

HİDROJEN TEKNOLOJİLERİ ve MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI

Prof. Dr. Yüksel Kaplan

T.C.

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Prof. Dr. T. Nejat Veziroğlu Temiz Enerji Uygulama ve
Araştırma Merkezi

SUNUM PLANI

- ▶ Hidrojen Enerji Sisteminin Gerekçesi
- ▶ Hidrojen Enerjisinde Gelişmeler ve Mühendislik Uygulamaları
- ▶ Ülkelerin Hidrojen Enerjisine Geçişleri
- ▶ NÖHÜ Çalışmaları

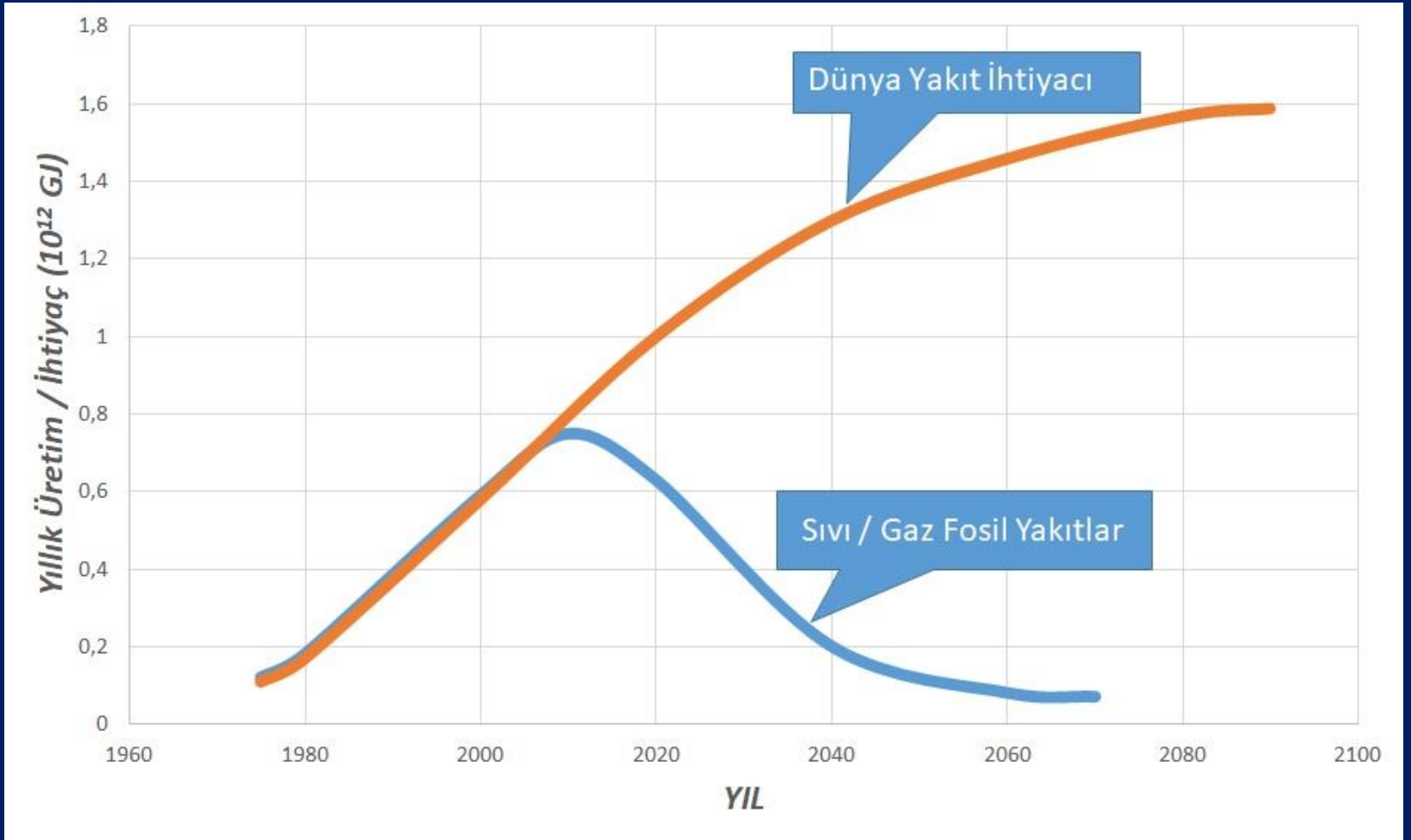
HİDROJEN ENERJİ SİSTEMİNİN GEREKÇESİ

FOSİL YAKITLAR

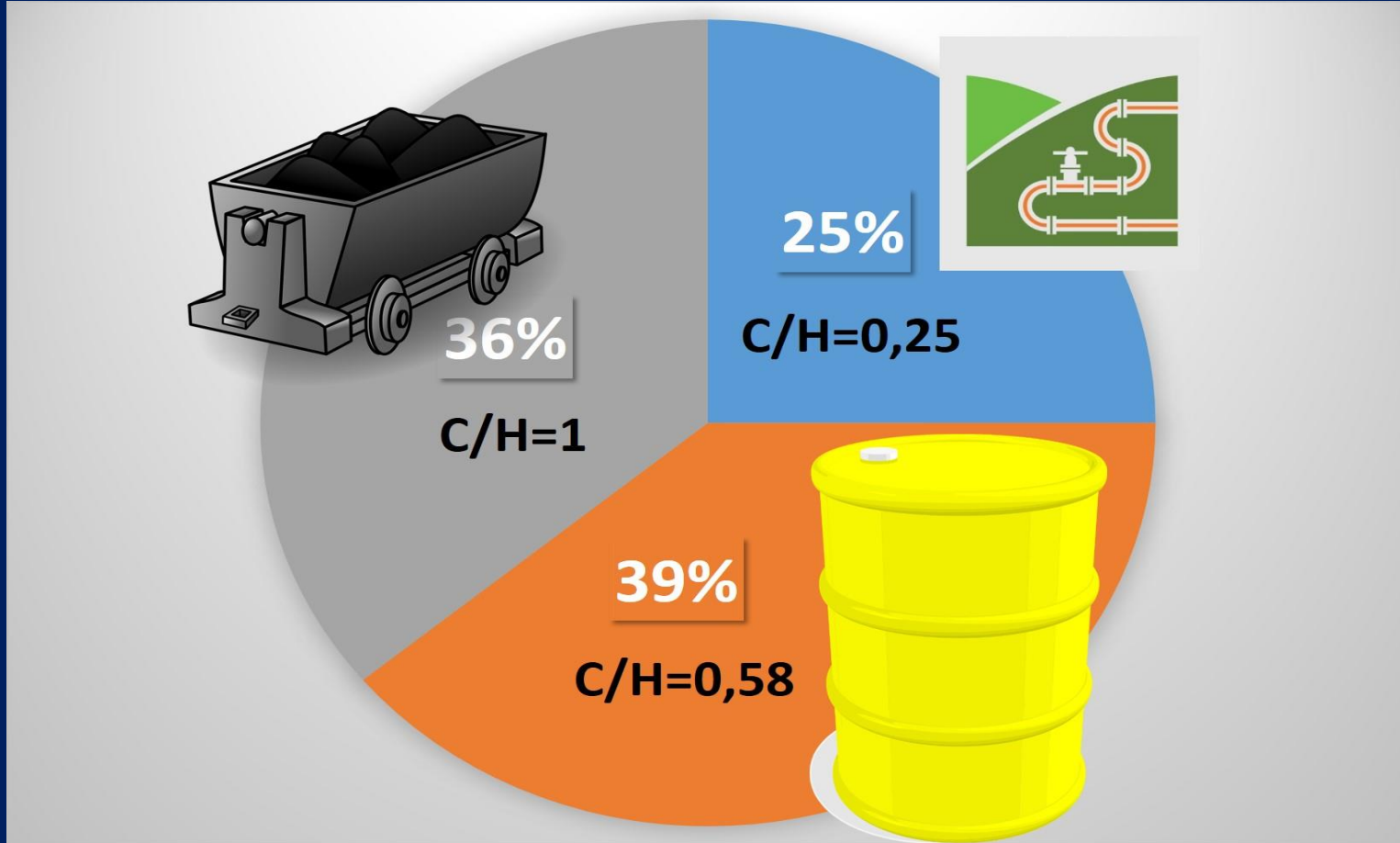
- **1860 yılında Endüstriyel Devrimle birlikte kullanılmaya başlanmıştır**
- **Dünyanın ortalama gelir seviyesi \$10 dan \$6000 yükselmiştir**



