

**Atom Bombası Üretilmesi Sonrası Uranyum Nükleer Atıkları Depolanan
Özbekistan Kırgızistan Tacikistan Fergana Vadisi Radyoaktif Kontaminasyonu**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi



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

Küresel nükleer bombalar üretimleri ve global atom silahları yapımları sonrası uranyum kırıntıları (uranium tailings) şeklinde radyoaktif atıklar ve nükleer kalıntılar ortaya çıkmaktadır. Uranyumlu nükleer atıklar ve radyoaktif kalıntılar ise jeolojik koşulları ve nüfus yoğunlukları uygun bölgelere çoğu kez de toprak altına gömülmektedir. Ancak, nükleer atıkların son depolanması ve bertaraf edilmesi uygun biçimde yapılmadığı takdirde radyoaktif sızıntılar olmakta ve yörede iyonlaştırıcı radyasyonların biyolojik etkileri nedeniyle kanser hastalıkları vakaları artışları dikkat çekmektedir. Nükleer tesisler, radyoaktif izotoplar üreticisi nükleer merkezler, karbonsuz nükleer güç reaktörleri komplekslerinin ana kaynakları uranyum ve toryumlu nükleer yakıtlar, yerkabuğunda milyarca yıldan beri bulunan iki çok önemli global stratejik radyoaktif elementler olarak bilinmektedir. Uranyum ve toryum atomları parçalanmaları ile beraber kimyasal nükleer reaksiyonlar silsilesi neticesi oluşan radon – 222 radyoaktif bozunmaları, radyoaktivite içermeyen bir başka deyimle, radyasyonsuz, radyasyon yaymayan, stabil, kararlı kurşun izotopu ile sonlanmaktadır. Radon – 222 kimyasal bir element olup, Rn sembolü ile temsil edilmektedir. Atom numarası 86 olan radyoaktif Rn – 222, renksiz, kokusuz, tatsız soy gaz ya da asal gaz niteliği taşımakta ve gerçekte nükleer kimyasal tepkimeler zinciri yoluyla radyum radyoaktif maddesinin bozunma ürünü halinde meydana gelmektedir. Yarı ömrü 3.6 gün olan Rn – 222, normal şartlar altında konumunu muhafaza eden ve atmosferde en yoğun şekilde bulunan radyoaktif maddelerden biridir. Öte yandan, Rn – 222 radyoizotopu, çevrede ciddi iyonlaştırıcı radyasyon tehlikeleri ve riskleri oluşturan küresel radyoaktif izotoplar arasında kabul edilmektedir. Güneş sisteminin oluşumundan beri dünyada bulunan doğal radyoaktif maddeler toryum ve uranyum yarı ömürleri milyarlarca yıl mertebesinde ve bozunma ürünleri yarı ömrü milyon yıl civarındaki radyum radyoizotopu parçalanma zinciri ile sürüp gitmektedir. Radyumun bozunması sonucu oluşan Rn – 222 izotopu ise kendi kendine parçalanmakta ve son derece tehlikeli ancak çok kısa menzilli alfa parçacığı yaymaktadır. Alfa radyasyonları yayan Rn – 222, çeşitli nükleer kompleksler ve tesisler ile birlikte yöreden yöreye değişen yapı malzemeleri içeriklerine bağlı betonarme binaların genellikle bodrumlarında birikmektedir. Diğer taraftan, maden suları ve kaplıca suları da doğal Rn – 222 radyoaktif kaynakları arasında sıralanmaktadır. Radon – 222 solunum yoluyla insan vücuduna girdiğinde akciğer kanseri hastalığı yakalanma riski olasılığını artırmaktadır. Rn – 222 işyerleri ve konutlarda hava kalitesini etkileyen önemli bir radyoaktif kirletici özelliğine de sahiptir. Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (United States Environmental Protection Agency – USEPA), sigara tüketenler içinde görülen akciğer kanseri hastalığı vakalarından sonra ülkede radon – 222 solunması sonucu hastalık oluşmasının ikinci sırada yer aldığını açıklamaktadır. ABD de sigara tüketenler içerisinde her yıl 21000 kişi akciğer kanseri hastalığına yakalanıp ölmektedir. Hiç sigara içmeyenler arasında da yılda 2900 kişi yine akciğer kanseri hastalığına yakalanmak suretiyle hayatını kaybetmektedir.

