



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLGİ BELGE MERKEZİ(BBM)

Döküman Bilgileri

EMO BBM Yayın Kodu	: 1
Makalenin Adı	: Doğal gaz, Kömür, Temiz Yanma Teknolojileri ve Türkiye
Makalenin Yayın Tarihi	: 20/09/2008
Yayın Dili	: Türkçe
Makalenin Konusu	: temiz yanma teknolojileri
Makalenin Kaynağı	: Günce Dergisi, 20/09/2008
Anahtar Kelimeler	: temiz yanma teknolojileri
Yazar 1	: İskender Gökalp

Açıklama

Bu doküman Elektrik Mühendisleri Odası tarafından açık arşiv niteliğinde olarak bilginin paylaşımı ve aktarımı amacı ile eklenmiştir.

Odamız üyeleri kendilerine ait her türlü çalışmayı EMOP/Üye alanında bulunan veri giriş formu aracılığı ile bilgi belge merkezinde yer almasını sağlayabileceklerdir. Ayrıca diğer kişiler çalışmalarını e-posta (bbm@emo.org.tr) yolu ile göndererek de bu işlemin gerçekleşmesini sağlayabileceklerdir. Herhangi bir dergide yayınlanmış akademik çalışmaların dergideki formatı ile aynen yer almaması koşulu ile telif hakları ihlali söz konusu değildir.

Elektrik Mühendisleri Odası Bilgi Belge Merkezi'nde yer alan tüm bilgilerden kaynağı gösterilerek yararlanılabilir.

Bilgi Belge Merkezi'nde bulunan çalışmalardan yararlanıldığında, kullanan kişinin kaynak göstermesi etik açısından gerekli ve zorunludur. Kaynak gösterilmesinde kullanılan çalışmanın adı ve yazarıyla birlikte belgenin URL adresi (http://bbm.emo.org.tr/genel/katalog_detay.php?katalog=2&kayit=1) verilmelidir.

Doğal gaz, kömür, temiz yanma teknolojileri ve Türkiye

Günce Dergisi, 20.09.2008

Iskender Gökalp

Fransız Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi

Yanma, Aerotermik, Reaktivite ve Çevre Enstitüsü Müdürü

Orléans, Fransa

gokalp@cnrs-orleans.fr

Fosil yakıtların uzun seneler boyunca dünyasal enerji arzındaki önemlerini koruyacaklarından bugün kimsenin şüphesi yoktur. Sıvı yakıtların, yani petrolün, taşıma sektöründeki (kara, deniz ve hava) ezici ağırlığının en azından 2050'lere kadar devam edeceği kesin gözükmemektedir. İkinci ve üçüncü nesil biyoyakıtların veya kömürden elde edilecek sıvı yakıtların taşıma sektöründe büyük bir rol oynamaları için teknolojik ve ekonomik açılarından önemli ve uzun vadeli gelişmeler gerekmektedir. Aynı şekilde elektrik veya hibrid motorlu araçların önemli bir pazar payı almaları yakın bir gelecekte gerçekleşecek gibi gözükmemektedir. Nihayet, hidrojenin taşıma sektörüne aday yakıt olabilmesi için de hem hidrojen üretilmesi ve depolanmasında hem de hidrojenli yakıt hücreleri veya hidrojenle beslenen içten yanmalı motor teknolojilerinde çok kapsamlı gelişmelerin olması gerekmektedir. Benzer bir şekilde, hava taşımacılığında bio-kerozen veya hidrojenin petrol kökenli kerozenin yerini alabilmesi olanağı 2050'lerden önce mümkün gözükmemektedir. Ayrıca, yeni bir teknolojinin var olan teknolojilerin yerine geçmesinin çeşitli ve uzun safhaları gerektirdiğini de unutmamak gerekmektedir (1). 2050'lerde yeni yakıtlar ve bunları kullanabilecek motor sistemleri teknik açıdan hazır olsalar bile bunların var olan teknolojilerin yerini almalarının yani toplumsal kabul görmelerinin bir 50 sene daha sürebileceği düşünülebilir. Açıkçası 21. yüzyılda taşıma sektörünün petrole bağımlılığı devam edecektir.

