

NÜKLEER GÜÇ SANTRALLER GELİMLİNDE NÜKLEER EMNİYET ve NÜKLEER GÜVENLİK

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (acant@taek.gov.tr)

Yeni nesil nükleer güç reaktörleri gelişiminde birincil öncelikli nükleer emniyet (nuclear security) ve nükleer güvenlik (nuclear safety) konuları almaktadır. Nükleer reaktörlerin maliyeti göz önüne alındığında harcamaların yaklaşık dörtte üçünü, reaktörün inşaat ve nükleer güvenlik masrafları oluşturmaktadır. İlk yatırım maliyetleri açısından da nükleer santraller ve hidroelektrik santrallerin inşaat ve de güvenliğini hususunu içeren harcama bilançosu yada masraf dökümü benzerlikte kıl etmektedir. Diğer taraftan, enerji arz güvenliği ve küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişikliği sorunlarına dair dünyadaki hızlı gelişmeleri dikkate alan hükümetler, “nükleer güç santrallerinin kurulması ve işletilmesi ile ilgili enerji satışına ilişkin kanun” adı altında, yeni nükleer reaktörlerin giderleri hakkında çok yönlü tedbirleri yasalaştırmaktadır (*).

Nükleer reaktörler, gelişme süreçleri zarfında son 30 yıl içinde, maalesef iki büyük kazaya uğramışlardır. Bu kazalardan ilki Amerika Birleşik Devletleri Pennsylvania eyaletinde 1979 yılında “Three Mile Island” nükleer santralında, reaktörün aşırı ısınması dolayısıyla meydana gelmiştir. Ancak nükleer santralde, reaktör koruma kabı veya reaktör koruyucu kabı (containment building) bulunması nedeniyle, çevrede herhangi bir radyoaktif kontaminasyon, radyasyon sızıntısı yada radyasyon kirliliği olmamıştır. Bir başka nükleer reaktör kazası, 1986 yılında Ukrayna Çernobil (Chernobyl) nükleer güç santralında vuku bulmuş, ortaya çıkan çok büyük yangının söndürülmesinde görev alan çok sayıda itfaiyeci otuza yakın can kaybı olmuş ve santralde reaktör koruyucu kabı olmamasından dolayı, nükleer santral çevresinde meydana gelen radyoaktif kirlilik sebebiyle, on binlerce kişi de iyonlaştırıcı radyasyonların biyolojik etkileri yada iyonlayıcı radyasyonların zararları ile karşılaşmış kalmıştır. Bununla beraber, her iki büyük kazadan alınan önemli dersler; yepyeni bir nükleer güvenlik anlayışı içinde, genel olarak yeni nesil reaktörler

veya yenilikçi reaktörler olarak anılan, üçüncü ve dördüncü nesil nükleer güç santralleri geli tirilmesine öncülük etmi tir.

