



B Y K  L EKL  TOPLUMSAL-TEKN K S STEMLER VE H DROJEN

 skender G kalp

ODT , Makina M hendisligi B l m , Ankara

ICARE-CNRS, Orl ans, Fransa

Enerjide Arama Bulu maları. Hidrojen

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlı ı

15 Ocak 2020, Ankara

Plan

- *Hidrojen nedir ? Ne değildir ?*
- *Enerjide « Büyük Ölçekli Toplumsal - Teknik Sistemler » (BÖTTSlar) Large Scale Socio-Technical Systems (LSSTS)*
- *Hidrojen devreye girerse Enerji BÖTTSlari nasıl etkilenir ?*
- *Türkiye için çıkarımlar*

12 sene önce

Doğalgazın hidrojenle zenginleştirilmesi için öneriler

Iskender Gökalp

Directeur

*Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et
Environnement*

Centre National de la Recherche Scientifique

ICARE-CNRS, Orléans, France

***Petrolde Bağımsızlaştırılmış Enerji Teknolojileri Çalıştayı
TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü, 1 Kasım 2008***

13 sene önce

A note for TPAO on the addition of hydrogen into the natural gas distribution network in Turkey

Iskender Gökalp
Director, ICARE-CNRS

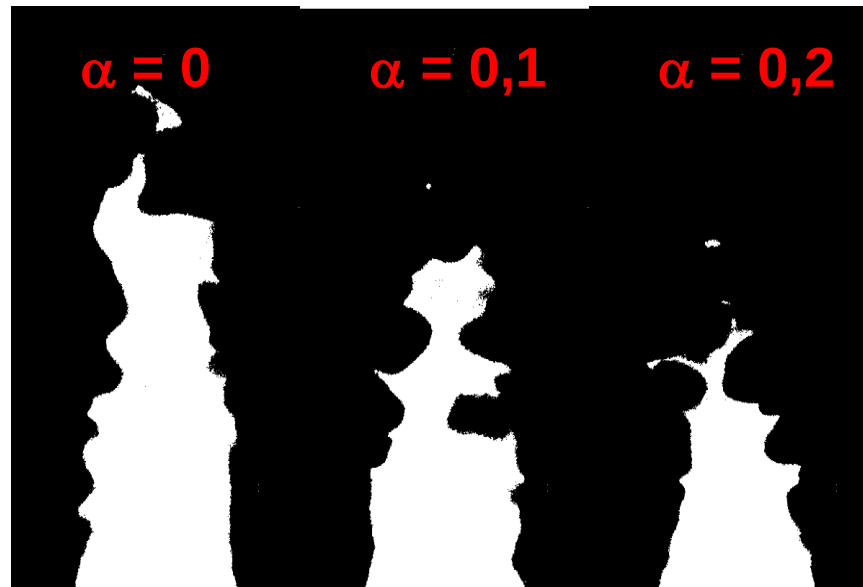
August 21, 2007

This note summarizes the rationale for the addition of hydrogen into the natural gas distribution network in Turkey.

Hidrojen nedir ? Ne değildir ?

- Hidrojen elektrik gibi bir **enerji taşıyıcısıdır**, yani **enerji kaynağı değildir**. Dolayısıyla elektrik için olduğu gibi hidrojeni de üretmek gerekir.
- Kütlesel olarak ısı değeri yüksektir ama hacimsal olarak düşüktür
- Gereken tutuşurma enerjisi düşüktür ve tutuşma süresi kısadır; hava ile yanıcı karışım sınırları geniştir, alev sıcaklığı yüksektir ve yanma kinetiği hidrokarbonların yanmasına göre daha basittir
- Kimyasal olarak enerjiye dönüştürüldüğünde, sadece su buharı veya su ortaya çıkar
- **Hidrojen yanması yüksek verimli ve çevresel açıdan temiz bir enerji üretimi sürecidir (NOx 'lara dikkat!)**
- **Hidrojen yakıt pillerini de besleyebilir** (yani elektrokimyasal süreçlere de uygundur).
- **Hidrojenin özellikleri bazı tehlikeleri de beraberinde getirir**. Isıl gücünün yüksek olması, tutuşma özellikleri ve difüzyon (yayılma) katsayısının yüksek olması hidrojen / hava yanıcı karışımlarının çabuk oluşmasını ve de istenmeyen yanma / yangın başlaması tehlikesini artırır. Ayrıca hidrojen / hava karışımlarının yanmasının patlamaya dönüşmesi de daha kolaydır (**Fukushima**). Bütün bu tehlikeler hidrojenin güvenli taşınması ve depolanması konularının önemini işaretler. Ayrıca hidrojenin taşınması sırasında metallere nüfuz etme ve metallerin kırınlaşıp çatlaklar ve dolayısıyla kaçaklar oluşturma potansiyeli de yüksektir.
- Hidrojenin kitlesel kullanımını tasarlarken böylesi tehlikelerin var oluşunu ve bunları bertaraf etme çabalarının önemini unutmamak gerekir. **Yani hidrojeni yogurt gibi üfleterek yemek ve içmek gerekir**
- **Hidrojen bugün doğalgazdan azami miktarda CO2 salarak üretilmektedir (reformaj yolu ile)**
- Havacılık ve uzay uygulamalarında hidrojenin nasıl üretildiği büyük sorun yaratmaz zira gereken miktarlar sınırlıdır **Hidrojenin fosil yakıtlara ikame olarak kullanılması düşünüldüğünde, hidrojen üretiminde temiz süreçlere başvurulması gereklidir.**
- **İki sonuç: genel geçer bir yakıt olarak kullanılacak hidrojen CO2 salmadan üretilmelidir ve yangın ve patlama tehlikelerini en aza indirecek süreçlerle üretilmeli ve kullanılmalıdır.**

