

Dünya Elektrik Arz Güvenliği Sıkıntıları Çözümü Perspektifleri Kapsamında Yüzer Karbonsuz Yeni Nesil Nükleer Enerji Santralleri Kurulması Çalışmaları

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

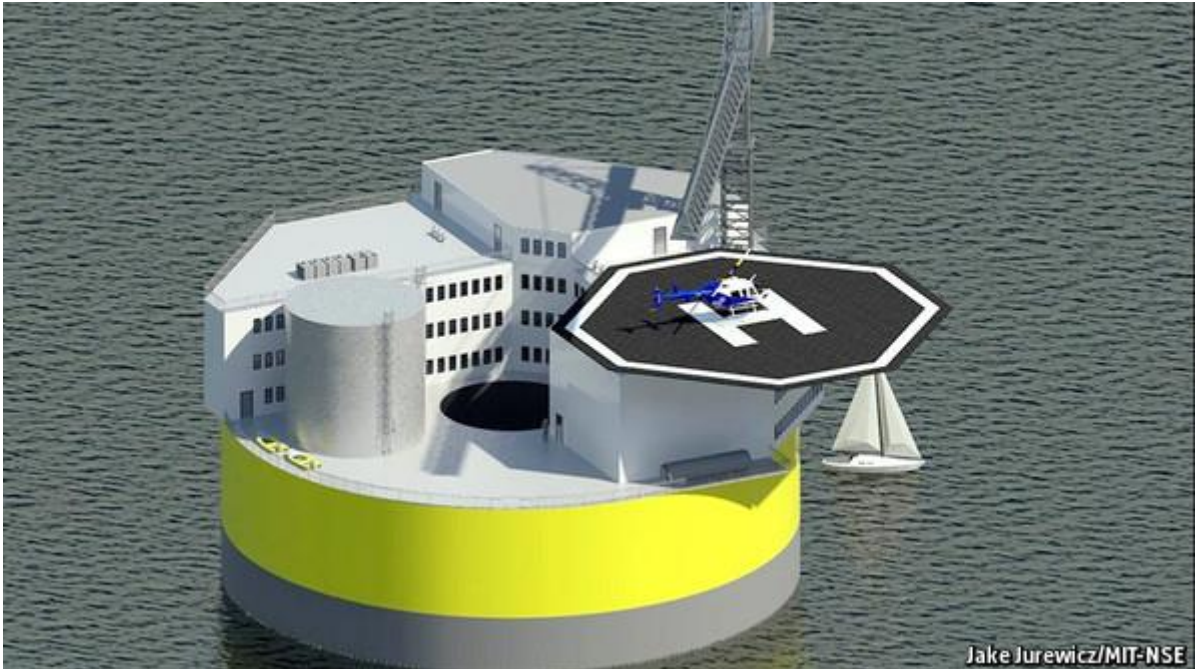
Fizik Mühendisleri Odası (canguzel.taner@gmail.com)

Global elektrik arz güvenliği problemleri ve geleceğin küresel enerji projeksiyonları gelişmelerini dikkatle izleyen kalkınmış ülkeler, titiz aynı zamanda inceden inceye planlar kurmaktadır. Enerji stratejilerine ilaveten çevre güvenliği ve insan sağlığı ölçütleri bağlamında küresel ekolojik dengenin korunması perspektifleri de ciddi biçimde değerlendirmeye ve araştırmaya tabi tutulmaktadır. Dünya fosil yakıtlar arzı, artan küresel tüketim ve kullanım sahaları göz önüne alınması halinde bu yüz yılın sonu ve gelecek yüzyılın başlarında global fosil yakıt rezervleri çok az düzeylere kadar düşecektir. Günümüzün küresel enerji tüketimi yaklaşık %80 oranında global fosil yakıtlar kanalıyla karşılandığı dikkate alındığı takdirde ise, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve enerji kaynak çeşitliliği sağlayacak dünya alternatif enerji kaynakları arayışlarının önemi ortaya çıkmaktadır. Güneş enerjisi santralleri GES, rüzgâr elektrik santralleri RES, biyoyakıtlara dayalı güç santralleri, jeotermal elektrik santralleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları YEK elektrik üretimi tesisleri küresel alternatif enerji kaynakları projeleri arasında sayılmaktadır. Diğer global alternatif enerji kaynakları projeksiyonları ve stratejileri içeriğinde temel yük kaynağı karbonsuz yeni kuşak toryum yakıtlı nükleer enerji santralleri ve güneşi yeryüzünde elde etme çalışmaları olarak tasarlanan küresel nükleer füzyon reaktörleri üniteleri kurulması da gelecekteki elektrik üretim sistemleri arasında kabul edilmektedir. Öte yandan, nükleer yakıtlı uçak gemileri ve nükleer güçle çalışan denizaltılar ile gelişen deniz nükleer tesisleri şimdilerde yüzen karbonsuz yeni kuşak nükleer elektrik reaktörleri kurulmasına doğru hızla ilerlemektedir. Araştırmacılar; yüzen LNG tesisleri gibi yüzer yenilikçi nükleer güç santralleri işletilmesi konusunda da nükleer emniyet, nükleer güvenlik, radyasyon güvenliği ve ekonomik kriterler bazında bir dizi avantaj bulmaktadır. Açık denizlerde demirli yüzer evrimsel nükleer enerji reaktörleri elektrik üretimleri de kara ve denizaltı yüksek gerilim enerji kabloları ile devasa enerji nakil hatları kanalıyla sahillerdeki elektrik tüketim ünitelerine sorunsuz nakledilebilmektedir.

