



YTU

TEMİZ ENERJİ
TEKNOLOJİLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS & DOKTORA

SEMİNER SUNUMLARI

**İLERİ ENERJİ
TEKNOLOJİLERİ PROGRAMI**

Prof.Dr. Zuhâl Oktay Coşkun
Öğr.Gör.Dr. Öznur Engin

2026

BAHAR DÖNEMİ

İKİNCİ ÖMÜR BATARYALARIN ŞEBEKE ATALET DESTEĞİ AMACIYLA KULLANIMI

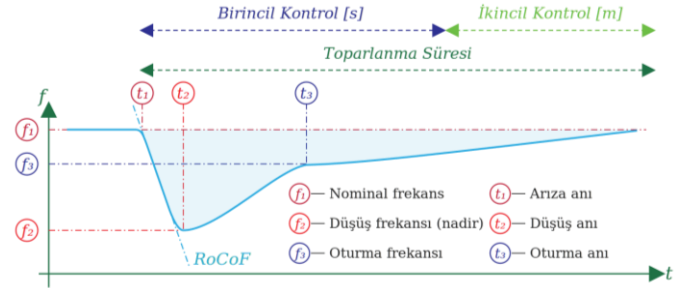
İbrahim ESKİ

Elektrik Mühendisi (YL)

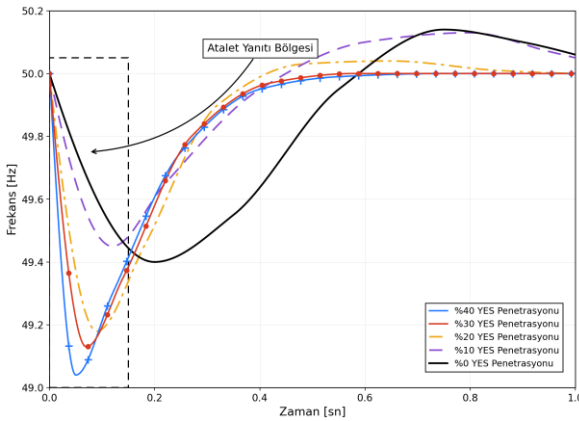
Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Doktora Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Yenilenebilir enerji kaynaklarının (YEK) inverter üzerinden artan şebeke entegrasyonu, senkron jeneratörlerin yerini alarak sistem ataletini düşürür; frekans değişim hızı (RoCoF) büyür ve frekans çukuru (nadir) artar. Çalışmanın amacı, sentetik atalet sağlama yöntemlerini ortaya koyarak elektrikli araçlardan emekliye ayrılan ikinci ömür bataryaların (SLB) şebeke atalet desteğinde kullanımını incelemektir.



Şekil 1. Bir bozucu etki sonrasında güç sisteminin frekans cevabı ve ilgili kavramlar.



Şekil 2. Yenilenebilir enerji kaynaklarının penetrasyon düzeyinin sistem frekans tepkisine etkisi.

ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ & LİTERATÜR ÖZETİ

Ele alınan sistemin genel kurgusu, senkron jeneratörlerin yerini inverter tabanlı YEK'lerin aldığı düşük ataletli bir şebeke ile bu şebekeye sentetik atalet sağlayan batarya/ikinci ömür batarya depolama birimlerinden oluşur. Burada şebeke ataletinin temel ilkeleri ve YEK penetrasyonunun frekans tepkisine etkisi incelenerek, sentetik atalet yöntemleri (VSG, rüzgâr/PV desteği, BESS) ile ikinci ömür batarya zorlukları (SoH belirsizliği, empedans yaşlanması, termal güvenlik) değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, konuyla yüksek ilgili literatür Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İncelenen yüksek ilgili yayınların özeti.

Kaynak	Yazar (Yıl)	Yöntem / Sistem	Şebeke Hizmeti	Batarya
[1]	Lee vd. (2019)	Kapalı çevrim salınım denklemi; BK şebekesi	EFR ve STOR	Yeni
[2]	Saha vd. (2023)	Özdeğer ve duyarlılık analizi; IEEE 39-bara	Frekans kararlılığı (atalet)	—
[3]	Alhejaj & Gonzalez-Longatt (2016)	DİgSILENT zaman düzlemi; Hsyn duyarlılığı	Atalet taklidi	Yeni
[4]	Ohrelius vd. (2024)	Gerçek hizmet çevrimi; EIS ve fiziksel model	Frekans reg./tepe tıraşlama	İlk + ikinci ömür
[5]	Ullmark vd. (2024)	Maliyet minimize eden doğrusal planlama; 3 bölge	Atalet ve frekans rezervleri	—
[6]	Zaid vd. (2025)	Kesir mertebeli VIDC; Dandelion Optimizer; 2 bölge	Sentetik atalet ve frekans	Yeni
[7]	Boyle vd. (2024)	Zaman düzlemi dinamik benzetim	Sentetik atalet ve frekans yanıtı	Yeni
[8]	Kushwaha vd. (2023)	IEEE 6/39-bara	Sentetik atalet ve birincil frekans	—

HEDEFLER

İncelenen çalışmalarda düşük ataletli şebekede frekans problemi, sentetik atalet kontrolü ve ikinci ömür bataryalarda hizmete bağlı empedans bozunması birbirinden ayrı biçimde ele alınmış olup hiçbir çalışma ikinci ömür bataryaların atalet desteği altındaki davranışını bir arada incelememiştir. Bu çalışmanın ana hedefi, ikinci ömür bataryaların şebeke atalet desteği amacıyla kullanımını bu boşluk üzerinden değerlendirmek ve doktora tezi için özgün bir araştırma yönü tanımlamaktır.

ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekeye yüksek oranda dahli üzerinden inverter tabanlı kaynakların senkron jeneratörlerin yerini almasıyla sistem ataletini azaltmakta, RoCoF'u yükseltmekte ve frekans çukurunu derinleştirmektedir. Buna karşı öne çıkan sentetik atalet kavramı kapsamında çalışma; şebeke ataletini, YES entegrasyonunun etkilerini ve sentetik atalet sağlama yöntemlerini ele almakta, bu kapsamdaki literatürü inceleyerek ikinci ömür bataryaların (SLB) bu görevde kullanımına odaklanıp bir araştırma boşluğu ortaya koymaktadır.

TİCARİ BİNALARDA İKİNCİ ÖMÜR BATARYA İLE DİNAMİK YÜK ATMA

Abdullah KILINÇ

ELEKTRİK MÜHENDİSİ (L)

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

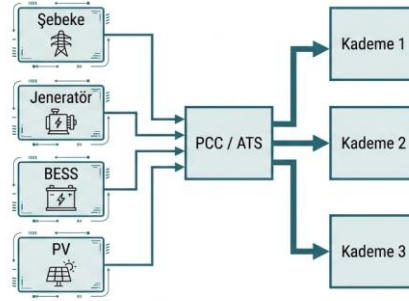
ÇALIŞMANIN AMACI

Ticari binalarda yedek güç çoğunlukla aşırı boyutlandırılmış dizel jeneratörlerle sağlanır; bu jeneratörler yılın büyük bölümünde atıl kalır, yüksek maliyet ve emisyon üretir. Çalışmanın amacı, ikinci ömür bataryalarla (SLB) desteklenen dinamik yük atma ve dinamik SoC yönetimiyle jeneratör kapasitesini küçültmek; can güvenliği yüklerinin (NFPA 110 / BYKHY) sürekliliğini korurken normal işletmede ekonomik değer üretmektir.

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

Önerilen mimaride şebeke, optimize kapasiteli jeneratör ve ikinci ömür BESS ortak baraya (PCC) bağlanır; EMS sistemi koordine eder (yandaki şema). Li-ion maliyetleri son on yılda %80'in üzerinde düşmüş, LFP kimyası baskın olmuştur. İkinci ömür bataryalar (SoH %70-80) düşük CAPEX ve döngüsel ekonomi sağlar.

Yöntem: Hibrit Mimarisi ve Yük Sınıflandırma



Yöntem: Dinamik SoC Yönetimi



Kademe 1 (Can Güvenliği): Çok yüksek öncelik. Sadece jeneratör besler. Asla kesilemez.

Kademe 2 (Kritik Konfor): Yüksek öncelik. BESS + Jeneratör besler. Kısmen kesilebilir.

Kademe 3 (Esnek Yükler): Düşük öncelik. Şebeke veya BESS besler. İhtiyaç anında kesilebilir.

$$P_{gen} = P_{kritik} + \alpha \cdot P_{konfor}$$

Jeneratör artık toplam tesis yüküne göre değil, yalnızca kritik yükler ve EMS'in desteklediği konfor yükü oranına (α) göre küçültülerek boyutlandırılır.

ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Yükler üç kademeye ayrılır: can güvenliği, kritik konfor, esnek yükler (bkz. tablo). Güç açığında önce esnek, gerekirse kısmen konfor yükleri atılır; can güvenliği yükleri kesilmez. Dinamik SoC yönetimi bataryayı %15-85 ve $\leq 0,25$ C ile işleterek ömrünü korur. EMS, çoklu zaman ölçekli kontrolle arbitraj/peak shaving'i optimize eder; değerlendirme HOMER Pro ve MATLAB ile yapılır.

SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

Toplam yükün yalnızca bir bölümü mevzuat gereği kesintisizdir; gerisi dinamik yönetime açıktır — bu, jeneratör küçültmenin temelidir. Aynı batarya hem yedek güç hem arbitraj/peak shaving ile değer üretir (value stacking). Literatürde ikinci ömür bataryalı sistemlerde yaklaşık %28,6 yıllık tasarruf ve ~5 yıl geri ödeme raporlanmıştır.

%28,6

yıllık elektrik maliyeti tasarrufu [6]

~5 yıl

geri ödeme süresi [6]

%14,9

iç verim oranı (IRR) [6]

İkinci ömür bataryalı, çok zaman ölçekli kontrol uygulamasında raporlanan değerler [6].

