

**Microsoft Şirketi Kurucusu ve Dünyanın Önde Gelen Girişimcisi Bill Gates'in
Temel Enerji Kaynağı Karbonsuz Nükleer Güç Santrali NGS Yatırımları**

Ahmet Cangüzel Taner

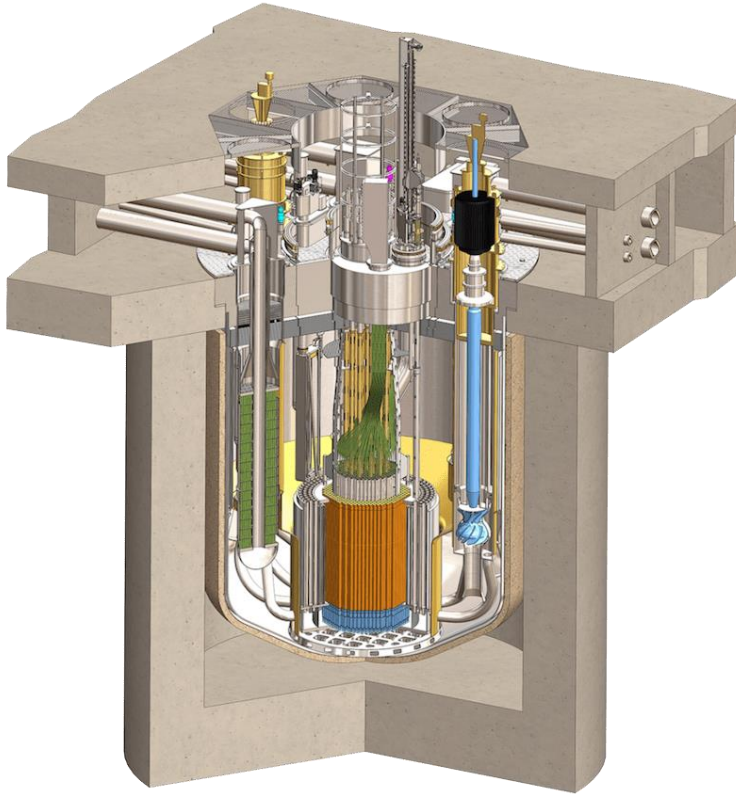
Fizik Yüksek Mühendisi

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

Microsoft Şirketi kurucuları arasında yer alan Bill Gates 2014 yılına kadar söz konusu firmanın Yönetim Kurulu Başkanlığı görevini yürütmüştür. Günümüzde şirketin teknik danışmanlığını üstlenen Bill Gates özellikle hayır işleri kuruluşları ve yardım dernekleri üzerine odaklanmaktadır. Ayrıca, yeğâne mavi gezegen dünyanın geleceği ile ilgili küresel ısınma ve global iklim değişiklikleri sorunları çözümü projeksiyonlarına yönelik Bill Gates şirketlerinin yeni nesil nükleer enerji yatırımları ve dünya karbonsuzlaştırma teknolojileri girişimleri de dikkat çekmektedir. Örneğin, TerraPower Firması inovatif Yürüyen Dalga Reaktörü (Travelling Wave Reactor - TWR) tasarımı, karbonsuz nükleer elektrik üretimi tesisleri yatırım projeleri çalışmalarına öncülük etmektedir. TWR reaktör tipleri yaklaşık 80 yıldır karbonsuz nükleer güç üretimi dizaynları arasındaki güncelliğini korumaktadır. TerraPower Şirketi TWR reaktör dizaynı, havuz tipi sodyum soğutmalı hızlı reaktör (Sodium-cooled Fast Reactor - SFR) modeli bir tasarımıdır. Yenilikçi SFR reaktörü, nükleer santral yakıtı olarak tüketilmiş uranyum-238 (U-238) ve nükleer fisyon reaksiyonları başlatılması için ise çok az miktarda zenginleştirilmiş uranyum-235 (U-235) nükleer yakıtı kullanılması ve tüketilmesi gerekmektedir. Yeni kuşak karbonsuz TWR reaktör modelleri takribi 40 yıl boyunca karbondioksit emisyonları olmayan sürdürülebilir nükleer enerji üretimi yapabilmektedir. Karbonsuz ileri TWR tipi reaktör, klasik Hafif Su Reaktörü (Light Water Reactor - LWR)'ne göre önemli ölçüde daha az nükleer yakıt tüketimi ve kullanımı ile işletilmektedir. Ayrıca, yenilikçi ileri erimiş tuz soğutmalı nükleer reaktör ünitelerinde çok sayıdaki pompalar, valfler, vanalar ve boruların kaldırılması yoluyla ekonomik ve düşük maliyetli sade bir nükleer reaktör tasarım modeli de oluşturulmaktadır. İnovasyona dayalı TWR reaktör dizaynları kapsamında uranyum-238 ve plutonyum-239 (U-238 Pu-239) nükleer yakıt çevrimi aynı zamanda toryum-232 ve uranyum-233 (Th-232 U-233) nükleer yakıt çevrimleri de kullanılabilir. Dünyaca ünlü iş adamı Bill Gates'in son girişimi olan evrimsel karbonsuz yeni stil nükleer güç santrali NGS reaktörleri tasarımı yatırımları bu yazı içeriğinde ele alınmaktadır.