YILLIK ÜRETİM / İHTİYAÇ

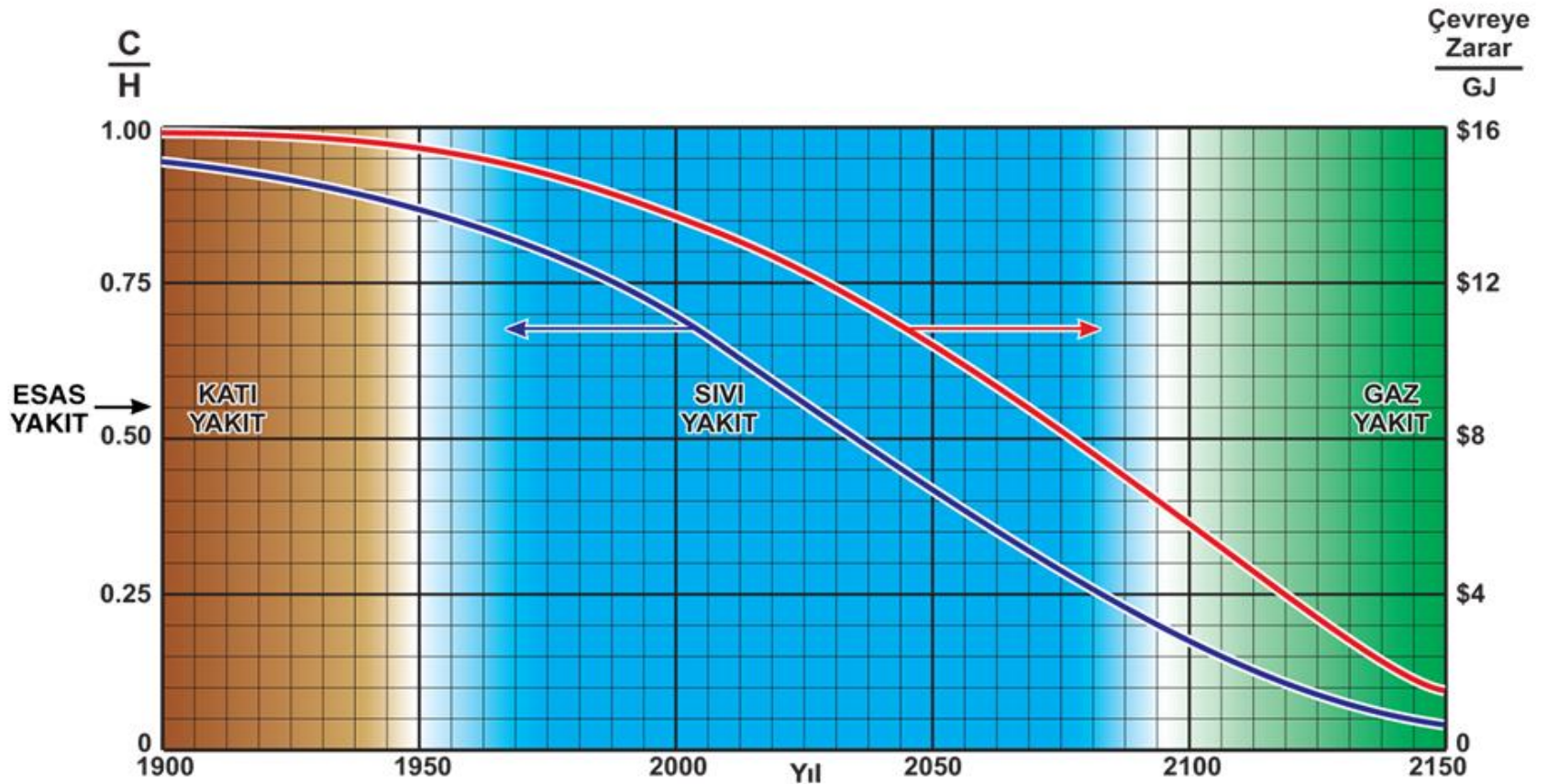


FOSİL YAKITLARIN ÇEVRESEL ZARARLARI



Toplam yıllık zarar \$6.4 Trilyon

Fosil Yakıtların Ortalama C/H Oranı ve Çevreye Zararı



FOSİL YAKITLARIN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

- ▶ Kullanım Kolaylığı
- ▶ Altyapı Mevcut
- ▶ Tükleniyorlar
- ▶ Çevreye Zararlılar



Fosil Yakıtlar Çevresel Etkileri

- ▶ Küresel Isınma
- ▶ İklim Değişikliği
- ▶ Ozon Tabakasının Delinmesi
- ▶ Hava Kirliliği
- ▶ Oksijen Azalması



Yeni Primer Enerji Kaynakları

- ▶ Güneş
- ▶ Rüzgar
- ▶ Hidrolik
- ▶ Jeotermal
- ▶ Biyokütle
- ▶ Su
- ▶ Nükleer



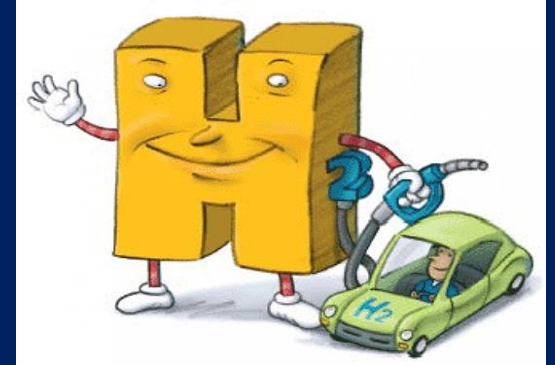
Atatürk Barajı



Akkuyu

YENİ ENERJİ KAYNAKLARININ DEZAVANTAJLARI

- Kesintili
- Tüketim Merkezlerinden Uzak
- Yakıt Değil



NETİCE:

Dezavantajları Ortadan Kaldırarak
Bir Bağlayıcıya İhtiyaç Var

BAĞLAYICI SİSTEMİN NİTELİKLERİ

- ▶ Depolanabilir Olmalı
- ▶ Taşınabilir Olmalı
- ▶ Yakıt Olmalı
- ▶ Ekonomik Olmalı
- ▶ Yenilenebilir Olmalı
- ▶ Temiz Olmalı



NETİCE: BAĞLAYICI SİSTEM SENTETİK YAKIT OLMALI

VE BAĞLAYICI;



HİDROJENİN AVANTAJLARI

- ▶ En Hafif
- ▶ En Temiz
- ▶ En Verimli
- ▶ En Ekonomik
- ▶ Depolanabilen



HİDROJEN ENERJİ SİSTEMİNİN FAYDALARI

- ▶ Hava kirliliği yok
- ▶ Küresel ısınma yok
- ▶ Ozon tabakası delinmesi yok
- ▶ Elektrik kesintisi yok
- ▶ Daha Yüksek Verim