Küresel düzeyde nükleer güvenlik çerçevesinde di er bir önemli geli me de, “uluslararası nükleer emniyet ve nükleer güvenlik yönetimi veya rejimi” adı altında yeni bir faaliyettir. Yeni politika sayesinde, yürürlükteki uluslararası anla malara ba lı kalınmak kaydıyla, nükleer faaliyetlerdeki emniyet ve güvenli in artırılması için yasal olarak ba layıcı normların yada standartların olu turulması amaçlanmaktadır. Bu ba lamda, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (**International Atomic Energy Agency – IAEA**), en iyi endüstriyel uygulamalar konusuna dikkat çekmek için nükleer emniyet ve nükleer güvenlik standartları ile ilgili bünyesindeki grubu yeniden güncel hale getirmi tir. Daha önemlisi de, IAEA ve Dünya Nükleer leticiler Birli i (World Association of Nuclear Operators – WANO) her ikisinin katkılarıyla, küresel düzeyde nükleer emniyet ve nükleer güvenlik performansları ve de kalitelerinin yükseltilmesi için, ba ımsız e kurulu lara kendi kendini denetlettirmeler (peer reviews) dahil olmak üzere, nükleer i letmeler ile ilgili bilgi alı veri i temininde uluslararası mekanizmalar tesis edilmi tir. Uzunca bir süreden beri faaliyetlerine devam eden “uluslararası nükleer emniyet ve nükleer güvenlik yönetimi”, nükleer güvenlik risklerini en alt düzeye indirmek için yo un bir ekilde görü ve bilgi üretmektedir. Ancak bu faaliyetlerde sadece bilgi üretilmemekte, aynı zamanda gelecekteki nükleer güvenlik düzeylerinin yükseltilmesi açısından, yürürlükteki emniyet ve güvenlik standartları, süregelen nükleer reaktör i letme deneyimleri, nükleer santrallerin onaylanmı lisanslama ve denetim i lemleri, bazı durumlarda da sıkıla tırılan nükleer gözetimler temel alınmak sureti ile yeni nükleer düzenlemeler yapılmaktadır. Son yıllarda küresel düzeyde nükleer madde kaçakçılı ı ve aynı zamanda dünya çapında terörist faaliyetlerin hızlı ekilde yükseli i, nükleer maddelerin fiziksel korunması (physical protection - nuclear security) konusundaki kaygıların artmasına neden olmaktadır. Dünyanın pek çok yerinde terörist grupların yaptıkları rastgele saldırılar, di er endüstriyel kesimlerde oldu u gibi, nükleer sektörde de endi e ve kaygı uyandırmaktadır. IAEA, 2000’li yılların ba ından beri üye ülkelerle i birli i yaparak, nükleer materyaller, radyoaktif maddeler veya iyonla tırıcı radyasyon kaynakları kontrol

ve denetimleri konusunda bilgi paylaşımlarını yoğunlaştırmı olup, nükleer tesisleri bulunan ülkelere bu nükleer tesislerin fiziksel korunması için yardım sağlamaktadır.

Nükleer emniyet ve nükleer güvenliğin önemli bir bölümü olarak, güvenli şekilde nükleer atıkların yok edilmesi veya nihai depolanması ile son bulan radyoaktif atıkların idaresi veya yönetimi, nükleer güç endüstrisinin en ciddi ve en titiz konusu kabul edilmektedir. Kullanılmı yakıt veya tüketilmı yakıt ve bertaraf edilmesi yada nükleer atık idaresi, nükleer sanayi dalında önemli konumunu hâlâ korumaktadır. 1000 MWe megawatt'lık bir nükleer reaktör yıllık yüksek seviyeli nükleer atık olarak 25 tonluk tüketilmı yakıt veya kullanılmı yakıt üretmektedir. Dünya genelinde 1000 megawatt'lık 400 nükleer ünitenin elektrik ürettiği göz önüne alındığında, tüm reaktörlerde senelik olarak meydana gelen yüksek düzeyli radyoaktif atık (25 ton x 400 reaktör = 10000 ton / yıl) yaklaşık 10000 ton olmaktadır. Fosil yakıtlı termik santraller aracılığıyla atmosfere doğrudan salınan, aynı zamanda da küresel ısınma ve iklim değişikliği faili kabul edilen sera gazı emisyonları içinde en büyük yüzdeye sahip karbon salınımları yada karbondioksit emisyonları miktarı, yılda takribi 28 milyar ton'dur. ki atık arasında ton mertebesinde milyonlarca misli fark olup, en önemlisi de, karbon emisyonları çok yüksek oranlarda atmosfere direkt olarak salınmak suretiyle dünyanın geleceği açısından telafisi güç çevre kirliliği, ne yazık ki insan eli ile yaratılmaktadır. Nükleer atıklar ise, bilimsel ve teknolojik verilere uygun, en iyi yöntem ve nihai yada son radyoaktif atık depolama sahası tespiti yapılmıyaya kadar, çevreye hiç zarar vermeden, geçici nükleer atık depolama alanı olarak belirlenen yerlerde muhafaza edilmektedir. Bu sahalarda korunan radyoaktif atıklar, emniyetli ve güvenli bir şekilde, çevreye kesinlikle radyoaktif sızıntı, radyoaktif bulaşma, bir başka deyişle, nükleer kontaminasyon veya nükleer kirlilik vermeden, nihai olarak radyoaktif atık muamelesi görmek üzere, sadece göz önünde tutularak bekletilmektedir. Konu ile ilgili uzmanlar, yüksek seviyeli uzun yarı ömürlü radyoaktif atıklar için, uygun jeolojik formasyonların, daimi nükleer atık depolama sahası seçiminde, emniyet ve güvenlik yönünden teknolojik fizibilitesinin müsait olduğu düğünçesinde hem fikirdirler. Tüm bunlara rağmen, jeolojik olarak uygun ilk nükleer atık depolama