Çok zengin iş insanları arasında olan Bill Gates, Microsoft Firması yönetimi görevini devretmesinden beri yardım kuruluşları ve hayır işleri kurumları ile yakından ilgilenmektedir. Örneğin, Bill and Melinda Gates Vakfı (Bill & Melinda Gates Foundation) dünyanın en büyük hayır kuruluşları içerisinde yer almaktadır. Söz konusu insani yardımlaşma vakfı kanalıyla aşılama programları, halk sağlığı, aile planlaması klinikleri, sıtma (malarya) ve diğer pek çok hastalıkların ilaç tedavisi yöntemlerinin araştırılması konularına milyarlarca dolar finansal kaynaklar aktarılmaktadır. Ancak, milyarder iş adamı Bill Gates meslek hayatı çalışmalarını da tamamen terk etmemiştir. Bill Gates tarafından 2008 yılında kurulan TerraPower Firması, Amerika Birleşik Devletleri Wyoming Eyaleti'nde deneme amaçlı egzotik özelliklere sahip yüksek teknolojili nükleer güç istasyonu kurulması gerçekleştirdiğini 02 Haziran 2021 tarihinde duyurmuştur. TerraPower Şirketi Natrium nükleer reaktörü, son yıllarda ortaya çıkan bir dizi inovasyona dayalı yeni nükleer reaktör tasarım türleri arasında kabul edilmektedir. Yenilikçi nükleer reaktör dizayn çeşitleri