USEPA, sigara içmeyenlerin akciğer kanserine yakalanıp ölmesini tabii radon – 222 radyoizotoplar kökenli olduğunu tahmin etmektedir. Bu yazıda eski Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği – SSCB (Union of Soviet Socialist Republics – USSR) ülkeleri topraklarında uranyum zenginleştirme programı çerçevesinde gerçekleşen aynı zamanda çok büyük bir bölgeyi tehdit eden gömülü nükleer atıkların riskleri ve radyoaktif kontaminasyon tehlikeleri incelenmektedir.

Kırgızistan'ın güneyindeki bir vadide Engels Street adı verilen patika yolda sürekli yürüyen bir bayanın aile doktoru olan Emilkhan Osekeeva, bayanın bir radyasyon ölçü cihazı taşıyıp taşımadığını araştırmaktadır. Kerpiç evde yaşayan bayan mide kanserinden ve en genç oğlu ise 30 yaşında iken kan kanserinden ölmüştür. Yine diğer bir anne mide kanseri ve bir başka bayan ise rahim kanseri hastalığına yakalanarak hayatını kaybetmiştir. Güney Kırgızistan bölgesinin çok güzel vadisinde 38 yıldan beri aile hekimliği yapan Dr Osekeeva, söz konusu art arda gerçekleşen bir dizi ölümlerin neden kaynaklandığını bildiğini ifade etmektedir. Eski **SSCB** yönetimleri tarafından soğuk savaşın ilk atom bombaları ve nükleer silahları üretimleri sırasında ortaya çıkan nükleer kalıntılar ve radyoaktif atıklar, 20000 kişinin yaşadığı Mailuu-Suu kenti civarına gömülmüştür. Uluslararası radyasyon güvenliği standartları ve nükleer güvenlik ölçütleri açısından yetersiz bir şekilde bertaraf edilen aynı zamanda nihai depolanmış nükleer atık miktarı yaklaşık 2 milyon metreküp olan radyoaktif kalıntılar, tatlı su, içme suyu ve yeraltı suyu kaynaklarına doğru sızarak yörede ciddi nükleer kontaminasyon tehlikesi oluşturmaktadır. Fotoğrafta radyasyon tehlikesi uyarı levhası ile belirlenmiş Kırgızistan Mailuu-Suu kenti nükleer atıkların depolanma sahası boyunca içme, kullanma ve yeraltı su kaynakları radyoaktif kirlilikler ile kontamine olması görülmektedir. Ayrıca, Mailuu-Suu nehri kıyısı etrafında özellikle toprağa gömülü ağır metal arsenik sızıntısı olasılığı da önemli ölçüde kaygı uyandırmaktadır.