Elektrik veya güç üretimi sektöründe de durum farklı değildir. Yenilenebilir ve nükleer enerji sistemlerinin dünyasal güç talebine kapsamlı bir şekilde cevap vermelerinin 21. yüzyılda olabileceği düşünülmemektedir. Elektrik üretiminde veya sanayi için gerekli ısı veya buhar üretiminde doğal gaz ve kömüre bağımlılığın devam edeceği açıkça gözükmemektedir.

İçinde bulunduğumuz yüzyılda, fosil yakıtlara dünyasal bağımlılığın süreceğini kabul edersek, önemli iki soruya cevap vermemiz gerekmektedir. Fosil yakıtların enerjiye (ısıya) çevrilmesi kimyasal dönüşümle yani yanma ile sağlanır. Karbon atomu ihtiva eden yakıtlar yanınca zorunlu olarak karbonik gaz salınır. Küresel ısınmanın dünyanın geleceği için bütünsel bir tehlike yarattığını göz ardı etmemiz bugün mümkün değildir. Dolayısıyla cevap vermemiz gereken birinci soru fosil yakıtları nasıl temiz (yani mümkün olduğu kadar az karbonik gaz salarak) yakabiliriz sorusudur. İkinci soru ise yeni ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmelerine gereken zamanı bırakabilmek için elimizdeki fosil yakıtları nasıl en verimli şekilde (yani en az tüketerek) kullanabiliriz sorusudur.

Yukarıdaki sorular küresel sorulardır; yani bugün fosil yakıt kullanan her yörede (ülkede) sorulan ve cevap aranan sorulardır. Mesela temiz ve verimli yanma teknolojileri teknoloji seviyesi yüksek ülkelerde hızlı bir şekilde geliştirilmektedir. Bir de yöresel veya bölgesel sorular vardır. Bunlar bölgelerin özelliklerine bağlı sorulardır: o yörede (veya ülkede) fosil yakıt kaynağı olup olmadığına, varsa hangi tipten fosil yakıt olduğuna, yörenin veya ülkenin fosil yakıt taşınması açısından (ithal ve ihraç) coğrafi konumuna, ülkede var olan yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı sorulardır. Bir ülkenin fosil yakıtlara bağımlılığının iç veya dış bağımlılık şeklinde olması da önemli yerel faktörler arasındadır. Dolayısıyla, bir ülkenin fosil enerjilere bağımlılığını irdelerken ve de enerji sorununa bütünsel cevap ararken hem bütünsel (küresel) hem de yerel (bölgesel) faktörlerin göz önünde tutulması gerekmektedir.