geliştirilmesi sayesinde nükleer enerji mühendisleri düşük karbon ekonomisi çerçevesinde daha ucuz ve daha sade evrimsel karbonsuz nükleer güç santrali **NGS** üniteleri kurmayı hedeflemektedir. Böylece, küresel nükleer yakıt erimesi kazaları vakalarının engellenmesi aynı zamanda ortaya çıkan global nükleer güvenlik ve radyasyon güvenliği sorunlarının yok edilmesi amaçlanmaktadır. **Natrium** reaktör dizaynı, standart geleneksel nükleer güç santrali **NGS** tasarımına kıyasla iki büyük değişikliği içermektedir. Klasik nükleer reaktör kalbinin sıcak nükleer çekirdeği içerisinde dolanan su yerine **Natrium** nükleer reaktörü çekirdeğinde sıvı sodyum (erimiş tuz) bulunmaktadır. Natrium, Latince’de sıvı sodyum (liquid sodium) manasına gelmektedir. Doğrudan nükleer elektrik enerjisi elde etmek için nükleer reaktörde oluşturulan ısının kullanılması yerine nükleer reaktör içinde ısıtılan ergimiş tuz ilk kez dev bir batarya hasil olmaktadır. Neticede **TerraPower** Firması yetkilileri çok daha düşük maliyetli söz konusu sürekli güç üretimi temin eden nükleer reaktör tipinin yaygınlaşacağını beklemektedir. Böylece, şebekelere düzensiz, dengesiz ve kararsız elektrik üretimi sağlayan karbonsuz yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** kökenli rüzgar enerjisi santralleri **RES** türbinleri ve güneş enerjisi santralleri **GES** panelleri güç üretim problemleri de aşılabacaktır. Yenilikçi nükleer firma olarak tanınan **TerraPower** Şirketi’nce geliştirilen hızlı nükleer reaktörler (**nuclear fast reactors**) sınıfından ve atmosferik basınç altında çalışan karbonsuz baz yüklü inovatif **Yürüyen Dalga Reaktörü** (**Traveling Wave Reactor - TWR**) tasarımının bir kesiti aşağıdaki resimde canlandırılmaktadır. Nükleer reaktör kalbi içinde **kahverengi nükleer yakıt çubukları zarfı** görülmektedir. Ayrıca, evrimsel temel enerji kaynağı **TWR** reaktörü tesisi kapsamında konvansiyonel nükleer güç santrali **NGS** reaktörleri komplekslerine kıyasla arap saçına dönmüş çok sayıda vanalar, borular, pompalar ve valflerin kullanılması engellenerek karbonsuz nükleer elektrik tesisi tasarımının sadeleştirilmesi sağlanması da çok önemli ekonomik bir avantaj sayılmaktadır.



Kaynak: TerraPower Firması

Dünyada işletilen karbonsuz nükleer güç santralleri **NGS** ünitelerinin çoğunluğu, Amerika Birleşik Devletleri'nde 1950'li yıllarda geliştirilen **Hafif Sulu Reaktörler (Light-Water Reactors - LWR)** komplekslerinden oluşmaktadır. Karbonsuz **LWR** üniteleri, **Basıncılı Su Reaktörleri (Pressurized Water Reactor - PWR)** kompleksleri olarak da adlandırılmaktadır. **PWR** reaktörleri kapsamında nükleer reaktör kalbinin soğutulması için normal su kullanılmaktadır. Kullanılan su sayesinde nükleer reaktör çekirdeğinde uranyum atomlarını parçalayan nötronların hızları yavaşlatılarak reaktörde meydana gelen nükleer zincir reaksiyonları ve kimyasal tepkimelerin yoğunlukları artırılmaktadır. Su ile yavaşlayan nötronlar daha fazla uranyum atomunun ayrışması ve parçalanmasına yol açmaktadır. Bir başka deyimle, nükleer reaktörlerde bulunan su, nükleer tepkimeler ve kimyasal reaksiyonlar silsilesi başlatan bir nükleer moderatör (nükleer yavaşlatıcı) rolü oynamaktadır. **Natrium** reaktörleri ise soğutucu olarak sıcak sıvı sodyum (ergimiş tuz) kullanmaları nedeniyle nükleer yavaşlatıcı ya da nükleer moderatörü tamamen ortadan kaldırmaktadır. Söz konusu nükleer teknoloji 1950'li yıllara kadar uzanmasına rağmen yaygın şekilde kullanılmamıştır. **TerraPower** Firması üst düzey yetkilisi **Chris Levesque**, nükleer reaktörlerde soğutucu olarak sıvı sodyum (erimiş tuz) devreye girmesi ile birlikte çok sayıda avantajlar sağlandığını ifade etmektedir. Sıvı sodyumun 500°C derece santigrat olan yüksek sıcaklığı nükleer reaktörü daha fazla verimli hale getirmektedir. Aynı zamanda sıvı sodyum, sıcak suya göre nükleer reaktörün borularında çok daha az korozyon etkisi yaratmaktadır. Ayrıca, karbonsuz **PWR** reaktörleri kapsamında yüksek basınçlı su pompalanması gerekirken **Natrium** tasarımı reaktör sistemleri ise atmosferik basınç altında çalışmaktadır. Söz konusu durum nükleer güvenlik ve radyasyon güvenliği kriterleri karşılanması açısından önemli sayılan nükleer reaktör koruyucu kapları (containment buildings) yapıları ve reaktör boruları seçiminde çok etkin bir ekonomik faktör kabul edilmektedir. Örneğin, **TerraPower** Şirketi **PWR** nükleer santral inşaatlarında kullanılan sadece betona kıyasla %20 oranında tasarruf sağlandığını hesaplamaktadır. **Natrium** nükleer elektrik reaktörü tasarımları ile beraber karbonsuz inovasyona dayalı nükleer güç santrali **NGS** reaktörleri ünitelerinin maliyetleri de düşürülmektedir.

