

Japonya Depremi Tsunami ve Nükleer Santraller

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

Japonya’da vuku bulan bazı doğal felaketler ülke tarihinde dönüm noktası oluşturan çok önemli olaylar arasında sayılmaktadır. 11 Mart 2011 tarihinde, saat 14.46’da Japonya’nın doğu kıyılarına yaklaşık 125 km mesafede sonradan yapılan düzeltme ile 9.0 büyüklüğünde olduğu belirlenen ve ne yazık ki ülkenin karşılaştığı en büyük depremlerden biri meydana gelmiştir. Deprem ardından yaklaşık on beş dakikadan sonra başlamak üzere deniz kıyılarında bulunan kentlerde çok büyük can ve mal kaybına neden olan tsunami dalgaları, bir başka deyimle, süpürtü dalgaları Japonya sahillerini vurmaya başlamıştır. Deprem merkez üssüne en yakın nükleer santraller toplam 10 adet nükleer elektrik reaktörleri olan Fukushima I (Fukuşima Daiçi nükleer güç santrali – Fukushima Dai-ichi nuclear power plant) ve Fukushima II Daini nükleer güç santralleri Pasifik Okyanusu kıyısında işletilmektedir. Fukushima I Dai-ichi nükleer enerji santrali toplam 6 nükleer güç reaktörü ile faaliyetini sürdürmektedir. Fukushima II Daini nükleer elektrik santrali diğerinin yaklaşık 12 km güneyinde bulunmakta olup, nükleer santral sahası içinde 4 adet nükleer enerji reaktörü bulundurmaktadır. Fukushima Dai-ichi nükleer elektrik santrali tsunami felaketi sonrası santral sahası içindeki nükleer reaktörleri soğutma problemi yaşamaktadır.

Tsunami; Japonca’nın küresel düzeyde kullanılan az sayıdaki sözcüklerinden biridir. Ulusal tabii felaketler zincirinin son halkası on metreyi aşan tsunami öncesi 9.0 büyüklüğünde ölçülen deprem Japonya’da meydana gelen en büyük yer sarsıntısı olup, sonuçta Hiroşima ve Nagazaki atom bombaları ile karşılaştırıldığında 30000 kat daha büyük bir enerji açığa çıkarmıştır. Deprem sonrası ortaya çıkan tsunami dalgaları sahil kesiminde önüne gelen tüm kentleri silip süpürmüştür. Depreme karşı dayanıklı olarak inşa edilen deniz kıyısında bulunan köy ve kasabalarındaki yapılar deprem sonrası gelen tsunami felaketine teslim olmuştur. Buzlu deniz suları

kıyılarıdaki kentlerin içlerine kadar nüfuz ederek yüksek yerlere çıkamayan çoğunluğu yaşlı ve hasta insanların ölümlerine neden teşkil etmiştir. Pek çok şehirde nüfusun yaklaşık yarısı süpürtü dalgaları içinde boğulmuş ya da yok olmuştur. Çok büyük bir felaketle karşı karşıya kalan saygın ve nezih Japon halkı güçlülere karşı dayanıklı olduğunu bir kez daha kanıtlamıştır. Deprem ve sonrası tsunamiden hayatta kalan felaket bölgesi insanları herhangi bir yağmalama ve düzensizliğe meydan vermeden asgari düzeyde olan yakınmaları ile güç koşullardaki yaşam mücadelelerini sürdürmektedir. Tokyo'da yaşayan insanlar ihtiyaçlarını karşılamak için sabır ve metanetle saatlerce kuyruklarda beklemektedir. Her yerde sükunet hakim olup, kurtarma ve yardım çalışmaları için gönüllüler ellerinden geleni yapmaktadır. Ülkedeki sivil savunma güçleri ve yardım kuruluşları 1995 yılında olan Kobe depremindeki atalet ve şaşkınlıklarını üstlerinden atmış bir görüntü verip aksine hemen felaket bölgesine intikal etmişlerdir. Deprem ve tsunami felaketleri öncesi çok düşük halk desteğine sahip Japonya Başbakanı Naoto Kan peş peşe gelen ve ani biçimde oluşan bir dizi felaketi şimdiye kadar düzenli olarak yönetmiştir. Kobe deprem felaketi sonrası yaşanan hükümetin beceriksiz yönetimi Japonya'nın doğal afetler karşısında ülke özgüvenini yitirmesinin en büyük nedeni görülmektedir.

