

Küresel Fosil Yakıtlar Fiyat Artışları ve Global Enerji Arz Güvenliği Riski Bağlamında Amerikan Uranyum Madenlerinin Yeniden İşletilmesi

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

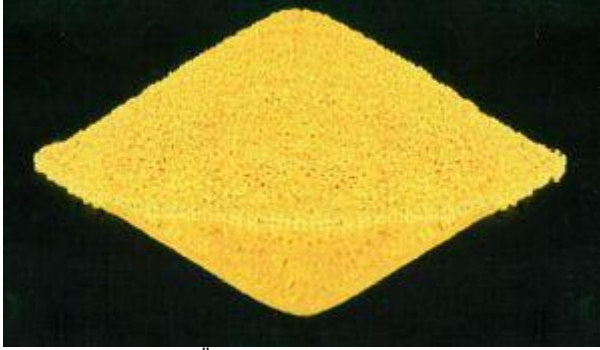
Fizik Mühendisleri Odası FMO (canguzel.taner@gmail.com)

Amerika Birleşik Devletleri ABD iklim dostu baz yük kaynakları nükleer güç santrali NGS reaktörleri sayısı 100 rakamını aşmaktadır. Ortaya çıkan üzücü küresel nükleer yakıt erimesi kazaları bir kaç adet olmasına rağmen ABD karbonsuz nükleer güç politikası geçen kırk yıl süresi boyunca, ne yazık ki, çalkantılı bir devreye girerek sekteye uğramıştır. Ancak, son yaşanan ve süregelen Rusya Federasyonu - Ukrayna savaşı ile birlikte beliren global enerji arz güvenliği kaygıları ve küresel fosil yakıt fiyat artışları sonucu dünya karbonsuzlaştırma teknolojileri kapsamında iklim dostu temel elektrik kaynağı karbonsuz global nükleer güç projeksiyonları popüler hale gelmektedir. Ayrıca, güneş sistemi içinde yaşamaya elverişli yegâne mavi gezegen dünyanın ısınması ve küresel iklim değişiklikleri endişeleri aynı zamanda giderek artış gösteren Amerikan eyaletleri karbonsuz doğa dostu, çevreci ve yeşil alternatif enerji talebi karşısında ABD uranyum ([uranium](#)) maden ocakları işletmelerinin yeniden faaliyete geçmesi bu yazı içeriğinde araştırılmaktadır.

Kararlı inatçı kişilikli milli park korucusu ve yazar [Edward Abbey](#), ABD güney doğu Utah eyaletinin dörtte birini çok kurak, çok tehlikeli ve çok ıssız olarak ifade etmekle beraber geri kalan bölgelerini ise çok güzel ve hoş biçimde yorumlamaktadır. Yazar **Abbey**'in görülmeye değer bölgeleri içerisinde kırmızı renkli kum taşlarından ibaret kanyonlar, kızılderili kabilelere ait araziler, her türlü çöl yaratığının yaşadığı uçsuz bucaksız topraklar yanında Amerika Birleşik Devletleri'nin çok önemli uranyum maden ocağı işletmeleri de yer almaktadır. Soğuk Savaş sürecinde özellikle **ABD** nükleer silahları ve atom bombaları yapımları artması neticesi uranyum madeni cevherleri ([uranium ores](#)) arama tarama çalışmaları da aşırı bir yükseliş kaydetmiştir. Düşük zenginleştirilmiş uranyum yakıtları ([low-enriched uranium](#)), iklim dostu karbonsuz nükleer güç santralleri **NGS** reaktörleri içeriğinde, son derece zenginleştirilmiş uranyum ([highly enriched uranium](#)) ise küresel nükleer bombalar ve atom silahları üretilmesi kapsamında kullanılmaktadır. Amerika uranyum madenleri çoğunlukla Arizona, New Mexico, Utah ve Colorado eyaletleri boyunca uzanan **Colorado Platosu** ([Colorado Plateau](#)) içinde bulunmaktadır. Amerikan uranyum nükleer yakıtları taleplerinin yoğun olduğu 1980 senesinde ulusal uranyum madenleri sanayi dalında yaklaşık 19.8 milyon kilogram (43.7 milyon pound) yerli uranyum üretimi gerçekleştirilmiştir. Bununla beraber **ABD** uranyum üretimi daha sonraki yıllarda baş aşağı düşmüştür. Amerikan uranyum üreticisi firmaları, düşük maliyetli uranyum üretimleri yapan Kanada, Avustralya ve eski Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği ülkeleri uranyum üretim şirketleri ile rekabet gücünü kaybetmiştir. **ABD** uranyum şirketleri 2021 yılında sadece 21000 pound ulusal uranyum üretimleri yapmıştır. Ancak, güney Utah [White Mesa](#) uranyum madeni işletmesi, uranyum cevherinin yoğun konsantre tozu olan **sarı pasta** ([yellowcake](#)) haline dönüştürülmesi çalışmalarını sürdürmektedir. Söz konusu uranyum cevheri işleme tesisi de **sarı pasta** üretimi ve talebinin maksimum düzeylere ulaştığı sürecin önemli bir temsilcisi olarak nitelendirilmektedir. Diğer taraftan, alternatif iklim dostu karbonsuz nükleer enerji kaynakları seçimi yönünde beliren son gelişmelerin ışığında

