

ABD, Geleneksel Olmayan Doğalgaz Türü Kaya Gazı Rezervleri Zenginliği ile Klasik Olmayan Doğalgaz Çeşidi Kömür Yataklı Metan Gazı (Coalbed Methane-CBM) Bolluğu Sayesinde Ulaşacağı Endüstriyel ve Ekonomik Kazanımlar

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası (canguzel.taner@gmail.com)

Amerika Birleşik Devletleri yeni keşfedilen klasik olmayan doğalgaz çeşitleri arasında sayılan evrimsel şeyl gazları üretimi bolluğu yaşamak üzeredir. Amerika yeni kuşak kaya gazı üretimi zenginliği sayesinde erişeceği ulusal endüstriyel ve ekonomik canlılık için artık gün saymaya başlamıştır. Amerika kaya gazları üretimi bölgeleri içerisinde Marcellus şeyl gazı yatakları (New York, Pennsylvania, Ohio, Maryland ve West Virginia Eyaletleri), Utica kaya gazı rezervleri (Kentucky, Maryland, New York, Ohio, Pennsylvania, Tennessee, West Virginia ve Virginia Eyaletleri), Bakken şeyl gazı kaynakları (Montana ve North Dakota Eyaletleri), Haynesville şeyl gazı rezervleri (Arkansas, Louisiana ve Texas Eyaletleri) ve Barnett kaya gazı yatakları (Texas Eyaleti) en zengin geleneksel olmayan doğalgaz sahaları olarak bilinmektedir. Öte yandan, geleneksel doğalgaz türleri arasında sayılmayan kömür kaynaklı metan gazı rezervleri ise Pennsylvania, Virginia, Ohio, Kentucky, Tennessee, Georgia, Alabama, Illinois, Wyoming, Montana, Colorado, New Mexico ve Washington Eyaletleri boyunca bulunmaktadır. Kömür ocakları içerisinde grizu patlamaları kazaları sonrası yangınlara neden olması nedeniyle kömür yatakları kökenli metan gazı salınımları yok edilmesi için önceleri tedbirler alınmaktaydı. Daha sonraları güçlü sera gazı etkisi olan metan gazları salımlarının küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği mekanizmaları sorunları karşısında bertaraf edilmesi yoluna gidildi. Şimdilerde ise metan gazı emisyonlarının tutulması ve depolanması kanalıyla konvansiyonel olmayan doğalgaz türleri arasında sayılan metan gazı salınımlarının kullanılması amaçlanmaktadır. Bu arada yaşanmakta olan kaya gazları üretimleri bolluğu nedeni ile yarım asrı aşkın süredir Amerika'da güç üretimi sağlayan kömür kökenli elektrik santralleri yerine doğalgaza dayalı elektrik santralleri kurulması çalışmaları da başlatılmıştır. Bu durum ise Amerika sera gazı emisyonları azaltılması bağlamında özellikle de ülkenin karbon salımları ve karbondioksit salınımları sınırlandırılması perspektifleri açısından önemli bir aşama olarak kabul edilmektedir. Klasik doğalgaz kabul edilmeyen kaya gazı ve geleneksel doğalgaz kökenli sayılmayan kömür kaynaklı metan gazı (Coal Bed Methane - CBM) teknolojileri, yakın gelecekte Amerika'nın sahip olacağı ekonomik ve endüstriyel kazanımlar yanında ülkede geniş bir istihdam olanağı sağlanmasına da katkı temin edecektir. Yüksek petrol fiyatları nedeniyle hammadde temini darlığı çeken Amerikan petrokimya endüstrisi, üretim prosesleri hammadde gereksinimlerini karşılamak için teknolojilerini yerli olan ucuz doğalgaza dönüştürerek dış piyasalarla çok yönlü biçimde rekabetçi bir konuma gelmektedir.