alanları faaliyete geçirilinceye ve radyoaktif atıkları bertaraf etme teknolojileri her bakımdan emniyetli ve de güvenli oldu u kanıtlanıncaya kadar, muhtemelen kamuoyu kaygısı sürmeye devam edecektir. Son zamanlarda dünya çapında ülkelerin nükleer güç programları hızlı biçimde geli me kaydederken, bu geli melere paralel olarak kamuoyunun nükleer silah yapımı ve nükleer silahların yayılması konularındaki endi eleri de gitgide artmaktadır. Örne in, Kuzey Kore 2006 yılında nükleer bomba yapımının bir parçası olan nükleer deneme yada nükleer test programı gerçekle tirmiş olup, bazı ülkelerin nükleer enerji programları da, dünya gündeminin ilk maddesini i gal eder konuma gelmiştir. Tüm bu ilerlemeler kar ısında, ilgili bütün tarafların katılımı ile, Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması (Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons NPT), bir ba ka deyi le, Nükleer Silahsızlanma Antlaşmasında yer alan taahhütlerin ivedi olarak yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. Yürürlükteki NPT Antlaşması; birincisi nükleer silahların yayılmasını önleme, ikincisi de nükleer silahsızlanma olmak üzere iki temel dayanak esas alınarak kurulmu tur. Yani, dayanaklardan biri nükleer silahı olmayan ülkelerin NPT Antlaşmasına taahhüt etti i nükleer silah yapımına giri memesi, di eri ise, nükleer silaha sahip olan ülkelerin elindeki nükleer silahların tasfiyesi, ba ka bir deyimle, e taahhüt olan dünyanın nükleer ba lıklı füzelerden arındırılması veya nükleer silahsızlanmaya do ru adım atılması olu turmaktadır. Bu taahhütlerin her ikisinin de kar ılıklı olarak kuvvetlendirilmesi veya güçlendirilmesi zorunlu görülmektedir. Öte yandan, nükleer silahsızlanma yada nükleer silahların yok edilmesi adımları yava olarak atılmaktadır. u an itibari ile, dünyada 27000 nükleer sava ba lı ı mevcuttur. Dü ündürücü ve aynı zamanda acı olan gerçek, bazı ülkeler stratejik olarak sahip oldukları nükleer silahlara güvendikleri sürece, di er ülkelerin de nükleer ba lıklı silahlara sahip olmak için var gücüyle çalı acakları apaçık ortadadır. Bu konuda ba ka türlü dü ünmeye de olanak bulunmamaktadır. Nükleer silahların yayılmasını önlemede, IAEA, önemli bir rol oynamaktadır. NPT'nin öngördü ü nükleer madde güvenli i anla maları (safeguard agreements) çerçevesinde, IAEA, ülkelerin barı çıl amaçlı nükleer programlarını paravana olarak kullanmak sureti ile, ellerinde bulundurdukları kritik materyali nükleer silaha dönü türüp

dönü türmediklerini görevli uzmanları vasıtasıyla sürekli nükleer denetim ve nükleer gözetim altında tutmaktadır. Ancak daha etkin bir nükleer denetimin sa lanması için, IAEA'nın yeterli otorite, bilgi, ileri teknoloji ve kaynaklarla donatılması yada teçhiz edilmesi gerekmektedir.

