

Amerika ve Avrupa Ülkelerinde Yeni Nesil Kaya Gazı Çıkarılması ve Çağdaş Şeyl Gazı Üretimi Teknolojileri ile İlgili Çevresel ve Ekolojik Perspektifler

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

Amerika Birleşik Devletleri'nin bazı eyaletleri ve Avrupa ülkelerinin bir kısmında kayalara yeni nesil hidrolik kırma (hydraulic fracking) teknikleri ve şeyl kayalarına yenilikçi hidrolik çatlatma (hydraulic fracturing) teknolojileri uygulanması konularında halen çevre güvenliği kaygıları hüküm sürmektedir. Özellikle de Avrupa ülkelerinde yaygın şekilde süregelen mevzu bahis çevresel kuşkuvarın ise tam anlamıyla haklı gerekçelere dayandırılmadığı hakim olan görüşler kapsamında yorumlanmaktadır. Süregelen kuşkuvarlara paralel olarak geleneksel olmayan kaya gazı arama, çıkarılması ve üretimi teknikleri uygulamaları Fransa ve Bulgaristan'da ertelenmiştir. Avrupa'da klasik doğalgaz çeşitleri arasında sayılmayan kaya gazı rezervleri bulunan belli başlı ülkeler, Polonya, Fransa, Norveç, Ukrayna, İsveç, Danimarka, İngiltere, Hollanda, Türkiye, Almanya, Romanya, Macaristan, Slovakya, Rusya Federasyonu, Estonya, Litvanya, Letonya, Sırbistan, Slovenya, Belçika, İspanya ve Portekiz olarak sıralanmaktadır. ABD geleneksel doğalgaz türleri kabul edilmeyen şeyl gazı yatakları ise, New York, New Jersey, Pennsylvania, Ohio, Maryland, Virginia, West Virginia, Kentucky, Tennessee, Vermont, Montana, North Dakota, Arkansas, Louisiana ve Texas Eyaletleri boyunca bulunmaktadır. Alışlagelmiş doğalgaz türleri sınıfından olmayan Amerika kömür kaynaklı metan gazı rezervleri ise Pennsylvanya, Virginia, Ohio, Kentucky, Tennessee, Georgia, Alabama, Illinois, Wyoming, Montana, Colorado, New Mexico ve Washington Eyaletleri boyunca keşfedilmiştir.

Batı ülkeleri halkları arasında gerçekleşmesi imkânsız olan efsanevi ışığın genellikle seyyahları tehlikeli bataklıklara sürükleyen kötülüklerin ta kendisi olduğuna, aynı zamanda söz konusu ışığın bitki örtüsünün çürümesi ve kokuşması ile ortaya çıkan aniden alev alan metan gazı emisyonları salınımından kaynaklandığına inanılmakta idi. Geçmişten beri batı dünyasında yaygın görülen bu korku günümüzde de kamuoyu üzerinde şeyl kayalarını yeni kuşak hidrolik kırma (hydraulic fracking) teknolojisi yöntemlerinden kuşkuvarılması biçiminde yansımaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency – IEA) tarafından “Doğalgazın Altın Çağı için Altın Kurallar” başlıklı raporu Mayıs 2012'de yayınlanmıştır. Raporda küresel evrimsel kaya gazı çıkarılması ve global modern şeyl doğalgazı üretimi dünya çapında tam kapasite ile gerçekleştirildiği takdirde 2035 yılına kadar küresel birinci enerji kaynakları talebi projeksiyonlarının %25 oranında karşılanması olası görülmektedir. 2010 yılında küresel doğalgaz üretimi açısından global birinci enerji kaynakları talebi karşılanma oranı ise %21 düzeyinde idi. Ancak ekolojik ve çevresel perspektifler bağlamında klasik olmayan yenilikçi kaya gazı arama, çıkarılması ve üretilmesi faaliyetlerine kamuoyu muhalefetlerinin sürmesi halinde şeyl gazının küresel birincil enerji kaynakları talebi portföyü karşılama oranınının 2035 yılına kadar sadece %22 'ye yükselmesi beklenmektedir. Doğa dostu ve ekolojik görüşler açısından kayaları hidrolik kırma tekniği çalışmalarına kamuoyunun neden karşı çıktığı ve tepki gösterdiği sıkça sorulan sorular arasında yer almaktadır. Ortaya çıkan tepkilerin yönetmen Josh Fox tarafından çevrilen ve 2010 yılında gösterime giren “GasLand” adlı belgesel filminden kaynaklandığını iddia edenler de bulunmaktadır. Amerikan kaya