Dünyanın en geniş doğalgaz rezervleri keşfedilen Katar ve İran sınırında yer alan Güney Pars Bölgesi'nden sonra yerkürenin ikinci büyük gaz kaynakları ise, 1850 'li yıllarda Amerika'nın ilk petrol kuyuları sahası sayılan Pennsylvania Eyaleti içerisinde bulunmuştur. 2000 'li yılların başlarından günümüze kadar Amerika klasik doğalgaz kaynakları ciddi boyutlarda ve hızla azalmaktadır. Amerika çok büyük doğalgaz

ithalatçısı konumuna gelirken ve sıvılaştırılmış doğalgaz terminalleri yatırımları (**Liquefied Natural Gas LNG** terminal investments) için 100 milyar dolar harcaması planlanma safhasında iken ülke kendini birdenbire doğalgaz bolluğu içerisinde bulmuştur. Jeologlar tarafından Amerikan kaya gazları varlıkları bilinmesine rağmen şeyl gazlarının çıkarılması ve üretimi ekonomik aynı zamanda teknolojik açılardan imkânsız görülmekte idi. Söz konusu olanaksız görülen konvansiyonel olmayan kaya gazı çıkarılması ve üretilmesi perspektifleri 2000 'li yıllara kadar böyle süre gelmiştir. Şimdilerde ise yeni kuşak kaya gazları çıkarılması ve üretimi sayesinde üçte bir oranında Amerikan gaz arzı ve temini sağlanmaktadır. 2035 yılına kadar yıllık 820 milyar metreküp düzeyine yükselmesi beklenen Amerika toplam doğalgaz arzı ve temininin yarısının yeni nesil ulusal şeyl gazları üretimi kanalıyla karşılanması öngörülmektedir. Ayrıca, ABD evrimsel kaya gazı üretimi artışına pek çok faktör de katkı yapmaktadır. Söz konusu faktörler arasında deneyimli insan kaynakları, ileri ve yenilikçi teknolojik donanım potansiyeli yüksek olan Amerikan sermayesi ile birlikte ulusal petrol sanayisi harekete geçirilmesi de sayılmaktadır. Diğer faktörler arasında ise, doğalgaz sondaj çalışmaları risklerinin minimum seviyede tutulması, canlı ve hareketli gaz pazarı içerisinde 1970 'li yıllardan başlamak üzere mevcut doğalgaz hatları projelerine üçüncü partilerin katılımının serbestleştirilmesi gibi süregelen yeni düzenlemeler ve uygulamalar sıralanmaktadır. Ancak Amerikan kaya gazı üretiminin yükselmesinde en önemli faktörlerden biri olarak bir petrol şirketinin başında bulunan George Mitchell 'in kayaları hidrolik kırma teknolojisi (hydraulic fracking technology) ve şeyl kayalarını hidrolik çatlatma yöntemi (hydraulic fracturing process) geliştirilmesi konularındaki yoğun çabaları gösterilmektedir. Uzun senelerden beri büyük petrol ve doğalgaz şirketleri konvansiyonel olmayan kaya gazları çıkarılması ve üretilmesi teknolojileri yöntemlerinin ilerletilmesi konuları ile ilgilenmelerine rağmen ciddi bir teknolojik hamle gerçekleştirememişlerdir. Mr Mitchell ise oldukça karmaşık teknolojik problemleri çözmek için 10 yılda 6 milyon dolar harcamıştır. Sözü edilen çetrefilli sorunların çözümünde doğalgaz tarihinde ilk kez bu düzeyde harcanan paranın boşa gideceği herkes tarafından ileri sürülmesine rağmen iş adamı George Mitchell yılmamış ve hedefine ulaşmıştır. Marcellus, Haynesville, Barnett, Utica ve diğer kaya gazı rezervleri bulunan yörelerde kullanılmakta olan teknolojiler şaşırtıcı üretim artışlarına sahne olmaktadır. Petrollü şeyl çıkarılması ve üretilmesi teknolojileri, aynı şekilde kaya gazı yataklarından klasik olmayan şeyl gazları çıkarılması için de uygulanabilmektedir. Hatta bazı kuyularda gaz ile birlikte butan ve propan gibi çok değerli doğalgaz sıvıları (**natural-gas liquids – NGLS**) da üretilebilecektir. Güney Texas Eagle Ford rezervi içerisinde büyük miktarlarda ham petrol de bulunmaktadır. North Dakota Bakken şeyl gazı yatakları içinden de günde yarım milyon varil ham petrol çıkarılmaktadır. Amerika petrollü şeyl yatakları kanalıyla günde 3 milyon varil ham petrol çıkarılarak bir kaç yıl sonra ülkenin şu andaki ham petrol ihtiyacının yaklaşık üçte birini karşılayabilecek düzeye gelmesi öngörülmektedir. Daha verimli olan yeni nesil doğalgaz çıkarılması ve üretilmesi teknolojileri kullanılması sayesinde ise gaz kazanılması maliyetleri hızla düşmektedir. Tek doğalgaz sahası ve tekli platformda çoklu sondaj kuyuları vasıtasıyla 6 'ya kadar doğalgaz üretim kuyusu açılarak gaz maliyeti çok daha ucuz seviyelere çekilebilmektedir. Üç boyutlu sismik görüntüleme sistemi sayesinde büyük miktarlarda doğalgaz bulunan sahalarda (sweet spots) kolaylıkla saptanabilmektedir. Yatay sondaj bölümleri daha uzun olmakta diğer taraftan başa baş masrafları karşılayan maliyetler (break-even costs) ise çok hızlı düşüşler göstermektedir. Öte yandan, kaya gazları ve kömür damarları kökenli gazlar (**Coal Seam Gas - CSG**) gibi sıkıştırılmış gaz (tight gas) da konvansiyonel olmayan gaz türleri arasında

