayıtları, kullanım geçmişi, performans ve geri dönüşüm bilgileri kayıt altına alınabilir.

Batarya pasaportu yaklaşımı, üretimden geri dönüşüme kadar teknik ve çevresel bilgilerin dijital ortamda saklanması ve yetkili paydaşların erişimine açılmasını amaçlar. Çalıştayda AB Batarya Pasaportu uygulamasının KKTC'de de uygulanmasının önemli olduğu ifade edilmiştir.

Batarya okuryazarlığı; teknolojiyi doğru anlama, güvenli kullanma, bakım yapma, çevresel etkileri değerlendirme ve kullanım ömrü sonunda uygun geri dönüşüm yöntemlerini uygulayabilme bilgi ve becerisidir. Doğru şarj ve depolama, kullanım ömrünü uzatma ve güvenlik risklerini azaltma bakımından önemlidir.

Okullarda batarya ve sürdürülebilirlik eğitimlerinin verilmesi, hatta bunun bir ders haline getirilmesi önerilmiştir. Kayıt sistemleri teknik veriyi güvenilir biçimde saklarken, okuryazarlık bu verilerin doğru yorumlanmasını sağlar.

8. İKİNCİ ÖMÜR BATARYALAR

Elektrikli araç bataryaları genellikle kapasiteleri başlangıç değerinin %70–80 seviyesine düştüğünde araç uygulamalarındaki ekonomik ömürlerini tamamlamış kabul edilir.

- Batarya kullanım ömrünü uzatmak
- Atık miktarını azaltmak
- Kritik hammaddelerin verimli kullanılmasını sağlamak
- Döngüsel ekonomiyi desteklemek
- Enerji depolama maliyetlerini düşürmek
- Karbon emisyonlarını azaltmak

İkinci ömür uygulamaları; ev tipi enerji depolama, UPS ve yedek güç, ticari/endüstriyel pik yük yönetimi, talep tarafı yönetimi, mikro şebekeler, yük dengeleme, frekans regülasyonu, gerilim desteği ve yenilenebilir enerji entegrasyonunda kullanılabilir.

Uygulama	Güç/Enerji seviyesi	Kullanım amacı
Konut ESS	5–20 kWh	Yedek enerji
Ticari ESS	50–500 kWh	Pik yük yönetimi
Mikro Şebeke	100 kWh–5 MWh	Şebeke desteği
Şebeke Ölçekli ESS	>5 MWh	Frekans regülasyonu

Yeniden kullanım süreci: 1) elektrikli araçtan çıkış, 2) taşıma ve depolama, 3) güvenlik kontrolü, 4) SOH analizi, 5) sınıflandırma, 6) yeniden yapılandırma, 7) ESS entegrasyonu.

SOH	Sınıf	Uygulama
>80%	A	Yeniden kullanım
60–80%	B	İkinci ömür ESS
<60%	C	Geri dönüşüm

9. İKİNCİ ÖMÜR İÇİN GÜVENLİK KONTROLLERİ VE TEST METODOLOJİLERİ

Çalıştay raporunda güvenlik ve test süreçlerinin IEC 62619, UL 1974, UL 9540A ve ISO 6469 standartları doğrultusunda yürütüldüğü belirtilmiştir.

- Bataryanın tesise kabulü
- Görsel muayene
- Elektriksel testler
- Termal inceleme
- BMS analizi
- SOH değerlendirmesi
- Risk analizi
- Sınıflandırma
- Yeniden kullanım veya geri dönüşüm

GÖRSEL MUAYENE

- Ezilme
- Çatlak
- Delinme
- Kasa deformasyonu
- Şişme
- Oksidasyon
- Elektrolit kalıntıları
- Busbarlar
- Konnektörler
- Kablo izolasyonları

Kabul edilebilirlik açısından şişme, çatlak, elektrolit sızıntısı ve yanık izlerinin bulunmaması; korozyonun ileri seviyede olmaması kriterleri verilmiştir.

ELEKTRİKSEL, TERMAL VE BMS TESTLERİ

- Açık devre gerilimi (OCV), DCIR, ACIR, kapasite ve izolasyon testleri.
- İzolasyon direnci, kaçak akımlar ve topraklama hataları.
- Sıcak nokta, hücre sıcaklık farkları ve modüller arası sıcaklık dağılımı.
- SOC, SOH, RUL ve çevrim sayısı.
- Overcharge, overdischarge, overcurrent, cell imbalance, isolation fault ve overtemperature arıza kayıtları.