gazı endüstrisi sektörü dalının işlendiği belgesel filmde şeyl gazı üretimi sahası çevresinde yapılan bir etkinlikte yaşlı bir kişinin çakmağı ile musluk suyunun alev alması sonrası şiddetli doğalgaz patlaması konu alınmaktadır. Şeyl kayaları kırılması yöntemi ile oluşabilecek çevresel ve ekolojik sorunlar yönünden dilden dile yaygınlaştırılmasından da GasLand belgesel filmi sorumlu tutulmaktadır. Gerçekte gazın yeraltı su kaynaklarına sızmasının önlenmesine dair tüzük ve yönetmelikler yürürlükte olmasına rağmen çok nadir uygulanmaktadır. Bununla beraber ekolojik ve çevre dostu perspektifler açısından zararlar meydana gelmesi halinde ise mevzu bahis yasal düzenlemelerin uygulanması sağlanmaktadır.

New York, Maryland ve New Jersey Eyaletleri, şeyl kayalarını evrimsel hidrolik kırma teknolojileri (hydraulic fracking technologies) uygulamalarını geçici olarak yasaklamıştır. Vermont Eyaleti'nde de söz konusu teknolojilerin yasaklanması beklenmesine rağmen Amerika genelinde teknolojik yöntemlerin uygulanması sürdürülmektedir. Avrupa'da geleneksel olmayan yenilikçi kaya gazı çıkarılması karşısında yoğun bir muhalefet devam etmektedir. Örneğin, klasik olmayan yeni nesil şeyl gazı çıkarılması ve üretimi teknikleri Fransa ve Bulgaristan'da ciddi bir muhalefetle karşılaşmaktadır. Bu bağlamda her iki ülkede de kaya gazı çıkarılması teknolojileri ve teknikleri uygulamaları için moratoryum ilan edilerek çalışmalar geçici olarak askıya alınmıştır. Fransa elektrik üretimi, yaklaşık %75 oranında nükleer elektrik üretimi kanalıyla karşılanmaktadır. Fransa modern nükleer güç reaktörleri nükleer güvenlik ve nükleer emniyet yönünden dünyada öncü bir konumda bulunmaktadır. Fransız nükleer güç endüstrisi, yenilikçi şeyl gazı üretimleri çalışmalarına karşı lobi faaliyetleri sürdürmesi yanında evrimsel kaya gazı çıkarılması teknolojileri konusundaki kamuoyu korkusu da ciddi boyutlarda ağırlık kazanmaktadır. Avrupa'da şeyl gazı teknolojileri ile ilgili olarak pek çok muhalif görüşler bulunmasına rağmen teknolojik itirazlar temelinde çevreci ve doğa dostu perspektifler yatmaktadır. Bununla beraber şikayetlerin çoğunluğu şeyl kayalarını hidrolik çatlatma teknolojileri (hydraulic fracturing technologies) ve uygulamaları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Modern kaya gazı üretim teknikleri üç temel kaygıya neden olmaktadır. Birinci kaygı uygulanan şeyl gazı teknolojilerinin depremleri tetiklemesi olasılığından kaynaklanmaktadır. İnsan sağlığı ve çevre güvenliği perspektifleri açılarından ikinci kaygı bahse konu tekniklerin tatlı su kaynaklarına zarar vermesi ve kirletmesi ihtimalleri oluşturmaktadır. Üçüncü endişeyi ise atmosfere sızabilen metan gazı emisyonları nedeniyle mevzu bahis teknolojilerin küresel ısınma ve küresel iklim değişiklikleri sorunları mücadelesine getirebileceği olumsuzluklar teşkil etmektedir. İngiltere'nin kuzey batısında deneme amaçlı şeyl gazı sondaj kuyuları açılması sırasında küçük yer sarsıntıları meydana gelmiştir. Ancak kaya gazları sondaj kuyuları delinmesi sırasında oluşan depremler endişe edecek düzeylere ulaşmamaktadır. Kayaları kırma teknolojisi (fracking technology) asgari 50 yıldan beri klasik petrol ve doğalgaz aramaları sondaj ve üretim kuyuları teknikleri arasında da kullanılmaktadır. Amerika Ulusal Araştırma Konseyi (**National Research Council – NRC**) tarafından şeyl kayalarını kırma teknikleri uygulamalarından kaynaklanan depremler konusunda 2012 yılı sonu itibariyle bir rapor yayınlanacaktır. Sözü edilen raporda yoğun şekilde modern kaya gazı aranması ve çıkarılması teknolojileri faaliyetleri yapılan ülke olan Amerika'da bir adet yer sarsıntısı aynı zamanda İngiltere'de de bir adet yer sarsıntısı olmak üzere sadece toplam iki depremin rapor edilmesi beklenmektedir. Teknolojilerin uygulanmasında gerekli olan su, şeyl kayalarının kırılması sırasında en büyük problemi oluşturmaktadır. Kaya gazı sondaj kuyuları açılması ve üretimi esnasında çok fazla miktarlarda su kullanılması