zikredilmektedir. Sıkıştırılmış doğalgazlar, gazın çok yoğun bulunduğu bölgeler olan verimli yerler (sweet spots) tespit edilerek çıkarılmaktadır. Kumtaşı rezervuarları içine yerleşen sıkıştırılmış gazlar, üretilmesi ve çıkarılması zor geleneksel olmayan doğalgaz çeşitleri sınıfından kabul edilmektedir. Kumtaşı rezervuarının yapısı itibarıyla sıkışmış gazın üretimi ticari boyutta uygun olmamasına karşın enerji fiyatlarının aşırı yükselmesi nedeni ile söz konusu doğalgazın çıkarılması ekonomik hale gelmektedir.

Küresel kaya gazı yatakları 1000 ila 4000 metre derinliklere doğru uzanmaktadır. Kömür kökenli metan gazı rezervleri (**Coal Bed Methane – CBM**) 1000 - 2000 metre derinlikler arasında yer almaktadır. Ölçütlerinin karşılaştırılması açısından yeraltı suyu akiferlerinin 100 metre derinlikte, New York kentinin gökdelenlerinden biri olan Empire State Building binası yüksekliğinin 381 metre, kurulumundan 3-4 ay sonra sökülen petrol ve doğalgaz sondaj kuleleri boyunun ise 30 metre olduğu unutulmamalıdır. Petrol, doğalgaz sondaj ve üretim kuyuları ise ortalama 2200 metre'ye kadar inmektedir. Kömüre dayalı metan gazı CBM, kömür rezervleri içerisinde hapsedilmiş geleneksel olmayan doğalgaz türü bir gazdır. 1980 yılında birkaç düzine olan CBM doğalgaz sondaj kuyusu sayısı 2000 yılında 14000 adete ulaşmıştır. Başlangıç aşamasında CBM doğalgazı çıkarılması temelinde Amerika kömür madeni ocakları içerisinde vuku bulan metan yanması ve grizu patlamaları kazaları azaltılması hedeflenmiştir. CBM kömür maden ocaklarında metan gazı patlamaları ile beraber meydana gelen yangın vakaları kömür madeni çalışanları açısından en büyük tehlikeyi oluşturmaktaydı. Bu bağlamda metan gazı sıkışması sonucu oluşan grizu patlaması risklerinin en aza indirilmesi amacıyla kömür ocakları işletilmesi sırasında metan gazını seyreltmek için havalandırma çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Bazı kömür madeni işletmeleri metan gazının değerine binaen metan gazı yakalanması ve depolanması teknolojileri geliştirmiştir. Ayrıca, metan gazı emisyonları atmosfere salındığı takdirde küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği sorunları oluşturan ciddi bir çevresel tehdit de meydana getirmektedir. Böylece, kömür maden ocağı metan gazı tutulması ve üretimi yoluyla küresel iklim değişiklikleri için de bir çözüm yolu sağlanmaktadır. Amerika kömür yatağı metan gazı rezervleri; Northern Appalachian, Central Appalachian (Pennsylvania, Virginia, Ohio, Kentucky, Tennessee, Georgia, Alabama), Illinois Basin (Illinois), Black Warrior (Alabama), San Juan (Colorado, New Mexico), Greater Green River (Wyoming), Powder River (Wyoming, Montana), Uinta (Utah), Piceance (Colorado), Wind River (Wyoming), Raton (Colorado, New Mexico) ile Western Washington'da keşfedilmiştir.