Amerikan uranyum endüstrisi dalının yeniden canlanma ve diriliş periyodu içerisine girmesi hızla ilerlemektedir.

Daha ileri kademe olan saf uranyum üretimi için önemli aşama uranyum oksit ([uranium oxides](#)) karışımı **sarı pasta (yellowcake)** aşağıda resmedilmektedir.

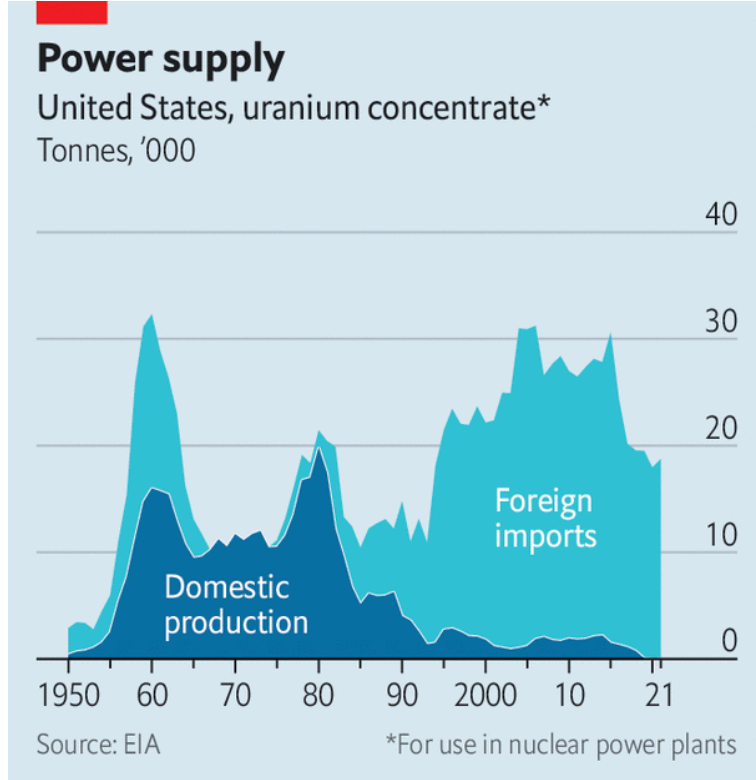


Kaynak: Wikipedia Özgür Ansiklopedi

Atmosfere karbon emisyonları ve karbondioksit salınımları olmayan nükleer güç kompleksleri ve tesisleri ile birlikte Amerikan enerji politikası değişimi de **ABD** uranyum sanayi canlanması yönünde önemli bir rol oynamaktadır. Amerika elektrik üretimi profili kapsamında iklim dostu karbonsuz baz yüklü nükleer enerji santralleri reaktörleri güç üretimleri yaklaşık %20 oranında temsil edilmektedir. Böylece, Amerika karbonsuz nükleer reaktörler vasıtasıyla ülkenin fosil yakıtlar karşısında en temiz alternatif enerji kaynağı aracını kullanmaktadır. Ulusal karbonsuzlaştırma teknolojileri projeksiyonlarının hızlandırılması için Amerika Başkanı **Joe Biden** yönetimi, mevcut ulusal nükleer güç santralleri **NGS** işletilmesi çerçevesinde fon yardımları, mali destekler ve ekonomik sübvansiyonlar planlamaktadır. Ayrıca **ABD** Hükümeti, inovasyona dayalı ileri karbonsuz nükleer santral projeleri çalışmaları ve **ar-ge** faaliyetleri hakkında teşvikler öngörmektedir. Nükleer güç taraftarları ve nükleer enerji yandaşları temel yük kaynağı nükleer elektrik reaktörü komplekslerinin özellikle yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** odaklı rüzgar enerjisi santralleri **RES** türbinleri ve güneş enerjisi santralleri **GES** panelleri ünitelerine kıyasla düzenli, kararlı ve sürekli elektrik üretimleri gerçekleştirdiklerini ifade etmektedir. Örneğin, **YEK** menşeli **GES** ve **RES** kompleksleri ise meteorolojik şartlara bağlı olarak güneşin yüzünü göstermediği ve rüzgar esmediği süreçler zarfında bahse konu ünitelerin güç üretimleri devre dışı kalmaktadır. Mevzu bahis düzenli karbonsuz nükleer elektrik üretimi profili yönünde ülkenin en temiz alternatif enerji kaynakları politikaları izleyen Kaliforniya Eyaleti yönetimi de etkilenmiş bir görüntü sergilemektedir. Meselâ, Kaliforniya'da faaliyet gösteren son baz enerji kaynağı iklim dostu karbonsuz nükleer güç santrali **NGS** reaktörleri kapatılması çalışmalarının ertelenmesi kararı verilmiştir. Öte yandan, devam eden Rusya Federasyonu ve Ukrayna savaşı da Rus gazına bağımlı konumda olan ülkeleri ulusal doğalgaz arz güvenliği zafiyeti, açmazı, ikilemi ve çıkmazı içine doğru sürüklemektedir. Ayrıca, **ABD Enerji Bilgi Yönetimi** ([Energy Information Administration](#) - **EIA**), 