

## **Kanada Petrol Kumları Kaynaklı Ağır Ham Petrol Bitümen Eldesi İçin Buhar Üretimi AR-GE Çalışmaları ve Yeni Kuşak Mikro Modüler Reaktörler Kullanımı**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası ([canguzel.taner@gmail.com](mailto:canguzel.taner@gmail.com))

Kanada Alberta Eyaleti petrol kumları (oil sands) ve katran kumları (tar sands) çıkartma, üretme ile nakliyesi konusundaki sorunlar hüküm sürmesine karşılık evrimsel ağır petrol bitümen üretimi teknolojileri araştırılması ve geliştirilmesi çalışmaları hızla devam etmektedir. Kanada Amerika Birleşik Devletleri yeşil, doğa dostu ve çevreci sivil toplum kuruluşları STK tarafından yürütülen Kanada Alberta yeni kuşak katran kumları çıkarılması ve yenilikçi petrol kumları kökenli bitümen üretilmesi ile taşınması projelerine dair yoğun karşıt kampanyalar da hız kazanmaktadır. Özellikle Kanada Amerika Keystone XL petrol boru hattı, Canada Northern Gateway hidrokarbon boru hattı ve Trans Mountain katran kumları boru hattı kapasite artırımı yatırımları için ciddi muhalefet ise yürürlükteki çevre kirliliği yasaları ve düzenlemeleri çerçevesinde sürdürülmektedir. Diğer Kanada ham petrol taşıma projeleri ve alternatif East Energy hidrokarbon boru hattı projesi modernizasyonu çalışmaları da Kanada Demiryolları Lac-Mégantic bitümen yüklü tren kazası sonrası süratle yerine getirilmektedir. Öte yandan, Kanada ağır petrol bitüm üretimi sayesinde gezegenin en geniş küresel hidrokarbon yatakları ve global ham petrol kaynakları sahipleri sayılan Suudi Arabistan ve Venezuela ile birlikte dünyada ilk üçe girmek için büyük çabalar harcamaktadır. Kanada Petrol Üreticileri Birliği (Canadian Association of Petroleum Producers – CAPP), 2014 yılı Kanada ham petrol üretimi tahminleri içeriğinde 2013 yılında günlük 3.5 milyon varil olan petrol üretiminin 2030 da günde 6.4 milyon varile ulaşacağını öngörmektedir. Petrol kumları operasyonları çerçevesinde bitüm üretmek için önemli ölçüde buhar üretim kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Buhar üretilmesi bağlamında iki önemli proje üzerinde durulmaktadır. Projelerden biri Kanada karbon emisyonları ve karbondioksit salımlarını artıran doğalgaza dayalı sistemler bir diğer proje ise çağdaş karbonsuz temel yük kaynağı nükleer güç santrali NGS üniteleri kökenli buhar üretimi teknolojileridir. Ayrıca, küresel sera gazı emisyonlarının kontrol ve denetim altına alınması kurallarını şart koşan Birleşmiş Milletler himayesinde yürütülen Kyoto Protokolü de Kanada tarafından parafe edilmiştir. Ancak, ülke taahhütlerinin yerine getirilemeyeceğini gerekçe gösteren Kanada, 2011 Güney Afrika Durban İklim Değişiklikleri müzakereleri sırasında Birleşmiş Milletler BM Kyoto Protokolü'nden ayrıldığını duyurmuştur. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında çıkarılan BM Kyoto Protokolü ise 1997 yılında yürürlüğe girmiş ve üye ülkelerin imzasına açılmıştır. Diğer taraftan, Uluslararası Kyoto Protokolü de zaten 2012 yılı sonu itibariyle resmen son bulmuştur. O zamanlar kısa süreli bile olsa BM Kyoto Protokolü hükümleri yükümlülüklerinden kurtulan Kanada, karbon salımları ve karbondioksit salınımlarının dizginlenmesi için yine de halen çalışmalar yürütmektedir. Böylece, buhar üretmek için alternatif yöntem doğalgaz yakıtı seçimi ise ülkenin karbondioksit emisyonlarının azaltılması, kısıtlanması ve limitlenmesi çabalarına sekte vurmaktadır. Ayrıca, artan küresel gaz fiyatları da buhar üretimi kapsamında mikro ölçekli yeni nesil küçük modüler reaktörler (small modular reactors – SMR) teknolojileri ve teknikleri seçeneğini ekonomik