Amerika konvansiyonel olmayan doğalgaz rezervleri genişliği konusunda çeşitli ve birbirinden oldukça farklı değişik öngörüler de yapılmaktadır. Amerikan Enerji Bilgi İdaresi (**Energy Information Administration – EIA**), Amerika kazanılabilir doğalgaz kaynakları öngörüsü olarak takribi 37 trilyon metreküp bir tahminde bulunmaktadır. Öngörülen miktarın üçte ikisini kaya gazları (shale gas) geri kalanını ise sıkışmış gazlar (tight gas) ve kömür yatağı metan gazları (**coal bed methane – CBM**) oluşturmaktadır. Diğer kuruluşların yaptığı doğalgaz rezervleri öngörülerini ise çok daha yüksek düzeylerde olmaktadır. Başkan Barack Obama Ocak 2012'de Birliğe hitaben yaptığı yıllık geleneksel son radyo konuşmasında EIA verilerini kullanarak halihazırdaki Amerika doğalgaz tüketimi oranları göz önüne alındığı takdirde ülkeye 100 yıl yetecek kadar ulusal gaz arzı ve doğalgaz temini varlığını resmen duyurmuştur. 2012 yılı başlarında Amerika doğalgaz fiyatları milyon Btu (mBtu) başına 2 doların altına kadar düşmüştür. İngiliz termal birimi (**British thermal unit –**

