

İngiltere Karbon Yakalama ve Hapsetme (CCS) Teknolojileri Uygulamaları ile Karbondioksit Emisyonlarının Yeraltında Depolanması Projeleri

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

Dünya iklim değışiklikleri faileri arasında kabul edilen fosil yakıtların yakılması ile oluşan küresel karbondioksit emisyonları ve global karbon salımları hem kalkınmış hem de kalkınmakta olan ülkelerde ciddi artışlar kaydetmektedir. Söz konusu artışlara önemli katkı sağlayan temel enerji kaynağı kömür yakıtlı termik santraller ise özellikle Asya, Avrupa ve Afrika ülkelerinde kömürün yeniden doğuşu ve diriliş süreci adlandırılan kömür Rönesans'ı yaşamaktadır. Dünya enerji üretim sistemleri içerisinde global fosil yakıt ihtiyacı %80 düzeyini aşmış bir konumdadır. Sonuçta sanayi devrimini başlatan aynı zamanda ekonomik kalkınma ve refahın anası sayılan kömür ile beraber çağımızdaki diğer küresel fosil yakıt kullanımları ve tüketimleri artması sayesinde ilk kez 2013 yılı global karbondioksit konsantrasyonları 400 ppm 'e erişmiştir. Maksimum seviyelere doğru yol alan küresel karbondioksit konsantrasyonları frenlenmesi ve dizginlenmesi 2030 yılına kadar bilimsel ve teknolojik düzeyde temin edilmediği sürece ortalama global sıcaklık artışları oranlarını şimdilik kritik limit varsayılan 2°C ile sınırlama çabaları son derece zorlaşacaktır. Böylece, geçen süre zarfında küresel ısınma ve global iklim değışiklikleri mekanizmaları sorunlarının kontrol ve denetim altına alınması çalışmaları da sekteye uğrayacaktır. Dünyada sadece Amerika Birleşik Devletleri kömür santralleri bağımlılığı bir nebze azalırken Güney Afrika Cumhuriyeti, Polonya, Almanya, Japonya, Avustralya, bilhassa da küresel ekonomik büyüme hızları ve stratejileri yüksek olan Çin ve Hindistan'da baz yük kaynağı demode kömüre dayalı termik santraller elektrik üretimleri cazibesini korumaktadır. Amerika'da önceki yüzyılda kömür kullanan güç santralleri elektrik üretimi ülke genelinde %50 'lerin üzerinde seyretmiştir. Ancak şimdilerde klasik doğalgaz türü olmayan yeni nesil şeyl – kaya gazı çıkarılması ve üretilmesi teknolojileri ile eş zamanlı olarak Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı USEPA yeni yasal düzenlemeleri ve uygulamaları yürürlüğe girmektedir. Mevzu bahis Amerika federal çevre kirliliği yönetmelikleri hükümleri çerçevesinde karbondioksit emisyonları aşırı düzeyde olan kömür yakan elektrik santralleri yerine kötünün iyisi yeni kuşak doğalgaz kombine çevrim santralleri kurulmaktadır. Sözü edilen gelişmelere paralel olarak Amerika elektrik üretimi profili değışmekte ve ABD kömür santralleri güç üretimi %30 'lara doğru gerilemektedir. Kömür kökenli elektrik santralleri kanalıyla atmosfere yüksek oranlarda karbon salınımı vuku bulması açık bir ifadeyle kömürün yani karbonun (C) yakılması neticesi ortamdaki oksijenle etkileşmesi neticesi oluşan karbondioksitin (CO₂) atom ağırlıklarından kaynaklanmaktadır. Karbonun atom ağırlığı C12 ve bir karbon ve iki oksijen 16 (2 x 16) atomundan meydana gelen karbondioksitin atom ağırlığı ise 12 + (2 x 16) = 44 olduğundan orantı kurulduğu takdirde 1 kilogram karbon, bir başka deyişle, kömür ya da eşdeğer fosil yakıt yakılması halinde atmosfere 3.6 kilogram yani yaklaşık 3.5 kat fazladan karbondioksit emisyonları salınmaktadır. Küresel karbondioksit emisyonlarının maksimum düzeylere ulaşması da global ısınma ve dünya iklim değışikliği mekanizması sorunlarını ciddi biçimde körüklemektedir. Süratle bozulan global ekolojik

