

ABD Nükleer Güç Santralleri NGS İşletilmesi ve Nükleer Yakıt Çevrimi Sonrası Radyoaktif Atıkların Saklanması ve Nükleer Kalıntıların Depolanması Sorunları

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

Amerika temel yük kaynağı karbonsuz nükleer güç santralleri NGS reaktörleri sayısı yaklaşık 100 civarındadır. Bir başka deyimle, küresel nükleer enerji profili kapsamında global toplam güç üretimi yönünden dünyada halen faaliyet gösteren nükleer elektrik reaktörleri ünitelerinin neredeyse üç tanesinden biri Amerika'da işletilmektedir. Amerikan elektrik üretimi de %20 oranında nükleer güç kompleksleri üretimleri vasıtasıyla sağlanmaktadır. Böylece, ABD enerji arz güvenliği açmazı ve sarmalı sıkıntıları aşılması yönünde nükleer santraller bir tür sigorta işlevi görmektedir. Bu bağlamda Amerika Birleşik Devletleri uzun yıllardan beri ulusal nükleer atık yönetimi planlamaları kapsamında radyoaktif atıkların depolanması ve nükleer atıkların saklanması problemleri ile gitgide artan şekilde karşı karşıya kalmaktadır. ABD uranyum zenginleştirme teknolojileri stratejileri ve nükleer yakıt çevrimleri programları çerçevesinde ortaya çıkan nükleer atıkların yok edilmesi ve güvenli depolanması yöntemleri önem taşımaktadır. Amerikan tüketilmiş uranyum yakıtları olan çok yüksek düzeyli nükleer atık sahaları Pennsylvania PA ve Illinois IL eyaletlerinde yüksek seviyeli radyoaktif atık sahaları ise South Carolina SC, California CA, New York NY, Alabama AL, Florida FL, North Carolina NC eyaletleri içerisinde yer almaktadır. Yıllardır süregelen ve ciddi boyutlara ulaşan Amerika kullanılmış uranyum yakıtlı nükleer atık sahası sorunları nihai çözümü için gelecekteki ABD Başkanı ile yönetiminin karar vermesi beklenmektedir.

Surry nükleer güç santrali NGS reaktör üniteleri, Amerika Birleşik Devletleri Virginia VA Eyaleti güney doğusunda yer alan James nehri kıyısında kurulmuştur. 2015 yılı kavurucu aşırı yaz sıcakları sırasında Surry nükleer elektrik reaktörleri tüketilmiş yakıt havuzları ise serinlemek ve atlamak için cazip gibi görünmüştür. Şüphesiz, kullanılmış nükleer yakıt havuzları içerisine girmek radyasyon sağlığı ve güvenliği açısından imkânsızdır. Tüketilmiş radyoaktif uranyum yakıtları, havuzun su yüzeyinin 25 feet altında muhafaza edilmektedir. Deiyonize su içerisinde havuzun dibinde korunan kullanılmış uranyum yakıtları, aynı zamanda ışık hızından daha yüksek olan Cherenkov radyasyonu ve Çerenkov ışınması nedeniyle su içinde parlak mavi renkli pırıldamaktadır. Söz konusu adı ise 1958 yılında Fizik alanında [Nobel Ödülü](#) alan Rus Bilim Adamı [Pavel Alekseyevich Cherenkov](#) 'dan almıştır. Reaktörlere her 18 ayda bir zenginleştirilmiş uranyum kaynaklı nükleer yakıt yüklemesi yapılmaktadır. Zirkonyum kılıf ile kaplı tüketilmiş uranyum yakıt pelletleri ise korozyona karşı dayanıklılık sağlayan deiyonize su ile doldurulmuş havuzlara yerleştirilmektedir. Sürekli soğutma suyu ile takviye edilen ve beslenen kullanılmış uranyum yakıt havuzları içinde tüketilmiş uranyum yakıt pelletleri üzerindeki fazla ısı soğutulmaktadır. Ayrıca, çok tehlikeli radyoaktif maddeler ile nükleer atık muamelesi görmek üzere aynı zamanda kısa yarı ömürlü radyoizotopların bertaraf edilmesi amacıyla tüketilmiş uranyum yakıtlı pelletler de mevzu bahis nükleer atık soğutma havuzları içerisinde uzunca süre bekletilmektedir. Radyoaktif atık soğutma havuzları içinde beş yıl kalan kullanılmış uranyum yakıt pelletleri daha sonra dev çamaşır makinelerinin andıran çelik ve beton konteynırlar içerisine alınmaktadır. Beton ve

