



YTÜ

TEMİZ ENERJİ
TEKNOLOJİLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS & DOKTORA

SEMİNER SUNUMLARI

İLERİ ENERJİ TEKNOLOJİLERİ PROGRAMI

Dr. Öğr. Üyesi Gülizar **Balcıoğlu**
Öğr. Gör. Dr. Öznur **Engin**

2025

GÜZ DÖNEMİ

SIVI HİDROJEN VE YÜKSEK BASINÇLI HİDROJEN DEPOLAMA YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Ahmet Deniz Yıldızbaş

Makine Mühendisi (L)

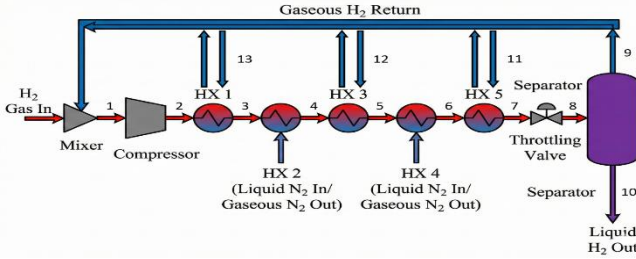
Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Çalışma, hidrojen depolama sistemlerini özetleyerek, sıvı hidrojen ve yüksek basınçlı hidrojen depolama yöntemlerini termodinamik açıdan incelemektedir. Bu iki sistem arasındaki enerji tüketimi, enerji verimliliği, depolama yoğunluğu, sıcaklık yönetimi gibi hususları karşılaştırmaktadır.

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

Hidrojen depolama yöntemleri fiziksel (sıkıştırılmış gaz, sıvı hidrojen) ve materyal bazlı (adsorpsiyon, absorpsiyon) olarak ikiye ayrılır. Küresel hidrojen talebinin 2070 yılına kadar ulaşım ve sanayi sektörleri başta olmak üzere dramatik bir artış göstermesi beklenmektedir. Ön Soğutmalı Linde-Hampson Çevrimi (sıvılaştırma) ve Çok Kademeli Sıkıştırma (yüksek basınçlı gaz depolama) sistemleri incelenmiştir.



ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Analizler, Engineering Equation Solver (EES) yazılımı kullanılarak gerçek gaz modelleri üzerinden yapılmıştır. Sıvı depolama sistemi için harici sıvı azot kullanılan bir Ön Soğutmalı Linde-Hampson, yüksek basınçlı depolama için ise 1'den 5'e kadar kademeli sıkıştırma sistemi incelenmiştir. Sıvı hidrojen için 12 bar, gaz hidrojen için 800 bar depolama şartları ele alınmıştır.

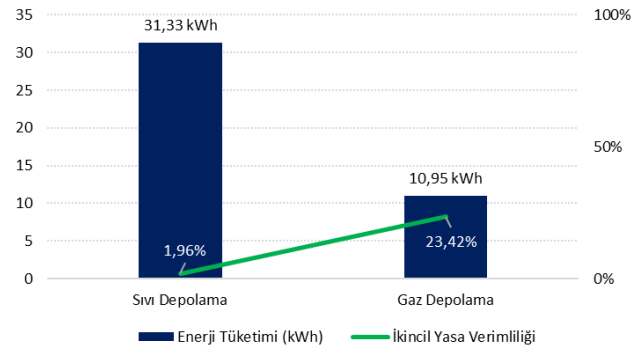
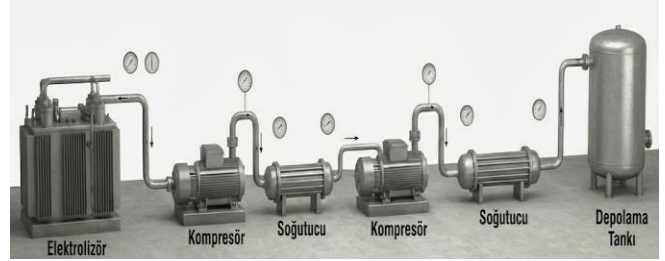
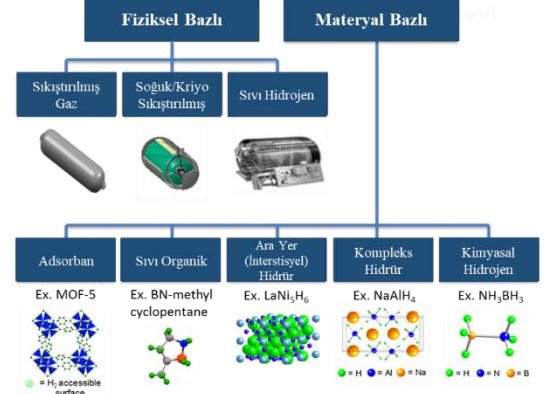
SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

1 kg sıvı hidrojen üretmek için 31,33 kWh enerji harcanırken, tek kademeli gaz sıkıştırma için 10,95 kWh harcanmaktadır. Sıvılaştırma, sıkıştırmaya oranla %186 daha fazla enerji tüketmektedir. Sıvılaştırma süreci %1,96 gibi çok düşük bir ikincil yasa verimliliğe sahipken, 800 bar sıkıştırma %23,42 (12 kat daha fazla) verimlilik sunar. Sıkıştırmada kademe sayısının artırılması enerji tüketimini %55,6'ya kadar azaltabilir; ancak maliyet dengesi için 3 veya 4 kademeli tasarımlar optimumdur.

ÖZET

Sürdürülebilir enerji sistemlerinde kritik bir öneme sahip olan hidrojenin depolanmasına yönelik iki temel yöntemi, Ön Soğutmalı Linde-Hampson Çevrimi (sıvılaştırma) ve Çok Kademeli Sıkıştırma (yüksek basınçlı gaz depolama), termodinamik açıdan karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Araştırma bulguları, sıvı hidrojenin yüksek kütle/hacim enerji yoğunluğu sunmasına rağmen, üretim sürecinin oldukça enerji yoğun olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, alan kısıtlaması olan senaryolarda sıvılaştırmanın avantajlı olduğunu, ancak genel enerji verimliliği ve yönetilebilir operasyonel koşullar açısından çok kademeli sıkıştırma yöntemlerinin daha verimli bir profil çizdiğini ortaya koymaktadır.

Hidrojen nasıl depolanır?



Endüstride Basınçlı Hava Tüketiminin ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Kapsamında Optimizasyonu

Ahmet Faruk Fırat

Makine Mühendisi (L)

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans

ÇALIŞMANIN AMACI

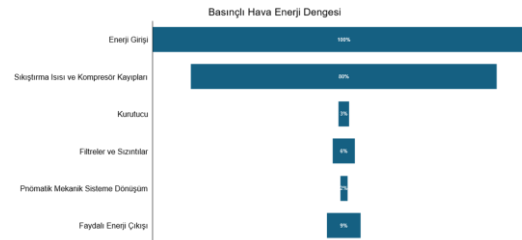
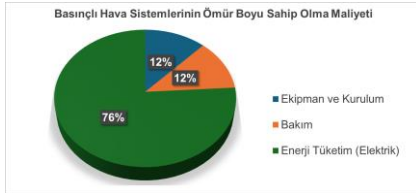
Bu çalışmanın amacı; endüstriyel tesislerdeki enerji tüketiminin önemli bir bölümünü teşkil eden basınçlı hava sistemlerinin, ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi standartları ve sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde bütünsel bir yaklaşımla analiz edilmesidir. Bu kapsamda; sistemdeki verimlilik artırıcı projelerin geliştirilmesi, kronik sorunlara yönelik kalıcı ve sürdürülebilir çözümlerin üretilmesi, kestirimci bakım stratejilerinin oluşturulması ve enerji izleme sistemleri entegrasyonu ile akıllı yönetim çözümlerinin sunulması hedeflenmektedir.

LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik çalışmaları; genellikle kompresör değişimi, hat basıncı optimizasyonu ve kaçak tespiti gibi belirli teknik müdahalelerle sınırlı kalmaktadır. Basınçlı hava kalitesinin ve pnömatik ekipman performansının enerji tüketimi üzerindeki doğrudan etkilerini bütüncül bir yaklaşımla ele alan çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir. Mevcut çalışmaların büyük oranda parçalı bir yapı sergilemesi, sistemin tüm bileşenlerini kapsayan entegre bir modelin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu tez, söz konusu literatür boşluğunu gidermek amacıyla; ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi çerçevesinde hava kalitesi, enerji izleme, kestirimci bakım, pnömatik sistemler ve ekipman performansını birleştiren sistematik ve sürdürülebilir bir analiz modeli sunmayı hedeflemektedir.

ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Basınçlı hava üretimindeki yüksek enerji maliyetleri (TCO'nun %76'sı) ve düşük verimlilik oranları (%10 kullanılabilir enerji) temel alınarak; kompresör ünitesi, kurutucular, dağıtım hatları ve pnömatik ekipmanlar üzerinde kapsamlı bir enerji etüdü gerçekleştirilmiştir. Metodoloji kapsamında; ultrasonik kaçak tespit cihazı, basınç düşümü analizleri, debi ölçümleri, makinelerin çalışma periyotları ve ISO 8573-1 standardına uygun hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında, enerji izleme altyapısı ve kestirimci bakım stratejileri ile desteklenen sürdürülebilir verimlilik artırıcı projeler geliştirilerek, sistemin hem ekonomik hem de çevresel performansının optimize edilmesi hedeflenmiştir.