Btu) doğalgaz sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Yukarıda belirtilen doğalgaz fiyatı 2001 yılından beri Amerika'da görülmemiş ucuz bir gaz fiyatıdır. 2.20 dolar düzeyinde seyreden doğalgaz fiyatları bir müddet daha düşük seviyelerde kalacağı beklenmektedir. Piyasalardaki yoğun doğalgaz arzı ve düşen gaz fiyatları ile ham petrol fiyatlarının fahiş oranlarda yükselişi Amerikan sondaj kuyularının zengin petrollü şeyl gazları yataklarına doğru yönelmesine neden teşkil etmektedir. Böylece, söz konusu petrol kuyuları sayesinde ham petrol üretimlerine paralel büyük oranlarda doğalgaz üretimi de yan ürün olarak kazanılmaktadır. Kontratları sona eren sadece kuru doğalgaz üreten kuyular kapatılmakta ancak ham petrol fiyatlarını belli düzeylerde tutan kuyular ise NGLS üretimleri için faaliyetlerini sürdürmektedir. Doğalgaz fiyat analizleri uzmanları çoğunlukla gaz fiyatlarının yaklaşık iki kat artarak eninde sonunda mBtu başına 4.5 dolar düzeyinde sabitleneceğini tahmin etmektedir. Amerika elektrik üretimi büyük oranlarda kömür yakıtlı güç santralleri vasıtasıyla karşılanmaktadır. Ancak son senelerde özellikle de 2006 ila 2012 yılları arasında kömür kaynaklı elektrik santralleri yerine doğalgaz kombine çevrim santralleri kurulması çalışmaları hızlanmış görünmektedir. Örneğin, 2006 yılında ABD doğalgaz güç santralleri elektrik üretimi %20 düzeyinde iken 2012 yılında kömür yakan güç santralleri elektrik üretimi azalmış ve ülke genelinde Amerika doğalgaz çevrim santralleri elektrik üretimi payı ise yaklaşık %25 seviyesine kadar yükselmiştir. Amerika çevre kanunları kapsamında yürürlükte olan Temiz Hava Yasası (Clean Air Act) gereği karbondioksit salımları dışında kükürt dioksit emisyonları, azot oksit salınımları ile civa emisyonlarının sınırlandırılması, kontrol ve denetim altına alınması gerekmektedir. Ucuz ulusal doğalgaz çıkarılması ve yerli gaz üretimi bolluğu ile birlikte yürürlükteki ABD Temiz Hava Kanunu sayesinde kirli kömüre dayalı güç santralleri karşısında doğalgaz elektrik santralleri tercih edilir hale gelmektedir. Yaklaşık 60 yıldan beri ABD güç üretimi %50 oranında kömür yakan elektrik santralleri işletilmesi ile temin edilmektedir. Ancak 2011 yılında kömür kökenli termik santraller elektrik üretimi payı kayıtların tutulmaya başlandığı 1949 yılından beri ilk kez en düşük olan %42 seviyesine kadar azalmıştır. EIA, kömürle işletilen elektrik santralleri enerji üretimi payının 2012 yılından itibaren hızla düşerek gelecek yıllarda %36 seviyesine ineceğini öngörmektedir.

Amerika doğalgaz bolluğu ve gaz zenginliği ülkede bazı önemli değişimlere de sahne olmaktadır. Örneğin, Amerika sera gazı emisyonları 450 milyon ton azalmak suretiyle son beş yılın en düşük seviyesine kadar inme rekorunu kırmıştır. Küresel sera gazı salımları açısından bu düzeyde bir azalma dünyada ilk defa yaşanmaktadır. Ancak küresel ısınma ve küresel iklimsel değişimler problemleri konusunda ciddi vaatlerle ortaya konulan Avrupa Birliği sera gazı salınımları azaltılması ise aynı periyot zarfında azalma bir yana önemli artışlar kaydetmektedir. AB sera gazları emisyonlarının yükselmesine gerekçe olarak da ham petrol fiyatlarına endekslenen doğalgaz fiyatlarının fahiş oranlarda artması sebebi ile, Avrupa Birliği ülkelerinin doğalgaz termik santralleri elektrik üretimi oranlarının büyük ölçüde düşürülmesi ve söz konusu güç santralleri yerine daha ucuz elektrik üretimi sağlayan kömürle çalışan elektrik santralleri işletilmesi gösterilmektedir. Amerikan ucuz gazı ve ulusal şeyl gazları bolluğu diğer endüstriyel sektörler de canlılık getirmektedir. Ülkede çıkarılan ve üretilen doğalgazın üçte birini Amerikan sanayi sektörü kullanmaktadır. Doğalgazdan en büyük kazanım sağlayan sanayi sektörü ise Amerikan petrokimya endüstrisi olmaktadır. Amerika petrokimya sanayi sektörü gübre üretimi temel hammaddeleri metanol ve amonyak üretimleri için doğalgaz yoğun şekilde kullanılmaktadır. Ham petrol fiyatlarının aşırı yüksek seyretmesi nedeni ile petrokimya