gerekmekte olup, yöredeki yeraltı sularının kirlenme riski de bulunmaktadır. **Massachusetts Institute of Technology – MIT** tarafından son yayımlanan bir raporda Amerika şeyl gazları sondaj kuyuları delinmesi ve üretilmesi çalışmaları açısından çevreci ve doğa dostu olumlu görüşler ifade edilmektedir. Amerika'da son on yıl içerisinde yapılan 20000 adet kaya gazı sondajları sırasında sadece birkaç yeraltı suyu kirliliği ve kontaminasyonu vakası vuku bulmuştur. Az sayıda oluşan yeraltı suyu kirlilikleri de yürürlükte olan tüzük ve yönetmeliklerin ihlâli sonucu meydana gelmiştir. Uygulanan teknolojinin bütünü göz önüne alındığında sistemsel risk oluşmamaktadır. Sistemik riskin oluşmaması nedenleri içerisinde kayaların hidrolik kırılması teknolojisinin yeraltı su düzeyinin binlerce metre altında uygulanması ve şeyl kayalarının kırıldığı bölgeler ile yeraltı suları arasında ise su geçirmez kayalar ve geçirimsiz kayaçlar bulunması sayılmaktadır. Diğer taraftan, şeyl gazları kuyuları çok büyük miktarlarda su kullanmaktadır. Örneğin, kaya gazı kuyuları ömürleri boyunca 22 milyon litre (5 milyon galon) su harcamaktadır. Bununla beraber harcanan suyun Florida Eyaleti'nde bir golf sahası için üç haftada tüketilen suya takribi eşdeğer olduğu hesap edilmektedir. Teknoloji için gerekli olan su yüksek oranlarda kuyu içerisinde kalmasına rağmen hidrolik kırma yönteminin uygulanmasından sonra kullanılan suyun %20 kadarı günler en fazla haftalar mertebesinde tekrar yüzeye geri dönüş yapmaktadır. Bu su ya depolanmalı ya da yok edilmeli veya güvenli bir şekilde yeniden kazanılmalıdır. Ancak MIT raporu şeyl gazı çıkarılması ve üretimi tekniklerinin diğer sanayi sektörleri ile enerji kaynaklarına kıyasla daha az su kullandığını işaret etmektedir. Meselâ, Amerika'da faaliyet gösteren çok büyük kaya gazı sahaları, yerel maden ocakları ve bölgesel hayvancılık endüstrilerine nazaran daha az su sarf etmektedir.

Yürütülen bilimsel araştırmaların çoğunluğu kaya gazı sondaj ve üretim kuyularının klasik doğalgaz sondaj ve üretimi kuyularına kıyasla atmosfere biraz yüksek karbondioksit emisyonları yaptığını tespit etmiştir. Şeyl gazı kuyuları sayısının geleneksel doğalgaz üretimi kuyuları sayısından çok fazla olması ve kayaların kırılmasında dizel motorlar kullanılması karbondioksit salımlarının yüksekliğinin nedenini oluşturmaktadır. Bununla beraber en büyük kaygı çıkarılan kaya gazının çevreye sızması olasılığından kaynaklanmaktadır. Sera gazı emisyonları içinde özellikle metan gazı salımları çok daha tehlikeli ve zararlı kabul edilmektedir. Metan gazı salımları borular, vanalar ve diğer donanımların kazaen kırılması veya havalandırma (venting) ve fazla doğalgazı yakma (flaring) sırasında kasıtlı olarak çevreye sızabilmektedir. Metan gazı emisyonu ölçümleri zor olması yanında oluşan toplam gaz miktarlarının tahminleri de %1 ila %8 arasında değişmektedir. Gerçek sayı gaz ölçüm aralığının en üst ucuna yakın bir değerde bulunduğu kanıtlandığı takdirde kazanılan fosil yakıtın nispeten temiz olduğu iddia edilebilmektedir. 2011 yılında Cornell Üniversitesi'nde yapılan bir araştırmada üretimden son kullanıcıya kadar toplam kaya gazı çıkışı veya metan gazı salınımı hesaplanmıştır. Toplam şeyl gazı çıkışı veya metan gazı salımı %7.9 düzeyinde geleneksel gaza kıyasla iki kat daha yüksek bir seviyede saptanmıştır. Bu durum ise kaya gazlarını kömür ya da petrole nazaran kirli fosil yakıt olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır. Ancak yapılan araştırma ve analizler ciddi biçimde eleştirilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (**US Environmental Protection Agency – EPA**) tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmada klasik doğalgaza göre %2.2 oranında sadece biraz fazla toplam şeyl doğalgazı çıkışı veya metan gazı emisyonu tespit edilmiştir. EPA'nın araştırmasında metan gazı emisyonlarının düşük bulunması muhtemelen kaya gazı çıkarılması ve üretilmesi aşamalarında yeşilci, çevreci ve