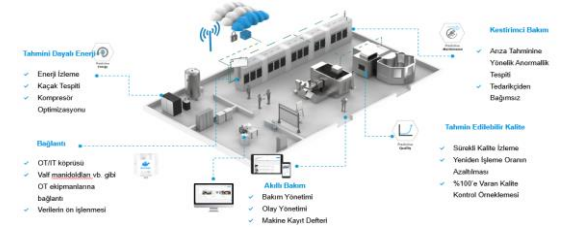
ISO 8573-1 2010					
Class	Solid particles		Water		Oil
	Maximum number of particles per m ³	Mass concentration mg/m ³	Vapour pressure dew point °C	Liquid g/m ³	Total oil content (liquid, aerosol and mist) mg/m ³
0	As stipulated by the equipment user, stricter requirements than Class 1				
1	≤ 20,000	≤ 400	≤ 10	≤ 70	≤ 0.01
2	≤ 400,000	≤ 5,000	≤ 300	≤ 40	≤ 0.1
3	≤ 90,000	≤ 1,000	≤ 20	≤ 20	≤ 1
4	≤ 10,000	≤ 100	≤ 7	≤ 5	≤ 5
5	≤ 100,000	≤ 100	≤ 7	≤ 5	≤ 5
6	≤ 100,000	≤ 100	≤ 7	≤ 5	≤ 5
7	≤ 100,000	≤ 100	≤ 7	≤ 5	≤ 5
8	≤ 100,000	≤ 100	≤ 7	≤ 5	≤ 5
9	≤ 100,000	≤ 100	≤ 7	≤ 5	≤ 5
10	≤ 100,000	≤ 100	≤ 7	≤ 5	≤ 5

SONUÇ & HEDEFLER

Bbasınçlı hava sistemlerinde sürdürülebilir enerji verimliliğinin ISO 50001 çerçevesinde teknik, yönetsel ve dijital süreçlerin entegrasyonu ile mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Analizler; hava kalitesindeki çığ noktası optimizasyonunun, pnömatik ekipman performansı ve kestirimci bakım başarısı için kritik parametre olduğunu göstermiştir. Akıllı izleme sistemlerinin, kaçak tespiti ve sürekli iyileştirme döngüsünde temel bir araç olduğu belirlenmiştir. Gelecekte, geliştirilen bu metodolojinin farklı endüstriyel sektörlerde test edilmesi ve uzun dönemli saha verileriyle hava kalitesi-ekipman ömrü korelasyonunun derinleştirilmesi hedeflenmektedir.



BASINÇLI HAVA SİSTEMİNDE TALEP TARAFINDAKİ ENERJİ KAYIPLARI



ÖZET

Bu çalışma, endüstriyel basınçlı hava sistemlerinin enerji performansını ISO 50001 standartları kapsamında bütünsel bir yaklaşımla analiz etmektedir. Kompresörden son kullanıcı ekipmanlara kadar tüm sistem bileşenleri üzerinde gerçekleştirilen ölçümlerle; basınç kayıpları, hava kaçakları ve hava kalitesinin verimlilik üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, sürekli iyileştirme döngüsünü destekleyen enerji izleme altyapısı ve sürdürülebilir verimlilik artırıcı projeler geliştirilmiştir.

Farklı Soğutma Tiplerindeki Trafoların Çevresel Etkilerinin Yaşam Döngü Analizi Yöntemiyle İncelenmesi

ASENA ÇAVUŞ

Makine Mühendisliği (L)

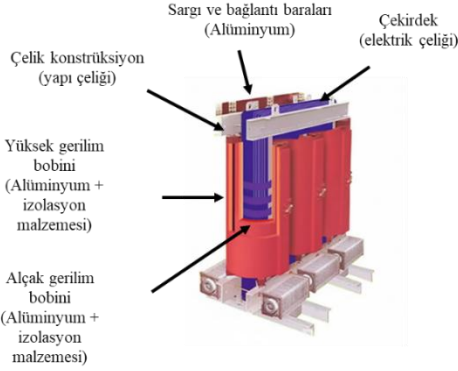
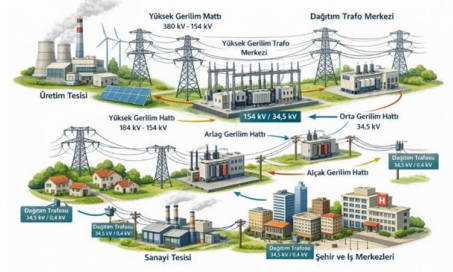
Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

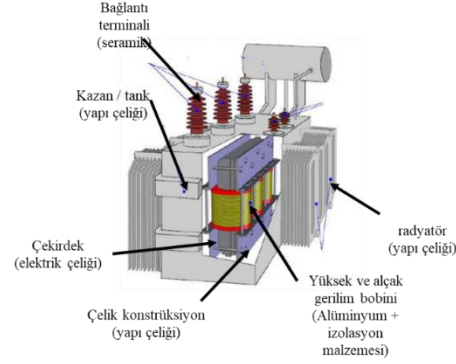
Net sıfır hedefine ulaşabilmek için sürdürülebilir kalkınma hedefleri de baz alınarak üretilen enerjilerin verimli kullanımı, ürün bazında kullanılan malzeme çeşitlerinin ise çevresel etkisi düşük seçenekleriyle değiştirilmesi önemlidir. Trafolar da enerji iletim hatlarının önemli bir unsurdur. Bu çalışmada trafoların yaşamları boyunca doğrudan ve dolaylı olarak oluşturdukları çevresel etkiler incelenmiştir.

LİTERATÜR ÖZETİ

Martin CARLEN et al. (2011) araştırmasında amorf metal ve normal çekirdek sacından oluşan çekirdeğe sahip kuru ve yağlı tip trafolar kıyaslanmıştır. Standart çekirdekli trafoya göre küresel ısınma potansiyelinin %60 azaldığı görülmüştür. Guo, H., Gao, Y., Li, J. (2022)) araştırmasında 50 MVA, 110 kV ve 240 MVA, 220 kV güç trafosu incelemiştir. Kullanım aşaması değerlendirmesi her iki trafo için de 40 yıl olarak ele alınmıştır. Trafonun işletme esnasındaki kayıpları tüm aşamaların %96sını oluşturmaktadır. Wanshui Yu et al. (2025) çalışmasında 20 MVA, 110 kV güç trafosu incelenmiştir. Tüm kayıplar toplamı nicel yöntemlerle elde edilmiştir. Trafonun yıllık bazda sera gazı emisyonunun 404,165 kg CO₂ eşleniği olduğu görülmüştür ve neredeyse tamamının güç kayıpları olduğu belirtilmiştir.



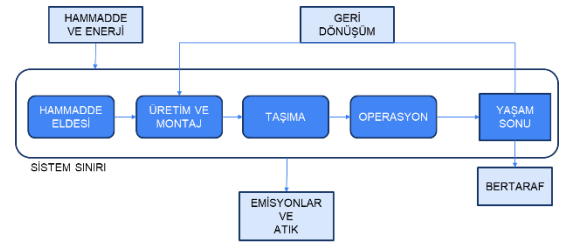
Kuru trafo parçaları ve malzeme tipleri



Yağlı tip dağıtım trafosu parçaları ve malzeme tipleri

ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışma kapsamında benzer güce ve gerilim seviyesine sahip Kuru ve Yağlı tip soğutmaya sahip iki trafonun yaşam döngüleri boyunca çevresel etkileri analiz edilecek ve birbirlerine göre farkları değerlendirilecektir. Çalışma kapsamında ele alınan iki tip ürün için de beşikten mezara yaklaşımla analiz yapılacaktır. Envanter analizinde tanımlanacak olan tüm ham maddelerin eldesinden başlayarak her iki trafo için de montaj aşamaları, taşıma işlemleri, trafonun yaşam ömrü boyu 30 yıl alınacaktır. Son olarak da trafonun yaşam sonunda ilgili ürünlerin bertarafı ve ilgili ürünlerin geri dönüşümü de ele alınacaktır.



ÖZET

Bu çalışmada benzer güce ve gerilime sahip kuru ve yağlı tip soğurmaya sahip iki trafo ele alınmıştır. Yaşam döngü analizi yöntemiyle çevresel etkiler analiz edilecektir. Analiz iki trafo için de beşikten mezara kapsamında yapılacaktır.

ÇİFT YAKITLI DİZEL MOTORLARDA DİZEL/NH₃/H₂/N₂ GAZ KARIŞIMLARININ PERFORMANS, YANMA GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ VE KRİTİK EMİSYON KONTROLÜ

Bayram Ali BIÇAKÇI

Gemi Makineleri İşletme Mühendisi

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın temel amacı; Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO) sera gazı azaltım hedefleri ve Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı doğrultusunda, çift yakıtlı (dual-fuel) dizel motorlarda alternatif yakıt olarak Amonyak (NH₃), Hidrojen (H₂) ve Azot (N₂) gaz karışımlarının kullanım potansiyelini deneysel olarak incelemektir.

Bu kapsamda çalışma:

- 1-) Yanma Karakterizasyonu
 - 2-) Kritik Emisyon Analizi
 - 3-) Performans Optimizasyonu
- gibi maddeleri incelemeyi hedeflemektedir.

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

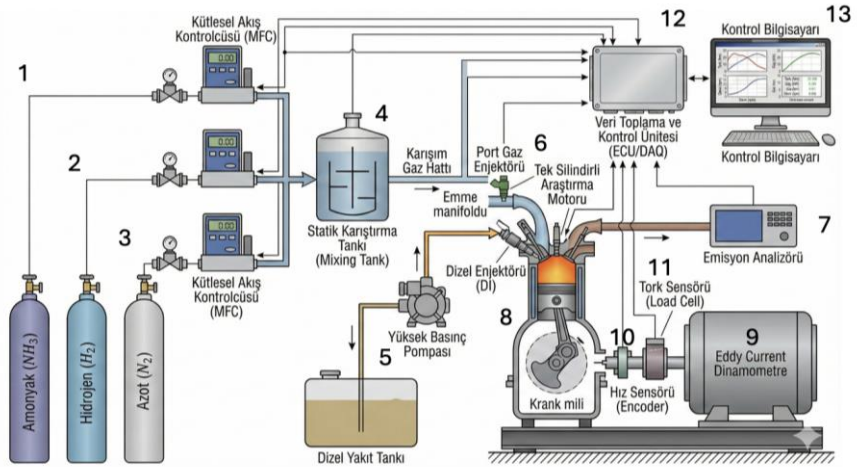
Literatür taraması, Denizcilik sektörünün dekarbonizasyon hedefleri doğrultusunda amonyağın (NH₃) karbon içermeyen yapısıyla güçlü bir alternatif yakıt olduğunu, ancak yüksek tutuşma sıcaklığı ve düşük alev hızı gibi temel yanma zorlukları barındırdığını ortaya koymaktadır. Mevcut çalışmalar, bu zorlukların aşılması için amonyağın dizel pilot yakıtı ile tutuşturulduğu ve yanma kararlılığının Hidrojen (H₂) ile zenginleştirilmesiyle artırıldığı çift yakıtlı stratejilere odaklanmaktadır; fakat bu yöntemler N₂O gibi güçlü sera gazlarının oluşumu ve amonyak kaçağı gibi yeni çevresel riskleri beraberinde getirmektedir.

SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

Bu çalışma, denizcilikte çift yakıtlı motorlarda amonyak kullanımının karbon bazlı emisyonları (CO, CO₂, PM) %80 ve üzeri olacak oranlarda düşürdüğünü, ancak bu kazanımın yüksek N₂O oluşumu ve toksik amonyak kaçağı gibi kritik çevresel risklerle takas edildiğini ortaya koymaktadır. Literatür analizleri, hidrojen zenginleştirmesinin amonyağın düşük alev hızını dengeleyerek yanma kararlılığını artırdığını gösterirken; projenin nihai hedefi, kurulan spesifik etkilerini deneysel olarak haritalandırmak ve amonyak sızıntısını ve NO_x kaynaklı emisyonları minimize edecek optimum işletme parametrelerini belirlemektir.

ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Bu literatür verilerini deneysel olarak doğrulamak ve çözümlemek amacıyla tasarlanan sistem şeması, temel olarak tek silindirli dört zamanlı bir araştırma motoru üzerine kurulmuştur. Sistemde; amonyak, hidrojen ve azot gazları ayrı ayrı Kütleli Akış Kontrolcülerini ile oluşturulan gaz karışımı emme manifoldu üzerinden port gaz enjektörü ile silindire gönderilmektedir. Kurulan bu deney düzeneği, veri toplama ünitesi, emisyon analizörü ve tork sensörleri ile entegre çalışarak, özellikle H₂ ve N₂ gazlarının farklı oranlarının yanma verimi üzerindeki spesifik etkilerini haritalandırmayı amaçlamaktadır. Böylece sistem, literatürde teorik olarak belirtilen emisyon takaslarının deneysel verilerle analiz ederek, amonyak kaçağını minimize edecek ve yanma performansını optimize edecek en uygun gaz karışım oranlarını belirlemeye olanak sağlayacaktır.



ÖZET

Bu çalışma, Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) ve AB Yeşil Mutabakatı'nın sıfır emisyon hedefleri doğrultusunda, karbon içermeyen ancak yanma zorlukları barındıran amonyak (NH₃) yakıtının çift yakıtlı dizel motorlardaki performansını ve hidrojen (H₂) ve Azot (N₂) zenginleştirmesiyle optimizasyonunu kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Yapılan analizler, amonyak kullanımının karbon bazlı emisyonları CO, CO₂, PM %80 oranında ve üzerinde düşürdüğünü, ancak bu avantajın yüksek N₂O oluşumu ve ciddi amonyak kaçağı riskiyle takas edildiğini ortaya koyarken; çalışmanın nihai hedefi, kurulan NH₃-H₂-N₂ gaz karışım kontrol düzeneği ve tek silindirli araştırma motoru üzerinden bu emisyon takaslarını deneysel olarak haritalandırmak ve çevresel riskleri minimize edecek optimum yanma stratejilerini belirlemektir.

KARBON EMİSYONLARININ AZALTILMASINDA DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNDE HİDROJEN KULLANIMININ TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ

BURAK ÖZYER

Mekatronik Mühendisi (L)

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışma, Türkiye'de üretim yapan demir çelik tesisine ait bir hadde fırınında (25 ton/h) doğal gaz tüketiminin %20'sinin hidrojen ile ikame edilmesi durumunda oluşan su tüketimi, elektrik maliyeti, karbon fiyatı etkisi ve yıllık ekonomik performansı senaryo bazında karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Analizde üç elektrik tedarik senaryosu ele alınmıştır: 24 saat Şebeke Enerjisi, 8 saat Güneş Enerji Sistemi (GES) + 16 saat Şebeke Enerjisi, ve 24 saat Rüzgâr Enerjisi (RES). Amaç; aynı proses çıktısı korunurken, hidrojen üretimi için gerekli elektrik girdisinin ve buna bağlı OPEX (yıllık işletme maliyeti) değişiminin net sonucu nasıl etkilediğini ve karlılığı sağlamak için yenilenebilir elektrik ve karbon vergilendirmesinin nasıl olması gerektiğini üç farklı senaryo ile incelemektir.



LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde demir-çelikte hidrojenin kısa vadede en uygulanabilir kullanım yollarından biri yakıt ikamesi olup, özellikle hadde ısıtma fırınlarında kademeli Hidrojen karışımı ile karbon azaltımı hedeflenmektedir. Ancak hidrojenin ekonomikliğı çoğunlukla elektrik fiyatı ve karbon fiyatı tarafından belirlenir; bu nedenle çalışmalar, şebeke elektriği ile üretilen Hidrojenin çoğu ülkede maliyet baskısı oluşturduğunu, yenilenebilir kaynaklarla üretimde ise OPEX'in ciddi ölçüde düştüğünü vurgulamaktadır.

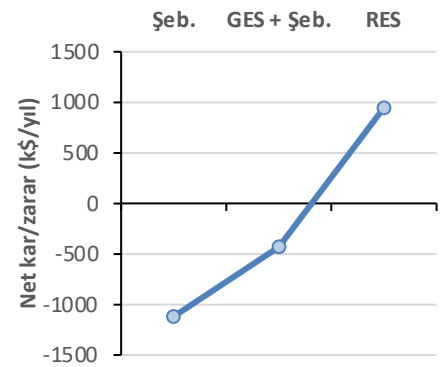
ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Yöntemde, %20 hidrojen ikamesi için yıllık maliyet/fayda kalemleri ayrı ayrı hesaplanmış; OPEX tarafında elektrik, Potasyum Hidroksit (KOH), demineralize su ve personel giderleri toplanmıştır. Şebeke (Şeb.) 24 saat senaryosunda toplam OPEX 2.149.008 \$/yıl (elektrik: 2.068.150 \$/yıl), GES+Şebeke hibritte 1.459.625 \$/yıl, RES ise 80.858 \$/yıl bulunmuştur. Fayda tarafında yıllık toplam kazanım 1.029.296 \$/yıl olup; doğalgaz tasarrufu 571.033 \$/yıl, karbon azaltım değeri 249.900 \$/yıl ve oksijen geliri 208.362 \$/yıl olarak ayrıştırmıştır.

No	İşletme giderleri	Birim	Değer
1	Elektrik birim fiyatı (şebeke)	\$/kWh	0,09
2	Doğalgaz birim fiyatı (OSB)	\$/Nm ³	0,22
3	Su birim fiyatı	\$/m ³	1,78
4	KOH birim fiyatı	\$/kg	1,50
5	Karbon fiyatı (örnek)	\$/tonCO ₂	79,39
6	Oksijen satış fiyatı	\$/Nm ³	0,23
7	Elektrolizör spesifik tüketimi	kWh/Nm ³ H ₂	4,5
8	Su tüketimi	L/Nm ³ H ₂	1,1
9	KOH tüketimi	kg/Nm ³ H ₂	80
10	Personel maliyeti	\$/yıl	40.000

SONUÇ & HEDEFLER

Sonuçlar, hidrojen ikamesinin ekonomik başarısının kritik biçimde elektrik kaynağına bağlı olduğunu göstermektedir: Şebeke 24 saat senaryosu 1.119.712 \$/yıl zarar üretirken, GES (8 saat) + Şebeke (16 saat) hibrit senaryo 430.329 \$/yıl ile bir önceki senaryoda olan zararı azaltmakta, rüzgâr (24 saat) senaryosu ise 948.438 \$/yıl net kâr sağlamaktadır. Başabaş noktası için şebeke (24 saat) senaryosunda karbon fiyatının yaklaşık 429 \$/tCO₂ seviyesine çıkması veya elektrik birim fiyatının 0,091 \$/kWh'den 0,042 \$/kWh düzeyine (yaklaşık %54,1) gerilemesi gerekmektedir; hibrit senaryoda ise başabaş noktası karbon fiyatı yaklaşık 213 \$/tCO₂ veya elektrik fiyatında %31,2 indirim gereksinimi hesaplanmıştır. Çalışmanın devamında farklı kapasite, coğrafi ve/veya ekonomik koşulların hidrojenin demir-çelik sektöründe kullanımına etkisinin incelenmesi hedeflenmektedir.



ÖZET

Bu çalışmada, hadde fırınında doğal gazın %20'sinin hidrojen ile ikame edildiği bir senaryoda üç farklı elektrik tedarik seçeneğinin yıllık ekonomik etkisi değerlendirilmiştir. Toplam yıllık fayda 1,03M \$ seviyesinde iken, OPEX şebeke koşullarında 2,15M \$, hibritte 1,46 M\$, rüzgârda 0,081M \$ olup net sonuç sırasıyla 1,12M \$ zarar, 0,43M \$ zarar ve 0,95M \$ kar bulunmuştur. Bulgular; hidrojenin "ikame" yaklaşımında dahi ekonomikliğı belirleyen ana parametrenin elektrik birim maliyeti olduğunu, karbon fiyatı ve yenilenebilir elektrik payı arttıkça hidrojen entegrasyonunun finansal olarak uygulanabilir hale geldiğini göstermektedir.