denge ile birlikte dünyadaki buzulların erimesi ve denizlere akan suların süratle artması bir bakıma okyanuslardaki irili ufaklı adaları yok etmekte söz konusu yörelerde yaşayan insanları küresel ısınma mülteci konumuna düşürmektedir. Yine rayından çıkarak kötüleşen dünya ekodenge sistemi ölçütleri kapsamında global karbondioksit konsantrasyonları yükselişleri, okyanusların, denizlerin, göllerin, akarsuların ve barajların asitlenmesi sorunlarını hızlandırarak yakın gelecekte insanlığı dünya deniz canlılarının nesillerinin tükenmesi problemleri ile baş başa bırakacaktır. Öte yandan, bilim insanları tarafından ileri sürülen küresel ekolojik felâket senaryoları gerçek olmakta ve global çevresel afetler günden güne çoğalarak sıkça gözlenmektedir. Bu yazıda karbondioksit tuzaklama ve depolama CCS teknikleri ile teknolojilerinin boş hayal olup olmadıkları aynı zamanda söz konusu küresel sera gazı kirleticilerinin yeraltında depolanması hedefleri araştırılmaktadır.

İskoçya'nın kuzey doğusunda rüzgârlara açık bir yörede bulunan Peterhead doğalgaz yakan güç santrali 30 yıldan fazla süredir hiç durmadan elektrik üretimi yapmaktadır. Peterhead gaz yakıtlı elektrik santrali kompleksinin bacası da serin ve üşütücü sahil kenti olarak tanınan Aberdeen' in simgesi haline dönüşmüştür. Şimdilerde ise yaşlanan doğalgaz santrali çok önemli bir denemeye sahne olmaktadır. Petrol şirketi olan Shell ve enerji şirketi **SSE**' de görevli mühendisler tarafından Peterhead doğalgaz santrali ünitelerinin kazanları ve gaz türbinlerinde meydana gelen karbondioksitin tutulması aynı zamanda depolanması için karbon yakalama ve depolama (**Carbon Capture and Storage – CCS**) teknolojileri denenmektedir. Karbondioksit emisyonlarının depolanması işlemi yaklaşık iki kilometre uzaklıktaki Kuzey Denizi altında olan kullanılmış ve tüketilmiş doğalgaz sahaları içerisinde gerçekleştirilmektedir. Atmosfere karbondioksit salınımlarının durdurulması %90 oranında sağlanan Peterhead doğalgaz kombine çevrim santrali dünyanın en temiz gaz yakan santralleri arasında sayılmaktadır. Peterhead gaz kökenli elektrik santrali, **CCS** teknolojileri ihaleleri ve yarışmaları başlatan İngiliz hükümetince emsal niteliğindeki iki projeden biri olarak değerlendirilmektedir. Diğer örnek ve favori proje Yorkshire' de Drax kömüre dayalı termik santral tesisidir. Söz konusu projede çevre kirleticileri dalgalar altındaki kayalara tuzaklanmadan ve saklanmadan önce kıyıda takribi 50 mil uzaklığa kadar borularla taşınacaktır. Benzer projelere dair 2007 yılından beri politikacıların ısrarcı talepleri ise akim kalmıştır. Hatta Peterhead termik santrali için çok daha uzunca bir süre mücadele verilmiştir. Ortaya çıkan son gelişmeler İngiliz **CCS** teknikleri ve teknolojilerinin yaygınlaştırılması konusunda umut ışığı doğurmaktadır. Örneğin, demir çelik ve petrokimya endüstrileri sektörlerindeki çevre kirliliğinin önlenmesi için yenilikçi **CCS** teknolojileri çok önemli yer tutmaktadır. Elektrik talebinin karşılanması bağlamında **CCS** teknolojili baz yük kaynağı yeni kuşak fosil yakıtlı termik santraller yeşil, doğa dostu ve çevreci perspektifler yönünden ciddi bir alternatif enerji kaynakları stratejisi oluşturmaktadır. Karbondioksit emisyonları sıfır yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** kökenli güneş enerjisi santralleri **GES** ve rüzgâr elektrik santraller **RES** üniteleri ise hava koşullarına tabi olmaları nedeniyle artan enerji talebi karşısında yetersiz kalmaktadır. Temel enerji kaynağı karbonsuz yeni nesil nükleer güç santralleri **NGS** elektrik üretimi bile talepteki ani değişimleri kısa sürede karşılayamamaktadır. Beliren faydalar ve kazanımlar da tasarrufları beraberinde getirmektedir. İngiltere Hükümetine bağlı araştırma kuruluşu olan Birleşik Krallık Enerji Teknolojisi Enstitüsü (**United Kingdom Energy Technology Institute - UKETI**), yeni kuşak **CCS** teknolojileri