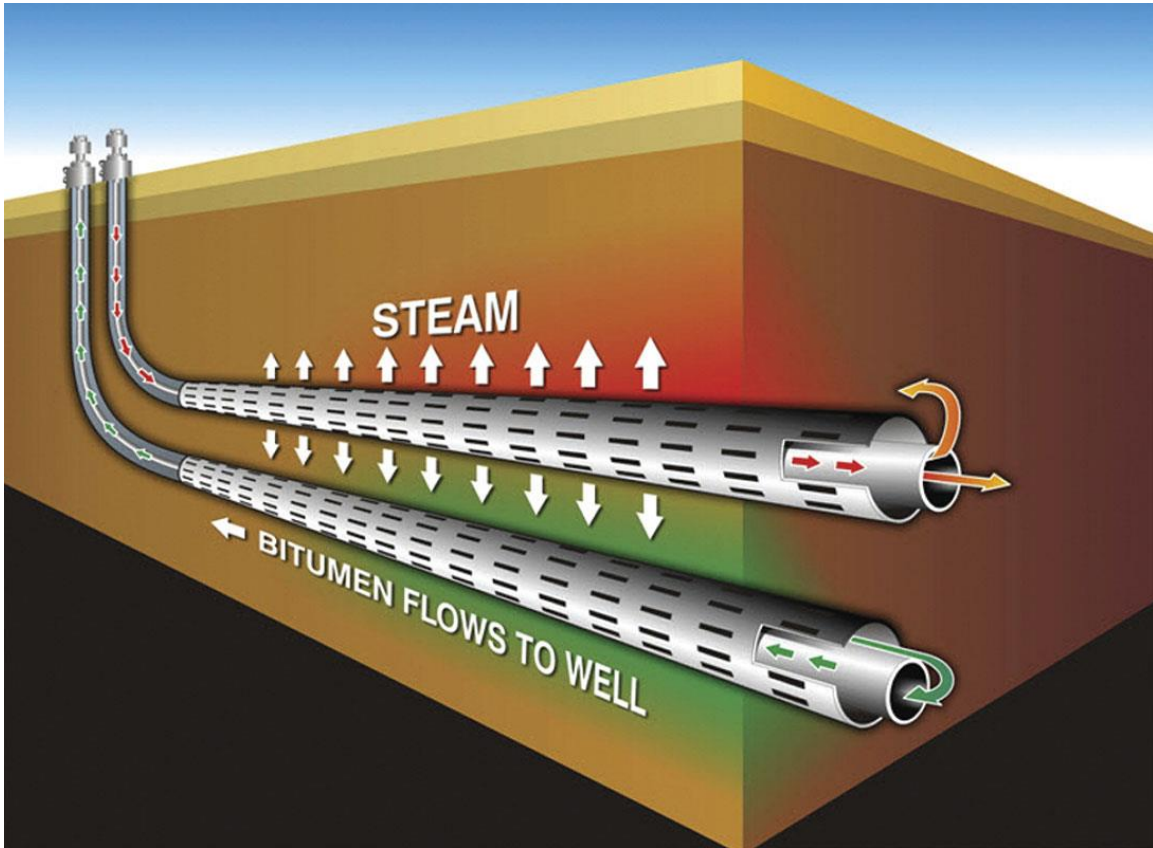
**yönden cazip kılmaktadır. Bu yazıda petrol kumları kökenli bitümen kazanılması çerçevesinde gerekli olan buhar üretimi teknikleri ve yöntemleri kullanımını amaçlayan ileri, modern, evrimsel teknolojiler uygulanması için yenilikçi araştırma geliştirme AR-GE faaliyetleri incelenmektedir.**