Hidrojenin doğalgaz yanmasına etkisi



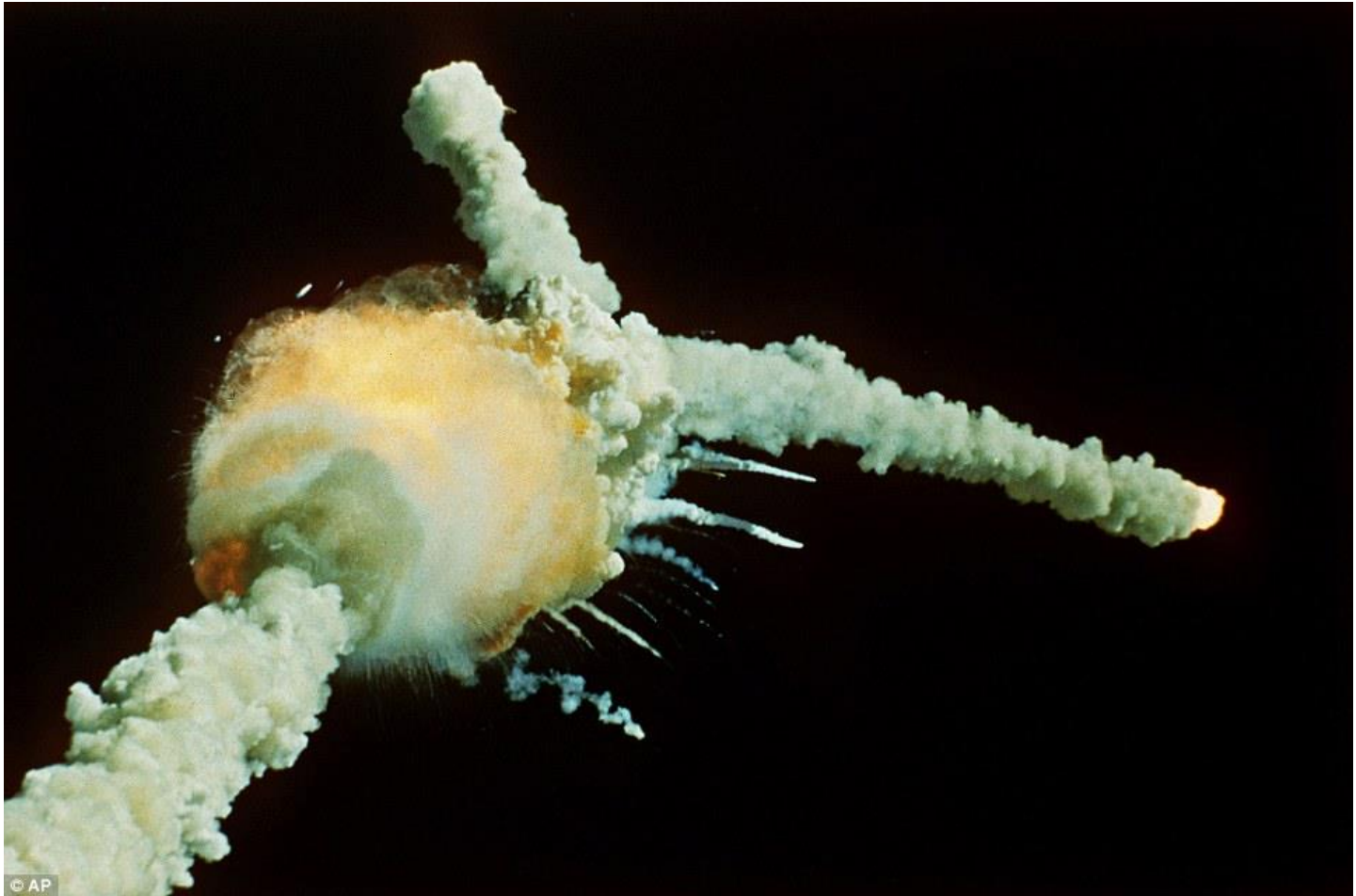
Vulcain Engine : LOX – LH2



Ariane 5 fırlatıcısının ilk uçuşu, 4 Haziran 1996



Challenger 1986



The Indian GSLV (Geosynchronous Satellite Launch Vehicle), carrying the GSAT-5P satellite as payload, is seen moments after it exploded on December 2010



Fukushima, 14 Mart 2011



Büyük ölçekli toplumsal-teknik sistem (BÖTTS) nedir ?