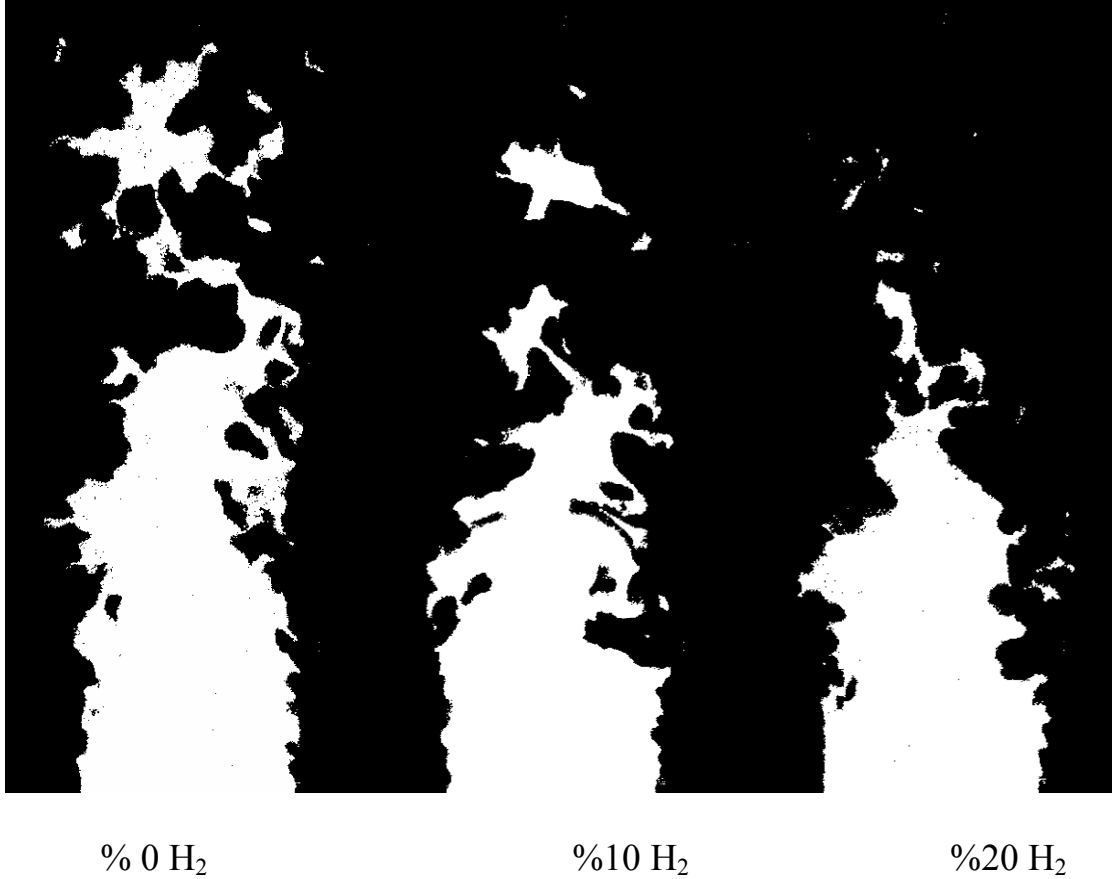
Böyle bir bakış açısı ile bu yazının başlığına geri dönersek şöyle bir durum ortaya çıkmaktadır: Türkiye’de doğal gaz yoktur (veya cüzi miktarda vardır) ama Türkiye’nin doğal gaz bağımlılığı yüksektir; Türkiye’de kömür (linyit) vardır ve henüz verimli bir şekilde kullanılmamaktadır; Türkiye çeşitli fosil yakıtların taşınması açısından elverişli bir coğrafi konumdadır; Türkiye’nin yeni ve yenilenebilir enerji potansiyeli yüksektir. Bu verileri birbirlerine bağlayarak Türkiye’nin fosil enerjilerin temiz ve verimli bir şekilde kullanılması konusunda neler yapabileceği hakkında bazı fikirleri aşağıdaki bölümlerde kısaca özetleyelim.

Türkiye ve doğal gaz

Türkiye’nin doğal gaza bağımlılık derecesini biliyoruz. Bir ülkenin kendi kontrolünde olmayan bir enerji kaynağına bu kadar bağımlı olmasının çeşitli etkilerini de biliyoruz. Bu durumu bugün kabullenmekten başka yapacak birşey yoktur. Bu durumu bir veri olarak almak ve ileriye dönük olarak neler yapılabileceğine bakmak devamlı hayıflanıp birşey yapmamaktan daha verimli ve akılcı bir yaklaşımdır. Üstelik Türkiye’nin doğal gaza bağımlılığı sadece yakıt kaynağına bağımlılık değildir. Türkiye yakıtı enerjiye çevirecek teknolojiye de bağımlıdır. Açıkçası, Türkiye kendisinin üretemediği gaz türbini teknolojisine de bağımlıdır. Böyle olunca atılacak adımların hem yakıt bağımlılığına hem de yakıtı enerjiye çevirme teknolojileri bağımlılığına, en azından bugün için kısmi çözümler getirebilecek ve de, yarın için, daha kapsamlı çözümler oluşturabilme potansiyeli olan adımlar olması gerektiği ortaya çıkar. Bunlar neler olabilir ?