10. BATARYA ATIKLARININ YAŞAM DÖNGÜSÜ YÖNETİMİ

Atık yönetiminin etkili olabilmesi için kontrolün atık oluştuktan sonra değil, ürünün üretimden bertarafa kadar tüm yaşam döngüsünü kapsayacak şekilde ele alınması gerekir. 18/2012 Çevre Yasası ve Atık Yönetimi Tüzüğü kapsamında ömrünü tamamlamış aküler genişletilmiş üretici sorumluluğu kapsamındadır.

Depolamalı GES kurulumlarının artmasıyla akü kullanımının ve gelecekte oluşacak ömrünü tamamlamış akü miktarının artması beklenmektedir. Bu nedenle sistemin önceden kurulması gerekmektedir.

11. İTHALAT AŞAMASINDA KONTROL VE GÜMRÜK UYGULAMALARI

Çevre görüşüne göre etkin atık yönetimi için kontrol ürünün adaya girişinde başlamalıdır. Ürünün yaşam döngüsünün takip edilebilir olması için seri numarası ithal izni alınırken sisteme girilmeli; ithalatçıların ve ürünü piyasaya sürenlerin ömrünü tamamlamış akülere ilişkin sorumlulukları ithalat aşamasında kontrol edilmelidir.

- Çevre Koruma Dairesi tarafından atık yönetim planı talep edilmesi.
- İthal edilen aküler için Çevre Uyum İzni'nin ithalat aşamasında talep edilmesi.
- Çevre Uyum İzni olmayan ithalatçıların ürünlerinin gümrükten geçirilmemesi.
- Uygun etiketleme ve akredite laboratuvarından kimyasal içerik raporu aranması.

Ürün	G.T.İ.P. kodu
Lityum-iyon akümülatörler	8507.60.00.00.00
Kurşun-asit akümülatörler	8507.10.00.00.00
Nikel-kadmiyum piller	8507.30
Nikel-metal hidrür akümülatörler	8507.50.00.00.00

Akredite laboratuvar raporunda özellikle ağır metal sınır değerlerinin kontrol edilmesi; cıva içeriğinin %0 ve kadmiyum içeriğinin ağırlıkça %0,002'yi aşmaması gerektiği belirtilmiştir. Cıva içeren piller Minamata Sözleşmesi çerçevesinde yasaklı olarak ifade edilmiş; nikel-kadmiyum pillerin ithalatının AB'de yasak olduğu ve ekonomik geri dönüşümünün mümkün olmaması nedeniyle ithalatının kısıtlanarak alternatiflerin tercih edilmesinin değerlendirilmesi önerilmiştir.

Ayrıca ülkemize ithal edilecek bataryalarda yer alan BMS (Batarya Yönetim Sistemi) sistemlerinin, özellikle ticari ve kamu kurumlarında ticari sır, kamu güvenliği veya kurumsal gizlilik kapsamında değerlendirilebilecek çalışma rejimi ve enerji tüketim verilerini üretici, ithalatçı veya diğer üçüncü taraflara aktarma ihtimali açısından değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Bu kapsamda, söz konusu verilerin anonimleştirilmiş olsa dahi çevrim içi veya çevrim dışı yollarla kurum dışına aktarılmasını önlemeye yönelik inceleme, veri sınıflandırması, yetkilendirme ve gerekli izin mekanizmalarının oluşturulması; bu kontrollerin ithalat ve/veya ön izin aşamasında gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

12. TOPLAMA, TAŞIMA VE GEÇİCİ DEPOLAMA

DAĞITIM VE SATIŞ İŞLETMELERİ

- Kurulacak izleme sistemine katılmak.
- Piyasaya sürülen akünün tüm yaşam döngüsü boyunca sorumluluğunu almak.
- Kullanım ömrü sonunda toplama, geri kazanım ve bertarafın finansal ve organizasyonel yükümlülüğünü üstlenmek.
- Toplanan akülerin kayıtlarını tutmak ve Çevre Koruma Dairesi'ne bildirmek.
- Tüketicilerden bildirilen atık aküleri almak ve uygun biriktirme alanlarında bulundurmak.
- Atıkları izinli/lisanslı geçici depolama alanlarına ve izinli/lisanslı taşıyıcılara ulaştırmak.

TÜKETİCİLER

- Ömrünü tamamlamış aküleri izinli/lisanslı tesislere teslim etmek.
- Ürünü temin ettiği dağıtım/satış işletmesine veya yetkilendirilmiş toplama noktasına iade etmek/bildirmek.
- Aküleri evsel katı atık akışına karıştırmamak.