Gitgide daha fazla ülkenin sanayile mesi, nükleer teknolojinin kontrol ve denetimini hızlı bir biçimde güçle tirmektedir. Özellikle bu ekildeki bir durum, uranyum zenginle tirme ve kullanılmı yakıt yada tüketilmi yakıt yeniden i leme tesisleri gibi hassas teknolojileri içinde bulunduran nükleer faaliyetlerde açıkça ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar sözü edilen nükleer faaliyetler, barı çıl amaçlı nükleer programlar kapsamında olsa da, nükleer silah yapımı teknolojisinin en önemli parçası olan atom bombası nitelikli zenginle tirilmi uranyum ve plütonyum üretilebilmektedir. Ülkeler, bu gibi nükleer teknolojik faaliyetler sayesinde, bir adım daha ötede bulunan nükleer silah kapasitesi tekni ine sahip olmaktadır. Yakın zamanda, uranyum zenginle tirme ve tüketilmi yakıt veya kullanılmı uranyum yakıtlarının yeniden kazanılması teknolojileri konusunda uluslararası bir yakla ım üzerinde durulmaktadır. Yeni bir küresel nükleer düzenleme sayesinde, hiçbir ülkenin hassas nükleer materyal üretmek için kendi ba ına yada ba ımsız olarak hareket etme kapasitesine sahip olmaması amaçlanmaktadır. Yeni nükleer düzenleme iki a amada dü ünülmektedir. Birinci a amada, IAEA tarafından yönetilen olası bir uranyum yakıt bankası kanalıyla nükleer yakıtta arz güvenli i mekanizması olu turulmaktadır. Bu mekanizma; elektrik üretiminde nükleer yakıtı kullanan ülkelere çalı makta olan nükleer güç reaktörleri için, güvenli uranyum yakıtı temini hususunda bir sigorta görevi icra edecektir. Olu turulan uranyum yakıt bankası sayesinde, ülkelerin ticari olmayan nedenlerden dolayı kesintiye u rayabilecek nükleer yakıt temini veya uranyum arzı aksamalarının önüne geçmek mümkün olabilecektir. Böylece, küresel düzeyde temin edilen nükleer düzenleme ile, enerji kaynaklarının çe itlendirilmesi hususunda önemli rol oynayan nükleer güç teknolojisi ve nükleer enerjinin, enerji arz güvenli i konusundaki vazgeçilmez bir seçenek olmayı sürdürmesi de amaçlanmaktadır. kinci a amada da, yeni faaliyete geçen uranyum zenginle tirme ve plütonyum ayrı tırma tesisleri için, çok uluslu nükleer kontrol ve nükleer denetim artı

aranacaktır. Bu çok uluslu nükleer kontrol ve denetimler, tüm ülkelerin yeni nükleer düzenlemeler kar ısında nükleer kapasitelerine göre e it muameleye tabi kılınmasını sa lamak için, daha önce faaliyet gösteren nükleer tesisler de aynı nükleer gözetimler kapsamına alınacaktır.