2021 yılında Amerika uranyum madeni ithalatlari rakamlarının %14 oranında Rusya Federasyonu'dan ve %43 düzeyinde ise Kazakistan ve Özbekistan kanalıyla karşılandığını bildirmektedir. Inovatif nükleer reaktör tasarımları ve yenilikçi nükleer santral dizaynları sistemlerinin nükleer yakıt ihtiyaçları da uranyum madeni türleri ve tipleri açısından sadece Rusya Federasyonu tarafından temin edilmektedir. Diğer taraftan Amerikan yönetimi, evrimsel nükleer santraller sınıfında olan dördüncü nesil nükleer güç reaktörü tasarımları yoluyla

karbonsuz iklim dostu modern nükleer santral maliyetleri rakamlarının düşürülmesi yanında ulusal nükleer güvenlik, nükleer emniyet ve radyasyon güvenliği kriterleri karşılanarak kamuoyunda oluşan nükleer korku, nükleer nefret ve nükleer dehşet havasının giderilmesini hedeflemektedir.

Amerika Birleşik Devletleri uranyum madeni konsantresi temini yollarının yıllara göre dağılımı aşağıdaki grafikte verilmektedir. ABD uranyum konsantresi sağlanması çerçevesinde yerli üretim (domestic production) **mavi renkli taralı bölge** ve Amerika uranyum konsantresi ithalatları (foreign imports) ise **turkuaz renkli taralı bölge** ile işaret edilmektedir.



The Economist

Kaynak: Birleşik Devletler Enerji Bilgi İdaresi ([Energy Information Administration](#) - EIA)

Wyoming Eyaleti Cumhuriyetçi Parti Senatörü **John Barrasso**, uzunca süredir eyaletin uranyum sanayi dalının desteklenmesi ve canlandırılması için taleplerde bulunmaktadır. Senatör **Barrasso**, Rusya Federasyonu uranyum madeni konsantresi ithalatlarının kesilmesi ve yasaklanması konusunda son olarak güncel bir yasa önergesi de sunmuştur. Wyoming Senatörü **John Barrasso**, Rusya Federasyonu'ndan petrol, doğalgaz ve kömür alımları ve ithalatları işlemlerinin durdurulmasını vurgulamaktadır. Mr **Barrasso**, ABD de bol miktarlarda bulunan uranyumun ithal edilmesi için hiçbir neden olmadığını ifade etmektedir. Başkan **Joe Biden** Hükümeti Enerji Bakanı **Jennifer Granholm**, Demokrat Parti ve Cumhuriyetçi Parti kanatlarının aynı görüşleri paylaştığını açıklamaktadır. Söz konusu gelişmeler doğrultusunda Bakan **Granholm**, Birleşik Devletler Enerji Bakanlığı (**Department of Energy - DOE**) tarafından milli uranyum strateji belgesi programı hazırlandığını dile getirmektedir. Dünyanın ileri gelen müteşebbisi Microsoft Şirketi kurucusu **Bill Gates**'in de ortak olduğu **TerraPower** Firması, başlangıçta Wyoming eyaletinde faaliyete geçecek nükleer reaktör için Rusya menşeli uranyum yakıtı kullanılması planlanmıştı. Ancak firma yetkilileri, Rusya'dan uranyum nükleer yakıtı ithalatı