İnsan kaynaklı doğa tahribatı açısından tüyler ürpertici çevre kirliliği ve dehşet verici manzaralar, açık maden ocağı işletmeciliği (strip mining) kapsamında toprak kaldırarak petrol kumları çıkarma çalışmalarının yapıldığı Kanada Alberta Eyaleti ormanları sahasında yaşanmaktadır. Petrol veya katran kumu yada zift tabir edilen aynı zamanda yer fıstığı ezmesi kıvamında olan bir çeşit ham petrol türleri arasında sayılan bitümen rezervi, Alberta ormanlarının altında sığ ve yüzeysel kesimlerine yayılmış konumda bulunmaktadır. Toprak yüzeyi kazılarak petrol kumları, bitümen üretme tesislerine taşınmaktadır. Yoğun petrol bitümü kazanmak için ise sözü edilen tesislerde çok büyük miktarlarda sıcak su ve kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Daha sonra bir tür ağır ham petrol bitüm, petrol boru hatları ve ham petrol tankerleri vasıtasıyla işlenmek üzere petrol rafinerilerine nakledilmektedir. Öte yandan, bitüm üretme üniteleri içerisinde sarf edilen tüm suyun geri dönüşüm tesisleri kanalıyla yeniden işlenip kullanılabilir duruma getirilememesi nedeni ile ortaya çıkan hem toksik hem de yapışkan ve yarı akışkan viskoz atık madde yüzölçümü yaklaşık 170 kilometrekare olan yapay havuzlarda bekletilmektedir. Katran kumları (tar sands) endüstri sahası olarak da adlandırılan Alberta petrol kumları (oil sands) sanayi bölgesi hızla büyümektedir. Katran insan yapısı bir madde olup, hidrokarbon endüstrisi sektöründe petrol kumları ifadesi kullanılmaktadır. Süratle büyüyen Kanada katran kumları (tar sands) sanayi sahası sınırlandırılması ve kapatılması bağlamında Kuzey Amerika doğa dostu, çevreci ve yeşil kuruluşlar tarafından yürütülen kampanyalar hiç de şaşırtıcı değildir. Ancak, Kanada bitümen sanayi ülke için çok büyük finansal kaynak ve mali gelir fırsatları doğurmaktadır. Global hidrokarbon rezervleri yönünden aynı zamanda küresel ham petrol üretimi açısından Kanada, Suudi Arabistan ve Venezuela'dan sonra üçüncü sıraya gelmek için yeterli petrol kaynakları potansiyeline sahiptir. Ülkenin halen 174 milyar varil olan ham petrol rezerv kapasitesi %97 oranında ise sadece Kanada Alberta Eyaleti petrol kumları (oil sands) aracılığıyla karşılanabilecek düzeydedir.