Enerji sistemleri BÖTTSlerin güzel bir örneğidir (large scale socio-technical systems). Diğer güzel örnekler ulaşım, iletişim sistemleridir. BÖTTSlerin yapılarının ve değişim dinamiklerinin **sadece teknik değil toplumsal boyutları da vardır.**

Büyük ölçekli olmaları hem geniş alanları (bir bölge, bir ülke veya ülkeler grubu) kapsamaları ve etkilemeleri hem de **etkilerinin çok boyutlu ve uzun dönemli olması anlamına gelir.**

Bu etkiler aslında karşılıklı etkilerdir. Mesela Enerji BÖTTSleri toplumsal yaşamın her parçasını etkiler ama toplumsal unsurlar da BÖTTSlerin yapı ve dinamiğini etkiler.

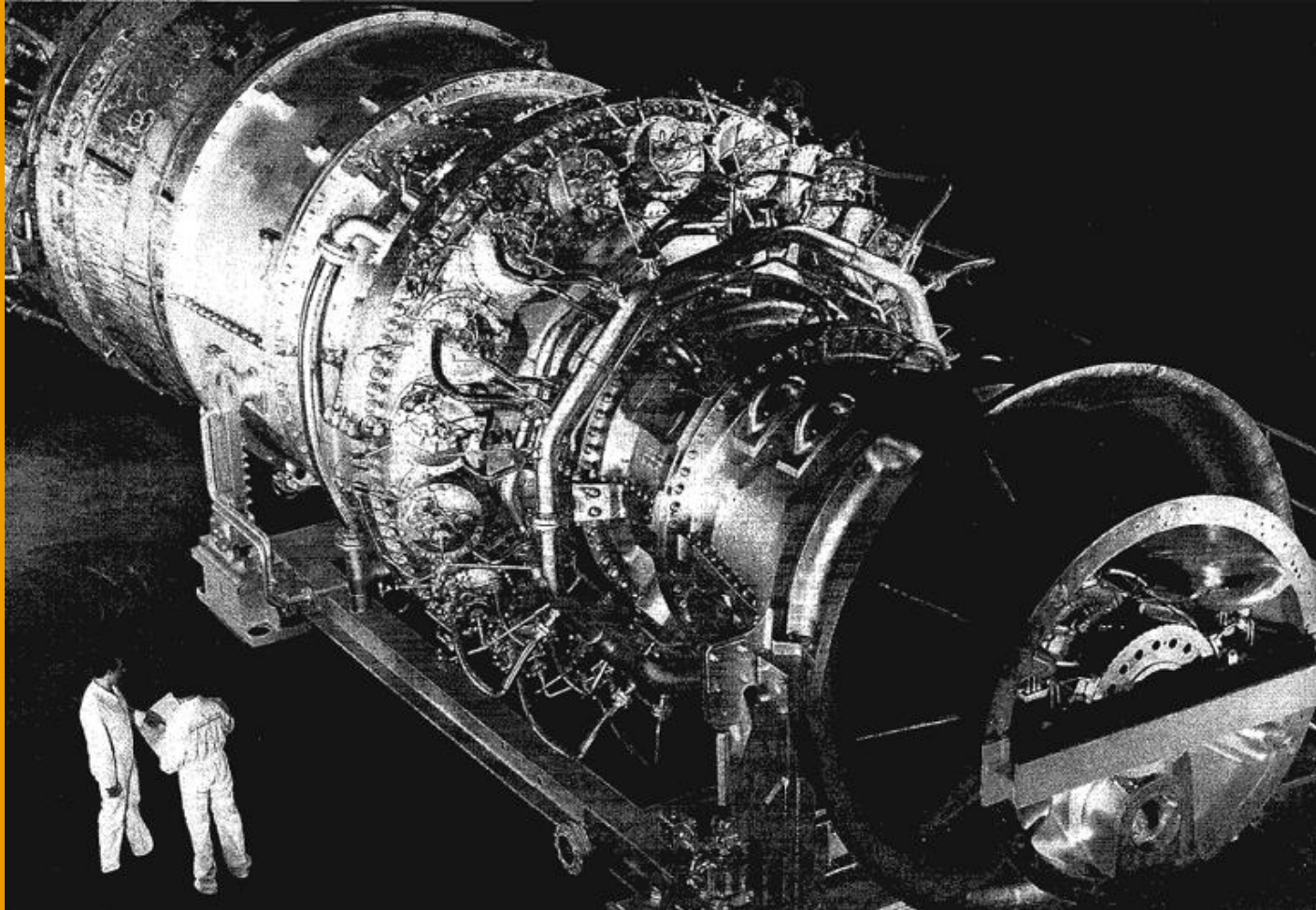
Kararlılığa ulaşmış bir BÖTTS'ü söküp atmak, **yerine bir yenisini ikame etmek uzun ve zor bir süreçtir.**

BÖTTSler çeşitli alt sistemlerden oluşur

BÖTTSlerin **alt sistemlerindeki değişiklikler sistemin bütününe etkiler.** Bunlar da büyük ölçekli ve karmaşık sistemlerdir