çelik konteynırlar içinde muhafaza edilen uzun yarı ömürlü çok yüksek aktiviteli nükleer atıklar, radyoaktif atık muamelesi için korunmaktadır. Nükleer kalıntı malzemelerin, daimi nükleer atık saklama sahaları bölgelerine taşınmadan önce, söz konusu geçici nükleer atık depolama alanları içerisinde daha ne kadar süre bekletileceği ise halen belirsizliğini korumaktadır. Gerçekte, Amerika nükleer atıkları için radyoaktif atıkların idaresi çerçevesinde uzun vadeli ulusal nükleer atık planı ve programı da zaten bulunmamaktadır. Başkan adayı olduğu süreç sırasında Barack Obama, sürekli nükleer atık depolama sahası olarak seçilen Yucca Dağı – Yucca Mountain radyoaktif atıklar projesi inşaatının başlatılmasına karşı çıkmıştır. Yucca Mountain nükleer atıkların bertaraf edilmesi sahası, Amerika'nın en turistik kenti Las Vegas'ın kuzey batısında 129 km (80 mil) uzaklıkta yer almaktadır. Aslında Barack Obama'nın daimi nükleer atık saklama alanı Yucca Mountain yatırım projesi planını reddetmesi, Senato Demokrat Parti Lideri Nevada, NV Eyaleti Senatörü Harry Reid'in seçimlerde desteğini kazanma isteğinden kaynaklanmıştır. Netice itibariyle ABD nükleer güç santralleri NGS ünitelerinde oluşan 70000 ila 80000 ton arasındaki nükleer atıklar, Surry nükleer enerji tesisinde olduğu gibi ya radyoaktif atık havuzları içinde ya da geçici nükleer atık depolama sahaları içerisinde tutulmaktadır. Başkan Obama gibi Senatör Reid de 2017 yılında görevinden ayrılacaktır. Gelecekte görev alacak kişiler ise tüketilmiş nükleer atıklar ve radyoaktif atıkların nihai saklanması sorunları hakkında büyük tartışmalarla yüz yüze kalacaktır. Aşağıdaki resimde Amerika daimi nükleer atıklar depolama sahası ve son radyoaktif atık yok etme alanı seçilen [Yucca Mountain](#) Nevada, NV görüntülenmektedir.

