

YEK Kökenli GES ve RES Kompleksleri Enerji Depolama (Store Electrical Energy) Sistemleri İçin Efsanevi Kral Sisifos (Sisyphus) Tren Düzeneği

Ahmet Cangüzel Taner
Fizik Yüksek Mühendisi
Fizik Mühendisleri Odası (canguzel.taner@gmail.com)

Dünya doğa dostu yenilenebilir enerji kaynakları YEK tesisleri, güneş enerjisi santralleri GES ve rüzgar elektrik santralleri RES üniteleri yaygınlaştırılması perspektifleri kapsamında en büyük engeli baz yük kaynağı olmayan kesintili ve aralıklı güç üretimleri oluşturmaktadır. Kesintisiz karbonsuz temiz enerji kaynakları YEK elektrik üretim tesisleri geliştirilmesi ile küresel karbondioksit emisyonlarının azaltılması, kısıtlanması, sınırlandırılması, kontrol ve denetim altına alınması sayesinde global ekolojik dengenin korunması olası görülmektedir. Güneş ışınları ve güneş radyasyonları demetleri öğelerinin kaybolduğu karanlık süreçler sırasında GES sistemleri üzerinde voltaj yokluğu ve gerilim dalgalanması ile rüzgarın esmediği periyotlar zarfında ise RES üniteleri enerji kıfayetsizliği neticesi elektrik şebekelerinde güç dengesizlikleri, gerilim kararsızlıkları ve düzensizlikleri ortamı meydana gelmektedir. Böylece, enterkonnekte sistemleri besleyen elektrik üniteleri içerisinde ortaya çıkan yük dalgalanmaları, enerji üretim tutarsızlıkları ve gerilim yetersizlikleri de ulusal güç arz sıkıntıları ve sorunları yaşatmaktadır. Bu yazıda sürdürülebilir YEK güç arz güvenliği problemleri inovatif çözümleri çerçevesinde elektrik depolama sistemleri (**store electrical energy**) için orjinal proje niteliği taşıyan şebeke yük dengeleyici yenilikçi, evrimsel ve ileri yatırım örnekleri ele alınmaktadır.

Enerjinin bol olduğu süreçlerde elektriği depolamak ve yok olduğu periyotlar da ise gücü kullanmak için en iyi teknolojik çareler arasında suyun yüksekere pompalanıp enerji depolanması (**pumped-storage hydroelectricity**) olan pompaj hidroelektrik santraller **HES** üniteleri kabul edilmektedir. Örneğin, coğrafi ve hidrolojik koşullar doğrultusunda yüksek yerlere pompalanan suyun potansiyel enerjisi geniş ölçüde kullanılmaktadır. Pompaj depolamalı hidroelektrik santraller **HES** sistemleri için hidrolojik ve coğrafi şartlar açısından rezervuar olarak rol oynayan farklı yüksekliklerde iki havza olması icap etmektedir. Aynı zamanda söz konusu havzalardan birinin doldurulması bağlamında ise düzenli ve sürekli su temini kaynağına gerek duyulmaktadır. En az bir havzanın da yapay olması pompaj depolamalı hidroelektrik santral üniteleri kurulması yönünde zorunluluk arz etmektedir. Ayrıca, iki havza arasında su akışını sağlayan tünel bağlantısının bulunması da gerekmektedir. Bağlantı tüneli, hidrolik elektrik donanımları ile ilintili iki görev üstlenebilen güç türbinleri barındırmaktadır. Suyu düşük rezervuardan yüksek rezervuara çıkarmakla görevli hidrolik türbin kanatları motorları çalıştırılmaktadır. Üst savaklar açıldığında ve potansiyel enerjisi yüksek suyun hızla akışı ile birlikte ise sistemin hidrolik türbin çarkları ünitelerinin ters yönde dönmesi sayesinde pompaj depolamalı hidroelektrik santral **HES** kompleksi elektrik üretimleri gerçekleştirilmektedir. Bölgenin topografik yapısı suyun pompalanması yönünden uygun olmaması halinde inovasyona dayalı düşük karbon enerjili modern, evrimsel, ileri alternatif yöntemler ve teknolojiler de araştırılmaktadır. Bunlar arasında dev akülü güç depolama tesisleri (**battery storage power station**), basınçlı hava ile doldurulmuş enerji depolama sistemleri (**compressed air energy storage - CAES**) ve karbon elyaf – karbon fiber alaşımlı çok büyük çarklı enerji depolama kompleksleri