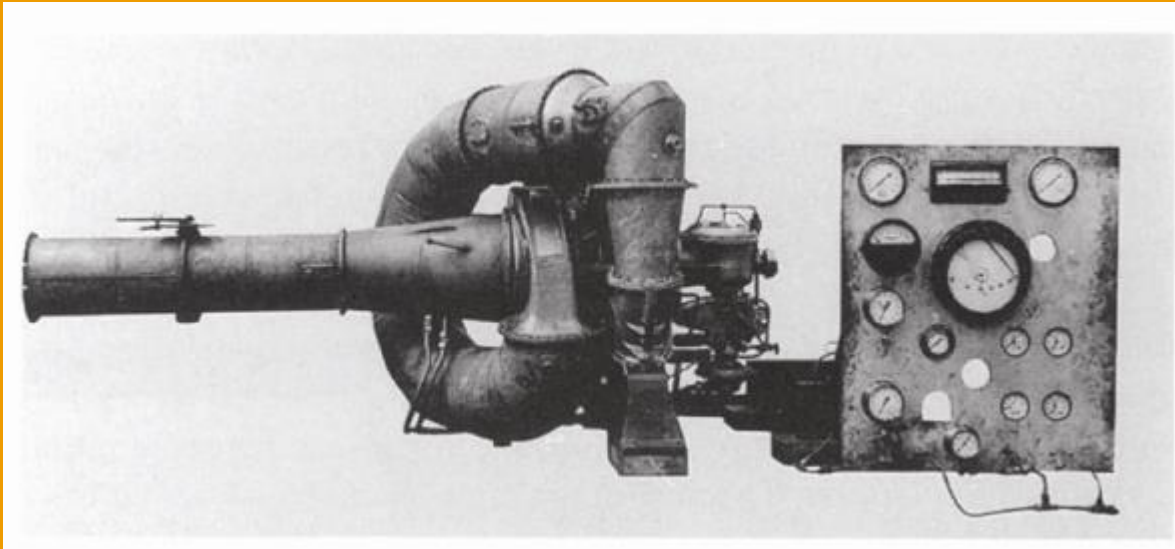
Industrial Gas Turbine Technology from a Socio-Historical Perspective