Doğal gazın Türkiye’de cüzi miktarda bulunduğunu, bazı kuyuların da ekonomik olarak kullanılma sınırına geldiğini biliyoruz. Bu cüzi doğal gaz rezervlerinin en verimli şekilde nasıl kullanılacağı hakkında çabalar oluşturulabilir. Mesela, çıkarılması zor olan petrol kuyularında yapıldığı gibi karbonik gaz pompalayarak doğal gaz üretim verimliliği artırılabilir. Aynı zamanda bu doğal gazı kullanan termik santralin saldırdığı karbonik gazın depolanması için de bir çözüm üretilmiş olur. Ayrıca, ekonomik ve çevresel hesaplar yapıp uygun sonuçlar alındığı takdirde, elde edilen doğal gaz bilinen teknolojiler ile (reformaj) hidrojene çevrilip,

hidrojen ile zenginleştirilmiş doğal gaz olarak gaz türbinlerinde de yakılabilir. Zira yeni araştırma sonuçlarından görülebileceği gibi (2-5), doğal gaza (veya metan gazına) az bir miktar hidrojen ilavesi karışımın reaktivitesini arttırmakta ve önemli yanma parametresi olan alev yanma hızını arttırmakta ve dolayısı ile alev boyunu azaltmaktadır (şekil 1).



Şekil 1. Metan gazı ve hava önkarişimlerinin hidrojenle zenginleştirilmesi sonucunda alev yüksekliğinin azalması. Lazer tomografi tekniği ile elde edilen görüntüler. Karışım zenginliği 0,6; yanma odası basıncı 6 bar; önkarişimin yakıcıdan çıkış hızı 2,1 m/s.

Böyle bir uygulamaya gidilmesi aynı zamanda doğal gaz ile çalışan gaz türbinlerinin hidrojenli karışımlara dönüştürülmesi için de ilk çalışmaların yapılmasına ön ayak olmuş olur. Var olan bir gaz türbininin hafif bir şekilde tadilat edilmesi gaz türbini teknolojisine hakim olmakta bir ilk adım olabilir. Bu konuda TPAO ile gaz türbini kullanarak elektrik üreten şirketler arasında verimli bir ortak çalışma alanı oluşturulabilir.

Benzer bir yaklaşımla, havacılıkta kullanılan (sivil taşıma veya savunma amaçlı) gaz türbinlerinin sıvı yakıt (kerozen) yerine doğal gaz veya doğal gaz ve hidrojen karışımlarını yakabilecek bir sisteme dönüştürme çalışmaları da gaz türbini teknolojisine hakim olabilmek için uygun ilk adımları teşkil edebilir. Dolayısıyla uçuş müddetleri dolmuş uçak gaz türbinlerinin bu tadilat sayesinde güç üreten

sistemlere dönüştürülmesi mümkün olabilir; bu uygulamaların örnekleri çoktur (böylesine dönüştürülmüş gaz türbinlerine “aero derivative” gaz türbini adı verilir). Bu konuda THY ve Türkiye Hava Kuvvetleri arasında önemli bir ortak çalışma alanının oluşturulabileceği açıktır.

Türkiye dışından satın alınan doğal gaza gelince; bu durumu bir veri olarak alıp, bu durumdan hem enerji açısından hem de ekonomik açıdan nasıl yararlanılabileceği üzerine kafa yormakta yarar vardır. Böyle bir düşünce tarzı aynı zamanda kolay çözümleri de bertaraf eder. Mesela başkasının malını bir taşıma ücreti veya “ayak bastı” ücreti alarak başkasına satmaya çalışmak benim kolay dediğim ve gerçek anlamda katma değer getirmeyen bir çözümdür.

Bu veriyi kullanarak neler yapılabilir? Dışarıdan alınan doğal gazın başka ülkelere satılabilme hakkı olduğu takdirde (bildiğim kadarıyla böyle bir hak bazı anlaşmalarda sağlanmış), Türkiye’ye giren doğal gazı bir şekilde zenginleştirdikten sonra, yani bir katma değer ekleyerek satmakta her açıdan yarar vardır. Bunun ilk akla gelen şekli yukarıda da değindiğimiz hidrojenle zenginleştirme yaklaşımıdır. Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları, bilhassa rüzgar ve güneş, suyun elektrolizi sayesinde hidrojen üretilmesi için kullanılabilir. Elbette böyle bir yaklaşımın teknik, ekonomik ve çevresel yapılabilirliği irdelenmelidir. Ama hidrojen ekonomisinden genelde bahsetmek yerine bir amaca yönelik olarak çaba harcamakta yarar vardır. Bu yönde yapılacak çalışmalardan elde edilecek deneyim geleceğe yönelik çok faydalı bir yatırımdır. BOTAŞ bu konularda çeşitli katılımcılarla ortak çalışmalar oluşturmakla yükümlendirilebilir.