(**flywheel energy storage - FES**) sayılmaktadır. Öte yandan, Amerikan Firması da elektrik depolama tesisleri (**store electrical energy**) kapsamında farklı bir konuya odaklanmaktadır. Yerçekimi kuvveti yoluyla enerji depolama (**gravitational potential energy storage with solid masses**) ilkesi doğrultusunda işleyen sistem, çok büyük katı kütleleri tepeden yokuş aşağı ve yokuş yukarı hareket ettirme prensibi esasına dayandırılmaktadır. Yöntemdeki değişiklik sadece hareket eden malzemenin katı yapıda olmasından kaynaklanmaktadır. Mevzu bahis **ABD Şirketi İleri Demiryolu Enerji Depolama (Advanced Rail Energy Storage – ARES)** adıyla tanınmaktadır. Eski Yunan mitolojisi (**Greek mythology**)’nde savaş tanrısına kıyasla Kral **Sisyphus** daha yetenekli kabul görmesine karşın tanrılar tarafından sonsuzluğa kadar bir kayayı dağın tepesine kadar taşıma ve yuvarlama cezasına çarptırılmıştır. Aslında **ARES** projesi ile aynı şekilde kayalara karşılık gelen ağırlıkları yükseklere çıkarmak ve bir tür yeniden yukarıdan aşağıya yuvarlamak hedeflenmektedir. Gerçekte kayalar, pompaj enerji depolama kompleksi (**pumped-storage hydroelectricity**) hidroelektrik sistemi **HES** projesi içindeki suyu temsil etmektedir. Hidrolik türbinlere eşdeğer sayılan trenler vasıtasıyla söz konusu akışkan suyu temsil eden beton ağırlıklar tepelere kadar taşınmaktadır. Gravitasyona dayalı çalışan tren hattı ise hidrolojik güç menşeli su tüneli yapısına benzer bir rol üstlenmektedir. Pompaj depolamalı türbin donanımı elektrik kiti gibi motorlar da treni sürmektedir. Motorlar, tren yukarıdan aşağıya gravitasyon (yerçekimi) kuvveti ile ters yönde ilerlerken ise elektrik üreten jeneratörler olarak çalışmaktadır. Aşağıdaki resimde görülen prototip enerji depolama tesisi **Amerika Birleşik Devletleri ARES** Firması tarafından 2013 yılında **Tehachapi, California, CA, YEK** menşeli **RES** çiftliği ve parkı kompleksi yakınlarında kurulmuştur. Rüzgar enerjisi santralleri **RES** tesisleri gibi kesintili ve aralıklı elektrik üretimi sağlayan enerji kaynakları için sürdürülebilir güç depolama sistemi (**storage electrical energy**) bağlantısı son derece yararlı görülmektedir. Böylece, rüzgarın yeterince kuvvetli esmediği süreçler ile şebeke yük dengeleme prosesi bağlamında önemli sayılan yük ve voltaj dalgalanmaları hüküm süren periyotlar zarfında **RES** çiftlikleri güç üretimi verimliliği artırılmaktadır.



Kaynak: ABD ARES Şirketi

ABD ARES Firması, gravitasyon kuvveti vasıtasıyla işletilen aynı zamanda yaklaşık 4 ton beton ağırlıklar taşıyan enerji depolama tren sistemi (**gravitational potential energy storage with solid masses**) aşağıdaki fotoğrafta resmedilmektedir.