TOPLAYAN VE TAŞIYANLAR

- Çevre Koruma Dairesi'nden taşıma izni/lisansı almak.
- Taşıma aracının dört tarafının kapalı olması ve bataryaların sabitlenmesi.
- Bataryaların yağmur, nem ve darbeye karşı korunması.
- Yangına dayanıklı ambalaj kullanılması; hasarlı/kusurlu bataryaların ayrı, yalıtımlı ve yanmaz konteynerlerde taşınması.
- Terminallerin kısa devreyi önlemek üzere yalıtılması.
- Şoförün tehlikeli atık taşıma yetki belgesine sahip olması ve elektronik takip sistemi kullanılması.
- Farklı kimyaların (lityum-iyon, kurşun-asit, nikel-kadmiyum) karma taşımada birlikte taşınmaması.

GEÇİCİ DEPOLAMA VE ATIK YÖNETİMİ TESİSLERİ

- Akülerin tehlikeli/tehlikesiz sınıflarına göre izinli tesislerde depolanması ve işlenmesi.
- Geçici depolama alanlarında atık akülerin 90 günden fazla tutulmaması.
- Giriş, atık akü kabul ünitesi, proses sahası ve çalışma bölümlerinin bulunması.
- Atık taşıma araçlarının giriş-çıkışına uygun altyapı ve kontrollü erişim.
- Atık akülerle temas eden kısımlarda geçirimsiz zemin; en az 25 cm betonarme veya asfalt zemin ve aside dayanıklı duvar kaplaması.
- Sızdırmayan akülerin en fazla beş adedinin üst üste konulması; sızdıranların sızdırmaz dayanıklı polipropilen kaplarda tutulması.
- Asit etkisizleştirme veya gerekli arıtma ünitelerinin bulunması.
- Atık kabul ve işletme alanlarının yağmura karşı korunması.
- Döküntü/sızıntı için tertibat ve emici malzeme bulundurulması.
- Riskli bölümlerde çalışanların güvenliğinin sağlanması, altı ayda bir sağlık kontrolleri ve yetkisiz girişlerin önlenmesi.
- Acil önlem planı, eğitilmiş personel ve olay halinde ilgili kurumlara bildirim.
- Lityum-iyon bataryalar için termal kaçış riskine bağlı ilave depolama şartları ile personel ve itfaiye eğitimi.

13. GERİ DÖNÜŞÜM, BLACK MASS VE KRİTİK HAMMADDELER

Batarya geri dönüşümü doğal kaynak tüketiminin ve karbon emisyonlarının azaltılması, kritik mineral arz güvenliğinin artırılması ve atık yönetiminin iyileştirilmesi bakımından önemlidir.

Black Mass; kullanım ömrünü tamamlamış bataryaların deşarj, sökme, mekanik parçalama ve fiziksel ayırma işlemleri sonucunda elde edilen; lityum, kobalt, nikel, mangan ve grafit açısından zengin ara üründür ve hidrometalurjik geri kazanım için girdi teşkil eder.

Kaynak raporlarda black mass için verilen yaklaşık bileşim: grafit %20–40, nikel %5–25, kobalt %5–20, mangan %2–15, lityum %2–7.

Süreç: atık bataryalar → deşarj → sökme → parçalama → eleme ve ayırma → black mass oluşturma → metal geri kazanımı.

- Lityum
- Kobalt
- Nikel
- Manganez
- Bakır
- Alüminyum

Çevre görüşünde AB'nin Haziran 2025'te yürürlüğe giren AB 2025/934 Delege Kararı ile Avrupa Atık Listesinin güncellendiği ve 16 06 07* lityum bazlı atık bataryalar ile 19 14 02* Black Mass gibi kodların tehlikeli atık olarak belirtildiği ifade edilmiştir. Aynı belgede mevcut yerel sınıflandırmada depolama sistemlerinde yaygın lityum-iyon bataryaların 16 06 05 kodu altında sınıflandırıldığı belirtilmektedir.

Yerel geri dönüşüm yapılmayacak bataryaların yerelde ön işleminden geçirilerek black mass halinde başka bir ülkeye nakledilmesi uygun görülmüştür. Çalıştayda KKTC'de mekanik ayrıştırma sonrası black mass üretilip yurt dışına gönderilmesi teknik ve ekonomik açıdan uygun bulunmuştur.