doğa dostu “green completion” sistemleri uygulanmasından kaynaklanmaktadır. Yeni şeyl gazı kuyuları genelinde kullanılan sistemlerde atmosfere metan gazı salınımı (venting) ve metan gazı yakılması (flaring) yöntemlerinden kaçınılmaktadır. Kaya gazı arama ve üretimi teknolojileri konularında tüm ayrıntıları kapsayan çok geniş içerikli bir rapor EPA tarafından 2013 yılında yayınlanacaktır. Yayımlanacak raporla birlikte kamuoyu kaygılarının yatıştırılması ve giderilmesi umut edilmektedir. Öte yandan, Avrupa Birliği Komisyonu şeyl gazları yasal düzenlemeleri konularında az rastlanan bir sağ duyu sergilemiştir. Avrupa Komisyonu (European Commission) şeyl gazlarını doğal maddeleri işleme endüstrileri (extractive industries) kapsamında kabul ederek kaya gazları için yeni yasal düzenlemelere gerek bulunmadığına karar vermiştir. IEA, şeyl gazı sanayinin kamuoyunun güvenini ve kabulünü sağlayabilmesi yönünde sivil toplum kuruluşları ile yerel örgütlerin yoğun biçimde bilgilendirilmesi icap ettiğini belirtmektedir. Kaya gazı endüstrisi kamuoyu bilgilendirilmesi faaliyetleri yanında şeyl gazları sondaj ve üretim kuyularının etkin denetimleri, kaya gazı kuyuları tasarımları ile ilgili yürürlükteki tüzük ve yönetmeliklerin katı şekilde uygulanması da gerekli görülmektedir. Kayaların kırılması sırasında oluşabilecek yeryüzü ile yeraltı kirliliklerinin önlenmesi bağlamında teknolojiye kullanılacak suyun yönetimi ve atmosfere metan gazı emisyonlarının durdurulması da büyük önem taşıdığı kuvvetle vurgulanmaktadır. Metan gazı salınımları, küresel ısınma ve küresel iklim değişiklikleri sorunları meydana getiren çok etken sera gazı emisyonları içinde sayılmaktadır. Kaya gazı sanayi dalında yukarıda ifade edilen tedbirler harfiyen uygulandığı takdirde toplam şeyl gazı kuyuları maliyetleri sadece takribi %7 oranında artmaktadır. Böylece, şeyl gazı sanayi karşıtı olan çevre dostu kuruluşlar, çevreci örgütler ve doğa yanlısı organizasyonlar bir nebze teskin edilebilecektir.