Mailuu-Suu kenti bir zamanlar dış dünyaya kapalı ancak zengin ve refah içinde yaşanan bir şehir görünümünde idi. Yüksek ücret alan yöre çalışanlarına yan gelirlerine ilaveten Karadeniz Kıyım sahillerinde tatil imkânları sunulmaktaydı. Yıllarca uranyum madenlerinin çıkarılması ve işlenmesi görevinde çalışanlar tarafından ham uranyum cevherinden kazanılan ve uranyum sarı pasta (yellowcake) olarak elde edilen konsantre ürünler, nükleer silahlar ve atom bombaları üretimleri için hazır hale getirilmekteydi. Yörede üretilen uranyum konsantresi malzemeler, ileri nükleer kimyasal işlemlere tabi tutulmak aynı zamanda soğuk savaşın nükleer bombaları ve atom silahları haline dönüştürülmek üzere hem Doğu Almanya hem de Çekoslovakya nükleer merkezlerine gönderilmekteydi. **Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği – SSCB** ve yerel sanayinin 1991 yılında çökmesi ile beraber radyasyon korunması uzmanları Mailuu-Suu şehrini terk etmiştir. **SSCB** uranyum zenginleştirme planları ve programlarının askıya alınması ile birlikte uzmanların bölgeden ayrılması sonucu kentin çevresindeki çok tehlikeli radyoaktif atıklar ve nükleer kalıntılar ihtiva eden 23 adet uranyum kırıntıları atık sahası, ulusal radyolojik güvenlik yönünden önemli olan radyasyon kontrol ve denetimleri çalışmalarından yoksun bir konuma düşmüştür. Nükleer atıkların etrafını çevreleyen tel örgüler ve girilmez bölge ibareli  radyasyon tehlikesi uyarı işaretleri de kontrolsüz hurdacılar ve demirciler tarafından talan edilmiştir. Böylece, bir nebze korunmuş durumda olan radyoaktif atıkların gömüldüğü ve nükleer kalıntıların yok edildiği  girilmez sahaların çevresi de tahrip olmuştur. Günümüzde ise, ne yazık ki, girilmesi sakıncalı radyoaktif kontamine alanlar ve nükleer kirlilik içeren sahalar üstünde büyük ve küçükbaş hayvanların otlatılması ulusal radyasyon güvenliği bağlamında gelecekte çok ciddi bir tehdit sayılmaktadır. Ayrıca, işletimine son verilmiş uranyum maden ocakları ve galerileri, koyun ve keçi küçükbaş hayvanların barınakları olarak da kullanılmaktadır. Bölgede radyasyonla kontamine olmuş gıda maddeleri, yerel süt ve süt ürünleri ile et ürünleri tüketilmesi oldukça riskli ve güvensiz hale gelmektedir. Öte yandan, çevre dereleri ve akarsu kaynaklarının ağır metal kirlilikleri de yöre konutlarından akan musluk sularının kullanımlarını çok rizikolu kılmaktadır. Bölgesel sağlık altyapı ve çevre güvenliği yetersizlikleri yörenin yaşam koşullarını son derece olumsuz etkilemektedir. Bölgenin sağlık şartlarının kötüleşmesi ve vahim biçimde ağırlaşması da komşu ülkelerini büyük ölçüde kaygılandırmaktadır.

Deprem felaketleri ve sel faciaları gibi tabii afetler, Mailuu-Suu kenti çevresinde sıkça yaşanmaktadır. Muhtemel doğal felaketler ihtimaliyeti ve olası radyasyon güvenliği riskleri taşıyan Mailuu-Suu şehri, on milyon insanın yaşamını sürdürdüğü Orta Asya önemli tahıl ve buğday ambarı Fergana Vadisi sınırına sadece 25 km (15 mil) uzaklıktadır. Mailuu-Suu nükleer atık sahaları civarında hemen her yıl ortaya çıkan seller, toprak kaymaları ve heyelan felaketleri, Fergana Vadisi'nde bulunan mısır ekili araziler ile birlikte karpuz ve kavun tarlalarını da sızıntı radyoaktif kirlilik tehlikeleri ile baş başa bırakmaktadır. Avrupa Birliği **AB** yardım kuruluşları yetkilileri, meydana gelen durumu sinsice yaklaşan korkutucu çevre felaketi biçiminde yorumlamaktadır. Mailuu-Suu kentinin güney batısında yer alan Fergana Vadisi, eski **SSCB** üyeleri Kırgızistan, Tacikistan ve Özbekistan sınırları içinde uzanmaktadır. Fergana Vadisi çevresinde yaklaşık bir düzine uranyum kırıntıları (uranium tailings) nükleer atık sahası oluşturulmuştur. Radyoaktif atık alanları ayrıca, insan sağlığı ve çevre güvenliği perspektifleri yönünden iyonlaştırıcı radyasyonların zararlı etkilerine kıyasla çok daha tehlikeli olan kurşun, arsenik kadmiyum gibi ağır metalleri de içerisinde bulundurmaktadır. Söz konusu riskli atık sahalarının sadece az bir kesimi kontrol ve

denetim altında tutulmaktadır. Özbekistan, Tacikistan ve Kırgızistan arasında maalesef düzgün gelişen bir diyalog süreci olmaması nedeniyle ülkeler arasında iyi komşuluk ilişkileri kapsamında sınır ötesi işbirliği de temin edilememektedir. Kapalı kutu kabul edilen Tacikistan ve Özbekistan, ulusal nükleer atık idaresi ve radyoaktif atıkların yönetimi yasal düzenlemeleri çerçevesinde çok yol alması gerekmektedir.