Geri dönüşümün ekonomik amacı kritik metallerin geri kazanılması ve ithal hammadde bağımlılığının azaltılması; çevresel amacı karbon ayak izinin ve kaynak tüketiminin azaltılması; stratejik amacı ise arz güvenliği ve döngüsel ekonominin desteklenmesidir.

14. GÜVENLİK VE YANGIN YÖNETİMİ

Batarya güvenliği; üretim, depolama, taşıma, kullanım ve geri dönüşüm süreçlerinin tamamında güvenli çalışmayı sağlayan teknik önlemleri kapsar. BMS sıcaklık, akım ve gerilimi izleyerek güvenli çalışmayı destekler.

Başlıca yangın nedenleri termal kaçak, aşırı şarj, kısa devre, mekanik darbe, yüksek sıcaklık ve üretim kusurlarıdır. Orijinal şarj cihazı kullanılması, hasarlı bataryaların kullanılmaması, uygun depolama koşulları ve gelişmiş BMS sistemleri risk azaltıcı unsurlardır.

Batarya yangınlarının yeniden alevlenebileceği, müdahale sonrasında bataryanın bir süre izlenmesi ve uygun koruyucu ekipman kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Teknoloji	Yangın riski	Raporda verilen müdahale
LFP	Çok düşük	Su (kontrollü)
NMC	Yüksek	Lityum tozu, kum; önerilmez
Kurşun-asit	Düşük (H ₂ gazı)	Havalandırma, CO ₂
Yakıt hücresi (H ₂)	Yüksek	Dedektör, tahliye; altyapı yok
Ajan	Termal kaçağı durdurur mu?	Raporda belirtilen risk/gecikme
Su sisi	Hayır	+179%; buhar bulutu → patlama
Enkapsülâtör	Hayır	+167%; buhar bulutu
Novec 1230	Hayır (ilk alevi söndürür)	Sınırlı HF (toksik)
Sıvı nitrojen	Hayır	Sınırlı; boğulma
Yeni nesil kuru toz (PA)	Hayır (deneysel)	Gelişiyor

Elektrikli araç bataryalarının yangın riski taşıyabileceği ve hidrojen florür gibi tehlikeli gazlar oluşturabileceği belirtilmiştir. İtfaiyenin özel ekipman ve eğitime ihtiyaç duyduğu; belediyeler ve ilgili kurumların yangın ve mekanik hasar riskleri konusunda bilgilendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

15. MEVZUAT, KURUMSAL SORUMLULUKLAR VE UYGULAMA ALTYAPISI

Çevre görüşü; 18/2012 Çevre Yasası ve Atık Yönetimi Tüzüğü çerçevesinde ömrünü tamamlamış akülerin genişletilmiş üretici sorumluluğu kapsamında ele alınmasını; ayrıca AB'nin 2023/1542 Batarya Tüzüğü ile uyumlu yerel mevzuat düzenlenmesini önermektedir.

Atık Listesi Tüzüğü'nün AB'nin güncellenmiş atık kodlarıyla uyumlaştırılması, gümrükte kayıt ve kontrol sistemi kurulması, batarya ve farklı kimyasallardaki aküler için veri tabanı oluşturulması ve Çevre Koruma Dairesinin koordinasyon ve farkındalık görevini üstlenmesi önerilmiştir.

İkinci el elektrikli araçların batarya sağlık durumunun (SOH) ülkeye girişte kontrol edilmesi önerilmiştir.

Çevre Koruma Dairesi; paydaşların bilgilendirilmesi, izin/lisans süreçlerinin koordinasyonu, kayıt ve bildirimlerin izlenmesi ve atık yönetimi yükümlülüklerinin denetimi açısından merkezi kurum olarak ele alınmaktadır.

VI. KKTC için Kısa, Orta ve Uzun Vadeli Yol Haritası

KISA VADEDE

- Depolama kapasitesi ihtiyacının üretim, iletim ve dağıtım seviyelerinde teknik olarak belirlenmesi ve kritik pik bölgelerine öncelik verilmesi.
- Mevcut yenilenebilir tesislerle hibrit depolama çözümlerinin teşvik edilmesi.
- Atık Listesi Tüzüğü ile AB güncel atık kodlarının uyumlaştırılması.
- AB 2023/1542 Batarya Tüzüğü ile uyumlu yerel mevzuat düzenlenmesi.
- Gümrükte kayıt/kontrol sistemi ve bataryalar için veri tabanı oluşturulması.
- Bataryalar için ithalat aşamasında seri numarası, Çevre Uyum İzni, etiketleme ve kimyasal içerik kontrolü.
- Batarya pasaportu ve batarya kayıt sistemi için mevzuat altyapısının hazırlanması.
- Genişletilmiş üretici sorumluluğu kapsamında toplama, geçici depolama, ön işlem ve geri dönüşüm için fizibilite çalışması.