ÖZET

İkinci ömür bataryalarla desteklenen hibrit jeneratör-BESS mimarisi; dinamik yük atma ve dinamik SoC yönetimiyle jeneratör kapasitesini küçültürken kritik yüklerin sürekliliğini korur. Yaklaşım normal işletmede tarife arbitrajı ve peak shaving ile ekonomik değer üretir; ikinci ömür batarya düşük CAPEX ve döngüsel ekonomi katkısı sağlar. Çalışma örnek proje verisi içermez; tümüyle literatür temellidir.

KAPALI OTOYERKLERDE ŞARJ DURUMUNA (SOC) GÖRE ELEKTRİKLİ ARAÇ YANGIN YÜKÜNÜN CFD TABANLI YANGIN YAYILIM ANALİZİ

ABDURRAHMAN ÜNSAL

Makine Mühendisi

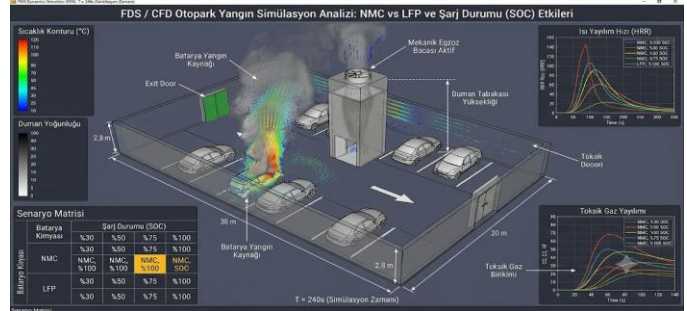
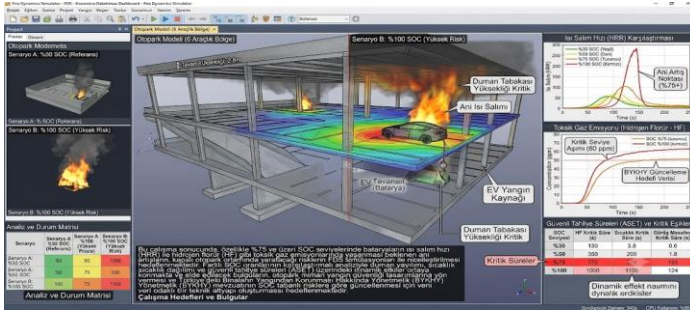
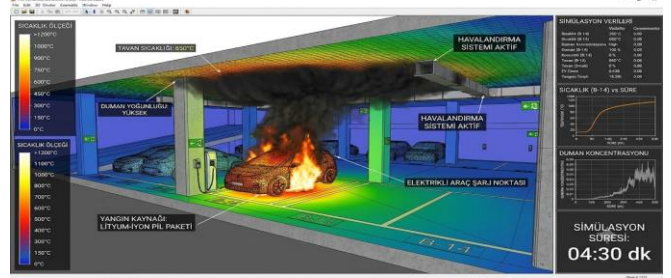
Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı, kapalı ve yeraltı otoparklarındaki elektrikli araç bataryalarının farklı Şarj durumu (SOC) seviyelerinin yangın davranıőı üzerindeki etkilerini incelemek; özellikle ısı salım hızı, yangın gelişim süreci, duman yayılımı, toksik gaz oluşumu ve yeniden tutuőma riski açısından SOC'ye bağlı değişimleri ortaya koymaktır.

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde elektrikli araç yangın güvenliği çalıőmaları çoğunlukla ısı salım hızı, toksik gaz oluşumu ve duman yayılımını ayrı baőlıklar halinde ele almakta; ancak SOC'nin kapalı ve yeraltı otopark koőullarındaki etkisini bütüncül biçimde inceleyen çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Mevcut CFD/FDS araőtırmalarının büyük bölümü sabit HRR ve çoğu zaman %100 SOC varsayımıyla yürütölmekte, yeniden tutuőma, SOC-bağımlı gaz salımı ve ASET-HF-duman iliőkisi yeterince modellenmemektedir. Bu tez, söz konusu literatür boőluėunu gidermek amacıyla farklı SOC seviyelerinde NMC ve LFP kimyaları için yangın yükü, toksik gaz oluşumu ve duman davranışını birlikte değerlendiren sistematik bir analiz modeli sunmayı hedeflemektedir.



ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Analizler, Fire Dynamics Simulator (FDS) yazılımını kullanarak Hesaplamalı Akıőkanlar Dinamiği (CFD) modelleri üzerinden yapılacaktır. Batarya kimyaları için NMC (Nikel Manganez Kobalt) ve LFP (Lityum Demir Fosfat) temelli araç bataryaları incelenecektir. Kapalı alan simölasyonları için Türkiye'deki tipik bir kapalı otopark katını temsil eden; 30 metre uzunluğunda, 20 metre geniőliėinde ve 2,8 metre tavan yüksekliğine sahip, 6 araç kapasiteli, 2 çıkıő kapısı ve 1 mekanik egzoz bacası barındıran mimari bir geometri modellenecektir. Yangın yükü ve toksik gaz yayılımı analizlerinde ise sırasıyla %30, %50, %75 ve %100 Şarj Durumu (SOC) oranları ele alınacaktır.

İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

Bu çalışma sonucunda, özellikle %75 ve üzeri SOC seviyelerinde bataryaların ısı salım hızı (HRR) ile hidrojen florür (HF) gibi toksik gaz emisyonlarında yaőanması beklenen ani artışların, kapalı otopark ortamında yaratacağı risklerin FDS simölasyonları ile nicelleőtirilmesi hedeflenmektedir. Farklı SOC oranlarının karşılaştırmalı analizinde duman yayılımı, sıcaklık dağılımı ve güvenli tahliye süreleri (ASET) üzerindeki dinamik etkiler ortaya konması hedeflenmekte ve elde edilecek bulguların, otopark mimari yangın güvenliği tasarımlarına yön vermesi ve Türkiye'deki Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY) mevzuatının SOC tabanlı risklere göre güncellenmesi için veri odaklı bir teknik altyapı oluőtürmesi hedeflenmektedir.

ÖZET

Sürdürülebilir ulaőtım teknolojilerinin yaygınlaőmasıyla öne çıkan elektrikli araçların, kapalı otoparklardaki yangın güvenliği farklı Şarj durumları için sayısal modelleme teknikleriyle incelenecektir. Literatür verileri doğrultusunda, %75 sınırının üzerindeki doluluk oranlarında ekzotermik reaksiyon Őiddetinin ve flor kökenli zehirli gaz salınımının doğrusal olmayan bir ivmeyle yükseleceği öngörülmektedir. Kritik doluluk durumlarında, güvenli tahliye senaryolarının güvenilirliği simölasyonlar vasıtasıyla dinamik olarak ortaya konacaktır. Böylece çalışmanın, ulusal standartların güncel risk profillerine göre revize edilmesine teknik dayanak oluőtürmesi hedeflenmektedir.

Sürdürülebilir Raylı Ulaşımda PEM Yakıt Hücresi ve Kurşun Asit Akü Tabanlı Kesintisiz Güç Sistemlerinin Değerlendirilmesi

Alperen Akçay

Elektrik Mühendisi (L)

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans/Doktora Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Raylı sistemlerde kullanılan kesintisiz güç kaynakları (KGK), sinyalizasyon, haberleşme ve acil durum aydınlatma sistemlerinin elektrik kesintilerinde devreye girerek güvenli ve kesintisiz bir şekilde çalışmaya devam etmesini sağlar. Aküler; sıcaklık, deşarj döngüsü, bakımsızlıktan dolayı ömürleri KGK'nin ömrü boyunca 2-3 kez yenilenebilmektedir. Bu amaç doğrultusunda KGK yaşam döngüsünü uzatmak, sistemlerin akülere bağımlılığını düşürmek, KGK'lerin bakım maliyetlerini düşürmek ve PEM yakıt hücrelerinin hali hazırda kurulan KGK'lere entegrasyonu sağlamak için hibrit sistemin ilk yatırım maliyetlerinin analizi yapılarak teknik ve ekonomik olarak uygunluklarına bakılmıştır.

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

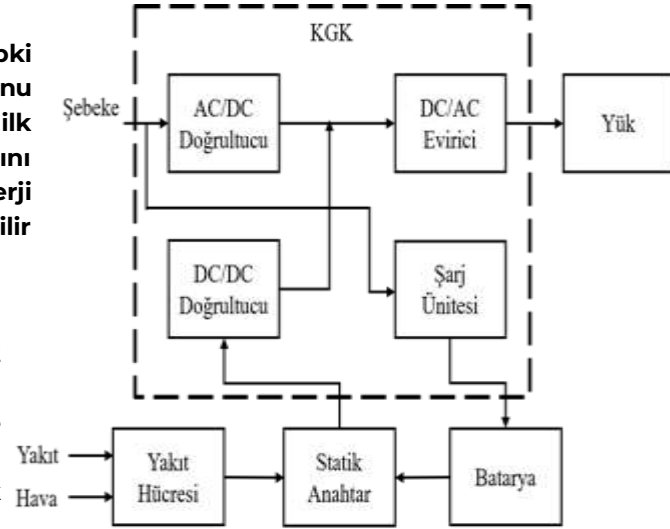
PEM yakıt pilleri elektrokimyasal doğaları gereği yüke tepki vermekte yavaştır. Literatürdeki çalışmalar bu sorunu "Hibritleşme" ile çözmeyi hedefler. Sistem kesinti anında ilk önce VRLA akü üzerinden beslenerek ani güç ihtiyacını karşılar daha sonra PEM yakıt hücresi üzerinden enerji senkronizasyonu sağlanarak beslenir. Böylece daha güvenilir bir sistem oluşturulmuş olur.

ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

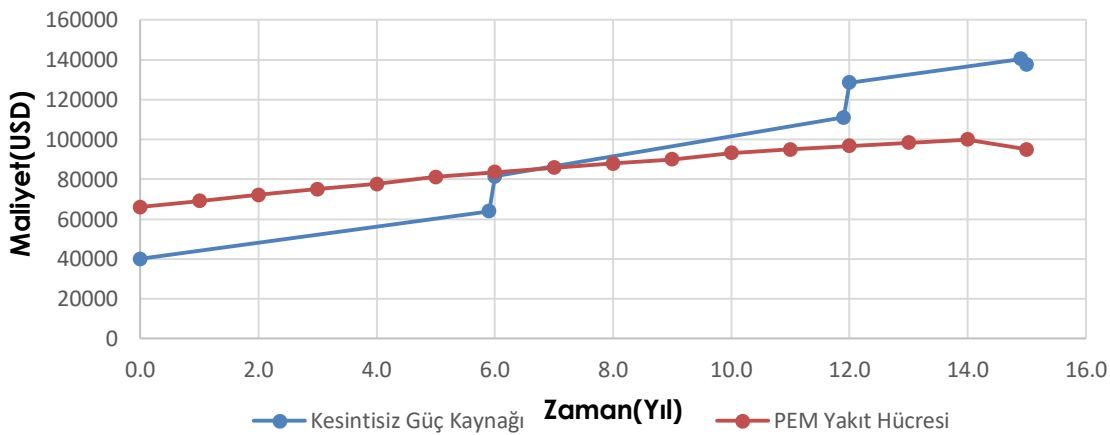
KGK ile sisteme dahil olan PEM yakıt hücresinin maliyet analizi yapılır. Ekonomik olan bir tasarım belirlenir. Bu tasarım raylı sistemde kullanılacak farklı güçlerde ve kapasitelerdeki Hibrit Enerji Depolamalı KGK'lerin tasarımında öncü olacaktır. Bu sayede sistemin ekonomik olarak sürdürülebilir olup olmadığı analiz edilecektir.

SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

15 yıllık analizde 6.yılda kesintisiz güç kaynağının maliyeti PEM yakıt hücresi maliyetini geçtiği görülmüştür. Hedef olarak; Hibrit sistemin raylı sistemlerde maliyeti göz önüne alınarak kesintisiz güç sisteminin sürdürülebilir tasarımı gerçekleştirilmiş olunacak.



Yaşam Döngü Maliyet Analizi



ÖZET

Kurşun asit aküler ömür ve maliyet olarak KGK'lerin yaşam döngüleri üzerinde ana ekipmanlardır. Hibrit enerji depolama ile daha güvenilir ve elverişli bir sistem oluşturmak mümkündür. Bu sistemin sürdürülebilir olması içinde ekonomik olma analizleri bu çalışmada yapılacaktır. Böylece tasarımın fizibil olması amaçlanmaktadır.

Veri Analizi ile Lityum-İyon Bataryaların Enerji Verimliliği Ekseninde Lokasyona Bağlı Karbon Etki Modelleme

BÜNYAMİN GEZER

Elektrik Elektronik Mühendisi

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı



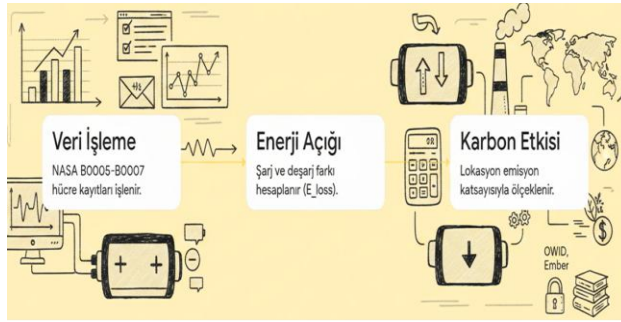
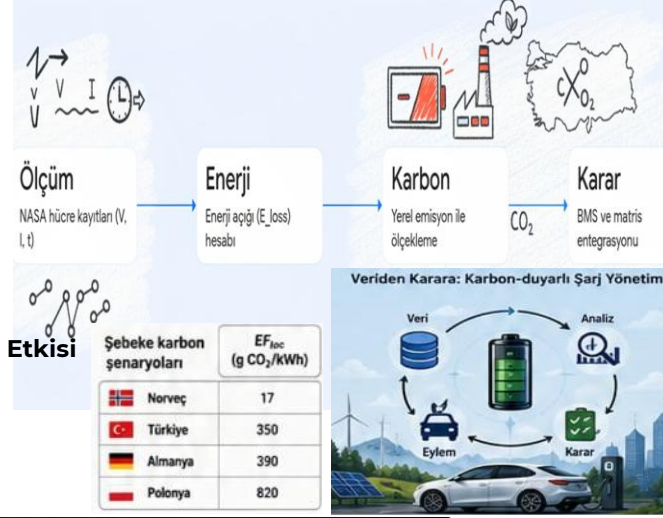
ÇALIŞMANIN AMACI

Lityum-iyon bataryalarda yaşlanmaya bağlı enerji verimliliği kaybının, farklı elektrik şebekelerinin karbon yoğunlukları altında oluşturduğu çevresel etkinin sayısal olarak modellenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kapasite kaybının ötesine geçilerek enerji açığı (Eloss) ve buna bağlı karbon salımı (CO_{2e}) değerlendirilmiştir

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

Batarya Yaşlanması → Enerji Açığı → Şebeke Telifisi → Karbon Etkisi

- İç direnç artışı enerji verimliliğini azaltır.
- Şarj ve deşarj enerjileri arasındaki fark büyüktür.
- Ek enerji ihtiyacı şebekeden karşılanır.
- Ek enerji tüketimi lokasyona bağlı karbon salımına dönüşür.



ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

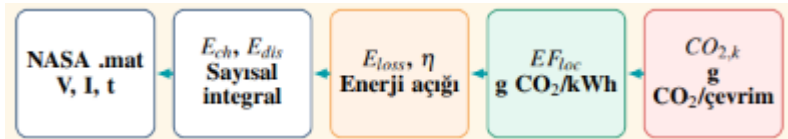
NASA Batarya Yaşlanma veri setleri kullanılarak B0005, B0006 ve B0007 hücreleri veri analizi için kullanılmıştır. Gerilim, akım ve zaman verileri çevrim bazında işlenmiş; şarj ve deşarj enerjileri hesaplanmıştır. Enerji açığı ve çevrimsel enerji verimliliği belirlenmiş, karbon etkisi farklı ülkelere ait emisyon faktörleri kullanılarak karşılaştırılmıştır.

SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

B0006 hücresi en yüksek enerji açığı ve en düşük ortalama verimliliği göstermiştir. Sonuçlar, teknik enerji kayıplarının çevresel etkisinin büyük ölçüde şarj lokasyonuna bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Gelecekte modelin paket ve araç ölçeğine genişletilmesi, dinamik şebeke verileri ve karbon-duyarlı BMS uygulamalarıyla desteklenmesi hedeflenmektedir

ÖZET

Lityum-iyon batarya yaşlanması enerji verimliliği ve karbon etkisi açısından değerlendirilmiştir. NASA Ames B0005, B0006 ve B0007 hücre verileri kullanılarak enerji açığı ve çevrimsel verimlilik hesaplanmış, farklı ülkelerin emisyon faktörleriyle ilişkilendirilmiştir. Sonuçlar, batarya kaynaklı enerji kayıplarının lokasyona bağlı olarak farklı karbon etkileri oluşturduğunu göstermiştir



Hücre	E _{cum} (Wh)	Norveç (g CO ₂)	Türkiye (g CO ₂)	Almanya (g CO ₂)	Polonya (g CO ₂)
B0005	154.27	2.6	53.99	60.16	126.50
B0006	172.19	2.9	60.26	67.15	141.19
B0007	154.93	2.6	54.23	60.42	127.05

▲ B0006 en yüksek E_{cum} (172.19 Wh) ile tüm lokasyonlarda maksimum CO₂ çıktısı üretmiştir.



VERİ MERKEZLERİ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gizem BUĞA

Çevre Mühendisi (L)

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Bu tez çalışmasında, veri merkezlerinin karbon, su ayak izi ve atık ısı gibi çevresel etki verilerini bütüncül bir matriste derleyerek incelemek amaçlanmıştır. Küresel iyi uygulama örnekleri üzerinden somut mühendislik çözümleri sunarak, hızla büyüyen Türkiye veri merkezi pazarı (~200 MW) için sürdürülebilir bir yol haritası oluşturulması hedeflenmektedir.

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

Veri merkezlerinde tüketilen elektriğin çoğu ısı enerjisine dönüşür. Bu ısı atmosfere veya hidrosfere aktarılır. Aşağıdaki tablo, 1 MW kapasiteli standart bir veri merkezi modülünün yıllık çevresel etkilerini özetlemektedir. Yandaki resimde ise tipik bir veri merkezi için ana kaynaklar, emisyonları ve atıkları a gösterilmiştir

Etki Kaynağı	Karbon Ayak İzi/Atık Miktarı	Termal Emisyon
Dış	5.168,4 – 7.008 ton CO ₂ / yıl	8,76 GWh / yıl
Jeneratör (Dizel)	0,75 ton CO ₂ / saat	2,8 MWh / saat
Elektronik Atık	6,8 – 13,5 ton / yıl	-
Atık Bataryalar	1,8 – 3,6 ton / yıl	-
Yangın Söndürme	< 0,72 ton CO ₂ / olay	-

ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

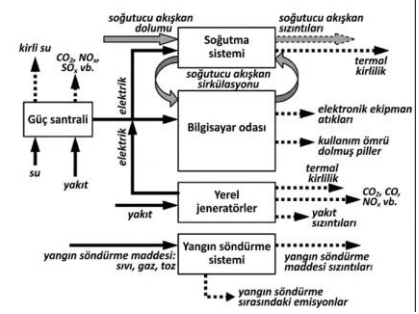
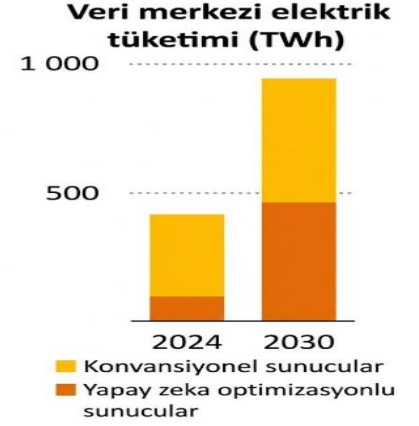
Veri merkezlerinin karmaşık yapısını ve çevresel parametrelerini incelemek adına sistematik bir literatür derlemesi gerçekleştirilcektir. Süreç kapsamında, küresel düzeyde farklı iklim kuşakları, donanım senaryoları ve enerji şebekelerinde işletilen tesislere ait akademik çalışmalar ile ampirik bulgular metodolojik olarak taranacak ve değerlendirilecektir.

SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

Yapılan ilk literatür taraması ile veri merkezlerinin çevresel etkilerine dair sahada bir veri kıstıllığı olduğu ve literatürdeki çalışmaların çoğunluğunun simülasyon çıktıları ile gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Literatürde simülasyonlar arasında kalmış tüm çevresel göstergeleri (karbon, su ayak izi ve tehlikeli atıklar) bir araya getirerek tüketim verilerinin derlenmesi ve incelenmesi hedeflenmektedir.

ÖZET

Dijitalleşme ve teknolojik ilerleme hızla devam ederken, bu sistemlerin tükettiği enerji, su kaynakları ve yarattığı atıkların çevre üzerindeki yıkıcı etkileri dijitalleşmenin hayatımızdaki yerinin büyümesi ile ciddi problemlerle karşılaşmamıza sebep olacaktır. Çalışmada bilişim ve yapay zekâ gibi teknolojilerin çevresel etkileri açıklanmıştır. Aynı zamanda atık ısı geri kazanımı, yeşil yapay zekâ yaklaşımları ve yenilenebilir enerji entegrasyonu gibi yenilikçi çözüm yöntemlerini sunmaktır.



ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİNDE LİTYUM-İYON BATARYALARIN DÖNGÜSEL YAŞLANMASININ FARKLI TERMAL VE ELEKTRİKSEL KOŞULLARDA SAYISAL VE DENEYSEL İNCELEMESİ

İBRAHİM ÇAKICI

Enerji Sistemleri Mühendisi (I)

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın temel amacı; enerji depolama sistemlerinde (ESS) kullanılan lityum-yon (LFP) bataryaların şarj/deşarj döngülerindeki ısı üretim kaynaklı yaşlanmasını, düşük hesaplama maliyetli ve yüksek doğruluklu hibrit modellerle tahmin etmektir. Farklı termal ve elektriksel koşulların batarya paketinin performansı ve system ömrü üzerindeki etkilerinin sayısal ve deneysel olarak incelenmesi hedeflenmektedir.

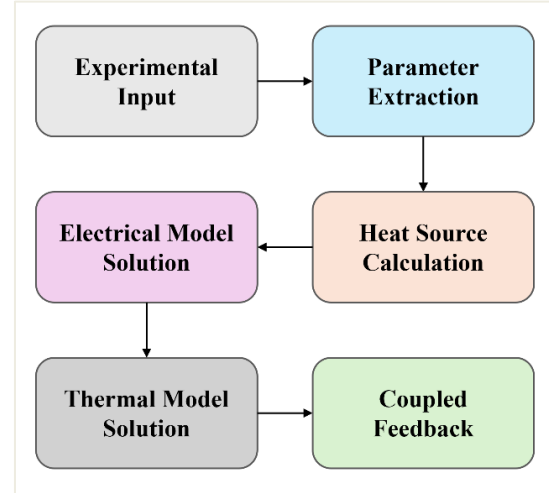


SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde batarya yaşlanması ile elektrokimyasal/termal süreçler genellikle birbirlerinden ayrı ele alınmaktadır. Bu çalışma; MSMD-ECM altyapısını dinamik bir yaşlanma tahmin modeliyle bütünleştirerek bu iki olguyu ilk kez bir arada işlemekte ve bütünleşik sistem optimizasyonu sağlayan özgün bir yaklaşımla literatürdeki akademik boşluğu doldurmaktadır.

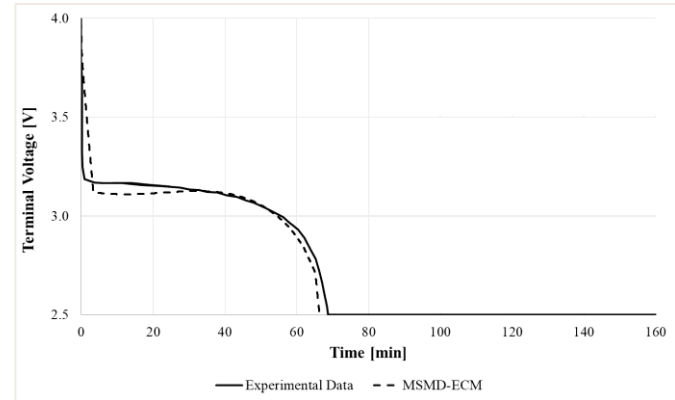
ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Hücre seviyesindeki dinamik elektriksel davranışlar 2RC Eşdeğer Devre Modeli (ECM) ile modellenmiştir. Elde edilen anlık ısı üretim verileri, ANSYS Fluent MSMD altyapısına aktararak batarya paketi ölçeğinde 3 boyutlu eşlenik termal analizler (CFD) gerçekleştirilmiştir. Kapasite kaybını tahmin etmek için Python ortamında Arrhenius tabanlı yarı-ampirik bir algoritma geliştirilmiş olup modelin doğrulaması HPPC laboratuvar test verileri ile sağlanmıştır.



SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

- Önerilen hibrit MSMD-ECM modeli, gerilim profilleri ve ısı davranış tahmininde %99'a varan kolerasyon sağlanmıştır.
- Orthogonal deney tasarımı yaklaşımıyla termal yönetim sistemi (BTMS) parametreleri optimize edilmiştir.
- Yüksek C-ratedeşarj oranlarında artan Joule ısınmasının hücre yaşlanmasını ivmelendirdiği sayısal olarak harılanmıştır.
- Gelecek hedef; büyük ölçekli depolama sistemleri için gerçek zamanlı, düşük hesaplama maliyetli bir "dijital ikiz" ömür tahmin aracı oluşturmaktır.



ÖZET

Bu çalışma, batarya ömrünü uzatmak ve termal kararlılığı sağlamak için yüksek doğruluklu bir "hibrit yarı-ampirik" metodoloji sunmaktadır. ANSYS Fluent ve Python entegrasyonu ile oluşturulan 3 boyutlu dinamik altyapı sayesinde enerji depolama sistemlerinin güvenliği ve ekonomik sürdürülebilirliği için optimum termal işletme stratejileri belirlenmiştir.

Enerji Krizleri ve Savaşların Etkisinde Petrol Bağımlılığı ve Yenilenebilir Enerjiye Geçiş

Selen AKPINAR

Kimya Mühendisi

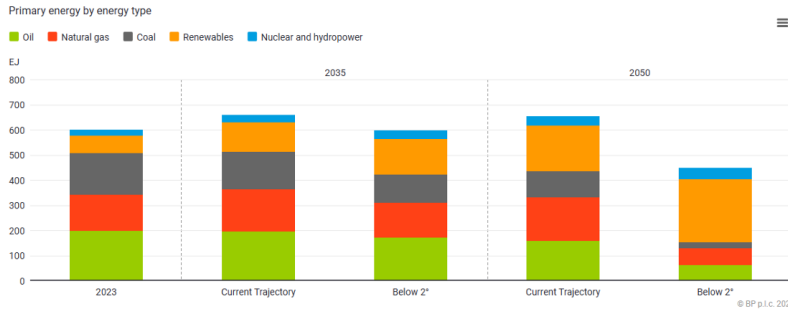
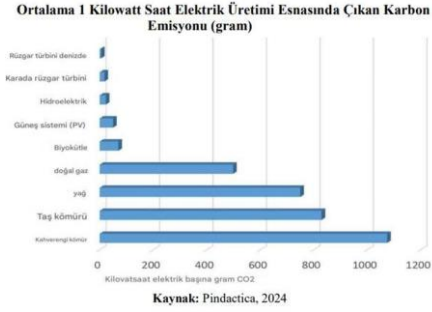
Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı, enerji kaynaklarının dünya ve Türkiye ölçeğindeki mevcut durumunu incelemek, fosil yakıtlar ile yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzındaki rollerini değerlendirmek ve enerji dönüşüm sürecinde ortaya çıkan gelişmeleri analiz etmektir. Ayrıca enerji krizleri, enerji güvenliği ve sürdürülebilirlik kavramları çerçevesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecekteki öneminin ortaya konulması hedeflenmektedir.

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde, enerji talebindeki artış ve iklim değişikliği nedeniyle enerji sistemlerinin yenilenebilir kaynaklara yöneldiği belirtilmektedir. Uluslararası projeksiyonlara göre 2050 yılına kadar temiz enerji üretimi en az 2,5 kat artacak, güneş ve rüzgâr en hızlı büyüyen enerji kaynakları olacaktır. Bu süreçte petrol talebinde %70'e varan düşüşler öngörülürken, yenilenebilir enerji yatırımları enerji güvenliği ve sürdürülebilirlik açısından kritik önem taşımaktadır. Türkiye'nin güneş, rüzgâr ve jeotermal potansiyeli ise enerji arzında dışa bağımlılığın azaltılması için önemli fırsatlar sunmaktadır.



ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada literatür taraması yapılmış; IEA, IRENA, DNV ve BP raporlarından elde edilen güncel veriler kullanılarak dünya ve Türkiye'nin enerji görünümü incelenmiştir. Fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş, enerji dönüşümüne ilişkin gelecek projeksiyonları analiz edilmiştir. Ayrıca gerçek bir yerleşim alanı için fosil yakıt ağırlıklı enerji sistemi ile tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı enerji sisteminin çevresel etkileri Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

Literatür bulguları, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji dönüşümündeki rolünün giderek güçlendiğini göstermektedir. Çalışmanın devamında seçilen yerleşim alanı için oluşturulacak fosil yakıt ve %100 yenilenebilir enerji senaryoları, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) yöntemi ile karşılaştırılarak çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilecektir.



ÖZET

Küresel enerji dönüşümü sürecinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı hızla artarken, enerji sistemlerinin çevresel etkilerinin bütüncül olarak değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Bu kapsamda, seçilen bir yerleşim alanı için geliştirilecek farklı enerji senaryolarının LCA yaklaşımıyla analiz edilmesi, sürdürülebilir enerji planlamasına katkı sağlayacaktır.