Enerji Kaynađı

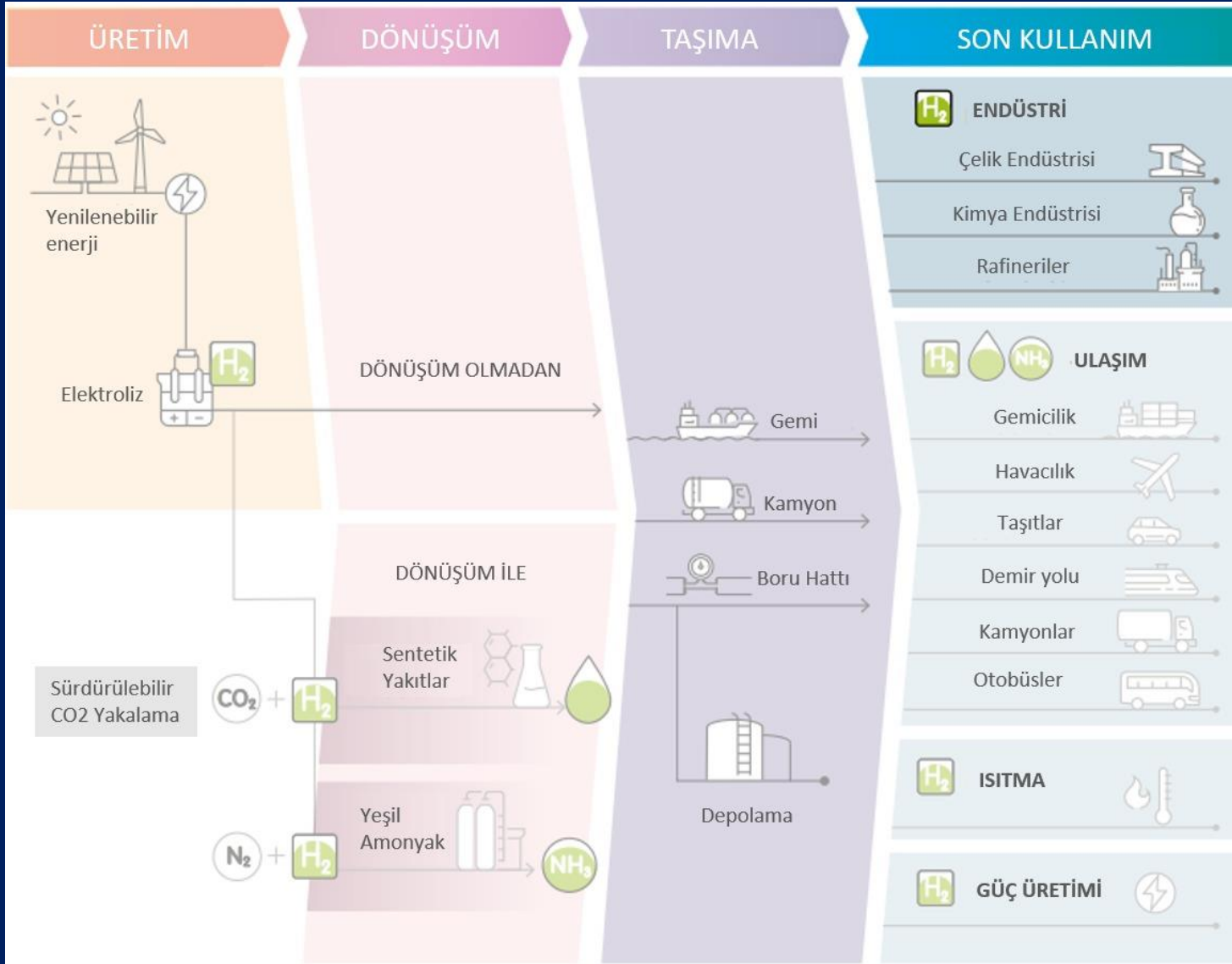
- Fosil Yakıtlar
- Nükleer
- Yenilenebilir H2

Ömür

- İki yüz yıl
- On binlerce yıl
- Beş milyar yıl



KALICI ÇÖZÜM: HİDROJEN ENERJİ SİSTEMİ



HİDROJEN ENERJİSİNDE GELİŞMELER ve MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI

2017 DAVOS ZİRVESİ



- ▶ 13(+14) büyük Şirket
(Petrol, Otomobil ve Hidrojen)
- ▶ \$10 Milyar/yıl
- ▶ 2050 yılına kadar tüm dünyanın Hidrojene geçişine çalışacaklar



2019 JAPONYA G 20 ZİRVESİ

► Hidrojen Konseyi Eş Başkanı Chung, Hidrojen Teknolojilerine Geçişi İvmelendirmeliyiz



MARKET IS EXPECTED TO REACH
\$150
BILLION
McKinsey, 2017
ZERO CO₂ EMISSION
#HydrogenN
G20



MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI;

Amerika'da

- 26.000'den fazla hidrojenle çalışan forklift
Depolarda, Mağazalarda, Fabrikalarda





Mercedes GLC F-CELL

- 4.4 kg hidrojen deposu (700 bar)
- 478 km yol katedebiliyor
- 160 km/h
- 211 BG (365 Nm tork) sunan elektrik motoru

- ▶ BMW'nin hidrojenli modeller piyasa çıktı
- ▶ 2025 yılı milat



- ▶ Japonya 2030 yılına kadar 800.000 adet hidrojenle çalışan araç üretmeyi hedefliyor
- ▶ 40.000 adetten fazla satış gerçekleşti



Toyota Mirai

- 0.55 kg/100 km
- 1000 km menzil
- 5.6 kg H₂
- 5 dk dolum
- Sıfır emisyon

- ▶ ABD 30'dan fazla yakıt hücreseli otobüs
- ▶ 12 adeti 20.000 saatin üzerinde çalışmış, Dizel motorun ömrüyle mukayese yapabilirsiniz (ilk otobüs 32.000 saati geçti)



- ▶ **NETİCE:** Ömür Problemi Çözüldü



- 8 adet 480 L'lik basınçlı hidrojen tankı
- 2 yakıt hücresi
- 2 motor
- Acil durumlarda binalara elektrik verebiliyor



Nikola / Bosch ortaklığı

- Nikola One, Nikola Two ve Nikola Tre*
- Nikola Two 2020 yılında yollara çıktığında, bir depo ile 750-1200 km gidebiliyor.*
- 1000 BG*



- **Alstom** firması
- Aralık 2017'de Almanya'da hizmete girdi
- %0 emisyon

- Alstom, **Suudi Arabistan** Krallığı'ndaki 500 milyon Euro'yu aşan Tramvay Projesi için AlUla Kraliyet Komisyonu ile sözleşme imzaladı
- Alstom, **Avustralya**'nın Victoria kentinde önümüzdeki on yıl boyunca Vlocity ve Classic filosunu sürdürmek için yaklaşık 900 milyon euro değerinde bir sözleşme imzaladı

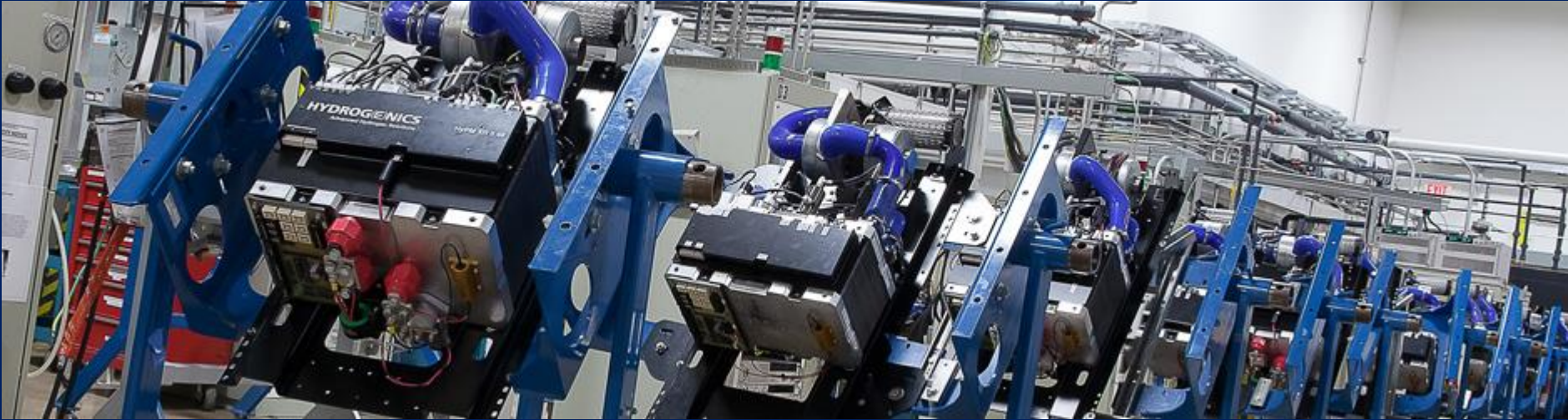
Çin, 2030 yılına kadar 1 Milyon araç ve 15.000 adet hidrojen dolum istasyonu kurmayı planlıyor



Çin,

- 25 milyon ton (Mt) veya küresel toplamın yaklaşık dörtte biri ile en büyük hidrojen üreticisidir (yüzde 60'ı kömürden ve yüzde 25'i doğal gazdan üretilmektedir)
- 2060 karbon nötrlüğü taahhüdü
- 2060 yılına kadar 100 Mt'a ulaşabileceğini ve ülkenin nihai enerji tüketiminin yüzde 20'sini oluşturabileceğini öngörüyorlar.