BUGÜN



Industrial Gas Turbine Technology from a Socio-Historical Perspective

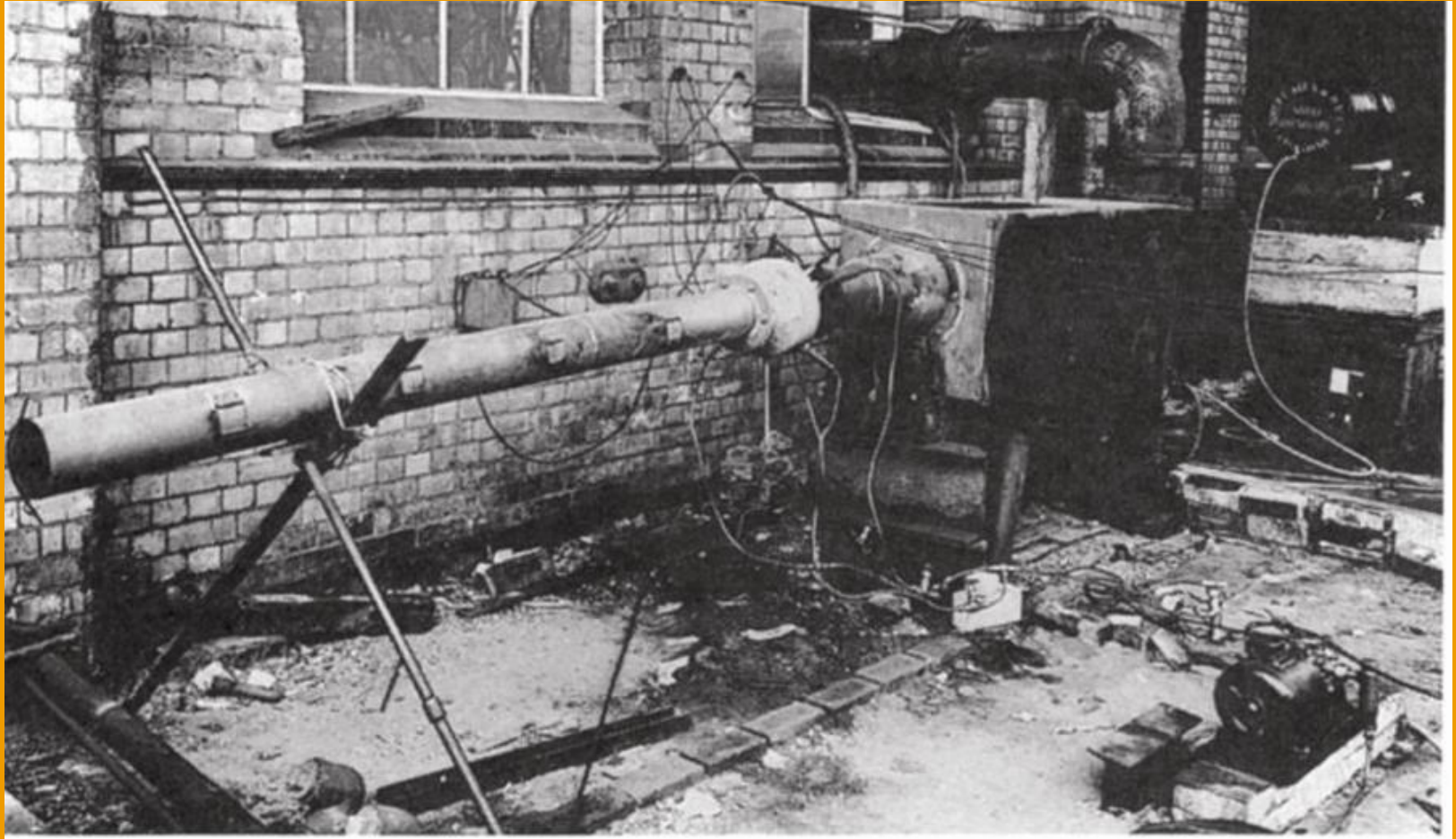
90 YIL ÖNCE



Assembly of the first model of Whittle's experimental engine which run for the first time on 12 April 1937.

The W1 engine had its first run on 12 April 1941 and was first flight tested with The Glouster E28 aircraft on 15 May 1941

Industrial Gas Turbine Technology from a Socio-Historical Perspective 90 YIL ÖNCE

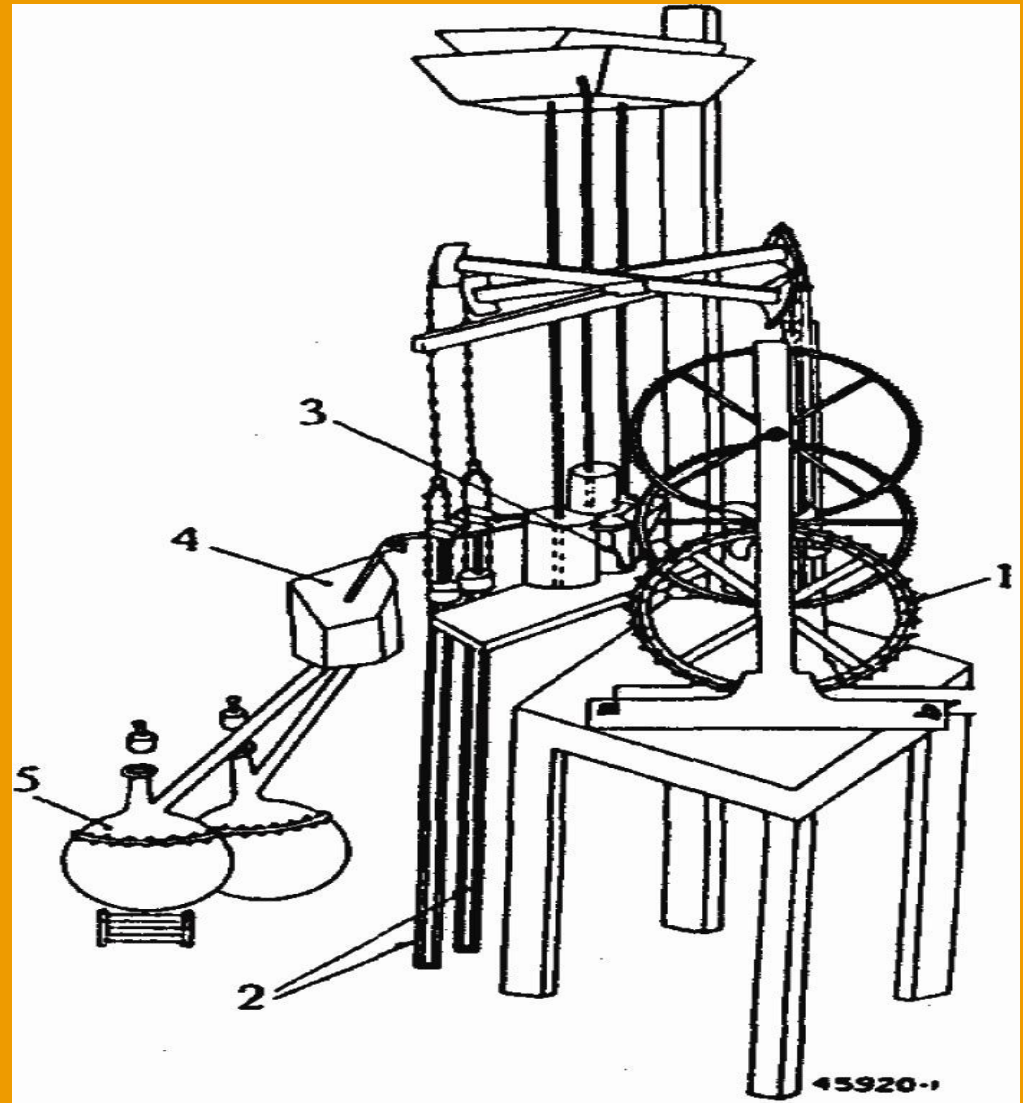


Whittle's combustion chamber test rig

Industrial Gas Turbine Technology from a Socio-Historical Perspective BIR VARMIS BIR YOKMUS...