Japonya'da beklenmedik biçimde ortaya çıkan doğal felaketler zinciri uzun vadede küresel düzeyde dünyada yaşayan tüm insanları ekonomik boyutlarda etkileyebilecek bir güçtedir. Dünyanın üçüncü en büyük ekonomisi Japonya ülkede vuku bulan deprem ve tsunami ile borsalarda ciddi kuşuklara yol açmıştır. Japonya Merkez Bankası bu tedirginlik karşısında piyasalara çok büyük miktarlarda taze para sürmek suretiyle finansal krizi şimdilik önlemiş gibi görünmektedir. Son tabii felaketler silsilesi maliyetinin; 100 milyar dolara mal olan Kobe depremine kıyasla daha yüksek beklenmesine rağmen zengin ülkeyi fakirleştirecek bir seviyede bulunmamaktadır. Elektrik kesintileri hiç şüphesiz ülkedeki ekonomik büyümeyi baltalayacak ve bazı komşu ülkelerde Japon ürünlerinin yokluğuna neden olacaktır. Ancak, deprem ve tsunami yaralarını saracak yeni alt yapı harcamaları sayesinde Japonya'daki ekonomik büyüme eski seviyesine ulaşacaktır. Yukarıda tahmin edilen maliyetler içine deprem ve tsunami sonrası Fukushima Dai-ichi nükleer elektrik reaktörleri kazası maliyetleri tam

olarak henüz dahil edilmemiştir. Fukushima Dai-ichi nükleer güç santrali toplam 6 nükleer reaktör ünitesinden oluşmuş olup 4700 MW(e) kurulu gücündedir. Birincil nesil nükleer güç reaktörleri olarak faaliyete geçen reaktör üniteleri daha sonra geliştirilmiş modern nükleer sistemler kullanımı ile ikinci nesil nükleer elektrik reaktörleri kapsamında nükleer elektrik üretimi yapmaktaydı. Nükleer santralde 6 adet nükleer reaktör ünitesi bulunmaktadır. Birinci nükleer reaktör 460 MW(e), ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci nükleer reaktörler 784 MW(e) ve altıncı nükleer reaktör ünitesi 1100 M(e) gücünde olup, ayrıca aynı sahada 2 adet 1380 MW(e)'lik ileri kaynar sulu nükleer reaktör (Advanced Boiling Water Reactor-ABWR) planlama aşamasında idi. Fukushima Dai-ichi nükleer güç reaktörleri Amerikan General Electric (GE) tasarımı kaynar sulu nükleer reaktör (Boiling Water Reactor-BWR) tipindedir. Bir kısmı Japon Toshiba ve Japon Hitachi firmaları tarafından inşa edilmiştir. Deprem erken uyarı sistemleri sayesinde sarsıntı meydana gelmeden saniyeler önce nükleer reaktörler otomatik olarak kapatılmıştır. Ancak atık ısının nükleer reaktör ünitelerinden alınarak nükleer reaktörlerin soğutulması gerekmektedir. Bu sistemler atık ısı alma sistemi (Rear Heat Removal-RHR system) adı ile anılmaktadır. Deprem nedeniyle nükleer santraller elektrik üretmediğinden dışarıdan gelen elektrikte aynı sebeple kesildiğinden nükleer reaktörlerde elektrik kesintisi (Loss of Offsite Electric Power) oluşmuştur ve anında dizel jeneratörler devreye girerek RHR sistemleri ve diğer soğutucu pompaların çalışmalarını sürdürülmesi temin edilmiştir. Ancak depremden takribi on beş dakika sonra Fukushima nükleer elektrik santrali tsunami dalgaları- süpürtü dalgaları şeklinde ikinci doğal felaketler silsilesine uğramış ve dizel jeneratörler devre dışı kalmıştır. Nükleer reaktörlerdeki akülerin devreye girmesi sayesinde ancak 8 saat boyunca nükleer reaktör acil durum sistemleri çalıştırılması sağlanmıştır. Normal durumda bu kadar süre zarfında dışarıdan elektrik temin edilmesi gerekirken deprem ve hemen arkasından tsunaminin çok ciddi boyutlarda olması dışarıdan elektrik sağlanmasını engellediğinden nükleer santral kazası vahameti gittikçe büyümüştür. Reaktörlerde oluşan hızlı nötronların yavaşlatılması ancak ve ancak su ile yapılabilir. Nötronların kütlesinin su içindeki hidrojenin kütlesine yaklaşık eşit olması sebebiyle nötron ve hidrojen iki bilyardo topunun çarpışmasına benzer tarzda elastik