KATI HAL BATARYA TEKNOLOJİLERİ

Ceyda Dağcan

Kimyager (L)

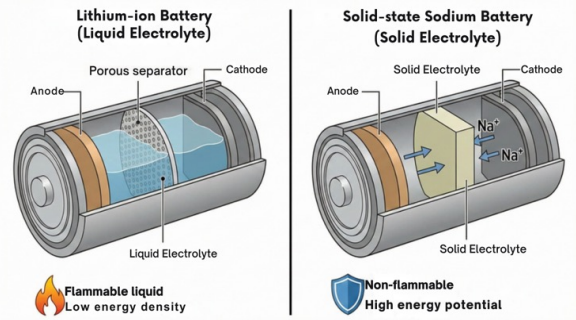
Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

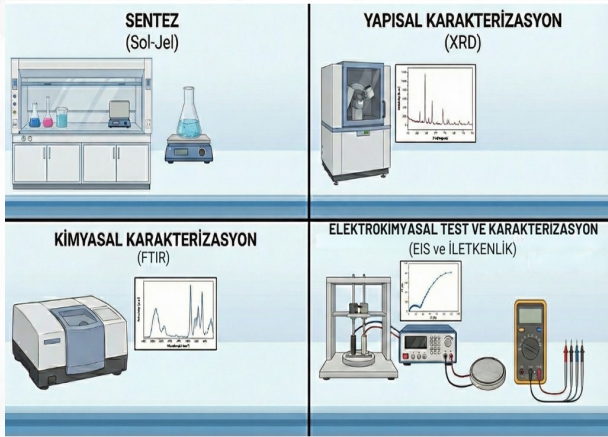
Gerçekleştirilen çalışma kapsamında sodyum bazlı katı hal bataryalar için katı elektrolit malzemelerden olan $\text{Na}_3\text{Zr}_2\text{Si}_2\text{PO}_{12}$ sentezi üzerine yoğunlaşmıştır. Sentezlenen NASICON(Sodyum Süperiyonik İletken) elektrolitlerin elektrokimyasal performansları, özellikle iyonik iletkenlik ve empedans davranışları açısından elektrokimyasal yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen elektrokimyasal sonuçlar doğrultusunda, NASICON malzemesinin bir batarya elektroliti olarak uygunluğu ve performansındaki olası iyileşmeler değerlendirilmiştir.

LİTERATÜR ÖZETİ

Katı hal bataryalar, sıvı elektrolitli iyon bataryaların güvenlik ve çevresel dezavantajlarına alternatif olarak geliştirilen yeni nesil enerji depolama sistemleridir. Sodyum bazlı katı hal bataryalarda katı elektrolit kullanımı, yangıcılığı ortadan kaldırarak güvenliğini artırırken sürdürülebilir bir çözüm sunar. Katı hal sodyum bataryalarda iyon iletimi, katot ve anot arasındaki katı elektrolit üzerinden gerçekleşir. Bu bağlamda NASICON (Sodyum Süper İyonik İletken) yapılı elektrolitler; geniş elektrokimyasal kararlılık pencereleri, yüksek yapısal ve termal kararlılıkları ile öne çıkmaktadır. Özellikle $\text{Na}_3\text{Zr}_2\text{Si}_2\text{PO}_{12}$ gibi NASICON türevleri, üç boyutlu açık çerçeve yapıları sayesinde hızlı Na^+ iyon difüzyonuna olanak tanıyarak katı hal sodyum bataryalar için öne çıkan malzemeler arasındadır..



SENTEZ&DENEYSEL ÇALIŞMA



NASICON tipi malzemeler, metal tuzlarının hidrolizi ile başlayan ve homojen bir sol oluşumu ile jel fazına dönüşüm içeren sol-jel yöntemi kullanılarak sentezlenmiştir. Elde edilen jel, çözücü ve safsızlıkların uzaklaştırılması ile kristal fazın oluşumunu sağlamak amacıyla uygun sıcaklıklarda kurutma, kalsinasyon ve sinterleme işlemlerine tabi tutulmuştur.

Sentezlenen malzemenin yapısal ve faz karakterizasyonu, X-ışını difraksiyonu (XRD) ile gerçekleştirilmiştir. Kimyasal yapı doğrulaması, NASICON yapısına özgü absorpsiyon bantlarının incelendiği FTIR spektroskopisi ile yapılmıştır. Elektrokimyasal performans, oda sıcaklığında geniş bir frekans aralığında gerçekleştirilen empedans spektroskopisi ölçümleri ile değerlendirilmiştir.

SONUÇ

NASICON elektrolitlerin iyonik iletkenliği ve empedans davranışı üzerindeki doğrudan etkileri literatürde vurgulanmaktadır. Bu çalışma kapsamında, $\text{Na}_3\text{Zr}_2\text{Si}_2\text{PO}_{12}$ (NZSP) NASICON tipi katı elektrolitler sol-jel yöntemi kullanılarak başarıyla sentezlenmiştir. Elektrokimyasal empedans spektroskopisi (EIS) ölçümleri sayesinde tane ve tane sınırı katkıları ayrıştırılmış; empedans sonuçları Na^+ iyon iletim yollarının varlığını ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, sentez ve işleme koşullarının NASICON malzemelerin elektrokimyasal özellikleri üzerindeki etkilerinin anlaşılmasına katkı sağlamakta ve bu malzemelerin katı hal bataryalara entegrasyon potansiyelini ortaya koymaktadır.

ÖZET

Bu çalışma, sürdürülebilir enerji depolama teknolojileri kapsamında katı hal batarya sistemleri için NASICON yapılı malzemelerin potansiyelini incelemektedir. Katı hal bataryaların güvenlik ve enerji yoğunluğu avantajları literatür çerçevesinde değerlendirilirken, NASICON tabanlı elektrolitlerin iyonik iletkenliği ve elektrokimyasal performansı incelenerek katı hal bataryaların gelecekteki uygulama potansiyeli tartışılmıştır.

ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİNİN OPTİMAL İŞLETİMİNE YÖNELİK YENİ BİR SİSTEMİN GELİŞTİRİLMESİ

ELİF BAYRAM

Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Lisans

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri, Yüksek Lisans

ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın temel amacı, enerji depolama sistemlerinin (özellikle Batarya Enerji Depolama Sistemleri - BESS) işletim maliyetlerini düşürmek, batarya ömrünü uzatmak ve şebeke kararlılığını sağlamak için optimal bir işletim stratejisi geliştirmektir. Çalışma, literatürdeki mevcut yöntemleri inceleyerek Pendik ilçesi özelinde uyarlanabilir, Python tabanlı yeni bir sistem yaklaşımı sunmayı hedefler.

LİTERATÜR ÖZETİ

Yazar / Yıl	Çalışma Alanı	Yöntem	Amaç	Batarya Degradasyonu	Yerel Çalışma	Python Kullanımı	Bu Çalışmadan Farkı
Luo et al., 2015	Enerji Depolama Teknolojileri	Li te ratü r Taraması	Teknoloji karşılaştırması	Hayır	Hayır	Hayır	İşletim optimizasyonu yok
Zhao & Li, 2018	Şebeke + BESS	MILP	Maliyet minimizasyonu	Hayır	Hayır	Kısıtlı	Batarya ömrü dikkate alınmamış
Xiong et al., 2020	Batarya Sistemleri	Degradasyon Modeli	Batarya ömrü analizi	Evet	Hayır	Hayır	Enerji yönetimi yok
Yang et al., 2021	Akülü Şebeke	Çok Amaçlı Optimizasyon	Performans + maliyet	Kısmi	Hayır	Kısmi	Yerel senaryo yok
Wang et al., 2022	Akülü Enerji Sistemleri	R e i n f o r c e m e n t Learning	Adaptif kontrol	Hayır	Hayır	Evet	Yerel veri yok
Bu Çalışma (Elif Bayram)	Pendik / İstanbul	Python + Kural Tabanlı	Maliyet + Ömür Pik yük	Evet	Evet	Evet	Yerel ve sürdürülebilirlik yaklaşım

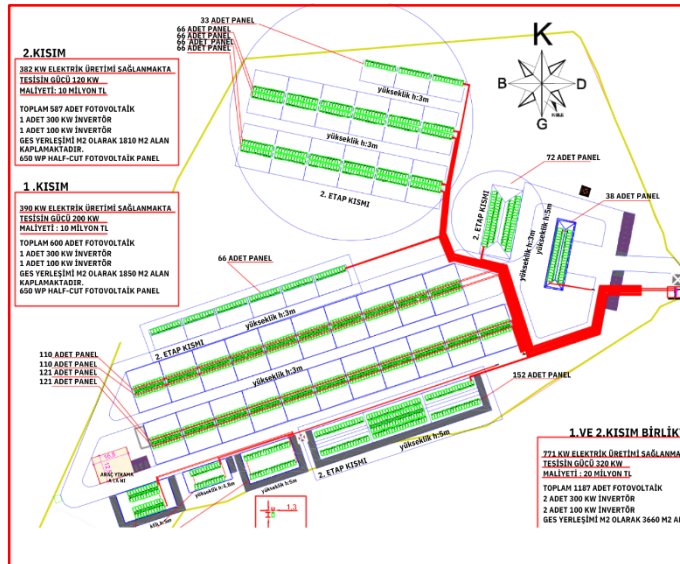
ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada, Pendik ilçesinin enerji karakteristiğine uygun, Python tabanlı bir simülasyon modeli geliştirilmiştir.

Senaryo: Fotovoltaik (PV) üretim öncelikle yükü karşılar, fazla enerji bataryaya depolanır, akşam pik saatlerinde (18:00-22:00) batarya deşarj edilerek şebeke rahatlatılır.

Veri Seti: Pendik ilçesi için sabah (07:00-10:00) konut, öğlen (12:00-15:00) sanayi/ticari ve akşam pik yüklerini içeren 24 saatlik tipik yük profili kullanılmıştır.

Batarya Parametreleri: 200 kWh kapasiteli Li-ion batarya paketi, % 20 - % 90 SOC (Şarj Durumu) çalışma aralığı.