Geçen on yıl içinde fahiş oranlarda yükselen küresel ham petrol fiyatları nedeniyle yeni kuşak petrol kumları kökenli bitüm çıkarılması ve üretilmesi oldukça kârlı bir seviyeye erişmiştir. Bununla beraber global ham petrol endüstrisi çevre güvenliği, doğanın ve ekolojik dengenin korunması perspektifleri yönünden geçmişte ciddi zafiyetler ve sıkıntılar yaşamıştır. Böylece, temiz olduğu kadar verimli küresel ham petrol sanayi oluşturulması için uzun yıllardır çevre dostu ve yeşil örgütler yoğun mücadele vermektedir. Çevreci kuruluşların yürüttüğü kampanyalar sonucunda ise çağdaş küresel ham petrol üretimi bağlamında global yenilikçi, ileri ve evrimsel teknolojiler ile tekniklerin yaygınlaştırılması konusunda günümüzde önemli çalışmaların başlatılması sağlanmaktadır. Çok sayıda petrol kumları kaynakları çıkaran ve üreten firma şimdilerde katran kumları açık maden işletmeciliği yöntemi içeriğinde toprak kaldırma çalışmalarını terk ederek yenilikçi bitümen üretimi gerçekleştirmektedir. Doğal koşullarda evrimsel üretim olarak adlandırılan prosede 300°C'dan daha fazla sıcaklıklı ve yüksek basınçlı buhar, sondaj kuyusu derinliklerine doğru pompalanmaktadır. Sondaj kuyusu kaplamasındaki milyonlarca daracık yarıklar kanalıyla püskürtülen buhar, bitümeni sıvılaştırarak dışarı fışkırtmasına sebep olmaktadır. Buhar enjeksiyonu yöntemi kullanıldığında bitüm yatakları ve

kaynaklarının yukarısında yer alan katmanların %90'nının korunması sağlanabilmektedir. Kumun yer altında kalması aynı zamanda bitümen üretiminden geri kazanılan suyun büyük bir kısmının damıtma ve distilasyon yoluyla temizlenmesinden dolayı atık havuzlarına da gerek duyulmamaktadır. Buhar tekniği sayesinde yer altında 500 metre derinliklerdeki rezervlerden bitümen üretilirken açık maden işletmeciliğinde ise sadece yüzeyden 30 metre derinliğe kadar olan yataklar ekonomik değer taşımaktadır. Devlete ait ajans olan Alberta Enerji Düzenleyici Kuruluşu (**Alberta Energy Regulator – AER**), buhar kökenli bitümen üretimi teknolojisi kullanımının %53 düzeyine ulaşmış olduğunu ve sektörün büyümesinin de süreceğini açıklamaktadır. **AER**'den Direktör Ken Schuldhaus, diğer yeni bir yöntem olan buhar destekli yerçekimli bitüm üretimi (**steam-assisted gravity drainage – SAGD**) metodunun da etkinliğini vurgulamaktadır. **SAGD** yöntemi, petrol kumları yatağı içerisinde biri diğerinin üstünde olmak üzere 5 metre aralıklı iki yatay sondaj kuyusu için uygulanmaktadır. Üst konumdaki sondaj kuyusuna yüksek basınçlı buhar uygulandığında sondaj kuyusunun iki tarafı ve 50 metre yukarısına kadar alanda bulunan bitümen birkaç hafta içinde erimektedir. Aşağıya doğru süzülen bitümen ise alt konumdaki sondaj kuyusu kanalıyla yüzeye pompalanmaktadır.

Aşağıda **SAGD** teknolojisi kaynaklı ağır petrol bitümen üretimi gösterilmektedir.



Buhar üretiminde çok büyük miktarlarda doğalgaz yakıtı harcanması da atmosfere salınan sera gazı emisyonları oranlarını artırmaktadır. Bir diğer yenilikçi teknoloji sayesinde hem tüketilen enerjinin azaltılması hem de karbon emisyonları ve karbondioksit salınımlarının sınırlandırılması temin edilmektedir. Alberta Firması olan Suncor, 2013 yılında geliştirdiği bir denemede petrol kökenli çözücü maddeler katkısı ile buhar üretimi artırılması yanında ısıtılması gereken suda da %15 oranında

tasarruf sağlamıştır. Suncor Firması, çözücü maddeler yoluyla yeni bitumen üretimi tekniği uygulamalarına bir yıl içinde başlayacaktır. Söz konusu firma uygulayacağı yeni nesil ağır ham petrol üretimi teknolojisi kapsamında bütan, propan ile beraber sıvılar ve katılar arasında yüzey gerilimini düşüren patentli bir madde kullanmaya da hazırlanmaktadır. Bir başka Alberta Şirketi Laricina Energy, buhar üretimi için gereken suyun %25 ve daha fazla oranlarda azaltacağını duyurmaktadır. Son gelişmeler ile birlikte ağır ham petrol bitumen üretim maliyetleri düşüşleri de olası görülmektedir.