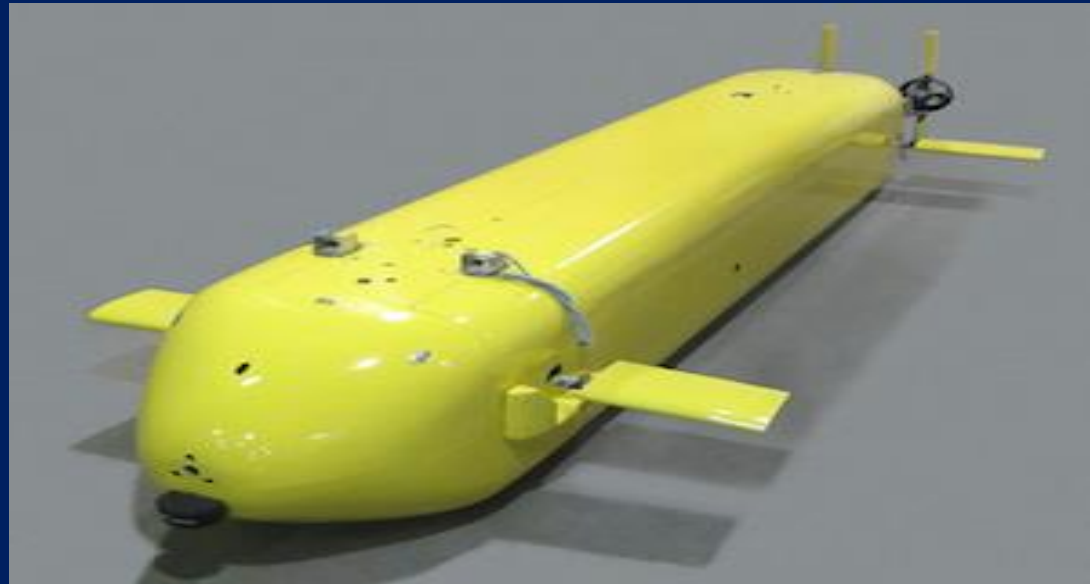
HYDROGENICS



- Ulaşım Araçları için geliştirilmiş
- 30–180 kW
- Sıfır emisyon

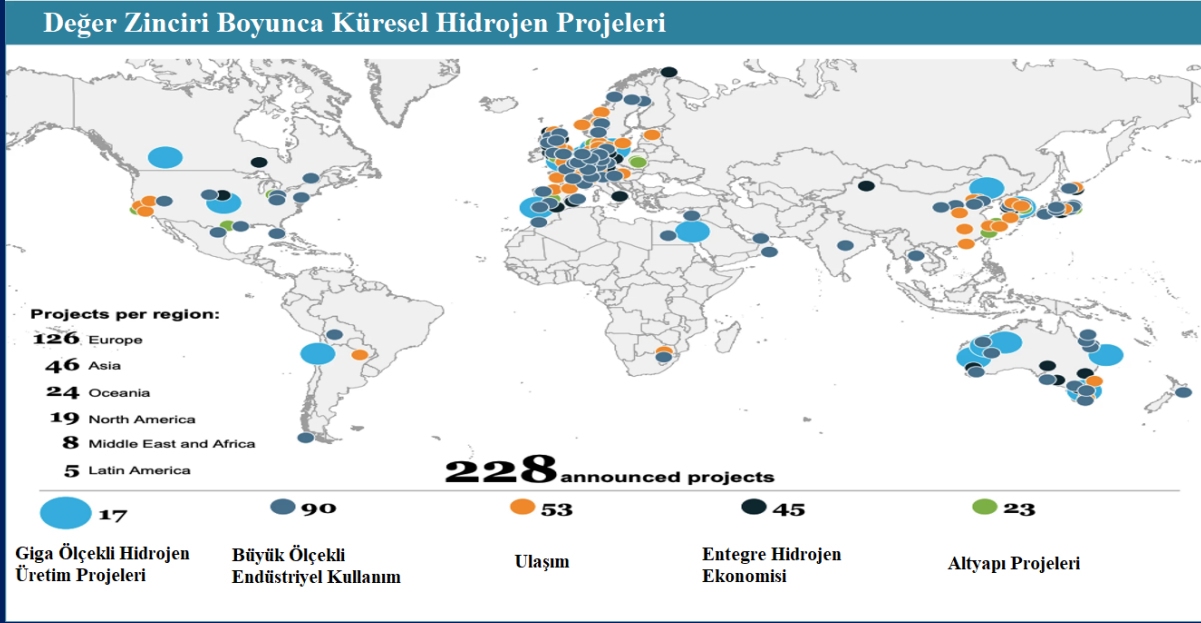
İnsansız Denizaltı Araçları

- GM ve Amerika Donanması İşbirliği
- Açık deniz ve kıyı bölgelerinde min 70 gün istihbarat ve gözetim misyonları yürütmek için tasarlanmış



ÜLKELERİN HİDROJEN ENERJİSİNE GEÇİŞLERİ

Dünyada Devam Eden Hidrojen Projeleri



- ▶ Hidrojen Konseyi tarafından Şubat 2021'de 228 proje açıkladı,
- ▶ Altı ay sonra ise proje sayısı %57 artarak 359'a yükseldi.

NETİCE: Hidrojen Yaygınlaşıyor

Japonya: Hidrojen Sistemi



- Hidrojene 2020 yılına kadar \$4 Milyar harcadılar
- Japonya, önümüzdeki 15 yıl içinde hidrojen arzına 107 milyar dolar yatırım hedeflediğini açıkladı.
- Yeni stratejiye göre, 2030'da 3 milyon tona, 2040'a kadar 12 milyon tona, 2050'ye kadar 20 milyon tona çıkarılacaklar.

HEDEF: 2050'ye kadar "net 0 karbon"

➤ Örnek proje-I (Güneş-Hidrojen Enerji Sistemi)



Fukushima Hidrojen Enerjisi Araştırma Sahası



10 MW Alkali Elektrolizör

- 20 MW güneş enerjisinden 1200 Nm³/h yeşil hidrojen üretim kapasiteli
- Mart 2020'de faaliyete geçmiştir.

Örnek proje-II (Japonya-Avustralya ortaklığı)

- ▶ Avustralya'da Victoria eyaletinde linyitten sıvılaştırılmış hidrojen üretim faaliyetleri sürmektedir.
- ▶ Yılda 225.000 ton hidrojen üretim kapasitesine sahiptir.
- ▶ Ayrıca ilk **sıvı hidrojen gemisini** de Aralık 2019'da tamamladılar.
- ▶ Proje Bütçesi 387 milyon dolar



Almanya: Güneş Hidrojen Sistemi

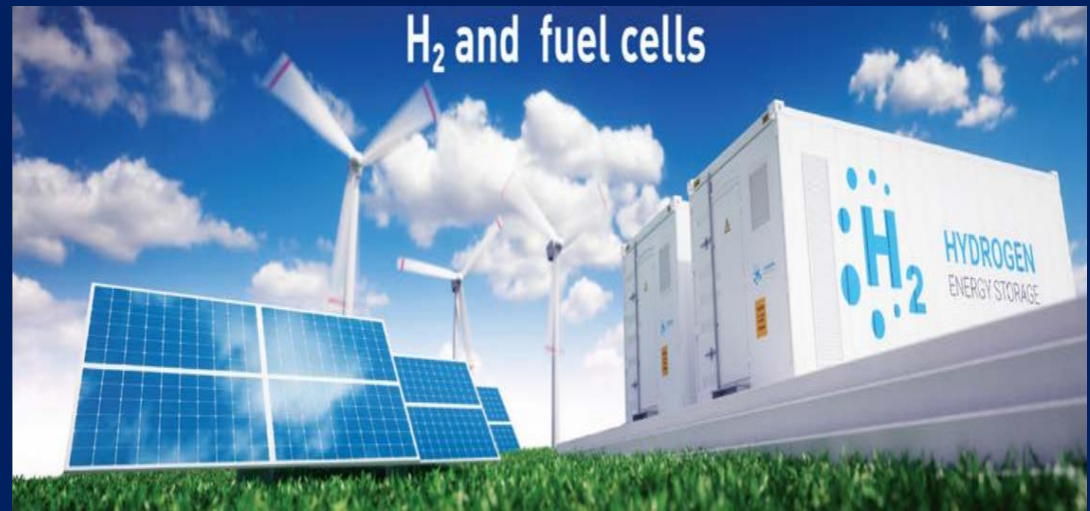


- Almanya Kuzey Afrika'da güneş panellerinden hidrojen üretmeyi ve,
- Bunu da İtalya üzerinden boru hatlarıyla Almanya'ya taşımayı planlıyorlar