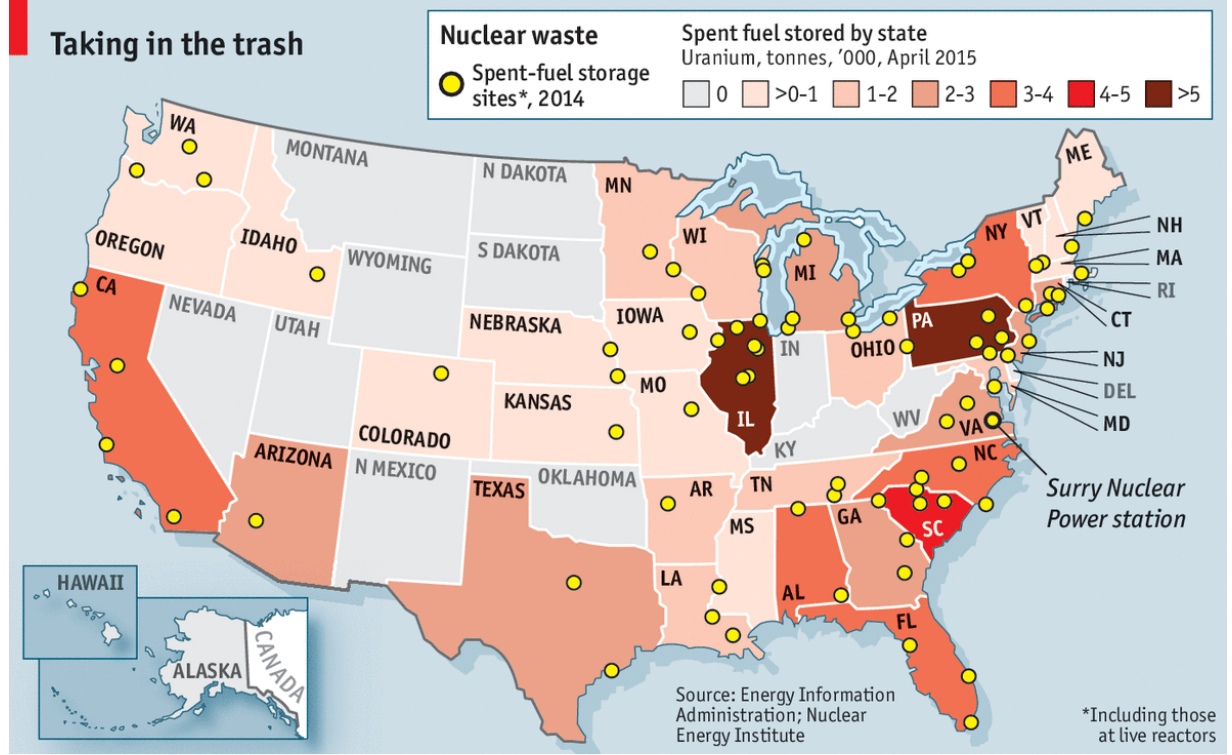


Atom çağı başladığında dünya nükleer silah programları çerçevesinde Eski Sovyetler Birliği ve Amerikan yönetimleri yoğun rekabet ile nükleer yarışa tutuşarak özellikle uranyum zenginleştirme stratejileri üzerine odaklanmıştır. Radyasyon güvenliği ve nükleer güvenlik kriterleri dikkate alınmadan sadece küresel atom silahları yapımı ve global nükleer bomba üretimleri projeksiyonları yürütülmüştür. Örneğin, Amerikan kullanılmış uranyum yakıtları, nükleer atık havuzları içerisinde radyoaktif bozunma ve nükleer parçalanma uğramaya terk edilmiştir. Sıvı nükleer atıklar ise yer altı sularına

radioaktif sızıntı olasılığı yüksek olan tanklar içinde tutulmuştur. Söz konusu radyasyon kirliliği ve radioaktif kontaminasyon yaşanan yerler arasında atom bombası yapımı programı uygulanan **Washington; WA** Eyaleti de sayılmaktadır. Eyaletin Hanford, **WA** kentinde nükleer silah üretimleri sırasında yaygın nükleer kontaminasyon riski ve radioaktif kirlilik tehlikesi belirmiştir. Bölgedeki nükleer dekontaminasyon ve radyasyon kirliliği temizleme faaliyetleri projeleri içeriğinde halen 11000 kişi çalışmaktadır. Hanford, **WA** kenti nükleer atık idaresi yatırımı dâhilinde radioaktif atıkların yok edilmesi maliyeti 3 milyar dolar civarında olacağı ve çevre radyasyon temizliği çalışmalarının 2046 yılında son bulacağı öngörülmektedir. Asıl güncel **ABD** nükleer atık sorunları ise 1960, 1970 ve 1980'li yıllarına kadar dayanan nükleer güç santralleri **NGS** menşeli radioaktif atıkların ne zaman ve neredeki nihai nükleer atık depolama sahaları içerisine nakledileceği konularını kapsamaktadır. Amerika güç üretimi, beşte bir oranında ülkedeki 99 adet baz yük kaynağı nükleer enerji reaktörleri elektrik üniteleri kanalıyla karşılanmaktadır. Küresel nükleer enerji üretimi de takribi %30 oranında **ABD** karbonsuz nükleer reaktörleri tarafından temin edilmektedir. 1970 yılından beri ilk kez yatırım ve ilk ön lisansları onaylanan beş adet sivil amaçlı Amerikan yeni nesil nükleer güç santrali inşaatları da sürdürülmektedir. İnovatif nükleer elektrik reaktörleri yatırım maliyetleri yüksek olması da ekonomik destek fonları sağlanmasını gerektirmektedir. Amerika düşük karbon enerjileri temiz enerji kaynakları güç üretimleri payının artırmak ve inovasyona dayalı karbonsuz nükleer santraller yatırımlarının teşvik etmek için federal kredi garantileri adı altında çeşitli mali yardımlar yürürlüğe koymaktadır. Bu bağlamda yenilikçi nükleer reaktörler tarafından üretilen ve binlerce yıl güvenli şekilde korunacak olan yüksek aktiviteli nükleer atıklar da aynı borç ödenekleri ve fonlarından faydalanmaktadır. Yüksek aktiviteli radioaktif atıklar uzun vadeli nükleer atık yönetimi programları yoluyla iyi kaplanmış beton bloklar içinde korunması gerekmektedir.