Çoğu insanın kendi arka bahçemde olmasın sendromu (not in my backyard – **nimby**) diye tanımlanan kurulmasını istemediği tesislerin başında nükleer santraller gelmektedir. Ancak, yüzen nükleer reaktörler açık denizlere demirlendiği takdirde karbonsuz nükleer santral görüntüsünün ortadan kalkması ile birlikte kamuoyunda beliren küresel nükleer korku, global nükleer nefret ve yerel iyonlaştırıcı radyasyon kaygısı atmosferi giderilebilecek mi sorusu da sorgulanmaktadır. Yüzer nükleer güç santralleri çevresinde nükleer güvenlik sistemleri kapsamında nükleer yakıt çubukları soğutma suyu için çok büyük miktarlarda acil su temini her zaman hazır durmaktadır. Yüzen nükleer enerji santralleri elektrik üretimi de denizaltı kabloları vasıtasıyla deniz kıyısına kolaylıkla taşınabilmektedir. İşletme ömürlerini tamamlayan yüzer nükleer elektrik santralleri sökölme işlemleri (decommissioning) de santraller istenilen bölgeye götürülmek suretiyle uluslararası nükleer emniyet, nükleer güvenlik ve radyolojik güvenlik kriterleri ilkeleri ile kurallarına uygun olarak yerine

getirilebilmektedir. Yüzen nükleer reaktör projeksiyonları, nükleer enerji programları gelişmiş olan **ABD** ve Rusya Federasyonu'n da alışılmışın dışında destek ve taraftar toplamaktadır. Açık deniz petrol, gaz ve sıvılaştırılmış doğalgaz (**Liquefied Natural Gas – LNG**) endüstrisi sektörlerinde kullanılanlara benzer şekilde yenilikçi nükleer elektrik santralleri yüzer platformları da bilimsel ve teknolojik toplantılar kapsamında ciddi şekilde tartışılmaya başlanmıştır.

Son olarak Amerika Makine Mühendisleri Birliği (**American Society of Mechanical Engineers - ASME**) tarafından düzenlenen bir etkinlikte yüzer nükleer reaktör projeleri ele alınmıştır. Söz konusu etkinlikte **Massachusetts Institute of Technology – MIT** 'den Jacopo Buongiorno, Michael Golay, Neil Todreas ile Wisconsin Üniversitesi ve Chicago Bridge & Iron Şirketi araştırmacıları, açık deniz yüzer karbonsuz nükleer elektrik üretimi platformları hakkında ayrıntılı bilimsel bildirimler sunmuştur. Araştırmacılara göre yüzer karbonsuz yeni nesil nükleer güç santralleri hem modern nükleer güvenlik, nükleer emniyet ve radyasyon güvenliği ölçütleri bakımından hem de nükleer enerji ekonomisi yönünden çok sayıda üstünlükler ile faydalar getirmektedir. Dr Buongiorno, olgunlaşmış aynı zamanda iyi anlaşılabilir bir düzeye erişmiş olan ileri, yenilikçi ve evrimsel teknolojiler kullanan hafif sulu nükleer enerji santralleri kurulması ile açık deniz platformlar yapım teknolojileri eş güdümü sayesinde küresel nükleer elektrik üretimi sektörünün hız kazanacağını düşünmektedir. Nükleer güç santralleri ve yüzer platformlar, tersanelerde birlikte denenmekte ve ayrıntılı testler sonrası kilometrelerce uzaklığa taşınarak radyolojik güvenlik yönünden emniyetli açık deniz tabanına demirlenmektedir. Aşağıdaki resimde yüzer karbonsuz modern yeni kuşak nükleer elektrik santrali projesi çalışmalarının bir maketi, açık deniz dibine demirlenmiş durumda gösterilmektedir.