çarpışma marifetiyle nötronlar su içinde yavaşlatılmaktadır böylece nükleer reaksiyonlar kontrol edilebilmektedir. Ayrıca nötron tepkileşmeleri için zırhlayıcı madde olarak Bor B-10 (boron-10) da kullanılmaktadır. Borun kararlı veya stabil izotopu boron-10'nun nötron yakalama tesir kesitleri yüksektir. Kimyasal reaksiyonlar ve nükleer tepkileşmelere giren hızlı nötronlar boron sayesinde yavaşlatılmakta, absorblanmakta veya soğurulmaktadır. Böylece nükleer santral kazaları ile kontrolsüz nötronların oluşturduğu yoğun nükleer etkileşmeler azaltılmakta ve kontrol altına alınmaktadır.

Fukushima Dai-ichi nükleer güç reaktörleri kalbinde aşırı sıcaktan oluşan buharlaşma nedeniyle nükleer reaktör yakıtları su alarmı vermeye başlamıştır. Bunların bir kısmı soğutucu suyu eksilmesi dolayısıyla nükleer reaktör kalbi, nükleer reaktör basınç kabı, nükleer reaktör yakıt kazanı ya da nükleer reaktör yakıt kabı içindeki nükleer yakıt çubukları soğutucu suyu azalması nedeniyle su üstünde kalmıştır. Aynı zamanda aşırı ısınma ve buharlaşma ile beraber basınç yükselmesi de hızla sürmüştür. Nükleer yakıtları çevreleyen zirkonyumlu zarfın sıcaklığı da belirli bir düzeye erişince su ile tepkimeye girerek hidrojen gazı açığa çıkmasına sebep olmuştur. Hidrojen gazı önce nükleer reaktör kabından nükleer reaktör koruyucu kabı veya nükleer reaktör koruma kabı içine daha sonra da nükleer reaktör koruyucu kabından reaktör binası içerisine salınmıştır. Reaktör binası içinde biriken hidrojen gazı yeterli bir yoğunluğa ulaştıkça yüksek basınç altında patlamıştır. Bazı nükleer reaktör ünitelerinde oluşan patlamalar bu hidrojen gazı patlamalarıdır. Tasarımda nükleer reaktörün aşırı ısınması ile oluşan hidrojen gazının reaktör kalbi veya reaktör yakıt kazanından tahliye etmek için bir nükleer güvenlik sistemi bulunmamaktadır. Nükleer güvenlik sistemleri arasında böyle bir önlemin olmayışı nükleer güvenlik zafiyeti doğurmuştur. Ayrıca mevzu bahis tasarımda aşırı ısınmış kullanılmış uranyum çubukları veya tüketilmiş uranyum yakıtları elemanlarını soğutmak ve radyoaktivitelerini azaltmak amacı ile radyoaktif atık yönetimi içeriğinde nükleer atık muamelesi görmek üzere nükleer reaktörlerin üst bölmelerindeki özel nükleer havuzlar içerisinde bekletilmektedir. Radyoaktif atıkların idaresi kapsamında son derece yüksek düzeyde radyoaktif ve sıcak olan nükleer atıkların soğutulması için bu özel nükleer havuzlara da sürekli su sağlanması gerekmektedir. Tasarımda