ÖZET

Enerji depolama sistemlerinin optimal işletimine yönelik mevcut yöntemler incelenmiş; literatürde öne çıkan yaklaşımlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Literatürdeki eksiklikler doğrultusunda Pendik ilçesi özelinde batarya degradasyonu dikkate alan kural tabanlı yeni bir yaklaşım önerilmiştir.

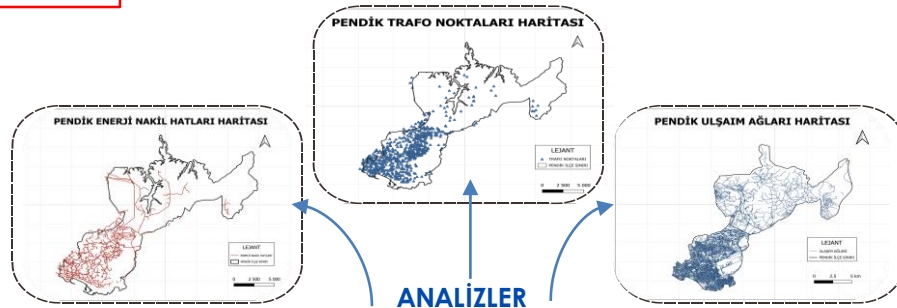
İLK SONUÇLAR

Pik Yük Azaltımı: Geliştirilen sistem, özellikle Pendik'te akşam saatlerinde (18:00-22:00) oluşan yüksek enerji talebini (pik yük), gündüz depolanan güneş enerjisini kullanarak başarılı bir şekilde düşürmüştür (Peak Shaving)

Batarya Ömrü: Batarya yaşlanma modelinin (DoD - Deşarj Derinliği analizi) entegrasyonu sayesinde, bataryanın yıpranma maliyeti hesaplanmış ve sadece maliyet odaklı değil, ömür odaklı bir işletim sağlanmıştır.

Ekonomik ve Teknik Kazanım: Şebekeden çekilen enerji miktarı azaltılarak enerji maliyetleri düşürülmüş ve şebeke kararlılığına katkı sağlanmıştır.

Uyarlanabilirlik: Önerilen Python modeli, farklı ilçeler veya değişen yük profilleri için kolayca modifiye edilebilir esnek bir yapıdadır.



ANALİZLER

Deniz Üstü Alternatif Yakıt Üretim Tesisi Fizibilite Analizi [Türkiye Perspektifi]

Ender Ateş

Yüksek Lisans

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Türkiye koşullarında denizüstü rüzgâr bazlı alternatif yakıt üretim merkezinin uygulanabilirliğini değerlendirmek ve farklı üretim-sentez-depolama rotalarını aynı çerçevede kıyaslayabilecek bir modelleme yaklaşımı ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışma:

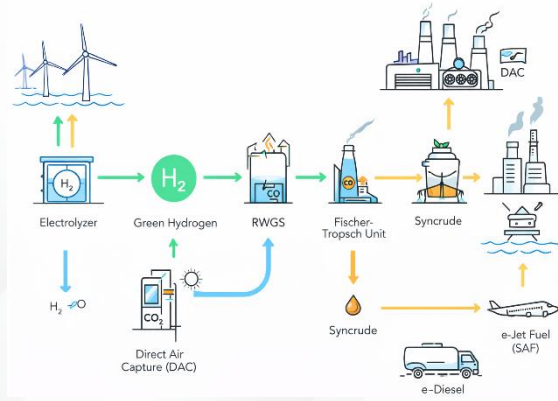
Süreç zincirinin (rüzgâr → su → hidrojen → yakıt sentezi → depolama/lojistik) teknik kurgusunu tanımlar

- Alternatif yakıt seçeneklerini (özellikle amonyak ve metanol/PtL) karşılaştırılabilir hale getirir,
- Sonuçların hızlı senaryo analizine uygun şekilde üretilebilmesi için bir “tool” mantığı önerir.

Bu çalışma, bir konsept geliştirme / tasarım doğrulama aşaması raporudur; bu nedenle sayısal değerler nihai tasarım iddiası taşımadan, yöntemi göstermek ve kıyas mantığını kurmak için örnekleyici düzeyde ele alınır.

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

Konsept, denizüstü rüzgâr elektriğinin yalnızca şebekeye satış yerine “elektrikten yakıt” zinciriyle alternatif yakıtlara dönüştürüldüğü entegre bir üretim tesisi kurgusuna dayanır: rüzgâr elektriği → deniz suyu arıtımı → elektrolizle hidrojen üretimi → hidrojenin amonyak ve/veya metanol/PtL gibi ürünlere dönüştürülmesi → depolama ve lojistik. Türkiye örneğinde saha seçimi ve örnek vaka kurgusu için Bozcaada odağı kullanılarak kaynak-altyapı-kısıt dengesi temsil edilmiştir. Sistemde desalination bloğu elektroliz için zorunlu yardımcı altyapı olarak konumlanırken, elektroliz teknolojisi seçimi ve değişken rüzgâr üretimine uyum (esneklik/işletme stratejisi) kritik tasarım parametresi olarak ele alınmıştır. Yakıt rotaları ise verim kadar yardımcı girdiler (N_2/CO_2), depolama-taşıma uygunluğu ve operasyonel uygulanabilirlik açısından kıyaslanacak şekilde çerçevelenmiştir.



ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Yöntem, uçtan uca bir sistem modeline dayanır. Modelleme mantığı; rüzgâr kaynaklı saatlik elektrik üretiminin, su arıtma ve elektroliz yükleri ile eşleştirilmesi; üretilen hidrojenin seçilen sentez rotasına aktarılması; ürün depolama/lojistik gereksinimlerinin temsil edilmesi ve tüm senaryoların ortak performans göstergeleriyle kıyaslanmasıdır.

Modelin hedef çıktısı, “hangi üretim rotası hangi koşullarda daha avantajlıdır?” sorusuna sistematik bir yanıt üretmektir. Bu kapsamda model:

- Teknik tarafta: enerji/kütle akışları, dönüşüm verimleri ve kapasite uyumunu,
- Ekonomik tarafta: CAPEX/OPEX çerçevesiyle maliyet ve geri dönüş metriklerini,
- Karar tarafında: çoklu senaryo karşılaştırmasını ve duyarlılık analizlerini destekleyecek şekilde kurgulanır.

Modelin hesaplama motoru Python tabanlı; senaryo yönetimi ve raporlama ise Excel tabanlı bir arayüz mantığıyla ele alınmıştır. Böylece hem hızlı iterasyon hem de yönetici sunumuna uygun çıktılar hedeflenmiştir.

SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

Denizüstü rüzgâr yüksek potansiyel sunsa da üretimin değişkenliği nedeniyle elektroliz ve sentez ünitelerinin işletme stratejisi tasarımın merkezine yerleşmektedir; bu nedenle esneklik, kullanılabilirlik ve bakım erişimi kritik kısıtlardır. Elektroliz için gerekli su kalitesini sağlayan desalination/pure water bloğu zorunlu bir ortak altyapı olarak ele alınırken, elektroliz teknolojisi ve işletme yaklaşımı toplam sistem ekonomisini belirleyen ana unsurlar arasında konumlandırılmıştır. Yakıt tarafında amonyak ve metanol/PtL rotaları; yardımcı sistem ihtiyaçları ve lojistik uygunluk açısından ayrıştığından, tercih yalnızca verim üzerinden değil altyapı-depolama-taşıma-operasyonel uygunluk kriterleriyle yapılmalıdır. Bu kapsamda rapor, nihai tasarımdan çok, farklı senaryoları hızlı ve tutarlı biçimde kıyaslayabilen modüler bir fizibilite çerçevesi (tool/model) sunmayı hedeflemektedir.

ÖZET

Rapor, Türkiye özelinde denizüstü rüzgâr elektriğini; deniz suyu arıtma, elektroliz ile hidrojen üretimi ve hidrojenin amonyak ile metanol/PtL rotalarında değerlendirildiği entegre bir “alternatif yakıt üretim merkezi” konsepti olarak kurgular. Yöntem, saatlik rüzgâr üretim profilini süreç zinciri yükleriyle eşleştiren uçtan uca model ve modüler “tool” yaklaşımıyla, farklı rotaları ve işletme stratejilerini karşılaştırılabilir teknik-ekonomik göstergeler üzerinden değerlendirmeyi amaçlar. Ana bulgu, değişken rüzgâr üretiminin işletme stratejisini belirleyici kıldığı; desalination ve elektrolizin ortak altyapı/çekirdek dönüşüm bileşenleri olarak sistem ekonomisini yönettiği ve rota seçiminin yalnızca verim değil lojistik-altyapı-operasyonel uygunlukla birlikte ele alınması gerektiğidir.

ÇİMENTO ENDÜSTRİSİNDE KARBON YAKALAMA TEKNOLOJİLERİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ (YDD) YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

FATMA NİHAL ÜNAL

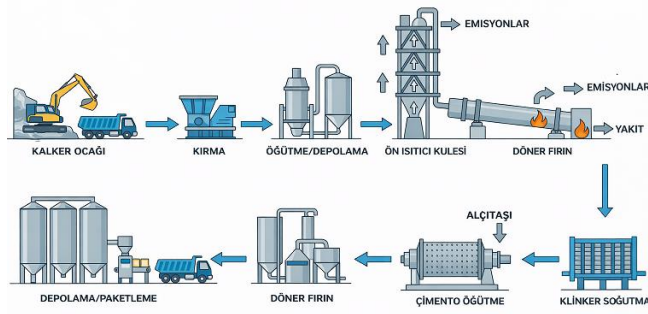
Çevre Mühendisi

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Çimento endüstrisi, küresel CO₂ emisyonlarının %7'sinden sorumludur. Sektördeki emisyonların büyük çoğunluğunu ham madde kaynaklı proses emisyonları oluşturmakta, enerji verimliliği teknolojileri tek başına yeterli gelmemektedir. Bu sebeple karbon yakalama teknolojileri güzel bir alternatif olabilir. Fakat bu teknolojinin de çevresel etkileri olduğu göz ardı edilmemelidir. Bu çalışmada amaç, çimento endüstrisinde karbon yakalama teknolojisinin yaşam döngüsü değerlendirmesi metodolojisi ile bütüncül çevresel etkilerinin değerlendirilmesidir.