The prehistory of the
 gas turbine
 technology starts with
 the patent issued to
**John Barber in
 England (1791)**, but
 no working model of
 it was ever built.



Başka bir BÖTTS örneği: Demiryolları

- 19. yüzyılın ortalarından itibaren enerji sosyo-teknik sistemleri ortaya çıkana kadar, dünyada **hakim toplumsal-teknik system demiryolları** idi.
- Demiryolları dünyada **zamanı ve mekanı bütünleştiren veya homojenleştiren sistem** olarak bilinir
- Demiryollarının gelişmesiyle saat / zaman kavramı aynılaşmıştır, yerellikten uzaklaşmıştır, trenin kalktığı istasyon ile vardığı istasyon arasında zamanın aynı şekilde ölçülmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.
- Demiryolları coğrafi anlamda mekanı da homojenleştirmiş ve her zaman ulaşılabilir hale getirmiştir, bir **anlamda zaman ve mekanı ilişkilendirmiştir**
- **Ulusal devletlerin kurulmasıyla doğrudan ilişkisi vardır**, devletler arasındaki ilişkilerde de büyük rolü vardır.
- Demiryolları 1840 – 1920 ler arasında dünyada uluslar içinde ve arasında **ekonomik ve politik gelişmeleri belirleyen sistem olmuştur**.
- BÖTTSlerin bu kapsamlı ve uzun dönemli toplumsal etkileri onların hem gelişmelerini, değişimlerini ve de analizlerini / tahlillerini karmaşık yapar
- BÖTTSler bir teknolojik sistemde **teknik unsurlarla toplumsal unsurların etkileşiminin açık bir şekilde görüldüğü yapılardır**

BÖTTSlerin toplumsal ve teknik boyutlarının etkileşiminin Türkiye’de algılanması örnekleri (I)



Ismail Hakkı Bey
1876 Bağdad – 1913 İstanbul

Ismail Hakkı bey, Bağdad mebusu,
21 Subat 1909, Meclis-i Mebusan konuşması

*Şimendüferlerin
malumunuzdur ki yalnız
cihet-i iktisadiyesi
nazarı dikkate alınmaz.
Ehemmiyet-i siyasiyesi
de vardır*

BÖTTSlerin toplumsal ve teknik boyutlarının etkileşiminin Türkiye’de algılanması örnekleri (II)



**AB projesi OPTIMASH (2011-2016)
Yüksek küllü ve nemli Türkiye ve Hindistan
linyitlerinin elektrik üretilmesi amacıyla
gazlaştırılması projesi
CNRS, ECN, THERMAX, TKİ, Hacettepe Üniv.**

**THERMAX’ın Pune sehrindeki tesislerinde
1MWth gücünde 10 bar basınçta çalışan
dolaşimli akışkan yataklı pilot sistem kuruldu
ve Saray/Tekirdağ ve Tunçbilek linyitlerinin
gazlaştırılması için tasarlandı ve test edildi.**

BÖTTSlerin toplumsal ve teknik boyutlarının etkileşiminin Türkiye’de algılanması örnekleri (II devam)

Saray’ı ‘Gaza’ boğacaklar!

Beğen Paylaş Tweetle

29 Ekim 2015 - 864 kez okunmuş

Ana Sayfa » Güncel » Saray’ı ‘Gaza’ boğacaklar!

2006 yılında Termik Santral girişimini geri püskürten Saray, bu defa termik santralden daha büyük bir tehditle karşı karşıya. Edirköy Mahallesi’ne ‘Linyitten Gazlaştırma Yoluyla Elektrik Üreten Santral’ kurmak için çalışmalarına başlayan Bersey Firması, kurum görüşleri kapsamında Saray Belediyesi’nden görüş istedi. Saray Doğayı Koruma Derneği Yönetim Kurulu Üyesi Demet Karpat Erol, Edirköy’e kurulmak istenen santralin Termik Santral’den iki misli karbondioksit gazı açığa çıkaracağını ve su kaynakları için büyük bir tehdit oluşturacağını belirterek, 2006 yılında olduğu gibi zor bir sürecin daha Saray’ı beklediğini söyledi.



Saray Gazetesi – Kuvarsit Ocakları, Rüzgâr Enerji Santralleri derken, Saray Linyitten gazlaştırma yoluyla elektrik üreten santral tehdidi ile karşı karşıya kaldı.