endüstrisi hammadde olarak petrol ve petrol ürünlerinden üretilen nafta yerine ulusal ucuz doğalgazdan çıkarılan etan üretimini tercih etmektedir. Böylece, küresel ham petrol fiyatları fahiş oranlarda artmasına rağmen Amerikan petrokimya sanayi sektörü temel hammadde ihtiyaçları iç piyasalardan düşük fiyatlarla temin edilebilmektedir. Söz konusu kimyasal hammaddeler diğer sanayi dalları otomobil sektörü, tarım sektörü, ev aletleri sektörü ve inşaat sektörü içerisinde de büyük kazanımlar sağlamakta ve ülkenin dış pazarlardaki ihraç ürünleri rekabet gücünü son derece artırmaktadır. Örneğin, dünyanın en düşük maliyetli üreticileri sayılan Orta Doğu ülkelerinde devlete ait petrokimya endüstrisi sektörü şirketleri karşısında Amerikan firmaları, ulusal ucuz doğalgaz fiyatları ile üretilen sanayi hammaddeleri sayesinde dış pazarlarda rekabet eder konuma gelmektedir. Düşük doğalgaz fiyatlarından kazanç sağlamak amacıyla Dow Chemical ve diğer pek çok Amerikan firması yurtiçi bir dizi yeni yatırımlar yapmaya hazırlanmaktadır. Dünyanın en büyük metanol üreticisi Methanex, Şili'de bulunan çok büyük etilen kraker (ethylene craker) kompleksini kapatarak Amerika'nın Meksika Körfezi kıyısında yeniden kurmaya karar vermiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nin ucuz iş gücü olan ülkelere tekrar Amerika'ya mamul madde olarak ithal etmek üzere gerçekleştirdiği ucuz hammadde ihracatını ise azaltması beklenmektedir. Amerika, hammadde ve tabii kaynaklar tedarik zincirini azaltmak suretiyle özellikle maliyetlerin yüksek olduğu petrokimya sanayi dalını canlandırarak imalat sektöründe yeniden iş olanakları yaratılmasını hedeflemektedir. Çok büyük PricewaterhouseCoopers ticari danışmanlık firması, ülkede yaşanan düşük hammadde fiyatları ve ucuz enerji maliyetleri sayesinde 2025 yılına kadar Amerikan fabrikalarında 1 milyonun üstünde iş imkânı sağlanacağını tahmin etmektedir. Endüstriyel olmayan sektörler de ülkenin doğalgaz zenginliği ve bolluğundan önemli kazanımlar temin edecektir. Massachusetts Institute of Technology – MIT 'ye göre Amerika toplam enerji tüketimi %40 oranında ev ve iş yerleri binaları içinde elektrik veya ülke gaz talebinin takribi yarısını oluşturan şekilde gerçekleşmektedir. Düşük doğalgaz fiyatları, çoğunlukla yerel vergi faturalarında ayrıntılı biçimde belirtilen ve listelenen okul ile devlet daireleri binalarının ısıtma maliyetlerinin azalacağını da işaret etmektedir.

Ucuz gaz fiyatlarının en etkin olarak görüleceği alan ise şu ana kadar hissedilmese de Amerika trafiğinde bulunan taşıt araçları yakıt depolarının olması beklenmektedir. Amerika taşıt araçları karbon emisyonları, tüm Amerikan karbondioksit salınımlarının üçte birini oluşturmaktadır. Doğalgaz kullanımı ise benzin tüketimine kıyasla çevreye yaklaşık %25 daha az karbondioksit emisyonu yapmakta ve oldukça doğa dostu gibi görünmektedir. Öte yandan, gaz fiyatının mBtu başına 2.50 dolar olması, petrol varil fiyatının 100 dolara kıyasla 15 dolara eşdeğer olmasına karşılık gelmektedir. Bir başka deyişle, doğalgaz birim fiyatı benzin birim fiyatına nazaran yaklaşık 6 kat daha ucuz düzeyde bulunmaktadır. Şu anda Amerika'da otomobil, otobüs ve diğer ağır taşıt araçlarının neredeyse tamamı yakıt olarak rafine edilmiş petrol ürünleri kullanmaktadır. Ancak doğalgazın taşıt araçlarında yakıt olarak kullanılması birkaç şekilde olabilmektedir. Yakıt olarak kullanılma biçimi ya doğrudan doğruya sıkıştırılmış doğalgaz (compressed natural gas – **CNG**) veya sıvılaştırılmış doğalgaz (Liquefied Natural Gas – **LNG**) şeklinde ya da dolaylı olarak doğalgazı sıvı yakıt dönüştürme veya elektrikli araçlarda ise güce çevirme tarzında olmaktadır. Amerikan gaz üretiminin sadece %3 'ü şimdilik taşıt araçlarında kullanım ve tüketim alanı bulmaktadır. Amerika'da doğalgazlı araç sayısı (natural-gas vehicles – **NGV**), 2003 ila 2009 yılları arasında iki kat artarak yollardaki tüm araçların ancak %0.1 oranını temsil eden 110000 adete ulaşmıştır. Şu anda Dallas-Fort Worth Havaalanında 500