ve donanımları sayesinde 2050 yılına kadar İngiltere enerji faturası kapsamında yılda 30 milyar pound (50 milyar dolar) tasarruf sağlanabileceğini hesaplamaktadır. Düşünce kuruluşu Uluslararası Enerji Ajansı (**International Energy Agency – IEA**), küresel iklim değişikliği nedeniyle meydana gelen ekolojik zararların sınırlandırılması, kontrol ve denetim altına alınması kısmen de olsa altında bir oranında evrimsel **CCS** teknolojileri vasıtasıyla sağlanacağını öngörmektedir. Modern **CCS** teknolojileri kullanılmadığı takdirde ise maliyetlerin %40 oranında yükseleceği tahmin edilmektedir. Aşağıdaki fotoğrafta deneme amaçlı çağdaş ileri **CCS** teknolojisi kullanılan Peterhead doğalgaz tüketen termik santral tesisi gösterilmektedir.



Kaynak: Shell Şirketi

İngiltere gelişen **CCS** teknolojilerinden faydalanmak için oldukça iyi bir konumda bulunmaktadır. Yeterli düzeye erişmiş bilgili sualtı mühendisleri sayesinde İngiltere, tükenmeye yüz tutan Kuzey Denizi petrol ve doğalgaz yatakları sahalarını kullanabilecektir. Vadesi dolmuş kuyulara gaz pompalamak suretiyle daha fazla petrol çıkarılması da sağlanacaktır. Ayrıca, kuyulara pompalanacak aynı zamanda depolanacak karbondioksit gaz arzı ve kuyularda görev alacak yeterince deneyimli kalifiye İngiliz petrol ve doğalgaz işçisi de zaten mevcut bulunmaktadır. Ülkede 100 yıllık karbondioksit emisyonlarını depolayabilecek kapasitede derin akiferler ve tüketilmiş rezervuarlar da hazır beklemektedir. Ancak, **CCS** projelerinde görülen yavaş ilerlemeler ise engel teşkil etmektedir. Mayıs 2014 de iklim değişikliği sorunları için parlamenterler arasından seçilmiş komite üyeleri, iktidardaki İngiliz Hükümetinin ilgisizliğinden yakılarak **CCS** teknolojileri uygulamaları açısından geçen on yılı İngiltere'nin kayıp zamanı olarak değerlendirmektedir. **CCS** projelerinin ağır aksak yürütülmesinin bir diğer nedeni de kifayetsiz finansal kaynak tahsisatı oluşturmaktadır. Bilim insanları, ilk **CCS** teknoloji tesislerinden kaynaklanan enerji maliyetinin megawatt saat başına 150 – 200 pound aralığında olabileceğini hesaplamaktadır. Hesaplanan enerji maliyeti hâlihazırdaki İngiliz toptan elektrik fiyatı