yasaklanması gerçekleşmese bile son gelişmeler doğrultusunda artık Rus uranyum tedarikçisi şirketlere ilgi duymadıklarını ifade etmektedir.

Atıl duruma gelmiş ve terkedilmiş konumda olan **ABD** Utah Eyaleti uranyum maden ocağı sahası aşağıdaki resimde görüntülenmektedir.



Kaynak: The Economist Dergisi

Diğer taraftan, Rus uranyum madeni konsantresi ithalatının yasaklanması ve durdurulması hakkındaki politik görüş kağıt üzerinde iyi görünmekle birlikte Amerikan elektrik üretim ve dağıtım idareleri ile birlikte **TerraPower** Şirketi gibi yenilikçi nükleer santral yapan kuruluşların zorlu, sıkıntılı ve müşkül durumlara sürüklenmesi olasılıklarını da artırmaktadır. **ABD** Enerji Bakanlığı (**DOE**) nükleer yakıt tedariki zinciri çalışmalarında görevli **Andrew Griffith**, Amerikan nükleer endüstrisi sıkıntıları ve zorluklarını çözümsüz duruma düşmüş olan bir tür kısır döngü biçiminde değerlendirmektedir. Mr **Griffith**, nükleer yakıt tedariki olmadığı takdirde nükleer yatırımcıların cezbedilmesi yönünde karbonsuz inovatif ileri nükleer güç reaktörleri projelerini çetin günlerin beklediğini işaret etmektedir. Ayrıca, nükleer yakıtı satın alacak müşteriler bulunmaması durumunda ulusal nükleer yakıt arz güvenliği yatırımlarının yapılması da zor görülmektedir. Amerikan Enerji Bakanlığı (**DOE**), uranyum madenleri işletilmesi ve uranyum zenginleştirme prosesleri çalışmalarını üç koldan hızlı bir şekilde başlatmıştır. İlk olarak Ohio eyaletinde nükleer teknolojinin tanıtılması çerçevesinde küçük bir uranyum zenginleştirme kompleksi tesisi faaliyete geçirilmiştir. İkinci olarak son derece zenginleştirilmiş nükleer silah kalitesindeki uranyum, düşük derecede zenginleştirilmiş uranyum haline dönüştürülerek nükleer reaktörler için gerekli olan nükleer yakıt üretimi gerçekleştirilmektedir. Üçüncü olarak da Meksika Körfezi yeraltı petrol kaynakları stoklarına uygulanan benzer tarzda **Stratejik Uranyum Rezervi** (**Strategic Uranium Reserves**) oluşturulması yönünde Enerji Bakanlığı özel sektör kuruluşlarına ekonomik teşvikler, mali sübvansiyonlar ve fon yardımları sunmaktadır. Amerikan uranyum firmaları **ABD** uranyum sanayisinin canlanması ve dirilişi sürecini ise dört gözle beklemektedir. Uranyumun küresel nükleer silahlar ve atom bombalar üretimi çalışmalarında kullanılması nedeniyle