nükleer atıkların reaktörlerin çok yakınında ve uygunsuz yerde tutulması da çok ciddi tabii afetler silsilesi sonucu bir diğer nükleer güvenlik zafiyeti olarak ortaya çıkmaktadır. Fukushima Dai-ichi nükleer elektrik reaktörleri Tokyo Elektrik Enerjisi Şirketi (Tokyo Electric Power Company-TEPCO) tarafından işletilmektedir. TEPCO şirketinin işlettiği nükleer enerji santralleri konusunda bazı kamuoyu bilgilendirme zafiyetleri görülmesine rağmen son tabii felaketler zinciri sonrası şirket çalışanları cansiparane şekilde karadan, denizden ve havadan nükleer reaktörlerin soğutulması için yoğun bir çaba harcamaktadır. Nükleer üniteler içindeki nükleer reaksiyonları kontrol altına tutulmasında boron ve reaktörlerin dışından deniz suyu da kullanılmakta aynı zamanda yarılan yerleri betonla kapatma çalışmaları yapılmaktadır. Söz konusu patlamalardan sonra nükleer reaktörlerden atmosfere radyoaktif elementler ya da radyasyon salınımı başlamıştır. Radyoaktif maddeler salınmasından önce de iyonlaştırıcı radyasyonların biyolojik etkileri kapsamında halkın radyasyondan korunması için tüm önlemler alınmaktadır. Atmosfere salınan radyoaktif maddeler ya da radyoizotoplar nükleer fisyon (nükleer parçalanma – nükleer bölünme – radyoaktif bozunum – nükleer bozunma) ürünleri, bir başka deyişle, sadece nükleer reaktörlerde nükleer reaksiyonlar – nükleer transformasyonlar – radyoaktif dönüşümler – nükleer transmutasyonlar yoluyla meydana gelen yapay radyoaktif izotoplar veya suni radyoizotoplar içinde çoğunlukla tespit edilen iyot-131 (I-131) ve sezyum-137 (Cs-137)'dir. Bu radyoizotoplar uçucu olup, küresel düzeyde atmosfere yayılmak suretiyle dağılarak ve doz hızları azalarak çok uzun yol alırlar. Radyoaktif bulutlar içinde yağmur suyu ile birlikte radyoaktif serpinti (radioactive fallout) şeklinde yeryüzüne inerler.

Nükleer fisyon ürünü Cs-137 radyoizotopu fiziksel yarı ömrü veya radyoaktif yarılanma süresi 30 yıldır. Fiziksel yarı ömür mevcut radyoaktivitenin yarı değerine düşmesi için gereken süredir. Örneğin, 100 Bq (bekerel- becquerel-Bq) radyoaktiviteli Cs-137'nin 50 Bq'e düşmesi için 30 yıl gerekmektedir. Radyonüklit Cs-137 beta parçalanması veya beta bozunumu ile önce Baryum-137m (Ba-137m)'e dönüşmektedir. Ba-137m 0.6 MeV'lik gama radyasyonu yayarak radyasyonsuz, radyoaktivitesiz, radyasyon yaymayan, stabil konumdaki Ba-137 kararlı izotop haline gelmektedir. Cs-137 kritik

organı yumuşak dokudur, bir başka deyimle, tüm vücuttur. Ağız ve solunum yoluyla vücuda yüksek doz ve oranlarda alındığı takdirde kansere neden olabilir. Cs-137 biyolojik yarı ömrü 70 gündür. Radyoizotopların biyolojik yarılanma süresi vücuda alınan aktivitenin yarısının atılması için gereken süredir. Örneğin, 100 Bq Cs-137'nin vücuda alınmasından itibaren 50 Bq'e düşmesi için 70 günlük bir süre gerekmektedir. Radyasyondan korunmak için Cs-137 kurşun ya da betonla zırhlanmalı bu mümkün olmadığı takdirde radyasyon kaynakları, radyoaktif maddeler ve radyoaktif nesnelere uzak durulmalıdır. Cs-137 radyoizotopu suda çözünürlük özelliğine sahiptir.

Bir diğer nükleer fisyon ürünü iyot-131 (I-131) radyoizotopu fiziksel yarı ömrü yaklaşık 8 gündür. Beta bozunumu ve gama radyasyonu yaymaktadır. Özellikle beta radyasyonu vücut için tehlikeli olmaktadır. I-131'in kritik organı tiroitlerdir, bir başka deyişle, vücuda ağız ve solunum yoluyla alınan I-131 insanların tiroitlerinde birikim yapmaktadır. Uzun vadede radyasyonla ışınlanma şeklinde insanlarda nodüllere ve tiroit kanserlerine yol açabilmektedir. İlginç bir şekilde tiroit kanserleri oluştuğunda insan vücuduna ağız yoluyla daha yüksek aktiviteli I-131 verilmek suretiyle tiroit kanserlerinin tedavisi de radyoterapi ile yapılabilmektedir. Atmosferde ve gıda ürünlerinde I-131 bulunduğu takdirde iyonlaştırıcı radyasyonlardan korunmak için gerektiğinde sadece yetkili otoriteler tarafından dağıtılan ve onların önerileri doğrultusunda titiz biçimde kullanılması icap eden radyoaktif olmayan iyot tabletleri halka verilmektedir. Yetkililerin talimatları doğrultusunda belli zamanlarda radyoaktif iyot tabletleri içilmek suretiyle tiroitler radyasyonsuz yada radyasyon yaymayan iyotla doldurulmak suretiyle radyoaktif iyodun tiroitlerde toplanması önlenmektedir. I-131'in biyolojik yarı ömrü tiroit için 100 gün, kemikler için 14 gün, böbrek, dalak ve üreme organları için 7 gündür. I-131 vücut içine özellikle hemen yada kısa sürede tüketilen süt ve süt ürünleri vasıtasıyla alınmaktadır.