Economist.com

☠ Radyasyon tehlikesi uyarı işaretleri ile eski **SSCB** Orta Asya ülkeleri içerisinde bulunan kapatılmış konumdaki uranyum maden ocakları, uranyum kırıntıları (uranium tailings) radyoaktif atık sahaları, uranyum cevheri işleme merkezleri ve sarı pasta üretim tesisleri bulunduğu yerler haritada gösterilmektedir. Ayrıca, Tacikistan, Özbekistan ve Kırgızistan ülke sınırları boyunca uzanan radyoaktif kontaminasyon ve radyasyon kirliliği riskleri ile karşı karşıya kalan Fergana Vadisi verimli toprakları da harita üzerinde işaret edilmektedir.

Diğer taraftan, Kırgızistan Acil Durumlar Bakanlığı yetkilileri, hurda metal toplayıcıları hakkında kanuni boşlukların doldurulması çerçevesinde hurdacılar ve demirciler geri dönüşüm firmaları ile ilgili yasal mücadele kapsamında söz konusu bakanlığa ayrılan bütçe tahsisat ve finansal ödenek imkânlarının yetersizliğinden yakınmaktadır. Ancak, oldukça dar ve kıt bütçe olanakları karşısında son zamanlarda Kırgızistan nükleer atık depolama sahaları projeleri geliştirilmesi yönünde az da olsa bir ilerleme kaydedilmektedir. Örneğin, 2010 ila 2012 yılları arasında Dünya Bankası **World Bank** – **WB** tarafından 8.4 milyon dolar sağlanan mali yardım ve ekonomik destek yoluyla Mailuu-Suu kenti civarında kaza olasılığı en yüksek nükleer atık sahasından 150000

metreküp uranyum kırıntısı radyoaktif atık daha güvenli bir yamaca taşınmıştır. Bölge sakinleri nükleer atıkların taşınması ve bertarafı sırasında uygun şekilde resmi organlarca kâfi derecede bilgilendirme ve açıklama yapılmadığını dile getirmektedir. Ayrıca, radyoaktif atıkların nihai transferi ve yok edilmesi zarfında çalışanların radyasyonlu tozlu bir ortama neden olmasının yöredeki kanser vakalarını artırdığı da ileri sürülmektedir. Kırgız Hükümeti, Mailuu-Suu kenti civarındaki uranyum kırıntıları nükleer atık sahalarının taşınması ve radyoaktif atık idaresi için Avrupa Birliği AB 'den ilave 50 milyon dolar talep etmektedir. Uluslararası kuruluşlar Kırgızistan nükleer atık yönetimi maliyetleri rakamlarının 100 milyar doları rahatlıkla aşacağını öngörmektedir. Kırgız yetkililer, uzun zaman alan ve değerlendirmelerinde milyonlarca dolar harcayan donör ülkeleri karar organlarının yavaş hareket etmelerinden şikâyet etmektedir. **Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (International Atomic Energy Agency – IAEA)**, olası seller, toprak kaymaları ve heyelanlar sebebi Mailuu-Suu kentini yüksek riskli ve önlem alınması gerekli öncelikli acil eylem nükleer atık sahası düzeyine çıkardığını bildirmektedir. Ancak, donör ülkelerin tereddütleri ve çekingen davranmaları da bir dereceye kadar mazur görülebilmektedir. Bölgede hüküm süren yolsuzluklar ve ağır bürokratik engellemeler Kırgızistan ile komşu ülkeler resmi kuruluşlarının itibarını, ne yazık ki, büyük ölçüde zedelemektedir.