tarifesinin dört misli olup, hatta açık deniz rüzgâr enerjisi santralleri **RES** çiftlikleri tesisleri elektrik üretimlerine kıyasla bile daha pahalı düzeydedir. Sanayi sözcüsü Judith Shapiro, Avrupa Birliği **AB** yasaları çerçevesinde ülkenin **CCS** teknolojilerinden uzaklaştırılarak yoğun biçimde yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** yatırımları yapmaya zorlandığını vurgulamaktadır. Bununla beraber Hükümet tüm borçlarını kapatmak için yoğun çaba göstermektedir. Özellikle karadan döşenecek yeni boru hatları harcamalarında kullanılmak üzere bazı **CCS** projeleri yatırım maliyetleri faslına 2007 yılında 1 milyar pound 'luk yeni bir fon ayrılmıştır. Ayrıca, son zamanlarda İngiliz Hükümeti, yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** projeleri bazında devam eden mali sübvansiyonları ve ekonomik destekleri de karşılıklı anlaşma koşuluyla vaat etmektedir. Her şeye rağmen, Peterhead doğalgaz yakıtlı güç santrali ve Drax kömür kullanan elektrik santrali üst düzey yetkilileri **CCS** projelerinin sürdürülmesi konusundaki son kararlarını 2015 yılında verecekleri beklenmektedir. **CCS** projelerinin geleceği hakkında kötümser görüşler de hüküm sürmektedir. Teknolojik değeri kanıtlanırsa bile sadece birkaç pilot proje ile geniş endüstriyel ölçekli sistemlere uyarlanma ve benimsetilme zorluğuna işaret edilmektedir. Hükümetin uyguladığı yarışmalarda ikinci gelenler de sunulan ekonomik sübvansiyonlar ve mali destekler üzerinde planlar kurarken finansal kaynakların tükeneceğinden kaygı duymaktadır. Diğer bir endişe de karbondioksit tutma ve depolama sahaları tespitinde yeterince bilimsel araştırma yapılmamasından kaynaklanmaktadır. **CCS** yatırımlarının geleceği konusunda en büyük belirsizlik de karbon yakalama ve tecrit planları tam olarak ortaya çıktığında kamuoyunun tepkisini ne olacağına yatmaktadır. Sonuçta birkaç yıldan beri mühendisler yeraltında karbonu basınç altında sıkıştırırsalar da Norveç'te uygulanan yöntem ile birlikte söz konusu projeler alarm vermektedir. Böylece, hızla belirgin hale gelen küresel karbondioksit emisyonları kirliliğinin sınırlandırılması, kontrol ve denetim altına alınması hiç de kolay olmayacaktır.

Kaynaklar:

- İleri Nükleer Santraller, İklimsel Değişim Mekanizmaları, Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri Bilimsel Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İngiltere ve Avustralya Karbon Emisyonu Politikaları ile Karbondioksit Vergisi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Polonya Enerji Politikası ve Şeyl Gazı (Kaya Gazı) Çıkarılması, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası 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 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.
- Almanya Enerji Devrimi ve Enerji Dönüşümü-**Energiewende** Politikaları, Fosil Yakıtlı ve Nükleer Enerji Tabanlı Ekonomi Sistemi Portföyünden Yenilenebilir Enerji Kaynakları Temelli Ekonomi Sistemi Portföyüne Transformasyon, 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.
- İngiltere Elektrik Piyasası, Elektrik Üretimi Reformları, Enerji Portföyü ve Elektrik Enerjisi Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2012.
- İngiltere Geleneksel Olmayan Kaya Gazı Rezervleri, Yeni Nesil Şeyl Gazı Çıkarılması ve Üretimi Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2012.
- İngiltere Düşük Karbon Ekonomisi Devrimi ve Maliyetleri Yüksek Doğa Dostu Yeni Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yatırımları Stratejisi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD** Kömüre Dayalı Elektrik Santralleri Karbon Salımları ve Karbondioksit Emisyonları Bertaraf Edilmesi Projeksiyonları, 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.
- Küresel Sera Gazı Emisyonları Kapsamında Rekor Düzeylere Ulaşan Global Karbondioksit Emisyonları Ölçümleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Doğa Dostu Temiz Fosil Yakıtlı Elektrik Santralleri Geliştirilmesi Kapsamında Karbon Yakalama ve Karbon Tutma **CCS** Teknolojileri Perspektifleri, 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.
- Asya Kıtası Elektrik Üretimi Perspektifi Kapsamında Temel Enerji Kaynağı Kömür Kullanımı ile Çin ve Hindistan'da Kömürle Çalışan Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2012.
- İngiltere Enerji Politikası Perspektifleri ve İngiliz Elektrik Fiyatları Artışı Trendi ile ilgili Ana Muhalefet İşçi Partisi Mayıs 2015 Genel Seçim Stratejisi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Amerika Birleşik Devletleri** Kömür Kullanan Termik Santraller ve Yeni Çevre Kirliliği Yasal Düzenlemeleri Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Dünya İş ve Kurum (Siyah Karbon) Kökenli Çevre Kirliliği ile Global Isınma ve Küresel İklim Değişikliği Mekanizması Bilimsel İlişkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Amerika Global Isınma ve Küresel iklim Değişikliği Mekanizmaları Belirtisi Sayılan Dünya Deniz Seviyeleri Yükselmesi Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Avrupa Kömür Yakıt Kaynaklı Elektrik Santralleri Projeksiyonları ile Dünyanın Kirli Enerji Kaynağı Kömürün Yeniden Doğuşu ve Dirilişi, 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.