bakım aracı gazla çalıştırılmaktadır. Bu arada havaalanının bir pisti altında da kaya kırma yöntemi (fracking) tekniğine izin verilmiştir. Bir telekomünikasyon şirketi olan AT&T, CNG kullanan 8000 araç satın almaya karar vermiştir. Böylece AT&T, en büyük sayıda NGV 'li araç filosuna sahip şirket konumuna gelmektedir. Diğer taraftan, okul otobüsleri, çöp kamyonları ile belediyeye ait diğer araçlar da doğalgaz yakıtı kullanan araçlara dönüştürülmektedir. CNG kullanımının dezavantajları da bulunmaktadır. Yakıtların yüksek basınç altında depolanacak olması taşıt araçlarını hacimli hale getirmektedir. Benzinli araçların yakıt deposu ise söz konusu araçların yakıt tankına kıyasla sadece dörtte biri oranında daha küçük olmaktadır. Standart araçlarda yeni donanım düzeni kurulumları pahalı olup, ülkede yakıt ikmali altyapısı da henüz gelişme aşamasındadır. Amerika'da 115000 adet bulunan benzin istasyonları karşılığında halka açık CNG istasyonları sayısı sadece 500 kadardır. Bununla beraber CNG kullanımı, yaygın taşıt filosu olan firmalar ve otobüsler için uygun sayılmaktadır. Yerel otobüslerin yaklaşık %20 'si CNG veya LNG ile çalışmaktadır. Öte yandan, IHS araştırma firmasından Mr Stoppard, 2030 yılına kadar deniz ticareti yapan dünya gemi filosunun üçte birinin LNG kullanacağını tahmin etmektedir. Yılda 60 milyon yolcu taşıyan Staten Island Ferry şirketi daha şimdiden doğalgaz yakıtı dönüşümlerini gerçekleştirmektedir.