ÇİMENTO ÜRETİM SÜRECİ



LİTERATÜR ÖZETİ

Karbon yakalama teknolojileri özellikle karbon emisyonu yüksek olan sektörlerde uygulanan bir teknolojidir. Yakma öncesi, yakma sonrası, oksî-yakıt olarak üçe ayrılan bu teknolojinin teknoloji hazırlık seviyesi en yüksek olanı yakma sonrasıdır, çünkü mevcut sistemde büyük değişikliğe gerek kalmadan emisyonların azaltımı sağlanır.

Yakma sonrası karbon yakalamada en çok tercih edilen yöntemler ise amin absorpsiyonu yöntemi ve kalsiyum döngüsü yöntemidir. Amin absorpsiyonu yöntemi karbon yakalama anlamında tatmin edici sonuçlar verse de enerji ve solvent tüketimi çok yüksek olduğu için çevresel etkileri yükseltmektedir. Diğer yandan kalsiyum döngüsü son dönemlerde daha çok çalışılan ve çimento sektörü için verimli bir prosestir.

Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD), bir ürünün üretilmesi için ham maddesinden çıkarılıp işlenmesinden üretimi, kullanımı ve bertarafını içeren bütün yaşam döngüsü boyunca çevreye yaptığı etkilerini detaylı olarak analiz eden sistematik bir yöntemdir.

Çimento sektöründe karbon yakalama teknolojilerinin çevresel etkileri incelendiğinde özellikle küresel ısınma potansiyelinin ciddi anlamda azaldığı gözlemlenmiştir. Diğer yandan teknolojinin kurulumu, solvent kullanımı, enerji tüketimi gibi noktalar asidifikasyon potansiyeli, insan toksisite potansiyeli gibi etki kategorilerinde artışa sebep olmuştur. Bu sebeple değerlendirme yaparken yalnızca karbon odaklı değil, bütüncül açıdan çevresel etkileri incelemek oldukça kritiktir.

SONUÇLAR & HEDEFLER

2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi ve Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması kapsamında proses emisyonları yüksek olan çimento sektöründe karbon yakalama teknolojilerinin kullanılması neredeyse zorunlu hale gelmiştir. Teknoloji seviyesinin yüksek olması sebebiyle absorpsiyon, tatmin edici sonuçlar vermektedir fakat enerji verimliliği çalışmaları ile daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

Bu sektörde emisyonları kontrol etmek ve teknolojinin tüm etkileri doğru şekilde göstermek için yakalama teknolojilerine YDD metodolojisi entegre edilmelidir.



Amin absorpsiyonu

Mevcut tesislere kolay uygulanabilirlik
Yüksek maliyet
CaL'ye göre daha yüksek çevresel etki



Kalsiyum döngüsü (CaL)

Yüksek enerji verimliliği
Absorpsiyona göre daha düşük maliyet
En yüksek karbon emisyonu azaltımı



Oksî-yakıt

Mevcut tesise entegrasyonu zor
CaL'ye göre daha az maliyetli
CaL'den daha düşük çevresel etki

FOTOKATALİTİK YEŞİL HİDROJEN ÜRETİMİ İÇİN KOMPOZİT KATALİZÖRLER

Meltem YURDAKUL

Kimya Mühendisi (L)

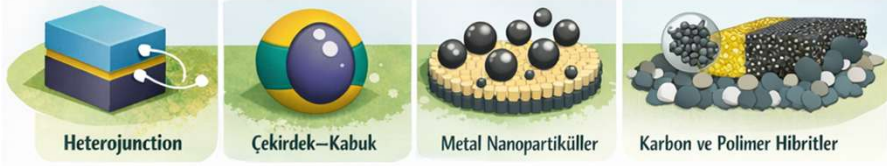
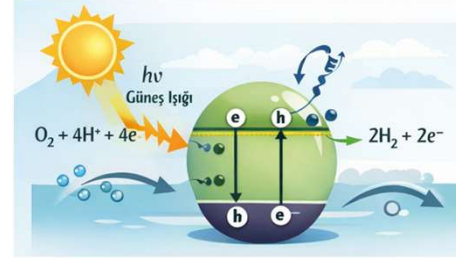
Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı, fotokatalitik su ayrıştırma yoluyla yeşil hidrojen üretiminde kompozit fotokatalizörlerin etkinliğini değerlendirmektir. Bu kapsamda, TiO_2 'nin sınırlı görünür ışık soğurumu ve hızlı yük rekombinasyonu gibi dezavantajlarını gidermek amacıyla heterojunction yapılı $\text{TiO}_2/\text{MoS}_2$ kompozit fotokatalizörler incelenmiş ve kompozit yapıların yük ayrışmasını iyileştirerek hidrojen üretim verimini artırma potansiyeli ortaya konulmuştur.

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

Fotokatalitik yeşil hidrojen üretimi, güneş ışığı altında yarı iletken fotokatalizörlerde oluşan elektron-hol çiftlerinin suyun indirgenme-yükseltgenme reaksiyonlarını gerçekleştirmesine dayanır ve süreç verimliliği bant yapısı ile yük ayrışma etkinliğine bağlıdır. Literatürde, tek bileşenli sistemlerin sınırlamalarını aşmak amacıyla geliştirilen heterojunction ve hibrit kompozit fotokatalizörlerin, yük ayrışmasını iyileştirerek görünür ışık soğurumunu ve hidrojen üretim verimini artırdığı; özellikle TiO_2 tabanlı kompozitlerin yüksek kararlılık ve uygun bant yapılarıyla öne çıktığı rapor edilmektedir.



ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

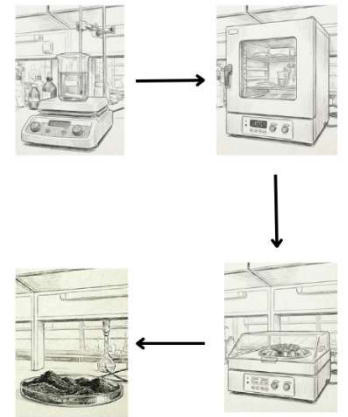
Bu çalışmada, fotokatalitik yeşil hidrojen üretimi için heterojunction yapılı $\text{TiO}_2/\text{MoS}_2$ kompozit fotokatalizör tasarlanmış ve sentezlenmiştir. Kompozit yapı sol-jel yöntemiyle hazırlanmış, ardından yapısal ve morfolojik özellikleri X-ışını difraksiyonu (XRD) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile karakterize edilmiştir. Fotokatalitik hidrojen üretim performansı güneş ışığı altında değerlendirilerek kompozit yapının ticari TiO_2 ve MoS_2 ile karşılaştırmalı analizi yapılmıştır.

SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

Ön çalışma kapsamında $\text{TiO}_2/\text{MoS}_2$ kompozit fotokatalizör sentezlenmiş, XRD analizi ile Mo, S, Ti ve O elementlerinin varlığı doğrulanmıştır. SEM görüntüleri, TiO_2 'nin MoS_2 yapıları kapladığını göstermiştir. Sentezlenen kompozit, ticari MoS_2 ve TiO_2 'ye kıyasla sırasıyla %55 ve %41 daha yüksek performans sergilemiştir. Gelecek çalışmalarda, kompozit bileşiminin ve sentez parametrelerinin optimize edilmesi, uzun süreli kararlılık testlerinin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

ÖZET

Bu çalışmada, fotokatalitik su ayrıştırma yoluyla yeşil hidrojen üretimi için heterojunction yapılı $\text{TiO}_2/\text{MoS}_2$ kompozit fotokatalizör geliştirilmiştir. Kompozit yapı, tek bileşenli fotokatalizörlere kıyasla geliştirilmiş yük ayrışması ve artırılmış hidrojen üretim performansı sergilemiştir. Elde edilen ilk sonuçlar, $\text{TiO}_2/\text{MoS}_2$ kompozitlerinin sürdürülebilir ve güneş enerjisi destekli yeşil hidrojen üretimi için umut vadeden bir sistem olduğunu ortaya koymaktadır.



DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİ İLE ADAPTİF KORUMA

MİRAY KESKİN

Elektrik Elektronik Mühendisi (L)

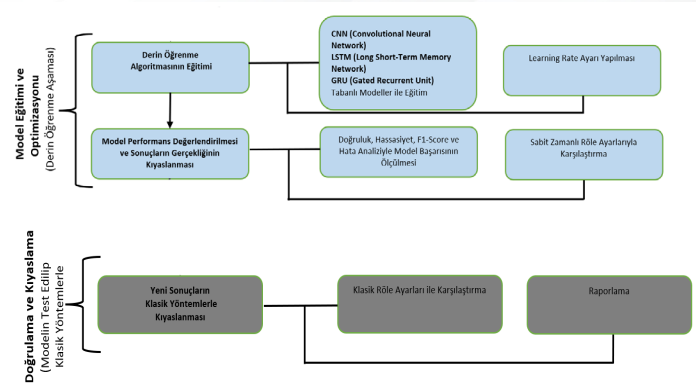
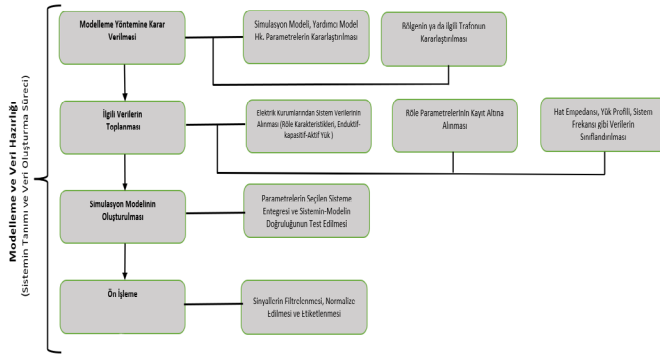
Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Derin öğrenme , yapay zekâ ve makine öğrenmesinin bir alt dalı olup , kullanılan katmanlı yapı , veriler işlendikçe kendini parametre optimizasyonu yoluyla eğitebilmekte ve eğitim sonrası yeni veriler üzerinde tahminleme yeteneğini sürdürebilmektedir . Bu özelliği sayesinde , özellikle adaptif koruma sistemlerinde arıza tespiti ve röle ayar optimizasyonu gibi gerçek zamanlı analiz gerektiren alanlarda yüksek başarı göstermektedir . Proje kapsamında , derin öğrenme tabanlı adaptif koruma algoritmaları geliştirilerek OG seviyesindeki sistemlerde gerçek zamanlı röle ayar optimizasyonu sağlanması hedeflenmektedir . OG sistemlerinde klasik sabit ayarlı koruma rölelerinin yetersizliklerini ortadan kaldırmak ve sistemin değişken çalışma koşullarına uyum sağlayabilen , derin öğrenme tabanlı bir adaptif koruma algoritması geliştirmektir . Geliştirilecek bu algoritma , önceki arıza ve sistem davranışlarını da dikkate alarak karar mekanizmasını sürekli olarak geliştirecek olup bu sayede sistem koşullarına dinamik olarak adapte olabilen , öğrenen bir koruma yapısı ortaya konulacaktır .