Diğer önemli bir husus ise söz konusu nükleer teknolojinin erimiş tuz enerji depolama sistemi olmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle, doğa dostu, çevreci ve yeşil güneş enerjisi güç endüstrisi de ilham kaynağı oluşturmaktadır. Örneğin, direkt olarak elektrik üretimi gerçekleştiren fotovoltaik güneş enerjisi santralleri **GES** ünitelerinin aksine solar termal sistemler, gündüzleri fazla güneş enerjisinin depolanması için benzer tankları uzun yıllardır kullanmaktadır. İnovatif **Natrium** reaktörü sodyum soğutma sistemi de reaktörde oluşan ısıyı erimiş tuz tankları içerisine transfer etmektedir. Daha sonra tanklarda depolanan ısı, farklı bir boru düzeneği ile alınarak elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Böylece, yeni **Natrium** reaktörü enerji depolama sistemi ile birlikte zamana endeksli elektrik enerjisi kullanım fiyatı tarifelerine göre düzenli, kararlı ve dengeli güç üretimi olası kılınmaktadır. Evrimsel karbonsuz **PWR** tipi nükleer güç santrali **NGS** kompleksleri de aynı enerji depolama düzenekleri kurulması için çaba göstermektedir. Karbondioksit emisyonları olmayan **TerraPower** **Natrium** nükleer güç santrali **NGS** ünitelerinin kapasitesi, genellikle 345 megawatt (MW) olması planlanmaktadır. Bununla beraber erimiş tuz tankları enerji depolama sistemleri ile birlikte **Natrium** reaktörü elektrik enerjisi üretim kapasitesi de artacaktır. İnovasyona dayalı **Natrium** reaktörü güç kapasitesi rakamlarının beş buçuk saatin üzerinde 500 MW düzeyine ulaşması hesaplanmaktadır. Böylece; yeşil, doğa dostu ve çevreci **YEK** odaklı karbonsuz **GES** tarlaları ve **RES** gülleri dengesiz ve stabil

olmayan güç üretimi kapasiteleri rakamlarının tafisi de mümkün kılınacaktır. Yenilikçi erimiş tuz reaktörleri sayesinde konvansiyonel nükleer elektrik enerjisi tesisleri kurulması maliyetlerine göre yeni kuşak nükleer güç santrali **NGS** üniteleri yapımları son derece ekonomik düzeylere gelecektir. Zaten özellikle yatırım olanakları ve finansman kaynakları yüksek olan özel sektörün karbonsuz yenilikçi nükleer enerji ilgisinin giderek artması da bundan kaynaklanmaktadır.