Geleneksel doğalgaz çeşitleri kategorisinde olmayan şeyl gazı rezervleri açısından geniş kapasiteye sahip bulunan Amerika kadar Avrupa ülkeleri de jeolojik olarak şanslı kabul edilmektedir. Kaya gazı kaynakları olan Avrupa ülkeleri Polonya, Fransa, Norveç, Ukrayna, İsveç, Danimarka, İngiltere, Hollanda, Türkiye, Almanya, Romanya, Macaristan, Slovakya, Rusya Federasyonu, Estonya, Litvanya, Letonya, Sırbistan, Slovenya, Belçika, İspanya ve Portekiz’dir. Kaya gazı yatakları yönünden bu ülkeler arasında Polonya, Fransa, İngiltere ve Ukrayna öne çıkmaktadır. IEA tarafından Avrupa kazanılabilir kaya gazları rezervleri yaklaşık Amerika kadar olduğu öngörülmektedir. Ancak Avrupa’da şeyl gazlarının çıkarılması ve üretilmesi Amerika’daki gibi hızlı gelişimini sürdürememektedir. Avrupa kaya gazları arama ve üretimi faaliyetlerinin yeterli gelişmemesi ise, iki kıta arasında olan mülkiyet hakları hukuku farklılığından kaynaklanmaktadır. Amerika’da genellikle yeraltında bulunan tabii kaynaklar ve doğal madenler hukuksal açıdan kişilerin kendi mülkiyetleri sayılmaktadır. Örneğin, söz konusu hukuk çerçevesinde Amerikan vatandaşlarının kendi arazilerinde petrol veya doğalgaz keşfedilmesi halinde mülk sahiplerini zenginleştireceğinden ötürü arazi sahipleri sözü edilen minerallerin aranması ve çıkarılması için çok istekli görülmektedir. Avrupa’da ise tam tersine yeraltındaki doğal kaynaklar ve tabii madenler devletin mülkiyetinde bulunmaktadır. Diğer taraftan Amerika kaya gazları yatakları çoğunlukla erişilmesi kolay olan kentlerden uzak yörelerde keşfedilmiştir. Nüfus yoğunluğu çok yüksek Avrupa’da ise insanların büyük bir bölümü kaya gazı çalışmalarının sürdürüldüğü yerlerde yaşamaktadır. Şeyl kayalarının hidrolik kırılması teknolojisi için gerekli muazzam miktarlardaki kum ve suyun tankerle taşınmasına yöre halkı şiddetle karşı çıkmaktadır. Kaya gazı sondaj kuyuları açılmasından doğalgaz üretimi safhasına kadar sadece tek bir şeyl gazı kuyusu için yüksek tonajlı kamyonların 890 ila 1340 arasında sefer yapması

gerekmektedir. Yukarıdaki anlatılan tüm olumsuzluklara rağmen teknoloji ile ilgili yasal düzenlemeler kapsamındaki tüzük ve yönetmeliklerin titizlikle uygulanması sayesinde olası çevresel zararlar en az düzeye indirebilmektedir. Mesela, nüfus yoğunluğu yüksek Amerika New York Eyaleti Marcellus şeyl gazı kaynakları bulunan yörede resmi tatil günleri ve hafta sonlarında hatta öğrenci servislerinin yapıldığı süreçlerde sözü edilen yüksek tonajlı kamyonların seferleri durdurulmaktadır. Bu arada kaya gazı kuyuları işleten firmalar, çukurlu yolların onarımı ve ağır tonajlı vasıtalar için yeterli olmayan köprülerin iyileştirilmesi çalışmalarının çok kısa sürede başlatılmasından sorumlu tutulmaktadır. Gerektiğinde trafiğin rahatlatılması ve düzenli trafik akışının sağlanması yönünden ilave bir maliyetle gaz kuyularına su taşıyan boru hatlarının yapılması da mümkün görülmektedir. Trafik çağdaş yaşantının önemli öğelerinden biri kabul edilmektedir. Avrupa Parlamentosu, 8 şeyl gazı kuyusu olan bir sahada kuyuların tam kapasite ile çalışmasına kadar ağır tonajlı kamyonların 4000 ila 6000 sefer yapması icap ettiğini ifade etmektedir. Bununla beraber söz konusu sefer sayısı, her yıl yüksek tonajlı araçların 15000 ila 25000 sefer yaptığı orta büyüklükteki bir alışveriş merkezi (AVM) ile karşılaştırıldığında düşük düzeyde kalmaktadır.