- Polonya 2013 Varşova İklim Değişikliği Zirvesi ve Birleşmiş Milletler (**UNFCCC**) Kapsamında ilgili Taraflar Konferansı (**Conference of the Parties - COP**) Sonuçları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Güney Afrika Elektrik Üretimi Portföyü, Enerji Arz Güvenliği Zafiyeti ve Çıkmazı Sorunları Nedeni Ülke Genelinde Yaşanan Elektrik Kesintileri ile Enerji Kısıntıları Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Çin, Yeni Kuşak Nükleer Enerji Santralleri, Global Yenilikçi Nükleer Santral İnşaatları ve Dünya Sera Gazı Emisyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Global Karbondioksit Konsantrasyonları Artmasıyla Küresel İklimsel Değişimler Sonucu Okyanusların ve Denizlerin Asitlenmesi Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Küresel Tropik Tayfunlar, Kasırgalar, Fırtınalar, Hortumlar ile Global Isınma ve Küresel İklim Değişikliği Mekanizmaları Bilimsel İlişkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Kyoto Protokolü Sonrası Küresel İklim Değişikliği Yasal Düzenlemeleri ile İlgili Son Gelişmeler ve Toprak Ana Kanunu (Law on Mother Earth), Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (**International Panel on Climate Change – IPCC**) 2014 Yılı Raporu Işığında 2015 Birleşmiş Milletler Paris İklim Zirvesi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- İngiltere Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Kökenli Açık Deniz (Offshore) ve Kıyılara Yakın Kara Rüzgâr Elektrik Santrali **RES** Çiftlikleri (Onshore Wind Farms) Güç Üretimleri Profili, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- İngiltere Elektrik Arz Güvenliği Sarmalı ve Çıkmazı Kapsamında Elektrik Kısıntıları ve Enerji Kesintileri Riski ile Karbonsuz Baz Yük Kaynağı Modern Yeni Nesil Nükleer Güç Santralleri Kurulması Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- İngiltere Doğalgaz ve Elektrik Tedarikçileri ile İngiliz Enerji Borsası ve Piyasası İçeriğinde Yüksek Gaz Fiyat Artışları Trendi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Almanya Düşük Karbon Ekonomisi Enerji Dönüşümü Paradoksu ile Temel Yük Kaynağı Karbonsuz Nükleer Güç Santralleri Kapatılması ve Elektrik Devrimi (**Energiewende**) Çelişkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Afrika, Asya ve Avrupa Ülkelerinde Baz Yük Kaynağı Küresel Kömür ve Düşük Kalorili Linyit Tüketen Elektrik Santralleri Önlenemeyen Yükselişi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Çin'in Yüksek Ekonomik Büyüme Hızları Bağlamında Gelişen Küresel Ekolojik Sorunlar Karşısında Ulusal Yeni Çevre Kirliliği Yasal Düzenlemeleri Perspektifi Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** 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, Faydalı Bilgiler, 2014.
- The Economist Dergisi, (05 Temmuz 2014 – 11 Temmuz 2014).

Fizik Mühendisleri Odası Resmi İnternet Sitesi:
[www.fmo.org.tr/ yayinlar/faydali-bilgiler](http://www.fmo.org.tr/yayinlar/faydali-bilgiler)