Aynı şekilde, doğal gazın taşınmasında gereken basınçlandırma için kullanılan kompresörler, taşınan doğal gazın enerji potansiyelinin bir kısmını kullanmaktadır. Kompresörleri çalıştırmak için gereken elektrik enerjisinin yine yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde elde edilmesi, en azından kısmen, sağlanabilir. Bunu çeşitli şekilde yapmak mümkündür. Bütün bunlar hem Türkiye’nin bugünkü enerji bağımlılığına ve güvenliliğine kısmi (cüzi bile olsa) çözümler getirebilir, hem de Türkiye’nin bilgi ve teknoloji seviyesini yarın için yukarıya doğru çekebilecek çabalardır.

Türkiye ve kömür

Doğal gazın tersine, Türkiye’nin linyit rezervleri önemlidir ve ilaveten taş kömürü rezervleri de vardır. Linyit rezervlerinin güç üretiminde en verimli ve de en az karbonik gaz üreten şekilde kullanılmasının üzerine vakit kaybetmeden gidilmesi gerekmektedir. Bunun sadece birkaç tane yolu vardır. Biri linyitin gazlaştırılması teknolojisidir, diğeri de linyitin oksijen ile yakılmasıdır. Bu iki yaklaşımı biraz açalım.

Gazlaştırma bilindiği gibi tamamlanmamış bir yanmadır. Yani oksidan (hava veya oksijen) miktarı yakıtın ihtiva ettiği bütün karbonu karbonik gaz ve su buharına

çevirmeye yetmez; gazlaştırma veya kısmi oksidasyon sayesinde sentetik gaz dediğimiz karbon monoksit (CO) ve hidrojen karışımı elde edilir. Bu karışım ya yakıt olarak kullanılabilir (gaz türbinlerinde) veya ilave kimyasal dönüşümlerle sıvı yakıt haline çevrilir (mesela Fischer-Tropsch çevrimi). Güç üretimine odaklanırsak, $CO+H_2$ karışımının gaz türbininde yakılması yine karbonik gaz ve su buharı elde edilmesi demektir. Karbonik gazın yanma sonrasında tutulması gerekmektedir ki bu kolay ve ucuz bir süreç değildir. Ayrıca karışımın önemli miktarda hidrojen ihtiva etmesi hava ile yanma sonunda önemli miktarda azot oksidin salınması anlamına gelir. Bir diğer çözüm karbon monoksitin yanma öncesinde karbonik gaza dönüştürülmesidir (water shift reaksiyonu sayesinde). Böylece saf karbonik gaz elde edilir ve tutulması elbette kolaydır. Ama yakıt olarak elde edilen saf hidrojeni yakacak gaz türbini bugün geliştirilmiş değildir. Dolayısıyla, sentetik gazın yakıt olarak kullanılması bugün henüz olgunlaşmış bir teknoloji değildir.

Kömürü diğer bir verimli ve temiz enerjiye çevirme şekli oksijenli yakma ile olabilir. Bu süreçte önce havanın oksijeni ve azotu ayrıştırılır ve yanma odasına sadece oksijen gönderilir. Oksijenli yanma sonunda oluşan gazlar sadece karbonik gaz ve su buharıdır. Su buharı yoğunlaştırılırsa saf karbonik gaz elde edilir ki tutulması kolaydır. Oksijenli yanma çok sıcak bir alev oluşturacağı için yanma sonu elde edilen karbonik gazın önemli bir kısmı yanma odasına geri verilerek alev sıcaklığı düşürülür ve kazanın ısı değişimi özellikleri hava ile yanma değerleriyle eşleştirilmiş olur. Oksijenli yanma sayesinde kömürün (veya linyitin) ihtiva ettiği bütün karbon oksitleneceği için yanmanın verimi de arttırılmış olur. Böylesine bir yaklaşımın hem verimlilik açısından hem de karbonik gazı tutma açısından çok uygun olduğu açıktır. Tutulan karbonik gazın ne yapılacağı başka bir konudur ve bu konuda da ilginç yaklaşımlar geliştirilmektedir.