Kaynak: The Economist

Açık deniz nükleer reaktörleri, yeni nükleer güç santralleri ünitelerinin gittikçe artan ve zorlaşan nükleer santral saha seçimi kriterleri ile nükleer lisans mevzuatları açısından

önemli avantajlar sağlamaktadır. Evrimsel hafif sulu nükleer enerji santralleri çok büyük miktarlarda nükleer reaktör kalbi soğutma suyuna ihtiyaç duymaktadır. Nükleer reaktör yakıt çubukları soğutma suyu için hafif sulu nükleer santrallerin sahası yer seçimleri, mutlaka ya okyanus veya göl sahilleri ya da yüksek debili nehir kıyıları olmak zorundadır. Ne yazık ki, söz konusu nükleer santral sahaları da global nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu yöreler de bulunmaktadır. Nükleer santral sahası seçimi tamamlanan yörelerde de nükleer karşıtı gösteriler artmakta aynı zamanda halkın nükleer fobi, nükleer kaygı ve radyasyon korkusu psikolojisi ateşlenmektedir. Dr Buongiorno, açık deniz yüzen nükleer santral tasarımının diğer bir üstünlüğünün ise pasif nükleer güvenlik sistemi bağlamında öteki sistemlere kıyasla deniz suyunun sonsuz soğutucu havuz olarak kullanılabilmesinden kaynaklandığını vurgulamaktadır. Nükleer santral kalbi tasarımında söz konusu sistemin su altında bulunması nedeniyle elektrikle çalışan pompalar olmaksızın nükleer reaktör pasif olarak soğutulabilmektedir. Böylece, pasif nükleer güvenlik sistemleri içeriğinde can alıcı öneme sahip elektrikle işletilen pompaların devre dışı kalması arızaları da tarihe karışmaktadır. Mart 2011 yılı üzücü Japonya deprem ve tsunami süpürtü dalgaları tabii afetler silsilesi sonrası vuku bulan müessif Fukuşima Daiçi nükleer santral kazası, nükleer reaktör kalbi soğutma suyu pompaları arızaları sebebiyle ortaya çıkmıştır. Japon Fukushima Daiichi nükleer santrali sahasında faaliyette olan üç nükleer reaktör ünitesinin nükleer yakıt çubukları, süpürtü dalgaları neticesi soğutulamadığından maalesef nükleer yakıt erimesi kazaları ile karşı karşıya kalmıştır. Yüzer nükleer elektrik üretim tesisleri, deprem ve tsunami dalgaları doğal felâketler zinciri karşısında da çok daha güvenli konumda bulunmaktadır. Dr Buongiorno, okyanusun enginliği ve genişliği sayesinde yüzer nükleer reaktör yapılarının yaklaşık 100 metre derinliğe demirlenmesi halinde deniz tabanında oluşacak sismik dalgalardan korunduğunu ifade etmektedir. Bu durumda meydana gelen tsunami dalgaları, su basması ile deniz kabarması sonucu yüzen nükleer güç üreten tesis, kalıcı bir zarara ve hasara uğramayacaktır. Nükleer enerjili uçak gemileri ve nükleer yakıtlı denizaltılar için uygulanan yöntemlere benzer şekilde işletme ömürlerini tamamlayan yüzer nükleer güç tesisleri de özel donanımlı alanlara çekilerek hizmetten çıkarma ve nükleer sökölme işlemleri (nuclear decommissioning) kolayca yapılabilir.

