Hidrojen Ekonomisiyle Karbondioksitin Net Pozitif Kullanımı

Net Positive Utilization of Carbon Dioxide through Hydrogen Economy

Gökhan Çelik

TÜBİTAK 2232 Bursiyeri
Kimya Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
gokhanchelik@gmail.com

Enerjide Arama Buluşmaları – Türkiye İçin Stratejiler, HİDROJEN
Ankara, Ocak 15, 2020

CO_2 NEDİR?

Taken from EcoMatcher.com

- Kimyasal süreçlerin kaçınılmaz ürünüdür.
- Sera gazıdır.
  - Gezegen, her on yılda 0.2 ° C ısınıyor.
  - Sıcaklık artışı 2060 yılına kadar 2 ° C'ye ulaşabilir.
- CO_2 Salınımı
  - Enerji santralleri
  - Çimento, demir-çelik, cam ve kagit sanayi
  - Biogaz ve biokütle süreçleri
- Atık mı, Hammadde mi?

Düşük karbonlu döngüsel iktisata ve **sera gazı** sorununa çok önemli katkılar yapacak bir kimyasal **hammaddedir.**

HİDROJEN EKONOMİSİ VE CO_2

Linear Ekonomi – Döngüsel Ekonomi

- Yenilenebilir Enerjinin Dalgalanma ve Aralıklı Üretim Sorunları
  - Tüketim talebindeki değişiklikler

- Yenilenebilir Enerjinin Depolanması

- Elektrik depolamak mı, yoksa bu enerjiyi kimyasal bağlarda depolamak mı?
  - Enerji taşıyıcısı olarak Hidrojen
  - Alternatif enerji tasiyicilari (metanol ve dimetil eter)

Sustainable Energy and Fuels, **2020**, *4,* 80-95

Hidrojen Üretim Yöntemleri

Karbon Yakalama
ve Depolama

Hidrojen Üretimi Ve Kullanım Yollarına Genel Bakış

Taken from *Sustainable Energy and Fuels*, **2020**, *4*, 80-95

Power-to-Gas Facility - STORE&GO Project

Enerji geçişinin önemli bir bileşeni olarak metan

Global Boru Hatti Uzunlugu
16,000 km H_2
2.91 milyon km Dogalgaz

Sustainable Energy and Fuels, 2020, 4, 80-95

Power-to-Gas & Power-to-Liquid

Metanol
Metanol to X teknolojileri (Gasoline, Olefin, etc.)
Yakıt
Yakıt Pilleri

Dimetil Eter
Dizel Alternatifi, Yakıt Pilleri
Sogutucu ve Kimyasal Hammade
Kalorifik Değer: 28000 kj/kg
Cetane Sayısı: 55-60
No particulate matter and low NOx emission

SENTETİK GAZDAN METHANOL VE DME SENTEZİ

Nanoyapili Katalizörlerin Performansları

Ürün Dağılımı – Sıcaklık Grafiği
Reaktant Gaz Kompozisyonu: **$H_2/CO/CO_2$ = 50/40/10**
Katalizörler: MSC + STA@MA

Ürün Dağılımı – Sıcaklık Grafiği
Reaktant Gaz Kompozisyonu: **$H_2/CO/CO_2$ = 50/25/25** based on
Katalizörler: MSC + STA@MA

TUBITAK (Project No: 106M073, 108M571)
Turkish Academy of Sciences (**TUBA)**
METU Research Funds

Celik G,…,Dogu T. *Topics in Catal.*, **2013**, 56, 1764
Bayat and Dogu, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **2016**, 55, 44, 11431

Neler Başarmış Olacağız?

CO_2 ve H_2`den Dogalgaz Eldesi (Power-to-Methane)

- Yenilenebilir enerjinin elektrik depolama sorununu çözmüş olacağız.
- Temiz hidrojen üretmiş olacagız.
- Sentetik dogalgaz üretmiş olacağız.
- Enerji sektöründe ve doğal gazda dışa bağımlılığın azaltmış olacagız.
- Önemli sanayilerin CO_2 ayak izini azaltmış olacağız.
- CO_2'i değerlendirmiş ve döngüsel iktisata eklemiş olacağız.