Bu deneyimden kalkarak TKİ ile büyük bir TEYDEB projesi önerdik ve kabul edildi. 9 MWth gücünde çeşitli linyitlerimizin gazlaştırılmasını optimize edecek bir tesisin kurulması tasarlandı. Tesis yeri olarak TKİ nin Tekirdağ Saray Edirköy linyit havzası seçildi ve 2 sene boyunca genel tasarım ve mühendislik tasarım çalışmaları yapıldı ve tesisin kurulma aşamasına gelindi. ÇED gerekli degildir kararı alındı. 29 Ekim 2015 günü Saray Gazetesinde **Saray’ı gaza boğacaklar** diye bir yazı çıktı, gazete 29 Ekim töreninde halka dağıtıldı.

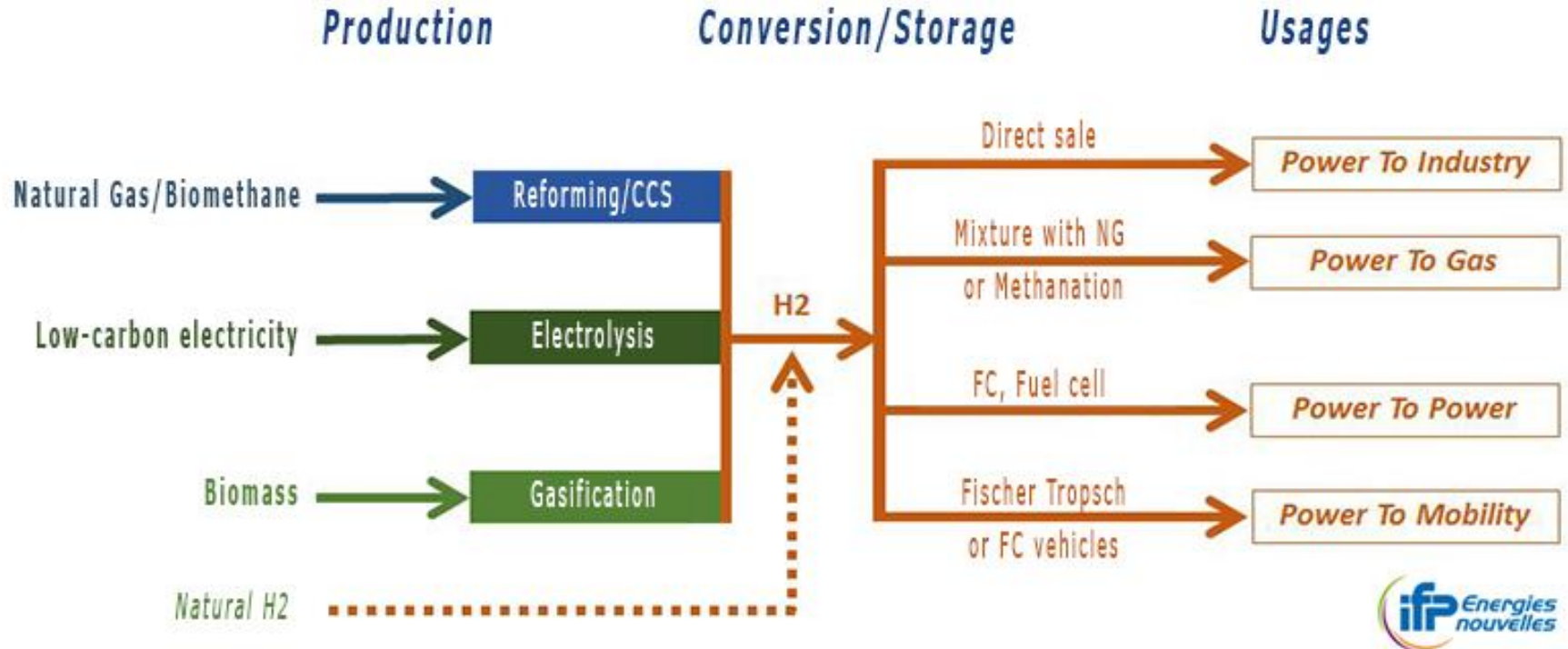
Hidrojenin devreye girmesi enerji BÖTTSlerini nasıl etkiler (I)

- Enerji BÖTTS'leri birçok alt sistem ve süreçten oluşur.
- Doğalgaz sistemi için: (i) doğalgazın aranması ve çıkarılması (ii) doğalgazın taşınması, depolanması, dağıtılması (iii) doğalgazın enerjiye veya başka ürünlere dönüştürülmesi.
- Bu alt sistemlerin teknik, ekonomik, politik, stratejik, çevresel boyutları vardır.
- Bu boyutlar arasındaki karşılıklı etkileşim BÖTTS'lerin karmaşıklığını oluşturur ve bu sistemlerin öngörülebilirliğini ve tahlil edilmelerini güçleştirir.