Federal Hükümet, 1982 yılında yürürlüğe giren Nükleer Atık Politikası Yasası (**Nuclear Waste Policy Act – NWPA**) uyarınca sivil ve askeri amaçlı tüm nükleer atıkların yok edilmesi aynı zamanda radioaktif atıkların daimi saklanması yöntemleri için her türlü çalışmayı taahhüt etmektedir. Olası çok sayıda nükleer atık planları bağlamında atıkların yer altındaki tuz yatakları ve tuz tabakaları içine gömülmesi yoluyla radioaktif atık son depolanması metodu da önem kazanmaktadır. Ortaya çıkacak ulusal nükleer atık maliyeti ise nükleer elektrik kullanan müşterilerin faturaları üzerine radioaktivite vergisi ilavesi ile telafi edilecektir. Bununla beraber **ABD** nükleer atık sorunları çözümü yönünde olumlu çalışmalar ise politik girişimler ve siyasi menfaatler sonucu engellenmektedir. Amerikan Kongresi, 1987 yılında nükleer atık sahaları kabulü açısından sadece Yucca Dağı **Nevada, NV** hakkında kararı onaylamıştır. New York Üniversitesi Hukuk Fakültesi'nden Prof Richard Stewart, eyaletlerinin radioaktif madde çöplüğü ve nükleer atık döküntü merkezi haline dönüşeceğini iddia eden politikacıların bulunduğunu da ifade etmektedir. Örneğin, söz konusu siyasiler arasında zamanın Temsilciler Meclisi Çoğunluk Lideri Tom Foley ve Birleşik Devletler Temsilciler Meclisi Başkanı Jim Wright, seçildikleri **Washington, WA** ve **Texas, TX** da sürekli ve nihai nükleer atık depolama sahası kurulması projelerini çeşitli politik oyunlar sayesinde durdurulduğu yine aynı bilim insanı tarafından açıklanmaktadır. Yucca Dağı nükleer atık son depolama düzenlemesi, 1987 yılında yürürlüğe girmesi ile birlikte kanuna şiddetle karşı çıkan Nevada Eyaleti sakinleri, söz konusu düzenlemeyi uygunsuz yasa tasarısı olarak tanımlamaktadır. Yucca Mountain nükleer atık saklama alanı için şimdiye kadar

federal bütçe kaynaklarından 15 milyar dolar harcanmasına rağmen inşaatı tamamlanan saha içerisinde halen hiçbir nükleer atık depolanmamaktadır. Ayrıca, Nevada'lılar nükleer balistik füzeler ve atom silahların test sahası olarak eyaletin uğradığı zararları da kuvvetle vurgulamaktadır. Birleşik Devletler Enerji Bakanlığı (**United States Department of Energy – US DOE**), 2010 yılından itibaren Yucca Mountain nükleer atık yok etme tesisi faaliyetlerini resmen askıya almıştır. Diğer taraftan, 2013 yılında yapılan kanuni düzenleme ile daimi nükleer atık sahası projesi sonuçlanıncaya kadar tüketicilerden nükleer güç vergisi toplanması da durdurulmuştur. Ancak, yasa gereğince 1998 yılından beri atık nükleer yakıt toplanması şart koşulduğundan geçici atık depolama maliyetleri temelinde nükleer güç üretim şirketleri ödeme yapması da icap etmektedir. Aşağıdaki haritada **sarı renkli noktalar 2014 yılı verilerine göre tüketilmiş uranyum nükleer yakıt atık depolama sahaları** olarak işaret edilmektedir. Yine aynı harita üzerinde **koyu kahve renkli** eyaletlerden başlamak üzere açık renklere doğru kullanılmış uranyum yakıt nükleer atık saklanan eyaletlerde depolanan x 1000 ton tüketilmiş uranyum radyoaktif atıklar bazında ayrıntılı şekilde gösterilmektedir.