NETİCE: Rafa kalkmıştı, güncellendi

Almanya (Haziran 2020'de açıkladı),

- ▶ Elektrolizör kapasitesini 2030 yılına kadar 5 GW yani 200 kat artış öngören **ulusal bir hidrojen stratejisi başlattı** (14 TWh yeşil hidrojen üretimine demektir)
- ▶ 2035 yılına kadar (veya en geç 2040) ilave 5 G kapasite daha ekleyecekler
- ▶ Doğalgaz boru hatları Hidrojen için güncelleniyor

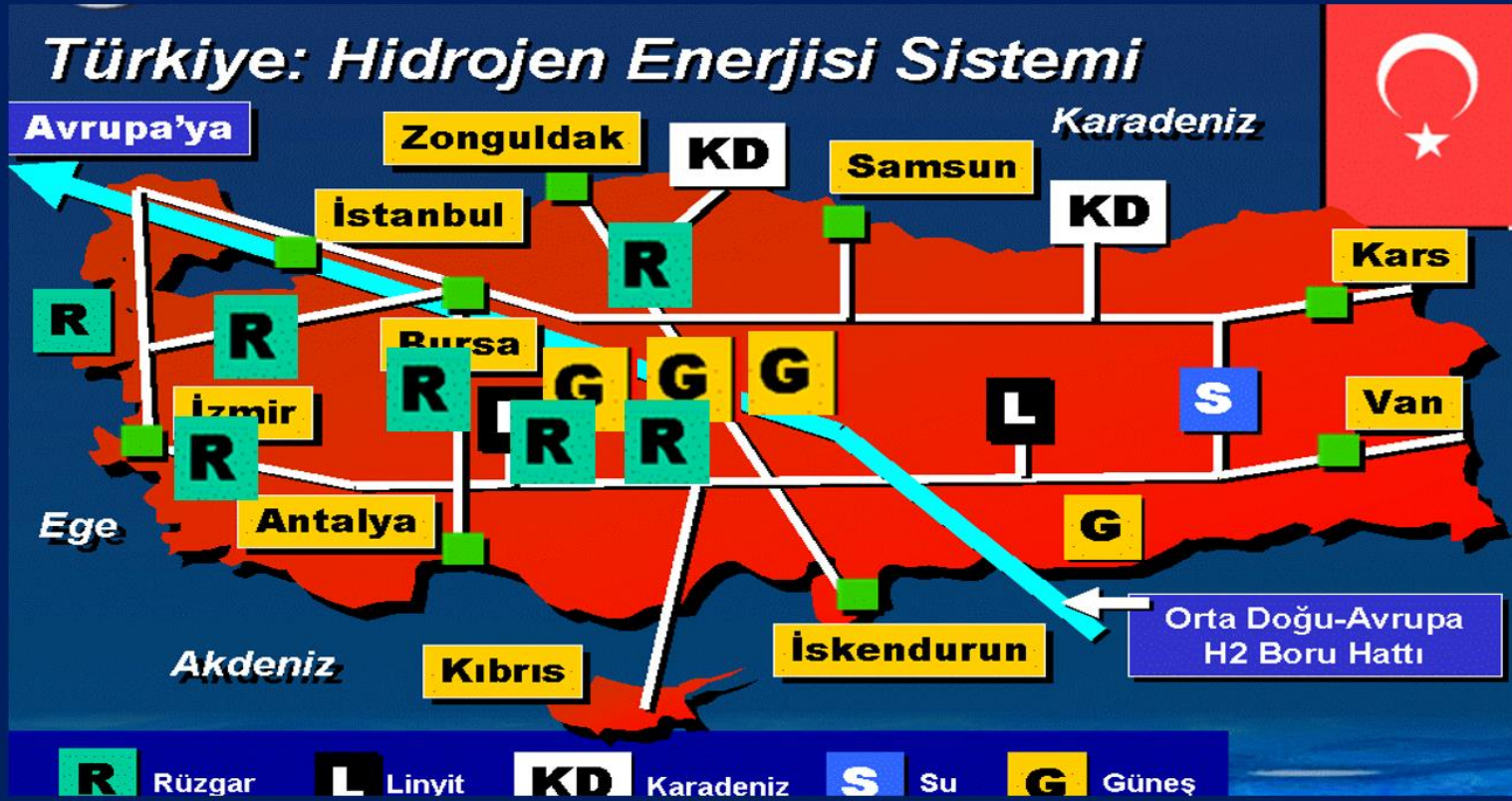


Örnek Proje-III (Karbonsuz Çelik Üretimi)

- Siemens, Rüzgar-Hidrojen Enerji Sistemini (2.2 MW PEM Elektrolizör tesisi, 30 MW rüzgar türbini)
- Salzgitter AG için üretiyor (üretilen Hidrojen **Çelik** üretiminde kullanılıyor)



Türkiye: Hidrojen Enerjisi Sistemi



Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası

(T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)

Burada Hedef,

- Elektrolizör kurulu güç kapasitemizin 2030 yılında 2 GW, 2035 yılında 5 GW ve 2053 yılında ise 70 GW'a ulaştırmak,
- Yeşil hidrojen üretim maliyetini 2035 yılında 2,4 \$/kg ve 2053'e kadar 1,2 \$/kg altına düşürmek,

Güney Marmara Hidrojen Vadisi Projesi

- Ülkemizin ilk mega projesi
- Toplam bütçe 38 Milyon Euro



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



T.C. ENERJİ VE TABİİ
KAYNAKLAR BAKANLIĞI



GMKA
GÜNEY MARMARA
KALKINMA AJANSI



JÜBİTAK
MAM



ENERJİSA ÜRETİM



ETİMADEN



T.C. CUMHURİYETİ



aspilsan



DENİZÜSTÜ
RÜZGAR
ENERJİSİ
DERNEĞİ
DÜRED



Sabancı
Üniversitesi



Sabancı
UNIVERSITY

“Güney Marmara Hidrojen Kıyısı Platformu”

Güdümlü Projesi’nde İmzalar Atıldı



Türkiye'nin ilk hidrojenli otobüsü

- ▶ Yakıt hücresi 70 kW
- ▶ 500 km yol yapabiliyor



Türkiye'nin ilk ticari yakıt hücresi VESTEL SS(LENTATEK)

- VSS Ar-Ge çalışmalarına büyük kaynaklar ayırmıştır.
- Birçok başarılı projelere imza atmıştır.
- En önemlisi de nitelikli insan kaynağına büyük destek ve gayretleri olmuştur.

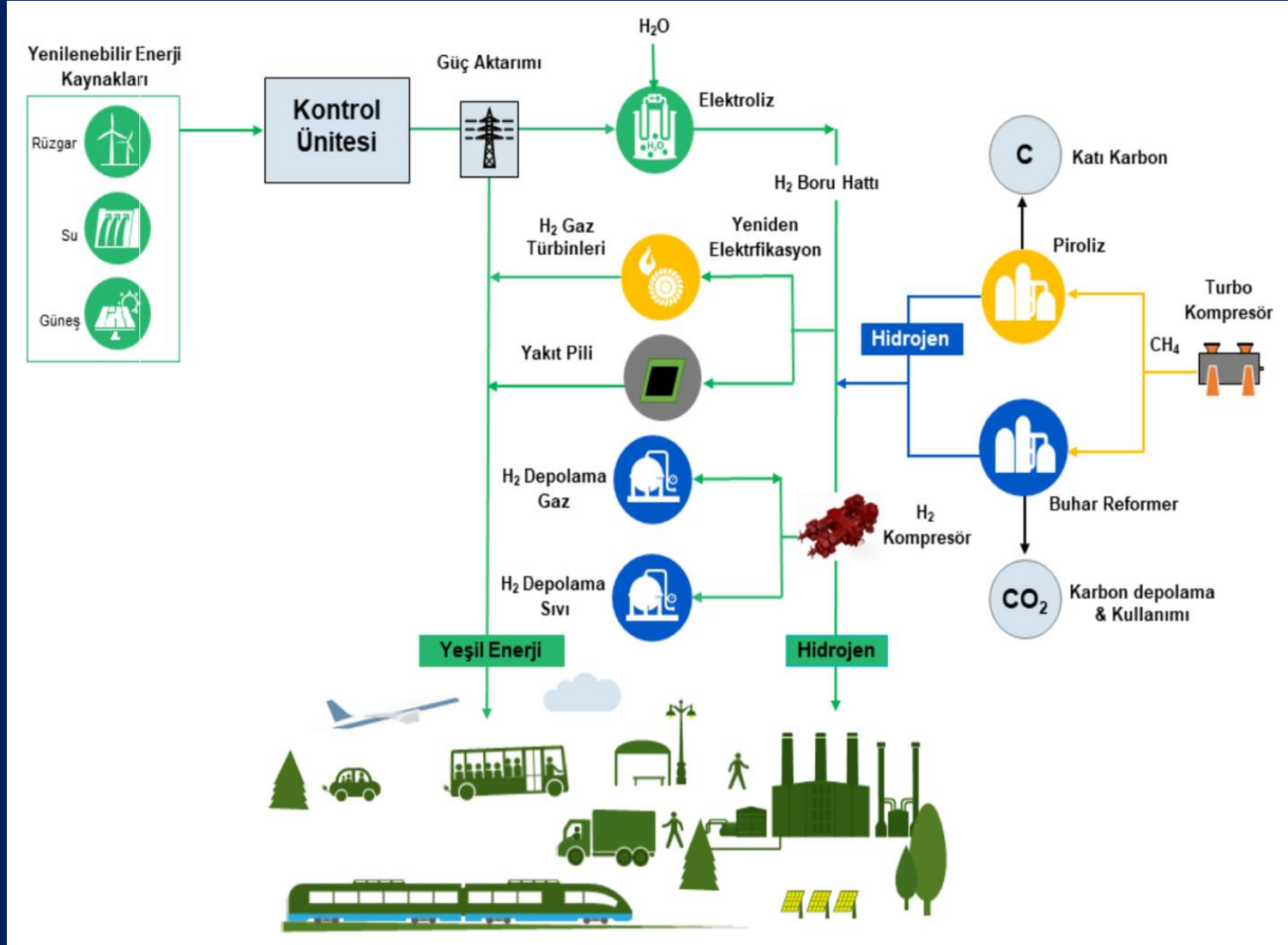
Ayrıca;