Aşağıdaki resimde radyasyon sağlığı ve çevre güvenliği perspektifleri yönünden son derece riskli kabul edilen Mailuu-Suu kenti acil müdahale radyoaktif atık depolama sahası içinde ters dönmüş bakımsız  radyasyon tehlike ikaz işareti görülmektedir. Ayrıca, gömülü radyoaktif atıkları koruma tel örgüleri yağmalanmış yörede  nükleer uyarı levhası ve işaretini dikkate almayan bir yöre sakininin, radyoaktif kontamine rizikosu yüksek olan radyasyonlu alanda rahatça dolaşması da görüntülenmektedir.




Mailuu-Suu Belediye Başkan Yardımcısı Zamirbek Rasulov, uranyumlu kırıntılar ve nükleer atık tehlikeleri konularında okullarda bilgilendirme yapıldığını ifade etmektedir. Ancak, genelde iyonlaştırıcı radyasyonların zararlı etkileri hakkında halkın bilgilendirilmesi yetersiz kalmaktadır. 12 ve 63 arası yaş grupları arasında olan bölge

sakinleri, iyonlaştırıcı radyasyon riskleri ve tehlikelerine dair resmi makamlardan bir duyuru almadıklarını belirtmektedir. Yine bazı lise öğrencileri de derslerinde yörede hüküm süren nükleer riskler ve tehlikelerin öğretmenleri tarafından anlatılmadığını açıklamaktadır. Radyasyonların zararlı etkileri mekanizmaları ile kesinlikle ilgisi olmamakla birlikte halk arasında hızla yayılan söylentiler ve dedikodular ise sağlık açısından çok daha büyük riskler oluşturmaktadır. Örneğin, bir eczacının votka kullanılması halinde radyasyon kökenli kanser hastalıklarına yakalanılmayacağını iddia etmesi de alkol alan halk arasında ilgi uyandırmaktadır. Bir başka çarpıcı örnek olarak 60 yaşındaki Svetlana Kazaeva ise Mailuu-Suu kentinde doğduğunu, büyüdüğünü aynı zamanda yaşadığı süre zarfında hiçbir radyasyon tehlikesine maruz kalmadığını ileri sürerek zaten uranyum maden ocaklarının yaklaşık 30 yıl önce kapatılarak yetkili otoriteler tarafından yöredeki olası radyasyon etkisinin tamamen ortadan kaldırıldığını söylemektedir.