Öte yandan, Cold Lake yakınlarında 2014 de başlatılan 100 milyon dolarlık proje, fosil yakıt üretim maliyetleri ve emisyonların azaltılması bağlamında çok daha fazla umut vermektedir. Calgary merkezli Imperial Oil Firması, söz konusu proje çerçevesinde buhar yerine yüksek basınç altında çok daha düşük sıcaklıklarda çözücü maddeler enjeksiyonunu araştırmaktadır. Firmanın hükümetle ilişkiler yöneticisi Pius Rolheiser, projenin başarısının ise bitumen ile beraber yeryüzüne pompalanan çözücü maddelerin ayrılmasına ve tekrar kullanımına bağlı olduğunu belirtmektedir. Bitumen üretiminde çok daha köklü değişiklikler ve prosesler de ufukta gözükmemektedir. Suncor, 2014 yılı içinde Alberta Eyaleti'nde inşa ettiği tesiste mikro dalgalar yöntemi ile bitumen eritme test çalışmaları başlatmıştır. Futbol sahası büyüklüğünde çemberin yatay sondaj borusu içine mikro dalga yayan bir anten yerleştirilmiştir. Suncor Firması doğal teknolojiler bölümünden Don Clague, böylece petrol kumları ve petrolü şeyl kayalarını ısıtma prosesleri kapsamında enerji sarf etmeden bitumeni eritmenin mümkün olduğunu açıklamaktadır. Mutfak aletleri içerisinde sulu yiyecekler için kullanılan mikrodalga fırınlarda cam veya seramik kapları ısıtmadan sadece ısıtmak istenilen ürüne odaklanan teknolojiye benzer şekilde söz konusu prosesinde yalnızca ham madde bitüm erime sıcaklığı noktası seviyesine ulaşmaktadır. Laboratuvar test uygulamaları yenilikçi mikrodalga kaynaklı bitumen üretimi teknolojisi sayesinde enerji maliyetlerinin %80 oranında kısılacağını işaret etmektedir. Devreye girmesi olası evrimsel teknolojiler arasında Alman Siemens Firması, değişken manyetik alan oluşturmak amacıyla elektrik akımını kalın bir bakır kablodan geçiren sistemi bitumen eritmek için geliştirmektedir. Kanada Devlet Kuruluşu Les Little of Alberta Innovates ve Siemens ortaklaşa bir proje bağlamında yeni nesil dalgalı manyetik alan kökenli ağır ham petrol bitüm üretimi deneme çalışmalarına birkaç yıl içinde başlayacaktır. Toronto yakınlarında konuşlu nükleer teknoloji şirketi **CANDU** Energy'den Jerry Hopwood, birkaç yıl içinde söz konusu yöntem içeriğinde elektrik ihtiyacının küçük nükleer güç santrali **NGS** vasıtasıyla karşılanacağını açıklamaktadır. Bitumen üretiminde kullanılacak olan nükleer reaktör tasarımları küçük ölçekli olacaktır. Böylece, bitumen üretimi amaçlı yeni nesil mikro modüler nükleer güç santralleri **NGS**, Edmonton'dan çok büyük petrol kumları işletmelerinin bulunduğu Alberta Eyaleti Fort McMurray yöresine kadar karayolu ile taşınabilecek boyutlarda olacaktır.