Kaynak: Amerikan **ARES** Firması

Prensipite prototip elektrik depolama tren projesi kompleksi sayesinde hedefine ulaşan **ARES** Şirketi, günümüzde çok daha büyük projeler planlamaktadır. **Birleşik Devletler İçişleri Bakanlığı (United States Department of the Interior)** 'na bağlı görev yapan **Amerika Arazi İdaresi Bürosu (American Bureau of Land Management – BLM)** onayı ile **ARES** Firması, **Pahrump, Nevada, NV** yakınlarında enerji depolama tren hattı tesisi inşaatı kapsamında saha kiralama işlemleri bürokratik çalışmalarını tamamlamıştır. Deneme amaçlı Prototip **Tehachapi** tesisi projesine kıyasla ağır tonajlı beton bloklar taşıyacak olan **Pahrump** güç depolama tren hattı projesi yatırımı, vagon yük taşıma kapasitesini artıran hidrolik krikolar ile donatılacaktır. Hidrolik krikolar vasıtasıyla döndürülecek ve yerleştirilecek olan beton bloklar hattın her iki tarafını desteklemek üzere indirilecektir. Ancak, köprüler gibi yüksek tonajlı son derece ağır beton bloklar tren yüksekliğinin yukarısında yer alacaktır. Ağırlıklarından kurtulan trenler de tepeden aşağıya doğru daha fazla yük getirmek üzere hareket edecektir. Güç üretimi süreci geldiğinde ise söz konusu proses tersine olarak gerçekleştirilecektir. Güç depolama ve elektrik üretimi amaçlı tren hattı düzeneği sisteminin bulunduğu **ARES** tepesinin eğimi yaklaşık %8 seviyesinde seçilmektedir. **ARES** güç üretimi ve depolama tren hattı uzunluğu takribi 9 kilometre (5.5 mil)'dir. **ARES** Şirketi **Pahrump** kompleksi sayesinde 12.5 megawatt – saat (**MWh**) elektrik depolanması ve şebekeye ise 50MW düzeyinde güç katkısı sağlanması hesaplanmaktadır. **ARES** Firması **Pahrump** tren hatlı enerji depolama tesisi kapasitesi, Büyük Britanya **Dinorwig** pompaj hidroelektrik santrali **HES** güç depolama kompleksi (**Dinorwig power station - pumped-storage**) kapasitesi rakamlarına kıyasla düşük düzeyde kalmaktadır. **Dinorwig HES** enerji depolama tesisi kapasitesi 10.8 gigawatt – saat (**GWh**), maksimum üretim kapasitesi ise 1.8GW seviyesinde bulunmaktadır. Bununla beraber **ARES** mühendisleri **Pahrump** elektrik depolama tesisi güç ünitesinin prensipite kafi rekabet yeteneğine sahip olduğunu

düşünmektedir. Uygulamada yeterli enerji dönüşümü sağlandığı takdirde ise mevzu bahis tesisin kapasitesinin büyütülebileceği de varsayılmaktadır. Demiryolu hatları boyunca yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya mekik dokuyan sallanmaya ve çalışmaya hazır (**ready to rock and roll**) tren maketleri yapılarından esinlenerek filizlenen tren hattı enerji depolama sistemi sanal bir görüntüsü aşağıda verilmektedir.



Kaynak: The Economist Dergisi

Sisifos (**Sisyphus**) tren hattı elektrik depolama sistemi ile gerçekte pompaj güç depolama tesisi bölgelerinin uygun olduğu yerlerde rekabeti olanaksız görülmektedir. Ancak, Nevada gibi çok kurak iklim koşullarının hüküm sürdüğü yerlerde Sisifos (**Sisyphus**) tren hattı güç depolama tesisi projesi rekabet şansını kazanmaktadır. Yeşil, doğa dostu ve çevreci yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** kökenli karbonsuz güneş enerjisi santralleri **GES** kompleksleri özellikle çöllerde avantajlı konumda bulunmaktadır. Günümüz temel yük kaynağı fosil yakıtlı termik santraller kurulması yatırımları çalışmalarına ise kamuoyundan yoğun tepkiler gelmektedir. Küresel güneş radyasyonları ve güneş ışınları demet öğeleri kesintiye uğramasına rağmen verimliliği yüksek yörelerde rağbet görmektedir. Sonuçta, **ARES** projesi ile elektrik üretimi ucuz ve bol olduğu süreçlerde şebekeden güç çekilerek depolanmakta, enerjinin pahalı ve kıt olduğu periyotlarda ise çekilen, tasarruf edilen ve depolanan enerji piyasalara satışa sunulmaktadır. Bu arada yerel solar enerji güç santralleri üniteleri kapsamında sistemdeki gerilim dalgalanmaları ve voltaj kararsızlıklarını önleyen yük dengeleyici olarak da demiryolu hattı elektrik depolama tesisleri önemli bir rol oynamaktadır.