CO_2 ve H_2`den Dogalgaz Eldesi (Power-to-methane)

Refah, Doğa dostu, Modern ve Rekabetçi bir Türkiye Enerji Ekonomisi

- Biz bu işi yapabilir miyiz?
- Bu sektörü sahiplenebilir miyiz?
- Nasıl bir teknoloji geliştirmeliyiz?
  - Maliyet
  - Sonuç odaklı
  - Yüksek Verimlilik
  - Sürdürülebilirlik
  - Döngüsel Ekonomi
  - Çevre Dostu
  - Uluslar arası işbirliğine açık
- Enerji Sistemleri Politikalarının Bütünleşik Bir Yaklaşım ile **Zamanlıca** Belirlenmesi
  - Akademi (Temel Bilimler ve Uygulamalı Bir (Kimya Mühendisliği, Makine Mühendisliği, …)
  - Devlet Kurumları (Bakanlıklar, EPDK, TÜBİTAK. …)
  - Şirketler (Start-up Şirketleri, Gazbir – Gazmer, SOCAR, ...)

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM.

SORULAR ?

POWER-to-NH_3

Slides by courtesy of Dr. Hyuntae Sohn of Korea Institute of Science and Technology (KIST)

POWER-to-NH_3

- Çevre dostu süreç (azot tek yan üründür)
- Depolama ve nakliye için kullanılan mevcut amonyak altyapısı sayesinde **yüksek ekonomik fizibilite**
- Yüksek gravimetrik ve hacimsel **hidrojen depolama kapasitesi** (ağırlıkça% 17.6, yaklaşık 120 kg / m3)
- %100 yenilenebilir enerji kullanılarak H_2 ve NH_3 üretildiğinde **sıfır karbon ayak izi**
- Amonyağın seri üretimi ticarileştirildiği gibi, büyük ölçekli amonyağın işlenmesi için güvenli protokoller de sağlam bir şekilde kurulmuştur.

Slide by courtesy of Dr. Hyuntae Sohn of Korea Institute of Science and Technology (KIST)

Perspektif

Research, develop, demonstrate , and deploy NOW!

- Hidrojen Ekonomisi ile CO_2 kullanımı
  - Katalizor tasarımı (Stabil ve Selektif Katalizörler)
  - Reaktor tasarımı (Dinamik Reaktörler – Sıcaklık Kontrolü)
  - Process tasarimları (Yenilikçi)
    - Verimlilik
    - Çevreye Etkisi
    - Ekonomisi

Power-to-Gas Sistemleri

- **ETOGAS – AUDI E-GAS PLANT (2013)**
- Biogaz ve amine adsorpsiyonu ile CO2 eldesi

Sunfire – HELMETH (2013)

- Yüksek Sıcaklık Elektrolize ile Methanation
- 85% verim amaçlanmaktadır

MicrobEnergy – BioPower2Gas (2015)

- Ticari boyutta çalışmaktadır
- Launched in September 2013 in Germany

Renewable and Sustainable Energy, Reviews **2017**, 69, 292-312

Renewable and Sustainable Energy, Reviews **2018**, 81, 433-446

AMERIKA ENERJI BAKANLIGI

- Department of Energy – Office of Science, Argonne National Laboratory (uc farkli grup), University of Delaware – (iki farkli arastirma grubu)

STORE AND GO PROJECT

- Department of Energy – Office of Science, Argonne National Laboratory (uc farkli grup), University of Delaware – (iki farkli arastirma grubu)

POWER TO GAS

Sentetik Metan Gazı Üretimi

Taken from *Renewable Energy,* **2016**, 1371-1390

- Metan, dünya çapında sanayi enerji ve ulaşım sektörleri için önemli öneme sahip bir enerji taşıyıcısıdır.
- CNG motor yakıtı olarak kullanılan mevcut gaz dağıtım şebekesine veya gaz depolarına enjekte edilebilir
- Doğalgaz tesislerinde kolayca kullanılabilir.