Japonya'da deprem ve tsunami doğal felaketler sonrası ortaya çıkan Fukushima Dai-ici nükleer enerji reaktörleri kazaları hiç şüphesiz dünyadaki nükleer sanayi sektöründe olumlu ve olumsuz etkiler oluşturacak düzeydedir. İlk etki Almanya'da nükleer santraller

politikaları üzerinde görülmüştür. Almanya nükleer güvenlik ve nükleer emniyet perspektifleri kapsamında bazı eski nükleer elektrik santralleri faaliyetlerini durdurma kararlarını tartışmaktadır. Nükleer Rönesans sürecinin çok yavaş ilerlediği Amerika Birleşik Devletleri yeni kuşak nükleer güç santralleri inşaatları konusunda daha duyarlı bir dönem yaşayacaktır. Dünyada ilk kez meydana gelen deprem ve tsunami tabii felaketler sonucu yaşanan nükleer reaktör kazaları sayesinde pasif nükleer güvenlik sistemleri geliştirilmesi konusunda çok önemli dersler alınmaktadır. Söz konusu derslerin Amerika'da nükleer elektrik santralleri kurulması ve işletilmesi maliyetleri üzerinde ilave ekonomik yükler getireceğine kesin gözüyle bakılmaktadır. Avrupa'da nükleer santrallerin son durumu özet olarak aşağıda verilmektedir. Fransa'da 58 nükleer santral faaliyet göstermekte olup, 2010 yılı itibariyle nükleer elektrik üretimi payı %74 düzeyindedir. Çernobil (Chernobyl) nükleer santral kazası sonrası üç adet yenilikçi nükleer reaktör yapımı süreci tamamlanmış ve 1 çağdaş nükleer reaktör planlama aşamasındadır. Fransa nükleer santral kurulması ve işletilmesi kararlılığını sürdürmektedir. İsveç'te 10 nükleer reaktör çalıştırılmakta olup 10 modern nükleer reaktör inşaatı planlanmıştır. Elektrikte nükleer enerji üretimi payı %38 dolaylarındadır. İngiltere'de nükleer elektrik üretim payı %19 olup, söz konusu nükleer elektrik işletmedeki 18 adet nükleer reaktörden karışılmaktadır. Çernobil nükleer reaktör kazası sonrası 1 yeni kuşak nükleer reaktör işletmeye alınmıştır. Çağ dışı eski nükleer santraller yerine ileri pasif reaktörler inşaatları planlamaktadır. İtalya; 4 adet yeni nesil nükleer reaktör inşaatı başlatılması hakkında 2011 yılı içinde karar verecektir. Polonya; 6000 MW(e) kurulu gücünde 2 adet yenilikçi nükleer santraller yapımı planlamış ve nükleer reaktör lisanslanması ile ilgili yasal düzenlemeler Polonya Parlamentosu tarafından onaylanmıştır. Japonya'da yaşanan doğal felaketler sonrası Çin nükleer santraller ile ilgili nükleer güvenlik tasarımları konusunda detaylı inceleme başlatmıştır. 27 adet nükleer reaktör inşaatı devam eden Çin'de dünyada şu anda inşa halinde olan reaktörlerin yarısının yapımı sadece bu ülkede sürdürülmektedir. Kamuoyu görüşü ne olursa olsun Çin, hızla artan elektrik ihtiyacını karşılamak üzere ekonomik büyümesine paralel olarak yeni kuşak nükleer enerji santralleri kurulması ve işletilmesi kararından vazgeçmeyeceğini bildirmektedir. Çok büyük oranlarda enerji gereksinimi duyulan Çin; enerji arz