Diğer taraftan, karbonsuz nükleer gücün olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Ancak, karbonsuz nükleer enerjinin olumsuzlukları giderilmesi halinde iklim dostu nükleer güç popolaritesi korunabilecektir. Özellikle son 20 yıldır karbonsuz yenilikçi nükleer güç teknolojileri, sürekli artan nükleer reaktör maliyetleri ve gecikmiş yeni nesil nükleer santral inşaatları aynı zamanda sekteye uğrayan nükleer reaktör montaj çalışmaları ile birlikte can çekmektedir. Mevcut inovatif sodyum soğutmalı reaktörler ise prototip olup çoğunlukla nükleer güç santrali **NGS** tesisleri kurulumu deneme süreci yaşamaktadır. Öte yandan, inişli çıkışlı küresel nükleer santral yatırım projeleri safhaları da meydana gelmektedir. Örneğin, 2015 yılında Japon nükleer santral ünitesinde ciddi bir yangın bulmuş ve söz konusu nükleer reaktör uzun yıllardır kapalı tutulmaktadır. Fransız **Superphénix Hızlı Üretken Reaktörü (fast breeder reactor)** kurulumu 1974'de tamamlanmasına karşın kanıtlanan son derece yetersiz radyasyon güvenliği kriterleri aynı zamanda kifayetsiz nükleer emniyet ve nükleer güvenlik ölçütleri nedeniyle birdenbire devre dışı bırakılarak 1998 yılında faaliyeti tamamen sonlandırılmıştır. **ABD Washington Eyaleti sınırları dahilinde çalışan Hızlı Akı Deneme Tesisi (Fast Flux Test Facility - FFTF)** 400 MW kapasiteli sıvı sodyum soğutmalı test reaktörü gibi diğer reaktörler ise çok daha iyi olumlu işletme kayıtları ile faaliyetlerini sürdürmektedir. Amerikan kâr amacı gütmeyen sivil toplum kuruluşu **Kaygılı Bilim İnsanları Birliği (Union of Concerned Scientists - UCS)** tarafından Mart 2021'de yayımlanan bir rapor, reaktörün soğutucusu sodyum tuzunun avantajları ve dezavantajlarının birbirini dengelemesini ortaya atmaktadır. Reaktör çok sıcak çalıştığı zaman neticede güç artışı çıkışı yaşanması olası görülmektedir. Bu durumda reaktörü kapatan nükleer yavaşlatıcı suyun olmaması sebebiyle sodyum nükleer zincirleme reaksiyonları ve nükleer kimyasal tepkimeler silsilesini biraz durdurmaktadır. Soğutucuyu oluşturan sodyum buharı kaynaması olduğu takdirde ise nükleer reaktörün durdurulması etkisi yok olacaktır. Böylece, artan sıcaklıklar ve yükselen güç çıkışı nedeniyle riskli ve tehlikeli geri besleme döngüsü (dangerous feedback loop) baş gösterecektir. Fizikte bu gibi bilimsel kararların verilmesi de aldatıcı olmaktadır. Örneğin Fransa, gelişmiş nükleer sanayi deneyimi ve ileri nükleer teknoloji yeteneklerine sahip olan dünyadaki nadir ülkeler arasında sayılmaktadır. Fransa elektrik üretimi profili kapsamında karbonsuz nükleer güç üretimi payı, yaklaşık %70 düzeyinde çok büyük bir oranla temsil edilmektedir. Bununla beraber Fransız nükleer düzenleme kuruluşları ve nükleer lisanslama otoriteleri, modern **PWR** türü nükleer güç santrali **NGS** reaktörleri ünitelerine göre nükleer güvenlik ve radyasyon güvenliği standartları açısından sodyum soğutmalı reaktörlerin daha emniyetli olup olmadığına dair karar verilmesi konusunda zorluk çekmektedir. Amerikan **TerraPower** Firması ise çağdaş **Natrium** reaktörü ünitelerinde kontrolsüz nükleer kimyasal tepkimeler ve nükleer zincirleme reaksiyonlar olasılığını imkânsız olarak görmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Hükümeti, söz konusu inovatif **Natrium** reaktörü üstün nitelikleri ve özelliklerine güven duymaktadır. Bu bağlamda **ABD** yönetimi, **TerraPower** Firması'na 2028 yılında faaliyete geçecek prototip **Natrium** reaktörü kurulması için 80 milyon dolar mali kaynak sağlamaktadır. **TerraPower** Şirketi, ileri **Natrium** teknolojisi hususunda ilgilenen elektrik üretim ve