Ağır ham petrol bitumen üretimi çerçevesinde geliştirilen modern, ileri, yenilikçi ve evrimsel teknolojiler kullanımının hızla yaygınlaştığı da Suncor Firmasından Don Clague tarafından ifade edilmektedir. Bitumen üreticisi şirketlerin üye oldukları Petrol Kumları İnovasyon Birliği (**Canada's Oil Sands Innovation Alliance – COSIA**) tarafından sağlanan bilgi paylaşımının söz konusu sektörün gelişimindeki katkılarının can alıcı rolü ayrıca dile getirilmektedir. Sonuçta çağdaş yeni teknolojiler, bazı doğal kaynakları koruma yanlılarının korkularını gidermemekle birlikte petrol şirketlerinin rezervleri çıkardıktan sonra tahribata uğrattıkları çevreyi eski konumuna getirmeleri

konusunda bir ümit ışığı doğurmaktadır. Ancak, yangına körükle gitmeden firmaların çevre kirliliği ve tahribatını önleme çalışmalarına her kesimin yardımcı olması da önem taşımaktadır.

Aşağıdaki resimlerde Fort McMurray, Alberta Eyaleti açık petrol kumları maden ocağı işletmeleri sahaları kapsamında doğa tahribatları görüntüleri yakın ve uzak cepheden olmak üzere gösterilmektedir.



## Kaynaklar:

- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Kanada Küresel İklim Değişikliği Politikası ve 2011 Güney Afrika Durban İklim Değişiklikleri Zirvesi Müzakereleri Sonrası Kyoto Protokolü Açmazı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Kanada Karbondioksit Vergisi Uygulaması, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Amerika ve Avrupa Ülkelerinde Yeni Nesil Kaya Gazı Çıkarılması ve Çağdaş Şeyl Gazı Üretimi Teknolojileri ile ilgili Çevresel ve Ekolojik Perspektifler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD**, Geleneksel Olmayan Doğalgaz Türü Kaya Gazı Rezervleri Zenginliği ile Klasik Olmayan Doğalgaz Çeşidi Kömür Yataklı Metan Gazı (**Coal Bed Methane - CBM**) Bolluğu Sayesinde Ulaşacağı Endüstriyel ve Ekonomik Kazanımlar, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası 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.
- Amerika ve Avrupa Ülkelerinde Yeni Nesil Kaya Gazı Çıkarılması ve Çağdaş Şeyl Gazı Üretimi Teknolojileri ile ilgili Çevresel ve Ekolojik Perspektifler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD** Klasik Doğalgaz Türü Olmayan Evrimsel Kaya Gazı Şeyl Gazı Çıkarılması ve Üretimi Sonrası Amerika Kuzey Batı Eyaletleri Küresel Kömür İhracatı Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Avrupa Klasik Olmayan Doğalgaz Türü Yeni Kuşak Şeyl Gazı (Kaya-Gazı) Aranması Çıkarılması ve Üretimi ile Şeyl Kayalarını Hidrolik Kırma (Hydraulic Fracking) ve Kayaları Hidrolik Çatlatma (Hydraulic Fracturing) Teknolojileri Uygulamalarının Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Amerika Konvansiyonel Doğalgaz Çeşidi Olmayan Evrimsel Şeyl – Kaya Gazı ve Petrol Üretimi Profili ile Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Amerika Birleşik Devletleri Yeni Kuşak Şeyl Gazı - Kaya Gazı Üretimleri Sonucu **ABD** Doğalgaz Fiyatları ile Amerika Enerji Endüstrisi ve Diğer Sanayi Kolları Yansımaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Dünya Doğalgaz Piyasası Projeksiyonları, Rusya Federasyonu Gaz Şirketi Gazprom'un Mali Çıkmazı ve Ekonomik Sıkıntıları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Amerika Karbonsuz Yeni Kuşak Nükleer Enerji Santralleri Yatırımları ile Yenilikçi Şeyl-Kaya Gazı Çıkarılması ve Üretimi Gelişimi Süreçleri Etkileşimleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- ABD** Batı Eyaletleri Evrimsel Kaya Gazı (Şeyl Gazı) Yatakları, Kaliforniya Eyaleti Yenilikçi Petrollü Şeyl Kayaları Arama, Çıkartma ve Üretimi ile ilgili İnsan Sağlığı ve Çevre Güvenliği Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- ABD** Klasik Gaz Türü Olmayan Yeni Kuşak Şeyl Gazı – Kaya Gazı Ekonomisi ve Zengin Yeni Nesil Hidrokarbon Rezervleri Açısından Suudi Amerika Gerçeği, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Amerika Kayalara Tuzaklanmış Sıkı Rezervuar Petrolü (Tight Oil) Çıkarılması ile Konvansiyonel Ham Petrol Kuyuları Üretim Kapasitesi Farklılıkları, Ahmet Cangüzel

Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.