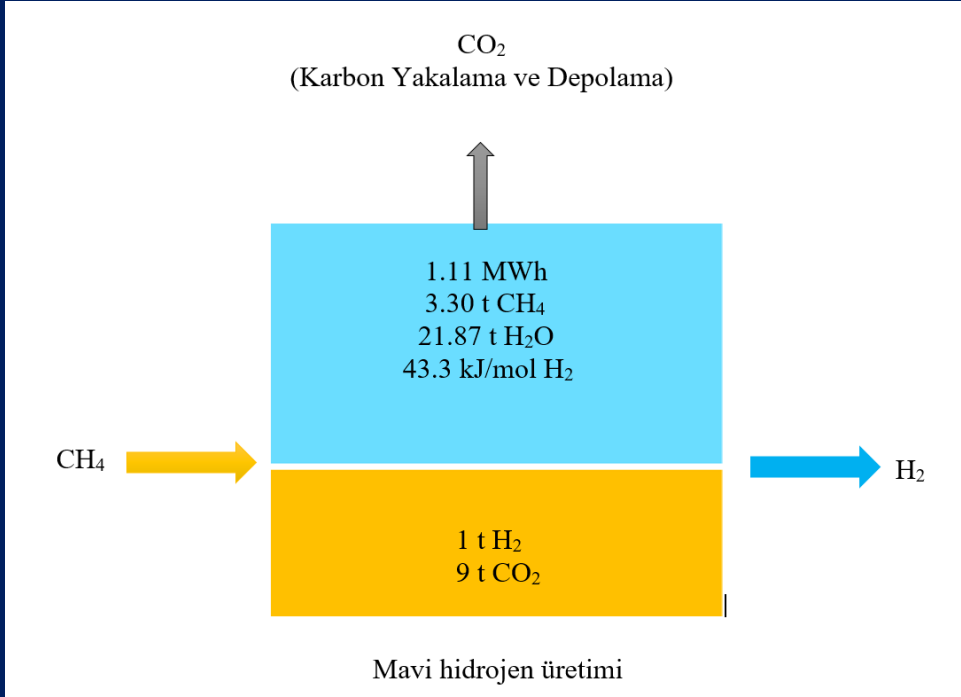
- ▶ Türkiye'de gece kullanılmayan elektrikten H_2 ve O_2 üretilebiliriz
- ▶ Yenilenebilir Enerji Uygulamalı Ar-Ge İstasyonları kurabiliriz