dağıtım idareleri ile daha şimdiden irtibat kurmaktadır. Sonuçta, karbonsuz yeni kuşak nükleer gücün canlandırılması bağlamında dünyaca ünlü iş insanı **Bill Gates**'in nükleer projeleri, yatırımları ve girişimlerinin başarılı olup olmayacağını da zaman gösterecektir.

Kaynaklar:

- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Nükleer Enerji, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Reaktörler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Güç Santralleri ve Nükleer Enerjinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Güç Santralleri Gelişiminde Nükleer Emniyet ve Nükleer Güvenlik, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Enerji Santralleri, Enerji Kaynak Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Santraller ve Gelecekteki Nükleer Enerji Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Fransa'da Nükleer Santraller ve Nükleer Enerji Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Avrupa'da Nükleer Santraller ve Nükleer Enerji Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2009.
- İtalya, Nükleer Santraller, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Çevre Eylem Planları ve Enerji Eylem Planları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Çin; Nükleer Santraller, Elektrik Üretimi Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İngiltere; Yenilikçi Nükleer Santraller ve Enerji Ulaşım Telekomünikasyon Altyapı Yatırımları, 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.
- İleri Reaktörler, Karbon Borsası ve Küresel Finansal Kriz, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Almanya; Enerji Stratejisi ve Nükleer Güç Santralleri İşletilmesi Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Amerika; Yeni Nesil Nükleer Elektrik Santralleri ve Nükleer Rönesans, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Çağdaş Nükleer Santraller ve Avrupa Basınçlı Su Reaktörleri (**European Pressurized Water Reactor-EPR**) ile ilgili Fransa'nın Pazarlama İkilemi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Amerika Birleşik Devletleri Enerji Politikası ve Evrimsel Nükleer Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Japonya Depremi Tsunami ve Nükleer Reaktörler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO 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.
- 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 Yeşil Enerji Devrimi Energiewende Enerji Dönüşümü Süreci İçinde Elektrik Şebekesi Sistem Kararsızlıkları ve Gerilim (Voltaj) Dengesizlikleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Dünya Elektrik Arz Güvenliği Sıkıntıları Çözümü Perspektifleri Kapsamında Yüzer Karbonsuz Yeni Nesil Nükleer Enerji Santralleri Kurulması Çalışmaları, 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 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.
- Japonya 2011 Fukushima (Fukuşima) Daiichi Nükleer Güç Santrali **NGS** Kazaları Sonrası Nükleer Enerji Teknolojisinin Yeniden Canlanması, 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.
- 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.
- Çin Nükleer Enerji Programı Çerçevesinde Karbonsuz Temel Yük Kaynağı Nükleer Güç Santralleri **NGS** Nükleer Güvenlik Kriterleri Açmazı ve İkilemi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Fransız Elektrik Firması **EDF** ve Çin Nükleer Güç Şirketi **CGN** Tarafından Ortaklaşa İngiltere Üçüncü Nesil İnovatif Fisyon Enerji Santralleri Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Ortadoğu Ülkeleri Mısır, Suudi Arabistan, Ürdün ve Birleşik Arap Emirlikleri Baz Enerji Kaynağı Karbonsuz Nükleer Güç Santralleri **NGS** Kurulması Projeleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- İngiltere Yüksek Kapasiteli Yeni Nesil Nükleer Güç Santralleri **NGS** Yerine İnovatif Küçük Modüler Elektrik Reaktörleri Kurulması Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Japonya Mart 2011 Deprem ve Tsunami Süpürtü Dalgaları Tabii Afetler Zinciri Sonrası Japon Nükleer Enerji Santralleri Projeksiyonları Dirilişi Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Klasik Nükleer Güç Santrali **NGS** Ünitelerine Kıyasla Denizlerde Kurulacak Yüzer ve Denizaltı İnovatif Nükleer Reaktör Kompleksleri Avantajları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2017.