global uranyum satışları, serbest piyasa koşulları yerine uzun vadeli kontratlar ve anlaşmalar yoluyla yapılmaktadır. **Colorado Madencilik Okulu** ([Colorado School of Mines](#)) ekonomisti **Lan Lange**, söz konusu şartlar altında uranyum madeni satış fiyatları tarifelerinin tam olarak tespit edilmesinin zor olduğunu ifade etmektedir. Uranyum madeni üreticisi **Cameco** Firması, Mayıs 2022 uranyum fiyatı tarifesini pound başına takribi 48 dolar düzeyinde hesaplamaktadır. **Amerika Uranyum Üreticileri (Uranium Producers of America)** Başkanı **Scott Melbye**, uzun zamandır atıl durumda bekleyen uranyum maden ocaklarının tekrar işletilmesi kararı aşamasında şirketlerin hemen hemen aynı konumda olduklarını vurgulamaktadır. Karmaşık ve çetrefilli ekonomik şartlar ile sadece Amerikan uranyum endüstrisi karşılaşmamaktadır. Örneğin, batı ülkeleri uranyum maden ocakları kesinlikle rağbet görmemekte aynı zamanda suçlu da gösterilmektedir. Birleşik Devletler **Çevre Koruma Ajansı** ([Environmental Protection Agency - EPA](#)), yalnızca **Navajo Nation** arazileri kapsamında 500 den fazla terkedilmiş uranyum maden ocakları olduğunu hesaplamaktadır. **White Mesa**'da bulunan **Ute Dağı Ute kabilesi (Ute Mountain Ute Tribe Reservation)**, uranyum maden ocağı işletmesi nedeniyle içme sularının kirlenmesi ve hava kalitesinin etkilenmesi ihtimalinden kaygı duymaktadır. **Grand Canyon**'un güneyinde 10 mil uzaklıkta yer alan terkedilmiş uranyum maden ocağının yeniden faaliyete geçmesine Arizona eyaletinde bulunan çevreciler ve kabileler şiddetle muhalefet etmektedir. Uranyum maden ocaklarının tekrar işletmeye alınmasına karşı konulması ise mevcut iklim dostu karbonsuz nükleer güç santralleri **NGS** reaktörleri üzerine çöken maalesef çevresel kaygılar ve radyasyon endişeleri ile aynı nitelikleri taşımaktadır. Senatör **Barrasso**, yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** tabanlı güç sistemleri ile nükleer elektrik kompleksleri ünitelerinin karşılaştırılmasının uygun olmadığını savunmaktadır. Sonuçta, ilk yatırım maliyetleri yüksek olan küresel ekolojik koşullara uyumlu iklim dostu baz yüklü çağdaş nükleer elektrik santralleri reaktörleri tesislerinin yaygınlaşması çalışmalarına paralel, inovasyona dayalı nükleer enerji endüstrisinin gelişmesi ve ileri düzeylere ulaşması için yönetimlerin önemli ölçüde mali destekleri, ekonomik sübvansiyonları ve fon yardımları gerekmektedir.

Kaynaklar:

- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- 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.
- Amerika; Yeni Nesil Nükleer Elektrik Santralleri ve Nükleer Rönesans, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Amerika Birleşik Devletleri Enerji Politikası ve Evrimsel Nükleer Santraller, 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.
- Dünya Elektrik Arz Güvenliği Sıkıntıları Çözümü Perspektifleri Kapsamında Yüzer Karbonsuz Yeni Nesil Nükleer Enerji Santralleri Kurulması Çalışmaları, Ahmet

- Cangüzel Taner, Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- ABD** Nükleer Güç Santralleri **NGS** İşletilmesi ve Nükleer Yakıt Çevrimi Sonrası Radyoaktif Atıkların Saklanması ve Nükleer Kalıntıların Depolanması Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - Atom Bombası Üretilmesi Sonrası Uranyum Nükleer Atıkları Depolanan Özbekistan Kırgızistan Tacikistan Fergana Vadisi Radyoaktif Kontaminasyonu, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - 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.
 - Karbonsuz Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Elektrik Üretimi Sistemlerinin Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri Sorunları Karşısındaki Yetersizliği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2017.
 - Yüzde Yüz Doğa Dostu Karbonsuz Yenilenebilir Güç Kaynakları Elektrik Üretimi Tesisleri Sürdürülebilirliği ve Global Fosil Yakıtlar Enerji Piyasası Hakimiyeti, 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - Amerikan Enerji Bakanlığı **DOE** Tarafından Yenilikçi İleri Nükleer Santraller Geliştirilmesi İçin Sunulan Ekonomik Destekler ve Mali Yardımlar, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2020.
 - Microsoft Şirketi Kurucusu ve Dünyanın Önde Gelen Girişimcisi Bill Gates'in Temel Enerji Kaynağı Karbonsuz Nükleer Güç Santrali **NGS** Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2021.
 - Küresel İnovatif Nükleer Güç Sanayi Gelişmeleri Doğrultusunda Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı **IAEA** 2050 Nükleer Elektrik Üretimi Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2021.
 - Global Enerji Arz Güvenliği Darboğazı Aşılması Açısından İklim Dostu Karbonsuz Nükleer Güç Santralleri **NGS** Reaktörleri Popülaritesi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2022.
 - The Economist Dergisi, (25 Haziran 2022 - 01 Temmuz 2022).

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi:

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