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI

Aşağıdaki şekillerde, oluşturulacak çalışmanın genel yöntem akış şeması üç ayrı adımda gösterilmiştir .



LİTERATÜR ÖZETİ

Geleneksel koruma röleleri , sabit ayar karakteristikleri süreklilik açısından yetersiz kalabilmektedir . Bu nedenle sağlayabilen adaptif koruma yaklaşımları önerilmektedir . Son çalışmalarda , ham elektriksel sinyallerden otomatik özellik çıkarımı yapabilen derin öğrenme tabanlı modellerin arıza tespiti ve sınıflandırma performansını artırdığı gösterilmiştir . Özellikle hibrit derin öğrenme mimarilerinin , veri temelli adaptif koruma sistemlerinde etkin ve güvenilir sonuçlar sunduğu gözlemlenmektedir .

ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Kullanılacak olan araştırma yöntemleri ve izlenen metodolojik yöntemleri adım adım açıklamak gerekirse :

Adım 1: Elektrik Sisteminin Simüle Edilmesi

Adım 2: Arıza Tespit Mekanizmasının Oluşturulması

Adım 3: Derin Öğrenme Tabanlı Arıza Tespit Yaklaşımı

Adım 4: Röle Karakteristikleri Üzerine Etkisi

Adım 5: Sonuçların Kıyası

ÖZET

Bu proje ile OG sistemlerinde , enerji verimliliğini arttıran , gereksiz kesintileri önleyen ve ekonomik kayıpları azaltan akıllı , veri odaklı bir adaptif koruma yaklaşımı geliştirilecektir . Ayrıca elde edilecek sonuçların , yerli koruma rölelerine yazılım tabanlı olarak entegre edilebilmesi ve Türkiye'de akıllı şebeke altyapısına geçiş sürecine katkı sağlaması öngörülmektedir .

nedeniyle değişken şebeke koşullarında seçicilik ve literatürde , farklı işletme ve arıza senaryolarına uyum sağlamak için , ham elektriksel sinyallerden otomatik özellik çıkarımı yapabilen derin öğrenme tabanlı modellerin arıza tespiti ve sınıflandırma performansını artırdığı gösterilmiştir . Özellikle hibrit derin öğrenme mimarilerinin , veri temelli adaptif koruma sistemlerinde etkin ve güvenilir sonuçlar sunduğu gözlemlenmektedir .

SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

Bu çalışmada temel amaç, mevcut Orta Gerilim (OG) güç sistemlerinde kullanılan koruma altyapısını iyileştirmek ve sistemde oluşabilecek hata senaryolarını önceden tespit edebilmektir . Geleneksel koruma sistemlerinde röleler sabit ayar değerleriyle çalışmakta , bu durum değişken yük koşulları ve ani arıza akımlarında yanlış veya gecikmeli açmalara yol açabilmektedir .

Proje kapsamında geliştirilecek derin öğrenme tabanlı adaptif yapı sayesinde , sistemden elde edilen geçmiş veriler ve gerçek zamanlı ölçümler birlikte analiz edilerek , röle bazlı arıza senaryoları dinamik biçimde öngörülecek ve sistemin koruma koordinasyonu sürekli optimize edilecektir .

Bu sayede , klasik sabit zamanlı röle sistemlerinden farklı olarak , röle açma süreleri ve eşik değerleri sistem koşullarına göre otomatik olarak güncellenecek , enerji sürekliliği ve ekipman güvenliği artırılabilecektir .

AĞIR VASITA ARAÇLAR İÇİN YAKIT HÜCRESİ BOYUTLANDIRMASINA İLİŞKİN YENİ BİR MODELİN GELİŞTİRİLMESİ

Muhammed Ali ERENOĞLU

Makina Mühendisi (L)

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

ÇALIŞMANIN AMACI

Ulaştırma sektörü, küresel enerji talebinin yaklaşık %28'ini tüketen ve emisyonları 2040 yılına kadar 10,3 Gt CO₂'ye ulaşması beklenen, karbonsuzlaştırılması en zor sektörlerden biridir. Bunun temel nedenleri; araç kullanımına yüksek bağımlılık, araç sahipliğinin artması, içten yanmalı motorların yaygın ve düşük maliyetli olması, petrol fiyatlarının görece düşük seyri ve alternatif enerji taşıyıcılarının sınırlı kalmasıdır. Yenilenebilir enerji kullanımı ulaşırmada dünya genelinde %3,4'ün altında olup sektör büyük ölçüde petrol ürünlerine dayanmaktadır. Özellikle karayolu taşımacılığı, en yüksek enerji tüketimine sahip alt sektör olarak öne çıkmakta ve bu durum, artan CO₂ emisyonlarına karşı kısa ve orta vadede uygulanabilir karbonsuzlaştırma çözümlerine duyulan aciliyeti ortaya koymaktadır.



LİTERATÜR ÖZETİ

- Altyapı eksiklikleri, içten yanmalı araçlarla maliyet eşitliğine henüz ulaşamaması ve istikrarlı politika çerçevelerinin bulunmaması, karbonsuz taşımacılık çözümlerinin yaygınlaşmasındaki temel belirsizlikleri oluşturmaktadır.
- Teknolojik gelişmelerin yanı sıra hidrojen maliyetlerini düşürmeye yönelik politika ve sistem düzeyindeki stratejiler kritik öneme sahiptir.
- Hidrojen yakıt hücreli ağır vasıta politikalarının sadece çevresel değil, ekonomik ve sosyal açıdan da güçlü bir şekilde desteklenilebilir
- Yakıt hücreli araçlarda enerji optimizasyonunu sağlamak için çeşitli algoritma ve sistem tasarımları güncel literatürde çalışılmaktadır.
- Farklı hibrit sistemler üzerine çalışmalar vardır fakat henüz kesin ve net bir sonuca literatür ulaşabilmiş değildir.



ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Mevcut literatürde ağır hizmet tipi araçlara yönelik çalışmaların çoğunlukla teknik, çevresel veya ekonomik boyutlardan yalnızca birine odaklandığını ve bu nedenle bütüncül değerlendirmelerin sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Dizel ve alternatif tahrik sistemlerinin araç ve filo ölçeğinde; performans, enerji tüketimi ve emisyon göstergelerini birlikte ele alan kapsamlı analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırma boşlukları, ağır hizmet tipi araçların karbonsuzlaşmadaki kritik rolü dikkate alınarak tez konusunun seçilmesine temel oluşturmuştur.

HEDEFLER

Bu tez, ağır hizmet tipi karayolu taşıtlarında dizel ve yakıt hücreli tahrik sistemlerini gerçekçi sürüş çevrimlerine dayalı sistem boyutlandırmasıyla karşılaştırarak çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği bütüncül bir çerçevede değerlendirmeyi planlamaktadır. Enerji tüketimi, sera gazı emisyonları ve sürdürülebilirlik göstergelerini içeren kapsamlı çevresel analiz ile Toplam Sahip Olma Maliyeti (TCO) temelli ekonomik analizler bir arada ele alınacaktır. Çöp kamyonu vaka çalışması ve filo ölçeğindeki değerlendirmelerle, yakıt hücreli sistemlerin kentsel operasyonlardaki uygulanabilirliği ve yaygınlaştırılabilirliği ortaya konacaktır.

HİDROJENİN KOMPOZİT TANKLARDA DEPOLANMASINDA GEREKLİ OLAN (SIKIŞTIRMA-SOĞUTMA) SİSTEMİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

ÖZLEM ŞAHİN

Makine Mühendisi (L)

Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı, hidrojenin kompozit yüksek basınçlı tanklarda depolanması sürecinde kullanılan kademeli sıkıştırma ve ara soğutma sistemlerinin enerji verimliliği üzerindeki etkilerinin incelenmesidir.