Türkiye linyitlerinin oksijenli yanması araştırmalarına ön ayak olmak için başlatılan bir çalışmada, SOMA A termik santralini besleyen kömür parçacıklarının oksijenle yanma özellikleri araştırılmaya başlanmıştır (6). Aşağıdaki resimler 100 mikrometre ortalama çapındaki bir linyit parçacığının oksijenle yanması safhalarını görüntülemektedir. Lazer ışını ile tutuşturulan linyit parçacığının parlaması ile (ilk görüntü), sönmekte olduğu son görüntü arasında 10.26 milisaniye gözlenmiştir. Bu görüntüler sayesinde linyit parçacıklarının tutuşma ve yanma süreleri ölçülebilmekte ve oksijenli yanma modelleri yapılabilmektedir. Bu türden çalışmaların Türkiye’de hızlandırılması son derece acildir.

Oksijenli linyit yanma teknolojilerini Türkiye geliştirebilir ve bu konuda lider rolü oynayabilir. Afşin-Elbistan linyit havzaları için tasarlanan yeni termik santral projelerinde bu teknolojinin de düşünülmesinde her açıdan yarar vardır. EÜAŞ, TKİ ve MTA bu konuda ortak çabalarda bulunmalıdır.



Sekil 2. 100 mikrometre ortalama çapındaki SOMA linyit parçacığının lazer ışını kullanarak oksijen içinde parlama ve yanma süreci görüntüleri

Sonuç

Fosil yakıtların temiz ve verimli bir şekilde kullanılmaları için çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Türkiye'nin koşulları bunların bazılarının benimsenmesi için uygundur. Bu çabalar hem bugünün acil güç ihtiyacına cevap verebilir hem de geleceğin yeni ve yenilenebilir enerji teknolojilerine ön ayak olabilir. Bu yönde ilerleyebilmek için iki koşulun sağlanması gerekmektedir: herşeyden önce bu çabaları kolaylaştıracak ülke stratejisinin oluşturulması ve bu stratejinin gerçekleştirilmesinin ehil ellere bırakılması gerekmektedir. İkinci olarak bu stratejiyi mümkün kılacak araştırma ve geliştirme altyapılarının derhal kurulması gerekmektedir; aynı şekilde bu çabaların da ehil eller tarafından yapılması gerekmektedir. Kaybedilecek zaman kalmamıştır. Çok kalın bir duvar Türkiye'nin enerji geleceğinin önüne örülmektedir. Bu duvarı aşmanın yolları sınırlıdır ama vardır.

Referanslar

1. İskender Gökalp, On the analysis of large technical systems. **Science, Technology & Human Values** 17: 57-78 (1992)
2. Fabien Halter, Christian Chauveau, İskender Gökalp, Characterization of the effects of hydrogen addition in premixed methane/air flames. **International Journal of Hydrogen Energy** 32: 2585-2592 (2007)

3. Fabien Halter, Christian Chauveau, Iskender Gökalp, Investigations on the flamelet inner structure of turbulent premixed flames
Combustion Science & Technology 180: 713-728 (2008)
4. Dilek Funda Kurtuluş, Cécile Cohé, Christian Chauveau, Iskender Gökalp
Flowfield measurements using PIV in high pressure lean premixed laminar flames. **10. Uluslararası Yanma Sempozyumu, Sakarya Üniversitesi, 9-10 Ekim 2008**
5. Barış Yılmaz, Sibel Özdoğan, Iskender Gökalp, Contribution to the numerical analysis of turbulent lean premixed flames. **10. Uluslararası Yanma Sempozyumu, Sakarya Üniversitesi, 9-10 Ekim 2008**
6. Ahmet Yozgatligil, Christian Chauveau, Iskender Gökalp , Mücella Ersoy, Zeki Olgun, Selahaddin Anaç, Ömer Oran, Berna Ozensoy, Özlem Özer Gökçe, Initial observations on combustion characteristics of levitated Turkish lignite particles. **10. Uluslararası Yanma Sempozyumu, Sakarya Üniversitesi, 9-10 Ekim 2008.**