Kaynaklar:

- Karbondiyoksit Emisyonları ve Salınımlarının Yok Edilmesi ya da Depolanması, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Brezilya'nın Enerji Politikası ve Enerji Eylem Planları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Güneş Enerjisi Elektrik Santralleri ve Fotovoltaik Güç Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.

- Yeni Nesil Termoelektrik Güneş Enerjisi Elektrik Santralleri, Ahmet Cangüzel Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011
- Uzay Güneş Enerjisi Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Çevre Dostu Temiz Enerji Kaynakları Teknolojileri Projeksiyonları ve Küresel Çevreci Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Kömür Yakan Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Doğalgaz Çevrim Santralleri ve Kömürlü Elektrik Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Yeni Nesil Güneş Enerjisi Elektrik Santralleri Geliştirilmesi için Son Yapılan Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar, **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.
- 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.
- 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.
- 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, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Almanya Yeşil Enerji Devrimi **Energiewende** Enerji Dönüşümü Süreci İçinde Elektrik Şebekesi Sistem Kararsızlıkları ve Gerilim (Voltaj) Dengesizlikleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Küresel Sera Gazı Emisyonları Kapsamında Rekor Düzeylere Ulaşan Global Karbondioksit Emisyonları Ölçümleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Küresel Karayolu Ulaşım Araçları Global Karbondioksit Emisyonları Düşürülmesi ve Yeni Nesil Düşük Karbon Emisyonlu Evrimsel Otomobiller, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** 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.
- 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.
- Global Karbondioksit Konsantrasyonları Artmasıyla Küresel İklimsel Değişimler Sonucu Okyanusların ve Denizlerin Asitlenmesi Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.

- Avrupa Birliđi (**AB**) Emisyon Ticareti Sistemi (**EU ETS**) **AB** İklim Politikası ve Global Karbon Ticareti Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- ABD** Enerji Politikaları Değişimi Sürecinde Küresel Isınma ve Global İklim Değişikliği Sorunları ile ilgili Yeşil, Doğa Dostu ve Çevreci Son Gelişmeler, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- 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 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.
- Global Karbondioksit Emisyonları Limitlenmesi, Kontrol ve Denetim Altına Alınması için Dünya İklim Değişiklikleri Eylem Planları ve Küresel Projeler, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2014.
- ABD** Küresel Isınma ve Global İklim Değişikliği Politikaları Çerçevesinde Dünyanın En Kirlili Fossil Yakıtı Kömür Kullanan Elektrik Santralleri Projeksiyonları, 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.
- Küresel İklim Değişikliği Eylem Planları Yoluyla Global Karbondioksit Emisyonları Sınırlandırılması ve Denetim Altına Alınması Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Yeni Kuşak Elektrikli Otomobil Motorları İçerisinde Makro Aküler Yerine Küçük Boyutlu Mikro Lityum İyon Bataryaları Araştırma Geliştirme **Ar-Ge** Faaliyetleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Kyoto Protokolü Sonrası Olası **BM** 2015 Paris İklim Anlaşması Dünya Karbondioksit Emisyonları Artışları ve Yok Edilmesi Teknolojileri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Küresel Fossil Yakıtlar Petrol, Doğalgaz, Kömür Tüketimlerinin Önlenmesi, Durdurulması ve Tasfiyesi Hakkında Batı Kamuoylarında Gelişen Eylemler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- ABD** Düşük Karbon Teknolojileri Geçiş Süreci Zarfında Birleşik Devletler Çevre Korunma Ajansı **US EPA** Yeni Temiz Hava Yasal Düzenlemeleri Uygulamaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Hindistan Sera Gazı Emisyonları Artışları Karşısında Doğa Dostu, Çevreci ve Yeşil Temiz Enerji Kaynakları **YEK** Projeleri Yatırım Programları Uygulamaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- ABD** Kara Nakil Vasıtaları Emisyonları Çevre Kirliliği, Elektrikli Otomobiller ve Hafif Taşıt Araçları Yakıt Türleri Salımları Kaynaklı İnsan Ölümleri Mukayesesi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Dünya Karbondioksit Emisyonları Yok Edilmesi Teknolojileri Uygulamaları ve Yasal Düzenlemeleri Gelişmeleri Işığında Olası **BM** 2015 Paris İklim Anlaşması, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Küresel Evrimsel Otomobil Üretimleri İçin Yenilikçi Lityum İyon Aküleri Yapımı Kapsamında Çağdaş Turboşarj Teknolojileri Geliştirilmesi Bilimsel Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** ile Güneş Radyasyonları Kökenli Güneş Enerjisi Sistemleri **GES** ve Silikon Kristalli Fotovoltaik Pili Maliyetleri Düşüşleri, Ahmet

Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.

- Çin Elektrik Üretim Portföyü İçinde Doğa Dostu ve Çevreci Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Menşeli Rüzgâr Türbinleri Güç Üretimleri Problemleri Çözümü, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Hollanda Güç Üretimi Profili İçeriğinde Doğa Dostu Rüzgâr Enerjisi Santralleri (**RES**) Elektrik Üniteleri, Parkları ve Çiftlikleri Kurulmasına Dair Halkın Tepkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Temiz Enerji Kaynakları Kökenli Sistemler İçinde Kullanılan İnovatif Lityum İyon Aküler Üretimleri ve Küresel Beyaz Altın Lityum Arz Güvenliği, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Yeni Nesil Akıllı Telefonlar, Dizüstü Bilgisayarlar, Robotlar, İnsansız Hava Araçları **İHA**, Uydular, Otomobiller ve Güç Santrallerinde Kullanılan Yeniden Şarj Edilebilir İnovatif Lityum İyon Bataryalar Geliştirilmesi Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- İnovatif Karbon Tutma ve Saklama (**Carbon Capture and Storage - CCS**) ile Karbondioksiti Bazalt Taşı İçerisine Depolama **Ar-Ge** Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- ABD** Yüksek Mahkemesi (Supreme Court) Son Kararları Karşısında Ulusal Karbondioksit Emisyonları Kontrol ve Denetim Altına Alınması Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Dünya Ham Petrol Fiyatları Tarifelerinin Tepetaklak Düşmesi Karşısında Gelişmekte Olan Ülke Ekonomilerinin Hidrokarbon Ürünler İthalat Talebi, Ahmet Cangüzel Taner **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Petrol İhraç Eden Ülkeler **OPEC** Üyesi Suudi Arabistan ve **OPEC** Dışından Rusya Arasında Küresel Ham Petrol Üretimleri Düşürülmesi Anlaşması, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Basra Körfezi Ülkeleri Kuveyt, Bahreyn, Irak, Umman, Katar, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri Hidrokarbon Rezervleri Zenginlikleri Açmazı ve Sarmalı, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- İnovatif Teknolojiler Eşliğinde Gelişen Küresel **YEK** Kökenli Güneş Enerjisi Santralleri **GES** Firmaları Ekonomik Çıkmazları ve Finansal İflasları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Kalkınmakta Olan Ülkeler Kapsamında İnovasyona Dayalı Çevre Dostu Yenilikçi Karbonsuz Güneş Enerjisi Santralleri **GES** Kompleksleri Gelişim Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Ürdün, Suudi Arabistan, **BAE**, Güney Afrika, Almanya, Meksika, Brezilya, Peru, Amerika, Çin ve Hindistan **YEK** Menşeli Solar Enerji Santralleri Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Küresel Ham Petrol ve Global Doğalgaz Fiyatları Düşüşleri Sonrası Dünyanın En Büyük Kömür Maden Ocakları İşletmeleri Firmalarının İflası, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Küresel Akaryakıt Ürünler Fiyatları Tarifelerinin Birdenbire Azalması ile Birlikte Global Geleneksel Ham Petrol Yatırımları Düşüşleri Trendi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Dünya Kayalara Gizlenmiş Evrimsel Şeyl Doğalgazı ve Petrolü Arzı Zenginliği Sayesinde Hidrokarbon Fiyatları Düşüşleri Sonrası Küresel Petrol Üretimi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- The Economist Dergisi, (02 Temmuz 2016 – 08 Temmuz 2016).

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi:

www.fmo.org.tr/_yayinlar/faydali-bilgiler