Economist.com

Kaynak: Birleşik Devletler Enerji Bilgi İdaresi (**Energy Information Administration – EIA**), **NEI**

Bazı nükleer güvenlik uzmanları Yucca Mountain radyoaktif yok etme sahası projesinin yeni Başkan tarafından yeniden başlatılacağını umut etmektedir. Bir enerji lobi grubu olan Nükleer Enerji Enstitüsü (**Nuclear Energy Institute – NEI**)'den John Keeley, **ABD** tüketilmiş nükleer yakıt bertaraf edilmesi projeksiyonları çalışmalarının politik çıkar çevreleri tarafından sorun haline getirildiğini ileri sürmektedir. Birleşik Devletler Nükleer Düzenleme Komisyonu (**United States Nuclear Regulatory Commission – USNRC**), Ocak 2015'de Nevada daimi nükleer atık depolama sahası projesinin ulusal radyasyon güvenliği ölçütleri ve nükleer güvenlik kriterleri yönünden yeterli olduğu kanaatine varmıştır. Ancak, Nevada Eyaleti sakinleri ise demiryolu ile kullanılmış nükleer yakıtların taşınması sırasında radyoaktif serpinti ve nükleer

döküntü yoluyla radyoaktivitenin çevreye sızması ve bulaşması sonrası radyasyon kirliliği oluşması ihtimalinden kuşku duymaktadır. Amerika'nın son nükleer atık yok etme deneyimleri de sorunun çözümüne bir katkı sağlamamaktadır. **ABD, New Mexico, NM** Eyaleti Carlsbad kenti yakınlarında radyoaktif atık derin depolama sahası olarak sayılan dünyadaki az sayıdaki nükleer atık alanından birini zaten çalıştırmaktadır. Carlsbad daimi nükleer atık saklama sahası içinde nükleer silahların üretilmesi ve atom bombalarının yapımı süresince ortaya çıkan radyoaktif atıklar depolanmaktadır. Ancak, Carlsbad Nükleer Atık Tesisi Şubat 2014'de çalışmalarını sekteye uğratan iki adet kaza yaşamıştır. Bilim insanları laboratuvarlarda nükleer atıkları absorblamak için çok defa kedi kumu kullanmaktadır. Kazanın vuku bulduğu varilde kedi kumu olarak pazarlanan ancak mineral kaynaklı çeşidi olmayan Swheat Scoop marka yepyeni bir tür kullanılmıştır. İlk kez uygulanan Swheat Scoop marka kedi kumu ise radyasyonu soğurmaması nedeni varilin içindeki maddeler ile nükleer atıkların nükleer tepkimeler ve kimyasal reaksiyonlara girmesi sonucu ortaya çıkan gaz, varil basıncını artırmış ve sonrası çok şiddetli bir patlama meydana gelmiştir. Söz konusu radyasyon kazası vuku bulduğunda beri Carlsbad kalıcı radyoaktif atık depolama tesisi, yeni nükleer atık varillerini kabul etmemektedir. Sivil kökenli nükleer atıklar için ise uzun vadeli bir çözüm getirilmemesi, güç üretim ve dağıtım şirketlerini geçici yöntemlere doğru yönlendirmektedir. Örneğin, Surry de nükleer atıklar, havuzlardan beton konteynırlar içine alınmaktadır. Bu yolla nükleer atıkların halen dörtte üçü depolanmıştır. Radyasyon korunması uzmanları, beton konteynırlar sayesinde radyoaktif atıkların birkaç yüzyıl güvenli muhafaza edileceğini öngörmektedir. Sonuçta havuzlara kıyasla beton bloklar içinde nükleer atık maliyetleri azalmakta aynı zamanda nükleer sızıntı ve tüketilmiş nükleer yakıtların korozyon riski de ortadan kalkmaktadır. Asıl sorun ise nükleer atıkların milyonlarca yıl radyoaktif kalmasından kaynaklanmaktadır. Aşağıdaki resimde Yukko Mountain daimi atık depolama sahası ana giriş tüneli içinde ilerleyen çalışan personel gösterilmektedir.



Surry Nükleer Güç Santrali **NGS**, iki adet 800 megawatt kapasiteli Westinghouse basınçlı su reaktörleri 1972 ve 1973 yıllarında peş peşe faaliyete geçmiştir. Surry Nükleer Elektrik Tesisi 2003 yılında Amerika Nükleer Düzenleme Komisyonu [Nuclear Regulatory Commission](#), tarafından her iki reaktörün işletme lisansları 40 yıldan 60 yıla uzatılmıştır. Aşağıdaki fotoğrafta Surry Nükleer Enerji Reaktörleri görüntülenmektedir Çok küçük bir sahada ve ormanları tahrip etmeden sağlanan toplam 1600 megawatt nükleer elektrik enerjisi ile gücünün ne kadar büyük olduğunun dikkate alınması gerekmektedir.