Global uranyum zenginleştirme programları kapsamında Orta Asya ülkelerine benzer şekilde küresel atom bombaları yapımı ve nükleer silahların üretilmesi sırasında uranyum nükleer atık yönetimi kapsamında radyoaktif atıkların bertaraf edilmesi sorunları **Amerika Birleşik Devletleri Colorado Eyaleti Grand Junction** kentinde de ciddi biçimde yaşanmıştır. Grand Junction şehrinin merkezine kurulmuş uranyum madeni işleme tesisi bünyesinde ortaya çıkan radyoaktif kırıntıların kent sakinleri tarafından kullanılmasına maalesef yıllarca önce müsaade edilmiştir. Radyasyonlu kalıntıların yöre insanlarıncı kullanılması sonucu ne yazık ki, parklar, kaldırımlar, golf sahaları, güç santralleri, petrol rafinerileri, okullar, kolluk kuvvetleri güvenlik merkezleri, hurdalık sahalar, iş yerleri ve konutlar gibi kentte bulunan hemen her yer uranyumlu radyoaktif atıklar ile kirlenmiştir. Grand Junction ham uranyum işleme kompleksi kapsamında üretilen uranyum cevheri ve konsantresi sarı pasta (yellowcake) ise savunma amaçlı kullanılmak üzere 1947 – 1970 yılları arasında Birleşik Devletler Atom Enerjisi Komisyonu (**United States Atomic Energy Commission – USAEC**) merkezlerince satın alınmıştır. Makalenin giriş bölümünde ayrıntılı şekilde anlatıldığı gibi radon – 222 radyoizotopu kaynaklı kanser hastalıkları vakaları oranlarının yörede artması hem federal hem de eyalet düzeyinde Amerikan yetkili resmi makamlarını hareket geçirmiştir. Böylece, **ABD** uranyum nükleer atıkları ile ilgili nükleer mevzuat, “Uranyum Cevheri İşleme Tesisi Radyasyon Kontrol Yasası (**Uranium Mill Tailings Radiation Control Act – UMTRCA**)” düzenlemesi adı altında 1978 yılında yürürlüğe girmiştir. Yürürlüğe giren yeni “Radyasyon Denetim Kanunu” düzenlemesi gereğince radyasyonla kontamine olmuş aynı zamanda kontrol edilmesi planlanan kent yerleşim yerlerinin sayısı 10907 olarak saptanmış ve %61 oranında 6605 yerleşim yeri denetlenmiştir. Çevre radyasyon kirliliği ve radyoaktif kontaminasyon tespit edilen %39 oranında 4266 adet ikamet edilen yer, müteahhit ve yüklenici firmalar tarafından yürütülen radyoaktif dekontaminasyon çalışmaları sonucu iyonlaştırıcı radyasyonlardan arı ruhsatı ile başarılı şekilde yenileştirilmiştir. Grand Junction kentinde uranyum kırıntıları ile kontamine olmuş 1.7 milyon metreküp radyoaktif kalıntılar ve radyasyonlu malzemeler ise nükleer atık muamelesi görmek üzere nihai şekilde depolanmıştır. Bölgede radyoaktif atık yönetimi ve nükleer atıkların son depolanması maliyetleri bağlamında 1983 ila 1998 yılları arasında federal bütçe kaynaklarından 253 milyon dolar harcanmıştır. Sonuçta, halk sağlığı ve radyasyon güvenliği perspektifleri yönünden Kırgızistan ve **ABD** örneklerinde açıklandığı gibi iyonlaştırıcı radyasyonların zararlı etkileri ve mekanizmaları konularında kamuoyunun doğru bilgilendirilmesi hem kalkınmakta olan hem de

kalkınmış ülkeler için ne kadar önemli olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır. Aşağıdaki siyah beyaz fotoğrafta **ABD** Colorado Eyaleti Grand Junction şehir merkezine kurulmuş ve bir zamanlar Amerika uranyum zenginleştirme planları içeriğinde faaliyet göstermiş uranyum cevheri işleme fabrikası resmedilmiştir.



Aşağıdaki resimde ise, Grand Junction kenti çevresinde yeni kurulmuş  uranyum kırıntıları nihai atık depolama sahası ve gelecekteki nükleer atıkları yok etme alanı birlikte görüntülenmektedir.



Kaynaklar:

- Stopping Power and Point Isotropic Specific Absorbed Fraction Data for Alpha Particles, K F Eckerman, A C Taner, **Health Physics Society**, New Orleans, 1984.
- Specific Absorbed Fractions for Radon Progeny in the Lung, K F Eckerman, A C Taner, **Health Physics Society Annual Meeting**, Chicago, 1985.
- Traversal of Cells by Radiation and Fraction Estimates for Electrons and Alpha Particles, K F Eckerman, A C Taner, **Oak Ridge National Laboratory – ORNL**, 1985.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Diş Röntgen Filmleri Çekimleri Sonrası Gelişen Beyin Tümörleri (Meningiom Tümörleri) ve Radyasyon Güvenliği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2012.
- 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.
- Afganistan ve Pakistan Elektrik Arz Güvenliği Açmazı ile Orta Asya Ülkeleri Kırgızistan ve Tacikistan **CASA – 1000** Yüksek Gerilim Güç Hattı Projesi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Kırgızistan Enerji Arz Güvenliği Sorunları Kapsamında Ülkenin Doğalgaz Temini Kördüğümü ve Çıkmazı, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, 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.
- The Economist Dergisi (11 Temmuz 2015 – 17 Temmuz 2015).

Fizik Mühendisleri Odası **FMO** Resmi İnternet Sitesi:

www.fmo.org/_yayinlar/faydali-bilgiler