- Ukrayna ve Rusya Federasyonu Politik Anlaşmazlıkları Sonrası Olası Rus Gaz Vanaları Kapatılması Sonucu **Avrupa Birliği AB** Doğalgaz Arz Güvenliği Riskleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- ABD** ve **Avrupa Birliği AB** Ülkeleri Taraflarınca Ukrayna Krizi Nedeni Rusya Federasyonu'na Uygulanması Olası Ekonomik Ambargo ve Siyasi Yaptırımlar Sonucu **AB** Gaz Arz Güvenliği Darboğazı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- ABD** Çevre Koruma Ajansı **USEPA** Yeni Emisyon Düzenlemesi ile Küresel İklim Değişikliği Durdurulması Mücadelesi ve Amerika Kömür Eyaletleri Kasım 2014 Senato Seçim Sonuçları Olası Etkileri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Bilgiler, 2014.
- Doğalgaz Arz Güvenliği Kısılacı Altına Giren **Avrupa Birliği AB** için Küresel Şeyl Gazı Kaya Gazı Üretimi Bolluğu Sayesinde Sağlanacak Çözüm Yolları Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Avrupa Birliği** Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Üniteleri, Gaz Boru Hatları ve Elektrik Ara Bağlantıları (Electricity Interconnectors) Kanalıyla **AB** Enerji Arz Güvenliği İyileştirilmesi Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Rusya Federasyonu ile Ukrayna Arasında Alevlenen Politik Sorunlar Karşısında Karadeniz ve Bulgaristan'dan Gececek Güney Akım (South Stream) Açık Deniz Doğalgaz Boru Hattı Projesi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- İngiltere Karbon Yakalama ve Hapsetme (**CCS**) Teknolojileri Uygulamaları ile Karbondioksit Emisyonlarının Yeraltında Depolanması Projeleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- İngiltere Peterhead Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali Karbondioksit Tutma ve Tecrit Etme **CCS** Teknolojisi Pilot Tesisi ile Emisyonların Kuzey Denizi Tüketilmiş Klasik Doğalgaz Rezervuarları İçine Pompalanması, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Dev Global Ham Petrol Üreticisi Şirketler Açısından Küresel İklim Değişiklikleri Durdurulması Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Avustralya Global İklim Değişiklikleri Mekanizmaları Sorunları Karşısında Kararsız Karbon Vergisi Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Yeni Global Şeyl – Kaya Gazı Devrimi Niteliğinde Küresel Petrollü Şeyl Kayaları Rezervi, Yenilikçi, Evrimsel Petrol ve Doğalgaz Üretimi Teknolojileri Rönesansı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Kanada Alberta Eyaleti Katran Kumları (Tar Sands) ve Petrol Kumları (Oil Sands) İhracat Yolları ve Amerika Keystone **XL** Petrol Boru Hattı Projesi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Kanada Ham Petrol Üretimi İçeriğinde Alberta Katran Kumları Kökenli Ağır Bitümen Petrol Nakliyesi Paradoksu ve Kuzey Amerika Alternatif Hidrokarbon Boru Hatları Yoluyla Petrol Kumları Taşınması Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları Faydalı Bilgiler, 2014.
- The Economist Dergisi, (06 Eylül 2014 – 12 Eylül 2014).

**Fizik Mühendisleri Odası Resmi İnternet Sitesi:**

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