Kaynaklar:

- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Radyoaktif Atıkların Yok Edilmesi veya Nihai Depolanması, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Nükleer Atıkların İdaresi ve Yönetimi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO**, 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.
- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Türleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Güç Santralleri Gelişiminde Nükleer Emniyet ve Nükleer Güvenlik, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO 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, Nükleer Santraller, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Çevre Eylem Planları ve Enerji Eylem Planları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Brezilya'nın Enerji Politikası ve Enerji Eylem Planları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Evren, İnsan ve İyonlaştırıcı Radyasyonlar, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İyonlaştırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkileşme Mekanizmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Yeni Kuşak Radyasyon Teknolojileri Uygulamaları ve Kobalt-60 (Co-60) Gama Işınlama Tesisleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO 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.
- Temiz Enerji Kaynakları, Nükleer Elektrik Reaktörleri, Küresel Ekonomik Kriz ve Küresel Mali İflas, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Çin; Nükleer Santraller, Elektrik Üretimi Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Mars Gezegeni Keşifleri için Kızıl Gezegen Mars'a Son Gönderilen Plutonyum – 238 (Pu-238) Yakıtlı Uzay Araçları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Nükleer Güç ile Çalışan Uzay Araçları ve Kâinatın Keşfi için Uzaya Fırlatılan Plutonyum-238 (Pu-238) Nükleer Yakıtlı Robot Uydular, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Çağdaş Nükleer Santraller ve Avrupa Basıncılı Su Reaktörleri (**European Pressurized Water Reactor - EPR**) ile ilgili Fransa'nın Pazarlama İkilemi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.

- Almanya; Enerji Stratejisi ve Nükleer Güç Santralleri İşletilmesi Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- 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.
- Diş Röntgen Filmleri Çekimleri Sonrası Gelişen Beyin Tümörleri (Meningiom Tümörleri) ve Radyasyon Güvenliği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** **FMO** 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** Nükleer Enerji Politikaları Çerçevesinde Geliştirilen Modern Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- 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** **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.
- Rhenium-188 (Re-188) Radyoizotop İşaretli Listeria Monocytogenes Bakterisi ile Yeni ve Etkili Öldürücü Pankreas Kanseri Hastalığı Tedavisi Yöntemi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** **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** 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 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.

- 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.
- 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.
- Asteroid Kuşağı Ötesi Güneş Sistemi Dışsal Gezegenleri (Outer Planets) Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün ile Kuiper Kuşağı Cüce Gezegenleri (Dwarf Planets) Keşifleri için Uzaya Gönderilen Nükleer Yakıtlı Yapay Uydular, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Radyoizotop Termoelektrik Jeneratör (**Radioisotope Thermoelectric Generator – RTG**) İnovasyon Teknolojili Plutonyum 238 Atom Yakıtlı Robot Uzay Araçları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, 2015.
- Çin Nükleer Enerji Programı Çerçevesinde Karbonsuz Temel Yük Kaynağı **Nükleer Güç Santralleri NGS** Nükleer Güvenlik Kriterleri Açmazı ve İkilemi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası 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.
- Küresel Fosil Yakıtlar Petrol, Doğalgaz, Kömür Tüketimlerinin Önlenmesi, Durdurulması ve Tasfiyesi Hakkında Batı Kamuoylarında Gelişen Eylemler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Düşük Karbon Enerjileri Yenilenebilir **Enerji Kaynakları YEK** Kökenli Rüzgâr Elektrik Santralleri **RES** ve **Güneş Enerjisi Santralleri GES** Kompleksleri Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Amerika Birleşik Devletleri Yenilenebilir **Enerji Kaynakları YEK**'e Dayalı Açık Deniz(Offshore) Rüzgâr Enerjisi **Santralleri RES** Çiftlikleri Gelişim Periyodu, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası 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, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- The Economist Dergisi (29 Ağustos 2015 –04 Eylül 2015).

Fizik **Mühendisleri Odası FMO** Resmi İnternet Sitesi:
www.fmo.org/_yayinlar/faydali-bilgiler