güvenliği sarmalı içine düşmemek için nükleer enerji santralleri ile birlikte yenilenebilir enerji kaynakları arasında sayılan rüzgar santralleri, doğalgaz çevrim santralleri ve hatta atmosfere son derece yüksek miktarlarda karbon salımları ve karbondioksit emisyonları yapan daha fazla kömür yakan termik santraller kurulmasını da planlamaktadır. Demokratik ülkelerin nükleer enerjiye sırt çevirmesi dünyaca tanınmış enerji planlamacıları ve ekonomistleri tarafından yadırganmaktadır. Küresel ısınma ve küresel iklim değışiklikleri perspektifi açısından önemli olan karbondioksit salınımları nükleer santraller tarafından çevreye salınmamaktadır. Ayrıca nükleer reaktörler ülkelerin enerji arz güvenliği zafiyeti ve ikilemi yaşamaması için performansları ile kapasite kullanımları yüksek şekilde temel yük kaynağı olarak çalıştırılmaktadır. Biyoyakıtlar; mısır, şeker kamışı, şeker pancarı ve diğer bitkilerden sağlanan etanol üretimi, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi santralleri, rüzgarla işletilen elektrik santralleri (RES)'ler , hidroelektrik santraller (HES)'ler, jeotermal enerji santralleri, gelgit ve dalga enerji kaynakları yoluyla ülkeler enerji kaynak çeşitliliği ve enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi sayesinde ekonomik büyümelerini sürdürmek hızla artan nüfuslarına yeni iş olanakları yaratmak ve enerji arz güvenliği çıkmazı içine düşmemek için büyük çaba göstermektedir. Diğer taraftan, sadece Çin'de her yıl kömür ocaklarında ortaya çıkan müessif grizu patlamaları sonucu meydana gelen göçüklerde 2000 ila 3000 arasında maden işçisi ne yazık ki hayatını kaybetmektedir. Ayrıca, fosil kaynaklı termik santraller bacalarından çıkan sera gazı emisyonları nedeni oluşan çevre kirliliği ile on binlerce insan üst solunum yolları hastalıkları ve kanser hastalıklarına yakalanarak ölüme terk edilmektedir.

Sonuç olarak Japonya'daki tabii felaketler sonrası ortaya çıkan son derece üzücü nükleer reaktör kazalarına rağmen, zengin ve gelişmekte olan ülkelerin bu afetlerden alınan çok önemli derslerle; enerji portföyleri ve enerji projeksiyonları kapsamında pasif nükleer normları ve pasif nükleer kriterleri göz önünde bulunduran aynı zamanda titizlikle uygulayan yeni nükleer güvenlik sistemleri perspektifi içerisinde geliştirilecek olan nükleer emniyet ve nükleer güvenlik ölçütleri birincil öncelikli yeni nesil nükleer güç santralleri

kurulması ve işletilmesi konusundaki kararlılıklarını sürdürmesi beklenmektedir.

Kaynaklar:

- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- İyonlaştırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkileşme Mekanizmaları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Radyoaktif Atıkların Yok Edilmesi veya Nihai Depolanması, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- 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, FMO Yayınları , Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Atıkların İdaresi veya Yönetimi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Güç Santralleri Gelişiminde Nükleer Emniyet ve Nükleer Güvenlik, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Enerji Santralleri, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Geleceği ve Enerji Kaynak Çeşitliliği, 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.
- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Türleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Fransa; Nükleer Santraller ve Nükleer Reaktörlerin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Fosil Yakıtlı Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.

- Avrupa’da Nükleer Santraller ve Nükleer Enerji Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- İtalya; Nükleer Santraller, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Çevre Eylem Planları ve Enerji Eylem Planları, Ahmet Cangüzel Taner Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- İleri Nükleer Santraller, İklimsel Değişim Mekanizmaları, Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri Bilimsel Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İleri Reaktörler, Karbon Borsası ve Küresel Finansal Kriz, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Çin; Nükleer Santraller, Elektrik Üretimi Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Almanya; Enerji Stratejisi ve Nükleer Santraller İşletilmesi Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Amerika; Yeni Nesil Nükleer Elektrik Santralleri ve Nükleer Rönesans, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İngiltere; Yenilikçi Nükleer Santraller ve Enerji, Ulaşım, Telekomünikasyon Altyapı Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Evren, İnsan ve İyonlaştırıcı Radyasyonlar, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- The Economist Dergisi (19 Mart- 25 Mart 2011).

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