Doğalgaz üretimi süresince kaya gazı kuyuları yerel peyzaj dokusuna zarar verilmesine ve bölgesel görüntü kirliliği oluşturulmasına çok az katkıda bulunmaktadır. Şeyl gazı kuyuları sahasında tel örgü ile kapatılmış küçük bir alanda sadece valfler ve borular göze çarpmaktadır. Doğalgaz akışı da sessiz şekilde ve gürültüsüz bir ortamda gerçekleşmektedir. Kuyuların devre dışı bırakılacağı ve sökülme işlemi sonrası bölgenin manzarasının bozulması bağlamında en ufak bir çarpık ize rastlanmamaktadır. Daha etkin çağdaş tekniklerin ve modern teknolojilerin denenmesi sayesinde şimdilerde Amerika'da faaliyette olan bir test sahasında tek bir kaynaktan daha fazla kuyu sondajları yapılabilen bu şekilde kuyu sayılarının azalması yanında kaya gazı üretimi de artmaktadır. Böylece teknolojinin Avrupa'daki yöre sakinlerine etkisi Amerika'da ilk uygulanan eski teknolojiye kıyasla daha az olabilecek ve hatta zamanla çok düşük seviyelere indirgenebilecektir. Amerika'nın uzun yıllara dayalı hidrokarbon çıkarılması teknolojisi ve çok büyük petrol kaynaklı endüstrisi Avrupa'daki gelişmeleri yakından izlemektedir. Amerika'da şeyl gazı bolluğu sonrası yüzlerce sondaj sahasına karşılık Avrupa'da yalnızca parmakla sayılacak kadar kaya gazı sondaj alanı açılmış konumdadır. Diğer taraftan, Amerika'da doğalgaz boru hatları sahipleri, gaz kuyularından tüketicilere kaya gazlarının ücret karşılığı kendi hatlarından taşınmasına izin vermeleri zorunlu iken Avrupa'da ise gaz nakliyesi için üçüncü partilerin iştiraki konusunda bir zorunluluk mevcut değildir. Kıta Avrupa'sında kaya gazı teknolojisi başlangıç aşamasında olmasına rağmen Rus doğalgazı bağımlılığını azaltmak amacıyla Polonya şeyl gazı teknolojilerinin uygulanmasında ciddi ilerlemeler kaydetmektedir. Polonya'da 100 kaya gazı aramaları sondaj lisansı hem devlete ait firmalara hem de Chevron, ExxonMobil, Eni ve Marathon gibi dev petrol şirketlerine verilmiştir. Şimdiye kadar şeyl gazı aramalarından düş kırıklığına uğrayan şirketlerden Exxon Polonya'daki faaliyetlerini durdurmuştur. Polonya'nın teknolojisi Amerika'dan çok farklı bir konumda olup kaya gazının çıkarılması için yenilikçi ve modern tekniklere gerek duyulmaktadır. Ukrayna, ülkesinde Chevron ve Shell şirketlerine şeyl gazı arama lisansları verilmesini onaylanmıştır. Romanya'da da birkaç kaya gazı arama ve çıkarılması lisansı verilmiş durumdadır. Diğer Avrupa ülkelerine kıyasla doğalgaza yoğun şekilde bağımlı olan İngiltere ülkesinde kaya gazı teknolojisi gelişmelerine ciddiyetle yaklaşmaktadır. Bu bağlamda ülkenin kuzey batısında gaz arama

faaliyetleri için Amerikan Cuadrilla şirketine yer sarsıntılarının minimum düzeyde tutulması koşulu ile çalışmalarını sürdürmesine onay verilmiştir. Avrupa'da şeyl gazı teknolojisinin gelişimi iki adım ileri bir adım geri güçlkle yol almaktadır. Örneğin, Çek Cumhuriyeti, Fransa ve Bulgaristan ile birlikte kaya gazı teknolojisi (fracking technology) konusunda moratoryum ilan ederek arama faaliyetlerini geçici olarak askıya almıştır. İsveç, kamuoyu muhalefeti karşısında az sayıda olan kaya gazı deneme kuyusu çalışmalarını ertelemiştir. Önemli kaya gazı rezervleri bulunan Almanya da kamuoyunda oluşan ciddi muhalefete boyun eğmiş konumdadır. Amerika'da kaya gazı bir anda gündeme geldiği sanılsa da aslında ülkede 20 yılı aşkın süredir konu ile ilgili olarak araştırma ve deneme amaçlı sondaj faaliyetleri sürdürülmektedir. Böylece, sonuçta Amerika enerji peyzajı da yeniden şekillenmektedir. Avrupa'ya gelince kaya gazı teknolojisi ve tekniklerinin ciddi boyutlarda ilerlemesi en yakın on yıl sonra olması mümkün görülmektedir. Buna rağmen gelecek birkaç yıl içerisinde Avrupa'da da yeni gelişmelerin filizlenme olasılığı ihtimaller arasında sıralanmaktadır.

Kaynaklar:

- Fransa'da Nükleer Santraller ve Nükleer Reaktörlerin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- 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.
- ABD Nükleer Enerji Politikaları Çerçevesinde Geliştirilen Modern Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Stratejileri, 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.
- 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 Mühendisleri Odası 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