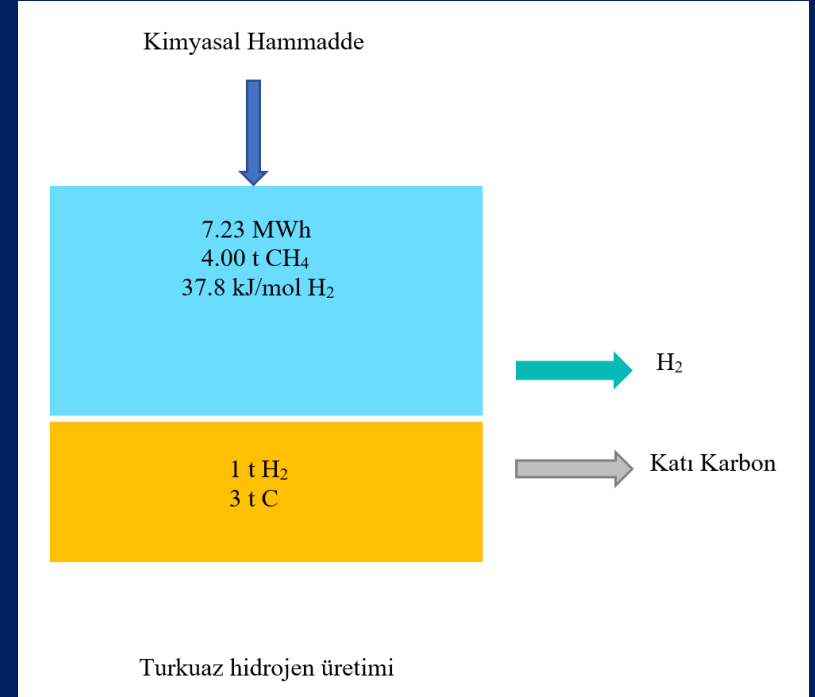
NETİCE: Enerji Bağımsızlığı

GÜNEŞ/RÜZGAR ENERJİ UYGULAMALI AR-GE İSTASYONU

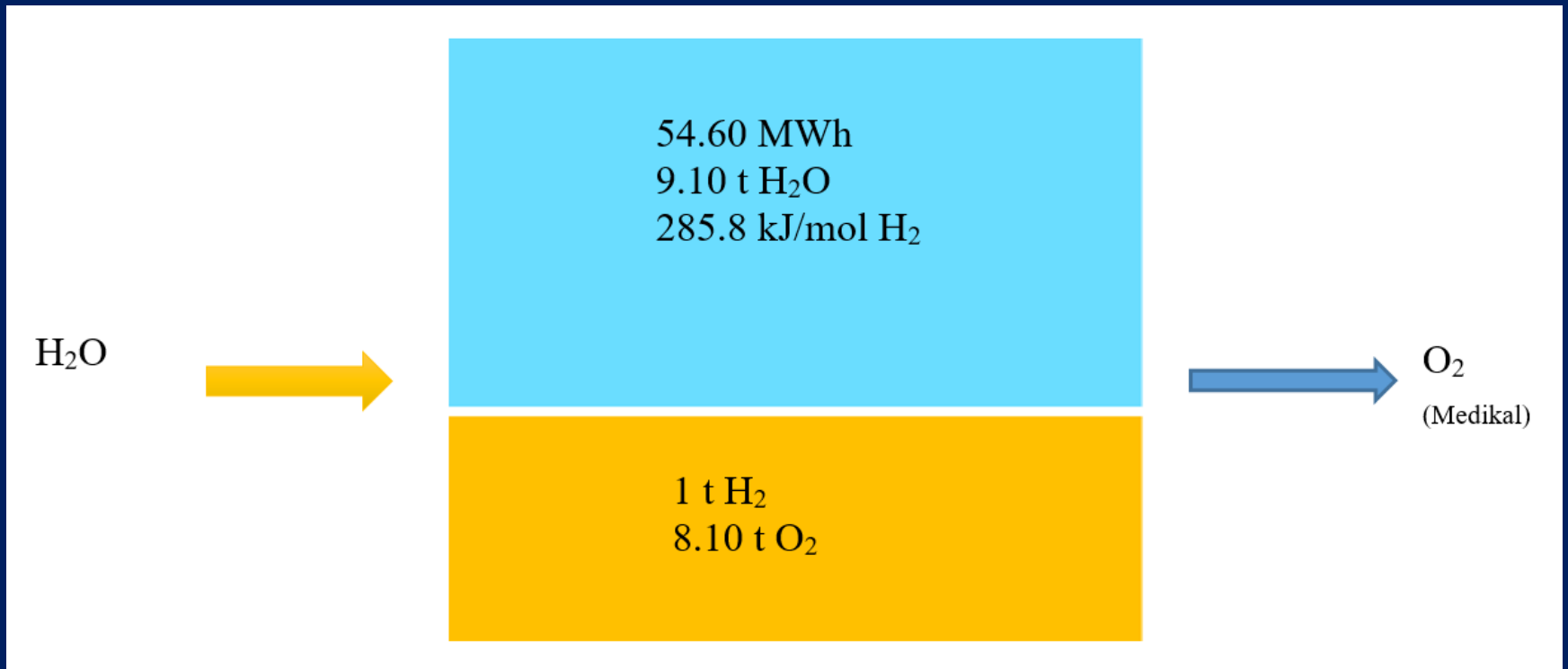




Reforming yöntemi



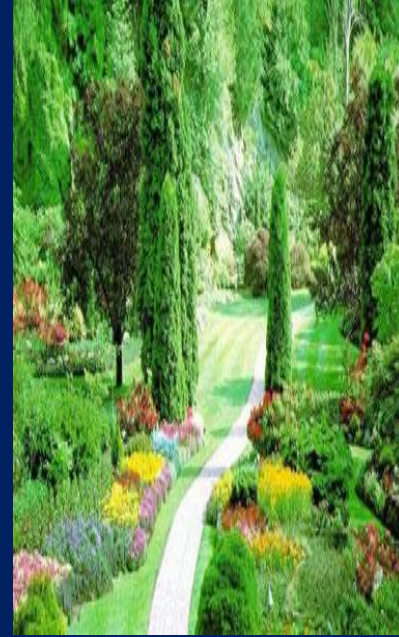
Piroliz yöntemi



NETİCE: Enerji Bağımsızlığı

Enerji Bağımsızlığının Ülkemize Faydaları

- ▶ Cari Açık Kapanacak
- ▶ İstihdam Artacak, İşsizlik Azalacak
- ▶ Çevre ve Hava Kirliliği Azalacak
- ▶ Sera Gazları Azalacak
- ▶ Sağlık ve Çevre Giderleri Azalacak
- ▶ Yeni Enerji Teknolojileri İhraç Edilecek
- ▶ İhracat Artacak, İthalat Azalacak
- ▶ Milli Gelir Artışı Hızlanacak



NETİCE: 2040'da TÜRKİYE En Büyük 5 Ekonomi
Arasına Girebilecektir

NÖHÜ Çalışmaları

(Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Prof.
Dr. T. Nejat Veziroğlu Temiz Enerji
Uygulama ve Araştırma Merkezi)

Prof. Dr. T. Nejat Veziroğlu (Hidrojen Baba, 100 yaşında)



NÖHÜ, HİDROJEN ve YAKIT PİLLERİ alanında UZMANLAŞAN ÜNİVERSİTE



Dr.V-TEAM









**PECVD & PVD
Güneş Hücresi Üretim Sistemi**



İpek Baskı



Güneş Simülatörü



Taşıyıcı Ömrü



Elipsometre



Profilometre



Fırınlar



**X-IŞINI
Difraktometresi**



**X-IŞINI
Floresans**



RAMAN&AFM



**Eldivenli Kabin
Güneş hücreleri üretimi**



**PVD
Nanomalzeme
üretim sistemi**



**CVD
grafen üretim sistemi**

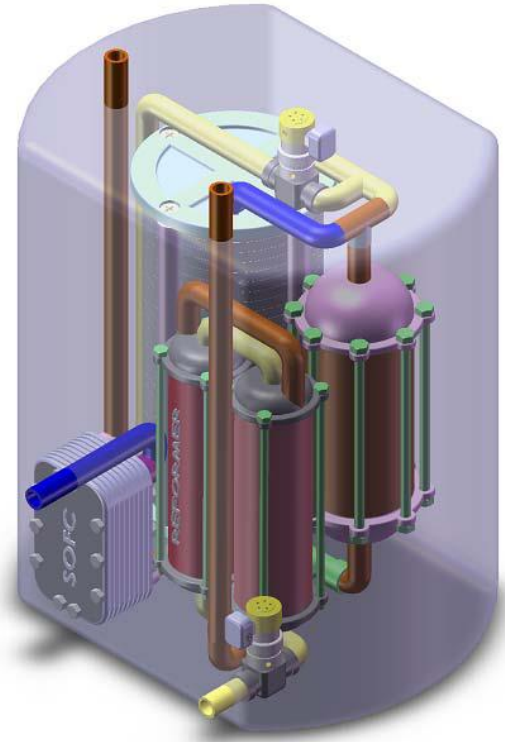
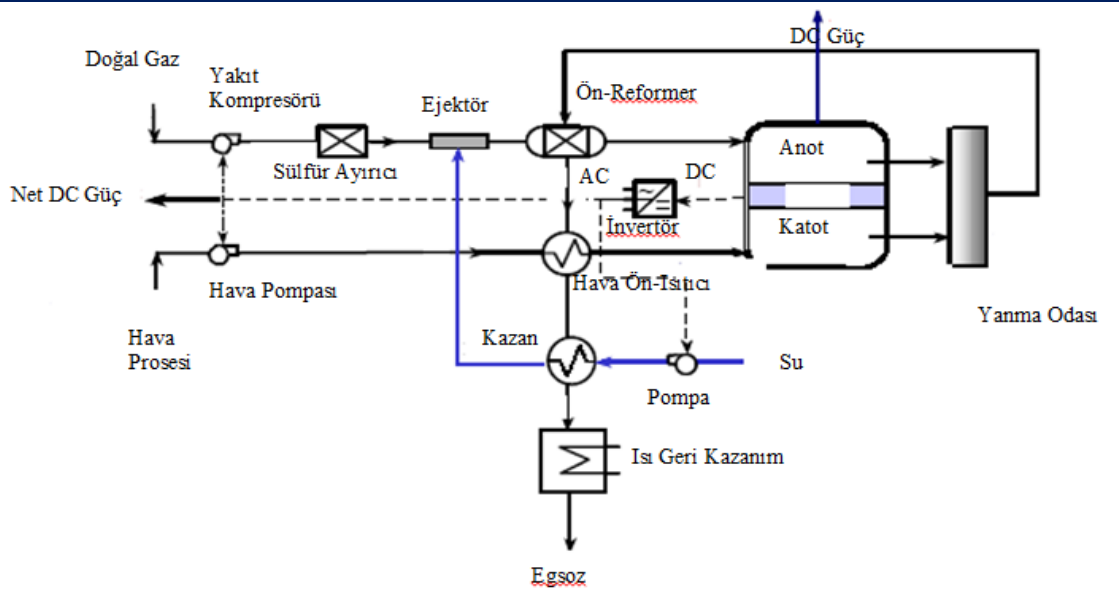
ÇIKTILAR