Günümüzde Rusya Federasyonu Devlet Şirketi Rosatom, yüzen nükleer elektrik tesisi kurulması çalışmaları başlatmıştır. Çok büyük bir mavnaya üzerine kurulmakta olan Akademik Lomonosov adlı bir çift 70 megawatt (MW) 'lık yüzer nükleer reaktör sayesinde küçük bir kasabanın elektrik ihtiyacı karşılanabilecektir. İlk Rus yüzen nükleer elektrik santrali 2016 yılında tamamlanacaktır. Gelecek yıllarda da çok sayıda yüzer nükleer güç santrali inşası projelendirilmiştir. Rusya, yüzen nükleer enerji reaktörleri ile birlikte Arktik Denizi (Kuzey Buz Denizi – Arktik Okyanusu) dâhil çok uzak bölgelere kurulacak Rus petrol ve doğalgaz endüstrisi tesislerinin yoğun elektrik ihtiyacını karşılamayı hedeflemektedir. Amerikalı araştırmacılar da yüzer yeni kuşak nükleer santral için belirgin bir sınırlama olmadığını ve klasik nükleer santraller gibi 1000 MW kapasiteli kurulabileceğini ileri sürmektedir. Dr Todreas, sualtı saldırılarına karşı korunması da güçlendirilmiş tarzda çağdaş nükleer emniyet ve nükleer güvenlik lisanslama mevzuatları ile ilkelerinin koşulsuz olarak yüzer karbonsuz yeni nesil nükleer enerji reaktörleri için de uygulanması gerektiğine vurgu yapmaktadır. Yüzen nükleer elektrik santrali kurulması görüşü yeni bir perspektif şeklinde ortaya çıkmamıştır. Bir zamanlar Panama Kanalı Bölgesi'nde beliren elektrik arz kıtlığı ve

çıkılmaz sıkıntılarının çözümü amacıyla 1960 'lı yılların sonlarında İkinci Dünya Savaşı sırasında kargo gemisi olarak kullanılmış Sturgis, 10 **MW** 'lık yüzer nükleer güç tesisi haline dönüştürülmüştür. Ayrıca, 1970 'li yıllarda Amerika'nın doğu kıyıları açıklarında 1200 MW kapasiteli yüzer nükleer güç santralleri kurulması ve işletilmesi de planlanmıştır. Nükleer santrallerin dalgakıranlar ile çevrili dev yüzer beton mavnalar üzerine inşası tasarlanmıştır. Amerika'nın en büyük imalat sektörlerinden birinin bulunduğu Jacksonville, Florida 'ya elektrik arzı temini için yüzer nükleer santral projesi çalışmalarının gerçekleştirilmesi düşünülmüştür. Ancak söz konusu proje, teknik ve nükleer lisanslama mevzuatları belirsizliklerine paralel tarzda gelişen nükleer karşıtı yoğun aynı zamanda şiddetli muhalefet karşısında rafa kaldırılmıştır.

Sonuçta, yüzer karbonsuz yenilikçi nükleer elektrik reaktörleri projeleri daha güvenli ve daha düşük maliyetli olmakla beraber, çok büyük bir uğraş ve mücadele verilmeden yol alması olası görülmemektedir.

Aşağıdaki resimde 2016 yılında faaliyete geçecek olan Rus Akademik Lomonosov prototip yüzer çağdaş karbonsuz nükleer elektrik santrali projesi maketi görülmektedir.



Kaynaklar:

- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Almanya'da Nükleer Enerjinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2007.

- Nükleer Enerji, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Reaktörler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Güç Santralleri ve Nükleer Enerjinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Enerji Santralleri, Enerji Kaynak Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Güç Santralleri Gelişiminde Nükleer Emniyet ve Nükleer Güvenlik, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Fransa'da Nükleer Santraller ve Nükleer Reaktörlerin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Santraller ve Gelecekteki Nükleer Enerji Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- İngiltere'de Enerji Arz Güvenliği, Enerji Kaynaklarının Çeşitlendirilmesi, Nükleer Santraller ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Avrupa'da Nükleer Santraller ve Nükleer Enerji Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2009.
- İtalya'da Nükleer Santraller, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Çevre Eylem Planları ve Enerji Eylem Planları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2009.
- İleri Reaktörler, Karbon Borsası ve Küresel Finansal Kriz, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İleri Nükleer Santraller, İklimsel Değişim Mekanizmaları, Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri Bilimsel Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İngiltere; Yenilikçi Nükleer Santraller ve Enerji Ulaşım Telekomünikasyon Altyapı Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Amerika; Yeni Nesil Nükleer Elektrik Santralleri ve Nükleer Rönesans, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Çin; Nükleer Santraller, Elektrik Üretimi Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Almanya; Enerji Stratejisi ve Nükleer Güç Santralleri İşletilmesi Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Temiz Enerji Kaynakları, Nükleer Elektrik Reaktörleri, Küresel Ekonomik Kriz ve Küresel Mali İflas, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Çağdaş Nükleer Santraller ve Avrupa Basıncılı Su Reaktörleri (**European Pressurized Water Reactor - EPR**) ile ilgili Fransa'nın Pazarlama İnkilemi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Japonya Depremi Tsunami ve Nükleer Reaktörler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Fukushima Nükleer Güç Santralleri Kazaları Sonrası Modern Nükleer Santraller Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Japonya Deprem Tsunami Süpürtü Dalgaları Doğal Felaketler Sonucu Nükleer Reaktör Kazaları Sonrası Almanya Nükleer Enerji Politikası Sarmalı, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Almanya Nükleer Elektrik Santralleri Kapatılması Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.