- Donald Trump Yönetimi Kömür ve Nükleer Enerji Santralleri Sübvansiyonları Önerisi ve **ABD** Federal Enerji Düzenleme Kurumu - **FERC** Görüş Ayrılığı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Almanya Baz Yük Kaynağı Kömür Santralleri İşletilmesi ile Karbonsuz Nükleer Reaktörleri Kapatılması Neticesi İklim ve Enerji Arz Güvenliği Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Amerika Nükleer Yakıt Arz Güvenliği ve Nükleer Silahlar Geliştirilmesi Açısından Önemli Sayılan Hızlı Üretken Deneme Reaktörleri Dirilişi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Rusya Federasyonu Küresel Karbonsuz Nükleer Güç Santralleri Yatırımları ile Çin, Güney Kore, Fransa ve Amerika Nükleer Enerji Projeleri Rekabeti, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Çin, Hindistan, Türkiye, Mısır, Suudi Arabistan, Ürdün ve **BAE** Nükleer Güç Programları ile Birlikte Nükleer Yakıt Uranyum Ticareti Canlanması, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Küresel Çevreci YEK Kökenli RES Üniteleri, GES Kompleksleri ve Global Baz Yüklü Uranyum Yakıtlı Karbonsuz NGS Reaktörleri Stratejisi ile Ekonomisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Enerji Piyasası Tekelleşmesi Önlenmesi, Küresel Fosil Yakıtlar ve Nükleer Güç ile **YEK** Menşeli **RES, GES, HES, JES** ve Biyokütle Elektrik Üretim Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Suudi Arabistan Nükleer Enerji Programı ve Ortadoğu Ülkeleri Zenginleştirilmiş Uranyum ve Plütonyum - 239 (Pu -239) Nükleer Silahlar Üretilmesi Olasılığı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Karbonsuz Hızlı Nükleer Santraller veya Hızlı Üretken Reaktörler ile Baz Yüklü Küçük Modüler Nükleer Güç Reaktörleri (**SMR**) Yatırımları Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2019.
- Dünyanın En Büyük Nükleer Güç Santrali Kazaları Arasında Sayılan Japonya Fukushima Nükleer Elektrik Reaktörleri Sonrası İzlenen Japon Politikası, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2019.
- Temel Güç Kaynakları Karbonsuz Mini Nükleer Elektrik Reaktörleri ve Global Nükleer Yakıt Erimesi Kazaları Karşısındaki Teknolojik Üstünlükleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2020.
- Çin Baz Yüklü Karbonsuz Yeni Kuşak Nükleer Güç Santralleri Yatırımları ve Ulusal Yenilikçi Yüksek Hızlı Tren Hatları Ağı Projeleri Gelişim Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2020.
- ABD** Yönetimince Mali Destek Uygulanan Birincil Enerji Kaynakları Karbonsuz Mini Modüler Nükleer Güç Üniteleri Maliyetleri Artışları Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2020.
- Japon Fukushima Daiichi Nükleer Güç Santrali (**NGS**) Reaktörleri Kazaları Sonrası Baz Yüklü Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Gelişimi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2021.
- Onuncu Yılında Fukushima Daiichi Nükleer Santral Kazası, Yüksel Atakan ve Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Kitap, Nisan 2021.
- Çin Baz Yüklü Taishan Karbonsuz Nükleer Nükleer Güç Santrali NGS Nükleer Yakıt Çubuğu Kaplama Arızası Sonrası Radyoaktif Sızıntı Duyurusu, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2021.
- The Economist Dergisi, (12 Haziran 2021 - 18 Haziran 2021).

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi:

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