- > 500 bilimsel yayın
- 25 patent
- > 60 proje



VESTEL-PROTOTİP 1

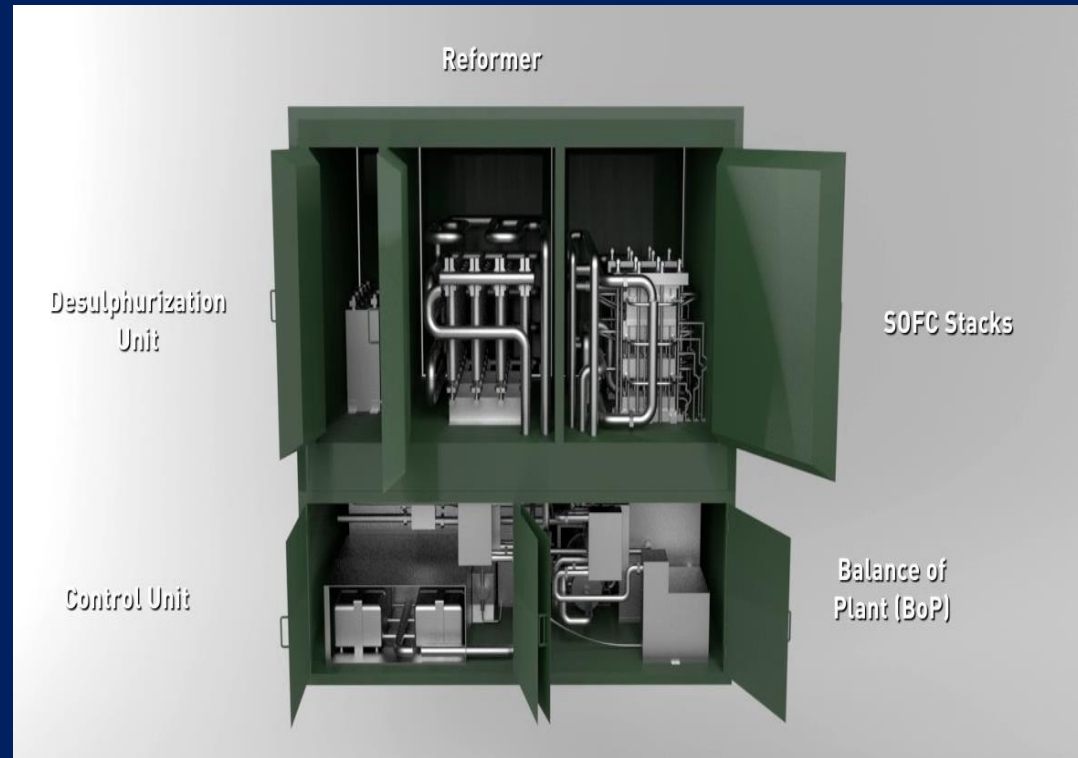
➤ Evsel Uygulama



VESTEL-PROTOTİP 2

➤ KOYP Sistem

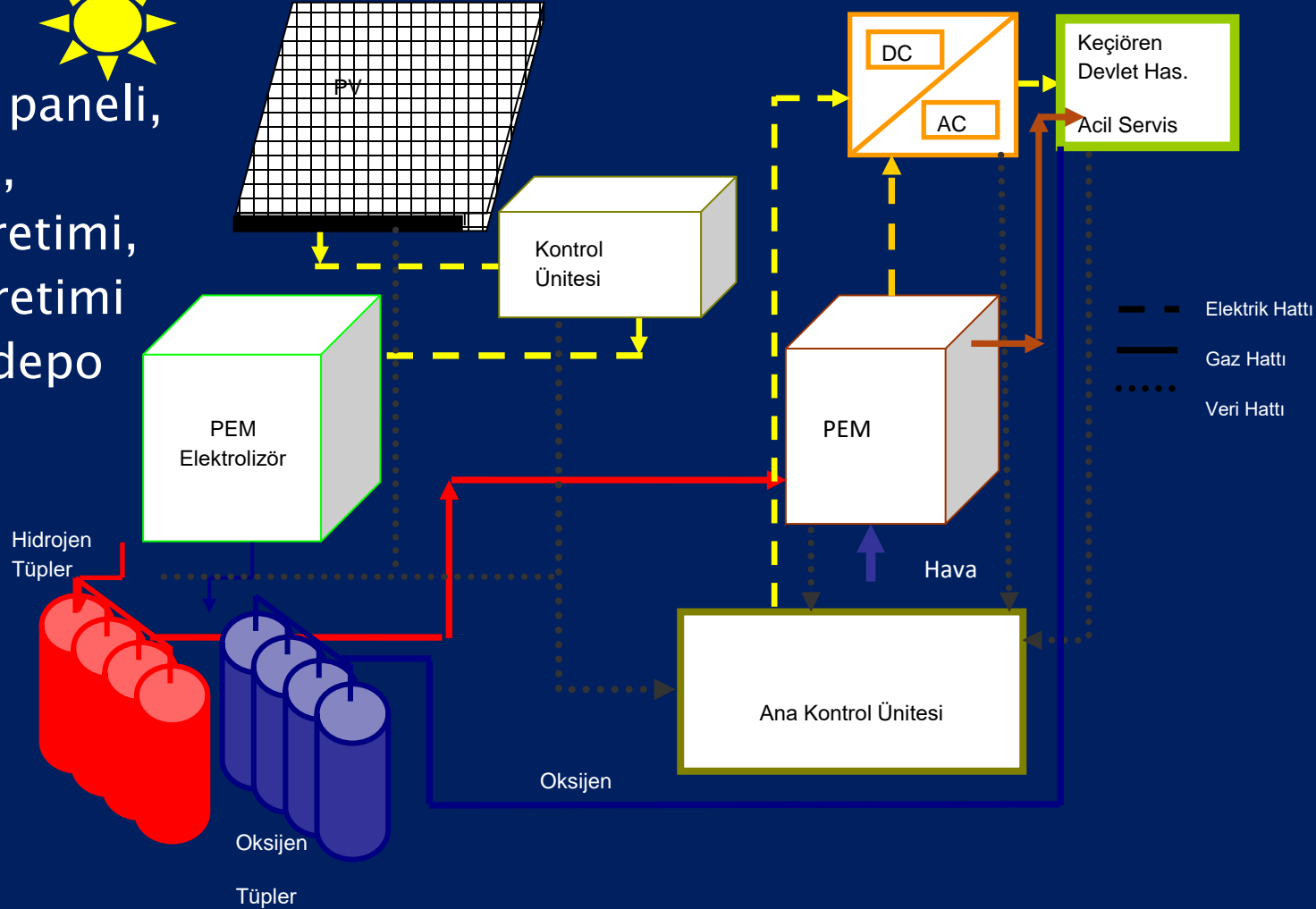
- 3 kWe
- 2 kW ISI



KAMAG (1007)–Sağlık Bakanlığı



- 40 kW güneş paneli,
- 5kW yakıt Pili,
- 40L/dk H2 üretimi,
- 20L/dk O2 üretimi
- 200 m3 gaz depo

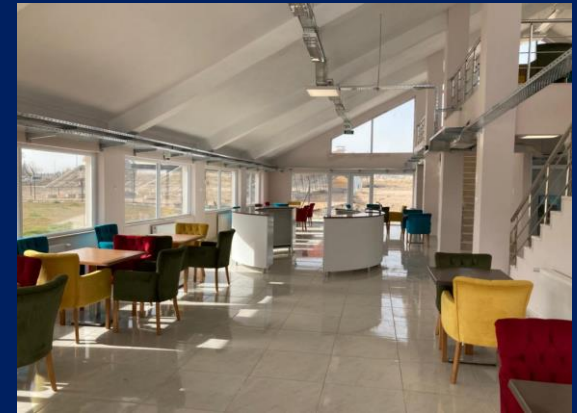


KAMAG (1007)–Sağlık Bakanlığı (Keçiören–Ankara)



Yeşil Enerji evi

- PV
- PEM Elektrolizör
- KOYP
- Kontrol Ünitesi
- Depolar



PEM Elektrolizör



KOYP Sistem



Hidrojen Deposu



Elektronik Kontrol Ünitesi



Son Söz

Kalkınmamız İçin,
Enerji Bağımsızlığımız İçin,
Özgürlüğümüz İçin,
Temiz Bir Çevre İçin,

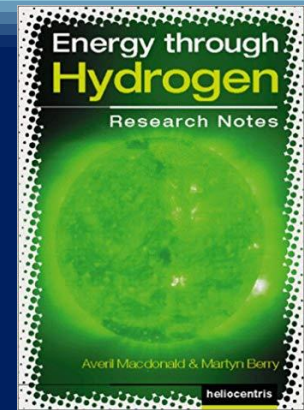
Acil olarak,

- ▶ Toplumsal farkındalığa,
- ▶ Kamu politikaları oluşturulmasına,
- ▶ Siyasi iradeye ve
- ▶ Yatırıma ihtiyacımız var.





Kaynaklar



1. <http://hydrogencouncil.com>
2. <https://vdocuments.mx/0402940-solar-hydrogen-energy-system-for-saudi-arabia-almogren-s-and-nejat.html>
3. J. Bockris, Hydrogen economy in the future, International Journal of Hydrogen Energy, 1999.
4. <http://www.iahe.org/enewsletters/>
5. T.N. Veziroglu, Solar Hydrogen Energy
6. T.N. Veziroglu, Introduction To Hydrogen Energy
7. R.B. Gupta, Hydrogen Fuel, Production, Transport and Storage
8. <https://insideevs.com/mercedes-benz-glc-f-cell-phev/>
9. <https://www.energy.gov/eere/articles/10-things-you-might-not-know-about-hydrogen-and-fuel-cells>



Dinlediđiniz için teŖekkür ederim.

ykaplan@ohu.edu.tr

Cep:05325176426