- Almanya Nükleer Santraller Kapatılması Kararı Sonrası Elektrik Üretimi Çıkmazı, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Amerika Birleşik Devletleri Enerji Politikası ve Evrimsel Nükleer Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Nükleer Füzyon Enerjisi (Nükleer Kaynaşma Nükleer Birleşme Enerjisi) Termonükleer Füzyon Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Uzay Güneş Enerjisi Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- 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** Nükleer Enerji Politikaları Çerçevesinde Geliştirilen Modern Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Küresel Sıvılaştırılmış Doğalgaz (Liquefied Natural Gas – **LNG**) Gelişim Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Global Sıvı Doğalgaz (Liquid Natural Gas – **LNG**) Teknolojisi Devrimi ve Enerji Marketi, 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.
- 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.
- Almanya Enerji Reformu Düşük Karbon Ekonomileri Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Devrimi ve **Energiewende** Enerji Çevrimi Açmazı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- İngiltere Enerji Politikası Perspektifleri ve İngiliz Elektrik Fiyatları Artışı Trendi ile ilgili Ana Muhalefet İşçi Partisi Mayıs 2015 Genel Seçim Stratejisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Almanya Yenilenebilir Enerji Kaynakları (**YEK**) Kapsamında Açık Deniz Rüzgâr Elektrik Santralleri (**RES**) ve Enerji Dönüşümü (**Energiewende**) İkilemi, 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.
- 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.
- 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.

- Polonya Farklı Enerji Transformasyon (**Energiewende**) Politikası, Kömür Yakıt Kaynaklı Elektrik Üretimlerinden Nükleer, **YEK** ve Gaz Üretimlerine Dönüşüm, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Avrupa Birliği AB Enerji Sıkıntıları ve AB Düşük Karbon Ekonomileri Planları Kapsamında Uygulanmaya Çalışılan Enerji Kaynak Çeşitliliği Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Japonya 2011 Yılı Deprem ve Süpürtü Dalgaları Doğal Felaketler Sonucu Fukushima Nükleer Elektrik Santrali Kapatılması Sonrası Nükleer Enerji Teknolojileri Stratejisi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Global Karbonsuz Toryum Yakıtlı Nükleer Güç Santralleri Elektrik Üretimi için Çin ve Hindistan'da Yürütülen Araştırma Geliştirme **ARGE** Faaliyetleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Dünya Toryum Rezervleri ile Küresel Karbonsuz Toryum Kaynaklı Nükleer Elektrik Reaktörleri Geliştirilmesi için Yapılan Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Rusya Federasyonu ile Ukrayna Arasındaki Kırım İhtilafı Sonucu Tetiklenen Avrupa Birliği **AB** Enerji Arz Güvenliği Problemleri Çözüm Yolları Perspektifi, 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.
- Doğalgaz Arz Güvenliği Kısılacı Altına Giren Avrupa Birliği **AB** için Küresel Şeyl Gazı – Kaya Gazı Üretilmesi 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, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Düşük Karbon Teknolojileri Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Menşeli Yeni Kuşak Güneş Enerjisi Sistemleri Verimlilik Artırma Çalışmaları, 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.
- The Economist Dergisi, (26 Nisan 2014 – 02 Mayıs 2014).

Fizik Mühendisleri Odası Resmi İnternet Sitesi:

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