Yakıt depolarını doldurmak için diğer yöntemler arasında gazdan sıvıya dönüştüren (gas-to-liquids – **GTL**) yakıt teknolojileri de yer almaktadır. GTL yakıt teknolojisi içerisinde gazı sıvı yakıtıya dönüştürmek için ısıl ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Söz konusu teknolojide, gazı hem petrokimyasal maddeler hem de dizel ve kerosen benzeri uzun zincirli hidrokarbonlara dönüştürmek için katalizörlere ihtiyaç duyulmaktadır. Teknolojinin ilerlemesi 2000 'li yıllara kadar yavaş sürmekle beraber yaşanan gaz bolluğu aynı zamanda ham petrol fiyatlarının yüksek seyir izlemesi karşısında GTL yakıt teknolojisi gelişimi hızlanmıştır. Kaya gazı devrimi sonrası dünyada pek çok fabrikada GTL yakıt üretimleri yapılmaktadır. GTL yakıtları üreten fabrikalar içerisinde en büyüğü olan Katar'daki 19 milyar dolar maliyetli Shell's Pearl Tesisi, Qataris ile ortaklaşa çalıştırılmaktadır. Shell, benzer bir tesisi de Amerika'nın Meksika Körfezi kıyılarında kurmayı planlamaktadır. Fosil yakıt endüstrisi Amerika ekonomisinin küçük bir dilimini oluşturmasına karşın doğalgaz fiyatlarında görülen çarpıcı düşüşler sayesinde imalat sanayinde Rönesans beklentisi içine girilmiştir. İsviçre Bankası UBS, gelecek 5 yılda **gayri safi yurtiçi hasıla (gsyih)** (**Gross Domestic Product - GDP**) 'nın senelik % 0.5 artacağını öngörmektedir. Bu arada düşük gaz fiyatları Amerikalıların bütçelerinde bir rahatlama da getirmektedir. Bir araştırma grubu olan IHS Global Insight, Amerika'da yaşanan doğalgaz zenginliği ve ucuz doğalgaz sayesinde ortalama Amerikan ailesinin yılda 926 dolar tasarruf sağladığını hesaplamaktadır. Ancak son doğalgaz bolluğu gelişmelerinden herkes kazançlı çıkmayacaktır. Örneğin, bazı kömür madeni ocağı çalışanları yeni iş olanakları araştırmak zorunda kalacaklardır. Bununla beraber ABD Başkanı Barack Obama, ülkede kaya gazı çıkarılması ve üretimi yöntemi olan kaya kırma teknolojisi (fracking technology) yaygınlaşması halinde 2020 yılına kadar 600000 iş imkânı doğacağını ifade etmektedir. Böylece, 10 yıl öncesi sadece var olma mücadelesi veren ve can çekişen doğalgaz sektörünün dirileceği de işaret edilmektedir.

Kaynaklar:

-Fosil Yakıtlı Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.

- İleri Nükleer Santraller, İklimsel Değişim Mekanizmaları, Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri Bilimsel Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Polonya Enerji Politikası ve Şeyl Gazı (Kaya Gazı) Çıkarılması, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Doğalgaz Çevrim Santralleri ve Kömürlü Elektrik Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Kömür Yakan Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Amerika Birleşik Devletleri Kömür Kökenli Termik Santraller Geleceği ve Karbondioksit Emisyonları ile ilgili Federal Seviyede Yeni Yasal Düzenlemeler, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD Nükleer Enerji Politikaları Çerçevesinde Geliştirilen Modern Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Karbon Yakalama ve Depolama (Carbon Capture and Storage) CCS Teknolojisi Kapsamında Son Yapılan Küresel Bilimsel Araştırma ve Geliştirme (AR-GE) Faaliyetleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişiklikleri Nedenleri Arasında Sayılan Küresel Karbondioksit Emisyonları Yok Edilmesi Teknolojileri Maliyetleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Amerika Birleşik Devletleri Petrollü Kaya Gazı Üretimi, Petrollü Şeyl Gazı Sanayi ve Küresel Doğalgaz Fiyatları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Avustralya Kömür Damarları ve Şeyl Kayalarına Dayalı Doğalgaz (Coal Seam Gas-CSG) Üretimi ve Kaya Gazı (Doğalgaz) Devrimi, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD Klasik Olmayan Doğalgaz (Şeyl Gazı-Kaya Gazı) Devrimi Sonrası Global Şeyl Gazı Piyasası Gelişimi ve Klasik Doğalgaz Fiyatları Trendi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Küresel Doğalgaz Devrimi ile Geliştirilen Global Klasik Doğalgaz ve Klasik Olmayan Şeyl Gazları – Kaya Gazları Rezervleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Yeni Keşfedilen Global Kaya Gazı Rezervleri Sayesinde Temin Edilecek Doğalgaz Sanayi Sektörü Gelişim Süreci İçinde Küresel Karbondioksit Emisyonları Kontrol ve Denetim Altına Alınması Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- The Economist Dergisi (14 Temmuz 2012 – 20 Temmuz 2012).

Fizik Mühendisleri Odası Resmi İnternet Sitesi:

[www.fmo.org.tr/ yayinlar/faydali-bilgiler](http://www.fmo.org.tr/yayinlar/faydali-bilgiler)