Hidrojenin devreye girmesi enerji BÖTTSlerini nasıl etkiler (II)

- **BÖTTS'lerin alt sistemlerinin birinde oluşan bir değişiklik kendini bütün alt sistemlere ve bütünsel sisteme yansıtır**
- Doğalgaza hidrojen katıldığını düşünelim. Bunun alt sistemlere yansması nasıl olacaktır: (i) alt sistemini hidrojenin doğalgaza katılma tesislerinin eklenmesi; (ii) alt sistemini hidrojen katılmış doğalgazın depolanması ve taşınmasının güvenliği için gereken değişikliklerin yapılması; (iii) doğalgazın enerjiye dönüştürülmesi için kullanılan mesela yakıcı gibi gereçlerde yapılması gereken değişiklikler
- Bu değişikliklerin birbirlerine eklenmesi ile yepyeni bir gaz BÖTTS sistemi ortaya çıkacaktır. Bu yeni sistemin kurulması ve güvenli hale getirilmesi uzun zaman alacak ve elbette önemli yatırımlar gerektirecektir

Bugün dünyada çalışılan çeşitli hidrojen yolları



Türkiye bağlamında hidrojen konusuna nasıl yaklaşabiliriz ?

- Doğalgaz ihtalatı Türkiye için önemli bir dış ticaret açığı unsurudur. Dolayısıyla doğalgaz ithal ikamesi Türkiye için önemlidir. Böylesi bir stratejinin Türkiye'nin karbon ayak izini azaltmasına da katkısı olmalıdır. Elbette kaş yaparken göz çıkarmamaya dikkat edilmelidir yani hidrojenleneceğiz diye daha güvensiz bir sistem oluşturulmamalıdır.
- Kısacası **Türkiyenin doğalgaz ithalatını ve karbon ayakizini azaltacak, güvenli ve de teknolojide hamle yaptıracak bir hidrojen stratejisi oluşturmalıyız**

3 yol

- **Yenilenebilirlerden, linyitlerimizden ve ve organik atıklardan hidrojen ve diğer sentetik yakıtların üretilmesi**
 - Linyit ve organik atıklardan gazlaştırma yoluyla $\text{CO} + \text{H}_2$
 - Yenilenebilirlerden artık elektrik ve elektroliz yoluyla H_2
 - $\text{CO}_2 + \text{H}_2$ yolu ile metan gazı, metanol, DME
- **Ulaştırma ve hidrojen**
 - İstenildiği zaman ve istenildiği yerde istenildiği kadar hidrojen üretilmesi; yani depolama gerekmeden
- **Isı ve hidrojen**
 - Doğalgaz sebekesine hidrojen ilavesi: nerde, nasıl, hangi kullanım için

**BU UZUN INCE YOLLARDA İLERLERKEN TEKNİK VE TOPLUMSAL BOYUTLARIN
ETKİLEŞİMLENDİĞİNİ
VE DE TARİHTEN ve GEÇMİŞ TECRÜBELERDEN ESİNLENMEYİ
UNUTMAMALIYIZ**

UK örneği (I)

Domestic Hydrogen Appliance Development Innovation SBRI Competition

- **Natural gas**, (mainly methane), has very different burning properties from manufactured **gas** and it was necessary to adapt or replace every **gas** appliance in **Britain** (around 20 million)! The **conversion** started in 1967 and took ten years to complete
- Natural gas was imported into Britain by boat in liquid form from 1959, for use in the new reformer plants. Large quantities natural gas were discovered off the coast of Yorkshire in 1965. UK **gas industry** then decided to supply this natural gas directly to consumers rather than use it to make manufactured gas. Natural gas, (mainly methane), has very different burning properties from manufactured gas and it was necessary to adapt or replace every gas appliance in Britain (around 20 million)! The conversion started in 1967 and took ten years to complete. The old appliances were collected because they could not be converted to use natural gas.

UK örneği (II)

Domestic Hydrogen Appliance Development Innovation SBRI Competition

Domestic Hydrogen Appliance Development
Innovation SBRI Competition

(Hy4Heat Work Package 4)

(An SBRI Competition: TRN: 1575/07/2018)

Invitation to Tender

30 August 2018

UK örneği (III)
Domestic Hydrogen Appliance Development
Innovation SBRI Competition

- **The Hy4Heat programme's aim is:**
- **To establish if it is technically possible and safe to replace methane with hydrogen in commercial and residential buildings and gas appliances. This will enable the Government to determine whether to proceed to a community trial.**
- **The Small Business Research Initiative (SBRI) pre-commercial procurement (PCP) is a quick, simple and well-established process that enables the development of innovative products and services in response to specific challenges faced by Government departments and public sector bodies. Successful business partners receive finance to develop their innovative ideas, generating new business opportunities and routes to market. PCPs have been successfully run in the UK through Innovate UK and the SBRI.**

Hidrojen her derde deva mı ? Hemen hemen

Clean Frequency Control for the Turkish Transmission Grid Applying H₂/O₂ Rocket Combustor Technology

O.J. Haidn, D. Davidenko, I. Gökalp
November 2013

Outline

- Electric Power Networks
- Frequency Control Regulations and Means
- H₂/O₂ Steam Generator for Primary Control
- Summary & Outlook

Institute of Space Propulsion



B Y K  L EKL  TOPLUMSAL-TEKN K S STEMLER VE H DROJEN (veya *m v llid lma*)

 skender G kalp

ODT , Makina M hendisligi B l m , Ankara

ICARE-CNRS, Orl ans, Fransa

Enerjide Arama Bulusmalari. Hidrojen

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanligi

15 Ocak 2020, Ankara