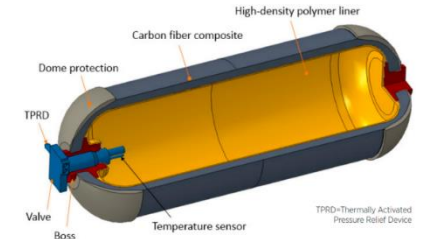
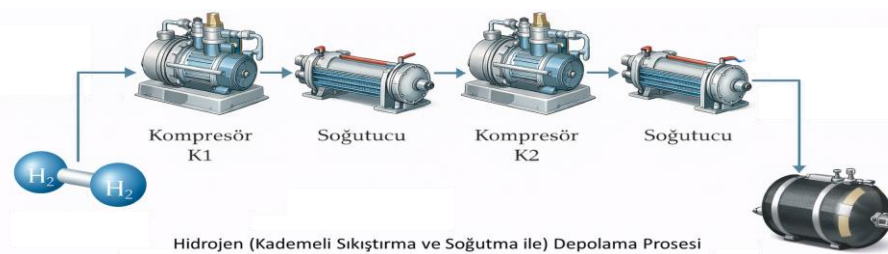
Bu kapsamda:

- Çok kademeli kompresör konfigürasyonları,
- Kademe arası soğutma (intercooling) uygulamaları,
- Toplam özgül enerji tüketimi (kWh/kg-H₂) karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışmada, hidrojenin yüksek basınçlı kompozit tanklarda depolanabilmesi için gerekli olan sıkıştırma ve ara soğutma sistemlerinin enerji verimliliği, farklı sistem konfigürasyonları altında karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu amaçla, farklı kademe sayılarına sahip toplam beş ayrı sistem tasarlanmış ve analiz edilmiştir. İncelenen sistemler; tek kademeli, iki kademeli, üç kademeli, dört kademeli ve beş kademeli sıkıştırma ve ara soğutma konfigürasyonlarından oluşmaktadır. Hesaplamalarda EES (Engineering Equation Solver) programı kullanıldı.

Her bir sistem tasarımında, hidrojen gazı başlangıç basınç ve sıcaklığından itibaren belirlenen nihai depolama basıncına kadar sıkıştırılmıştır. Çok kademeli sistemlerde, her sıkıştırma kademesi sonrasında ara soğutma uygulanarak gaz sıcaklığı başlangıç sıcaklığına yakın bir değere düşürülmüştür. Bu yaklaşım, sıkıştırma sürecinin izotermik koşullara yaklaştırılmasını ve böylece kompresörlerde harcanan özgül işin azaltılmasını amaçlamaktadır. Kademe sayısının artmasıyla birlikte, her bir kademede uygulanan basınç oranı düşürülmüş ve bunun enerji tüketimi üzerindeki etkileri analiz edilmiştir.



SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

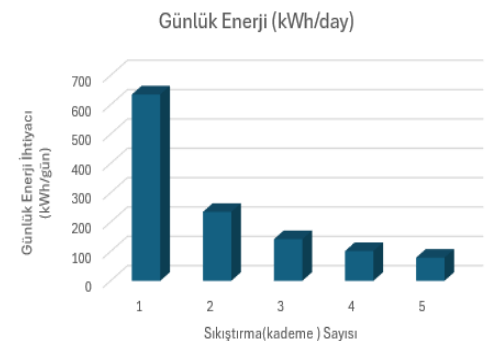
Kademeli sıkıştırma ve ara soğutma uygulaması, tek kademeli sıkıştırmaya göre %15-30 arası enerji tasarrufu sağlamaktadır. Kompresör çıkış sıcaklıklarının düşmesi, kompozit tank güvenliği açısından kritik avantaj sunmaktadır. Soğutma sisteminin etkinliği arttıkça, toplam sistem verimi belirgin şekilde yükselmektedir.

Gelecek Çalışmalar:

- 3 ve daha fazla kademe için optimizasyon,
- Farklı soğutma akışkanlarının etkisi,
- Deneysel doğrulama çalışmaları.

ÖZET

Bu çalışma, hidrojenin kompozit tanklarda güvenli ve verimli bir şekilde depolanabilmesi için gerekli olan sıkıştırma ve soğutma sistemlerini enerji verimliliği açısından incelemiştir. Sonuç olarak, farklı kademe sayılarına sahip sıkıştırma ve ara soğutma sistemlerinin enerji performansları, sayısal yöntemler kullanılarak detaylı biçimde değerlendirilmiş; optimum kademe sayısının belirlenmesine yönelik çıkarımlar yapılmıştır. Sonuçlar, kademeli sıkıştırma ve ara soğutma uygulamalarının hidrojen depolama altyapılarında vazgeçilmez bir tasarım kriteri olduğunu göstermektedir.



Termal Enerji Depolama Sistemleri için Kil Tabanlı Kserojel Yapıların Geliştirilmesi

YAREN İLAYDA GÜRKAN

Enerji Sistemleri Mühendisliği (L)

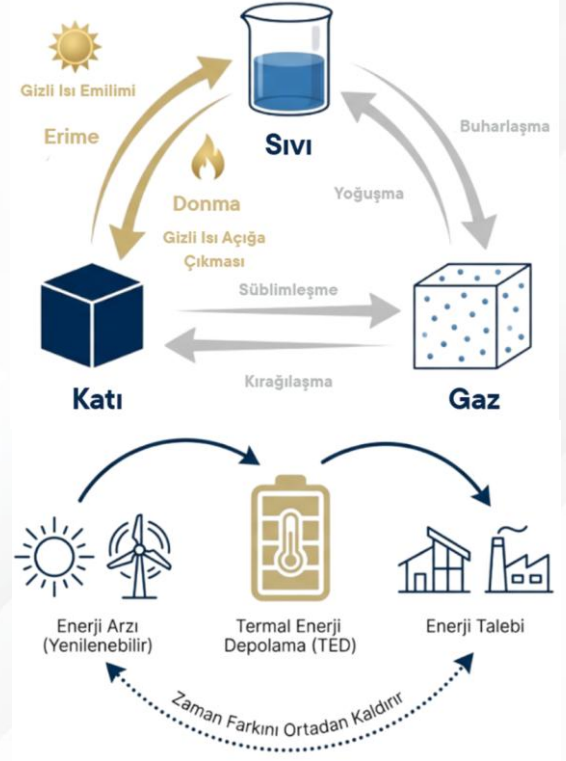
Temiz Enerji Teknolojileri Enstitüsü, İleri Enerji Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

ÇALIŞMANIN AMACI

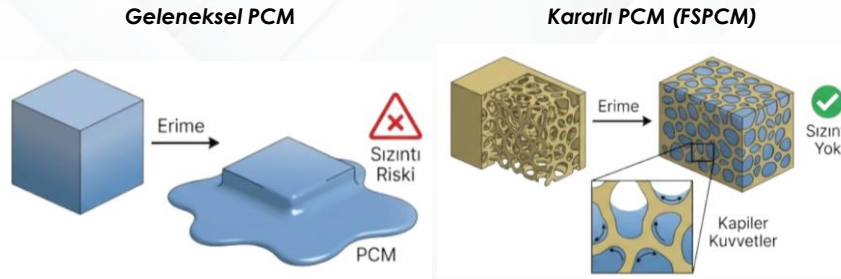
Bu çalışmanın temel amacı, Isıl Enerji Depolama (TES) sistemlerinde kullanılan Faz Değiştiren Maddelerin (PCM) en büyük dezavantajlarından biri olan sıvı fazdaki sızıntı (leakage) problemini çözmek ve düşük termal iletkenlik sorununu aşmaktır.

SİSTEMİN GENEL ŞEMASI/LİTERATÜR ÖZETİ

Küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadele, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelimi her geçen gün artırmaktadır. Bu kaynaklar arasında en bol bulunanı olan güneş enerjisi, temiz ve sürdürülebilir bir gelecek için merkezi bir rol oynamaktadır. Ancak, güneş enerjisinin zaman, mekan ve güç açısından kesintili ve değişken bir yapıya sahip olması, güneş enerjili termal teknolojilerin (güneş kolektörleri, yoğunlaştırıcılar, su ısıtma sistemleri vb.) verimliliğini ve kullanım oranlarını önemli ölçüde sınırlamaktadır. Bu temel zorluğun üstesinden gelmek için geliştirilen Termal Enerji Depolama (TES) sistemleri, enerjinin bol olduğu zamanlarda depolanıp ihtiyaç duyulduğunda kullanılmasını sağlayarak enerji arzı ile talebi arasındaki boşluğu doldurmaktadır. Bu sayede, güneş enerjisi teknolojilerinin performansı ve ekonomik fizibilitesi artırılır. Bu alandaki en etkili tekniklerden biri, enerjiyi neredeyse sabit bir sıcaklıkta depolayan Faz Değiştiren Malzemeler (PCM'ler) kullanarak gizli ısı depolamasıdır.



ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ



Sıvı PCM'i, erime sıcaklığının üzerinde dahi yapısal bütünlüğünü koruyan, yüksek gözenekli bir iskele (scaffold) içine hapsederek "Kararlı PCM" (Form-Stable PCM - FSPCM) kompozitleri geliştirmek amaçlanmaktadır. Destek matrisi yüzey gerilimi ile PCM'i tutmaktadır. Bu, sızıntıyı tamamen ortadan kaldırırken yüksek enerji depolama kapasitesini korumaktadır.

SONUÇ/İLK SONUÇLAR & HEDEFLER

Sızıntı PCM'ler erime sıcaklıklarının üzerine çıktıklarında sıvı faza geçerler ve bu durum, bulundukları kaptan sızmalarına neden olur. Bu, sistemin bozulmasına, çevresel kirliliğe ve performans kaybına yol açar. Düşük ısı iletkenlik PCM'lerin doğal olarak düşük olan ısı iletkenlikleri, ısı depolama ve salım hızlarını yavaşlatır. Sıvı PCM'yi, erime sıcaklığının üzerinde dahi yapısal bütünlüğünü koruyan, yüksek gözenekli bir iskele (scaffold) içine hapsederek "Kararlı PCM" (Form-Stable PCM - FSPCM) kompozitleri geliştirmek. PCM'in gücünden faydalanırken sızıntıyı önleyebilmek amacıyla PCM'i sızıntı yapmayacak şekilde hapseden, şekil-stabil, yüksek gözenekli bir hibrit destek matrisi geliştirmeyi hedefledik.

ÖZET

PCM'lerin sızıntı ve düşük ısı iletkenlik sorunları; etkin ve sürdürülebilir bir şekilde çözülebilir ve ticari açıdan uygulanabilir yüksek performanslı kompozitler geliştirilebilmektedir.