ORTA VADEDE

- Depolama yatırımlarının üretim, iletim ve dağıtım planlarıyla bütünleştirilmesi.
- Yan hizmetler, kapasite mekanizmaları ve esneklik piyasalarının geliştirilmesi.
- Ömrünü tamamlamış bataryalar için genişletilmiş üretici sorumluluğu sisteminin kurulması.
- Depolama sistemi kurucularının, özellikle güneş panelleriyle birlikte kurulan sistemlerde, lojistik zincirinde etkin rol almasının değerlendirilmesi.
- Gerçekçi geri toplama hedefleri ve bütünsel yol haritası oluşturulması.
- Gümrükten geri dönüşüm için nihai ülkeye kadar kayıt ve takip sisteminin kurulması.
- İkinci ömür bataryalar için izin, test, SOH sınıflandırması ve denetim mekanizmasının oluşturulması.

UZUN VADEDE

- İzinlendirilmiş toplama, taşıma ve geçici depolama alanlarının oluşturulması.
- Ön işleme black mass elde etmek için mekanik kırma tesisinin kurulması.
- Diğer ülkelerle ihracat anlaşmaları ve black mass nakliyat sisteminin kurulması.
- Tehlikeli atık yönetiminde sıkı kurallar ve denetimler uygulanması.
- Lityum-iyon batarya yangınları için ilgili kurumların eğitim ve donanım kapasitesinin artırılması.
- Yüksek yenilenebilir enerji penetrasyonuna sahip, düşük karbonlu ve esnek bir elektrik sistemi oluşturulması.

VII. Sonuç ve Öncelikli öneriler

Enerji depolama konusunun yalnızca elektrik sistemine eklenecek bir teknoloji olarak değil; enerji arz güvenliği, yenilenebilir enerji entegrasyonu, batarya güvenliği, çevre yönetimi, kritik hammaddelerin geri kazanımı ve döngüsel ekonomi boyutlarını aynı yaşam döngüsü içinde ele alan bütünleşik bir politika alanı olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

- Üretim, iletim ve dağıtım seviyelerinde gerekli depolama kapasitesini belirleyen teknik bir sistem çalışması ve buna bağlı kısa, orta ve uzun vadeli yatırım planı hazırlanmalıdır.
- Depolamalı GES ve müstakil depolama yatırımları şebeke darboğazları, pik talep ve yenilenebilir üretim profilleri ile birlikte planlanmalıdır.
- Bataryaların adaya girişinden kullanım ömrü sonuna kadar izlenebilmesi için batarya kayıt/mukayyitlik sistemi ve batarya pasaportu altyapısı kurulmalıdır.
- İthalat aşamasında seri numarası, kimyasal içerik, etiketleme, Çevre Uyum İzni ve üretici/ithalatçı sorumluluğu kontrol edilmelidir.
- Genişletilmiş üretici sorumluluğu kapsamında toplama, taşıma, geçici depolama, ön işlem, geri dönüşüm ve uygun bertaraf zinciri kurulmalıdır.
- İkinci ömür bataryalar için SOH temelli sınıflandırma, güvenlik testleri, izin ve denetim sistemi oluşturulmalıdır.
- Yerel mekanik ön işlem ve black mass üretim kapasitesi değerlendirilerek, nihai metal geri kazanımı için uygun uluslararası tesisler ve taşıma rotaları belirlenmelidir.
- İtfaiye, belediyeler, teknik personel, ithalatçı ve dağıtıcılar ile kullanıcılar için batarya güvenliği ve yangın eğitimi yaygınlaştırılmalıdır.
- Şarj istasyonları ve güneş enerjisi/depolama sistemleri için güvenlik standartları oluşturulmalıdır.
- Tehlikeli atıkların yönetiminde yerel kapasite, izinli tesis altyapısı ve denetim mekanizmaları sorunlar ortaya çıkmadan önce güçlendirilmelidir.

ÇEVRE KORUMA DAİRESİ KOORDİNASYONUNDA İLGİLİ KURUM VE PAYDAŞLARIN GÖREVLERİ, KAYITLARI, BİLDİRİMLERİ VE DENETİM SÜREÇLERİ NETLEŞTİRİLMELİDİR.