Nükleer güç santralleri ve nükleer enerjinin gelece i, geli im sürecindeki yeni nükleer reaktörler ve uranyum yakıt çevrimi teknolojileri aracılıyla olu an nükleer teknolojik yenilikler ile birlikte hızlı biçimde ilerlemesini sürdürmektedir. u anda mevcut Nükleer Ara tırma Geli tirme faaliyetleri, bir ba ka deyi le, Nükleer Ar-Ge Projeleri (Nuclear Research and Development – R&D Projects) kapsamında tüm nükleer ara tırmalar; nükleer emniyet ve nükleer güvenli i artırma, küresel düzeyde nükleer silahların yayılması riskini azaltma, nükleer reaktörlerde olu an nükleer atık üretimini en az seviyeye indirme ve nükleer santrallerin ekonomik performansları konularındaki geli melere uygun olarak yönlendirilmektedir. “Yenilikçi Nükleer Reaktörler ve Nükleer Yakıt Çevrimleri Uluslararası Proje (International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles – INPRO)” yardımıyla tüm ülkelerin gelecekteki nükleer gereksinimleri sa lamaya çalı ılmaktadır. De erlendirilen ve geli tirilen yenilikçi nükleer sistemler, özellikle geli mekte olan ülkelerin durumu göz önünde bulundurulmak suretiyle yapılmaktadır. Burada sözü edilen “Yenilikçi Nükleer Reaktörler” adı altında “Yeni Nesil Nükleer Güç Santralleri” kastedilmektedir. Pek çok geli mekte olan ülke, genellikle küçük ve orta büyüklükteki nükleer reaktör tasarımları ile ilgilenmektedir. Bu büyüklükteki nükleer tasarımlar, büyük nükleer reaktörler için gerekli yüksek mebla lar yerine daha küçük kademeli yatırımlara olanak vermekte olup, geli mekte olan ülkelerin ço unlu unda bulunan ebeke kapasitesine daha iyi bir uygunluk sa lamaktadır. Bu reaktörlerin, küçük ilçelerin ısıtılması ve deniz suyunu tatlı suya çevirme uygulamaları (seawater desalination) kapsamındaki teknolojilere adaptasyonu kolayca temin edilmektedir. Son derece geli mi teknolojiye sahip olan nükleer güç, buna kar ılık gelen uygun ileri düzeyde bir nükleer altyapıya gereksinim duymaktadır. Nükleer güç teknolojisine girmeye hazırlanan yeni ülkeler, gereken altyapıya sahip olması temel olarak görülmektedir. Nükleer altyapı;

endüstriyel sektördeki imalat sanayi dalından, yasal ve düzenleyici lisanslama kurulu una, nükleer güvenlik nükleer emniyet ve nükleer maddelerin fiziksel korunmasını sa layacak kurumsal tedbirlere ve de nükleer alanda yeti mi insan gücü ve ülkenin mali kaynaklarına kadar, pek çok unsuru içinde bulundurmaktadır. Yeni bir nükleer altyapıya giri ldi i zaman, üç önemli soruya yanıt verilmesi gerekmektedir. Birincisi; ne kadar ve ne çe it bir altyapıya gereksinim duyulmaktadır? kincisi; bu altyapıya ne kadar zaman içinde sahip olunacaktır? Üçüncüsü; sözü edilen ülke altyapıyı yerli kaynaklarla mı geli tirecek yada bazı parçaları ithal mi edecektir? Do al olarak her ülke kendi kararını kendi ba ına vermelidir. Bununla beraber, IAEA, talep edildi i takdirde, yukarıda adı geçen alanlarda uzman yardımı sa layabilmektedir.

Dünyada faaliyet gösteren nükleer reaktörlerin sayısı ülke bazında a a ıda verilmektedir (A ustos-2007).

Amerika Birle ik Devletleri.....	104	Fransa.....	59
Japonya.....	55	Rusya Federasyonu....	31
Güney Kore.....	20	ngiltere.....	19
Kanada.....	18	Almanya.....	17
Ukrayna.....	15	Çin.....	11
sveç.....	10	spanya.....	8
Belçika.....	7	Çek Cumhuriyeti.....	6
Slovak Cumhuriyeti.....	5	sviçre.....	5
Finlandiya.....	4	Macaristan.....	4
Arjantin.....	2	Brezilya.....	2
Bulgaristan.....	2	Meksika.....	2
Pakistan.....	2	Romanya.....	2
Güney Afrika.....	2	Ermenistan.....	1
Litvanya Cumhuriyeti	1	Hollanda.....	1
Slovenya.....	1	Hindistan.....	17

Toplam 439 nükleer güç reaktörü faaliyet göstermektedir. 5 nükleer reaktör uzun süreli kapatıldı ından sayıma dahil edilmemi tir. Dünyada 30 nükleer reaktör de in a halindedir. Tayvan'da çalı maktaki olan 6 nükleer reaktör ise, Çin'e ilave edilmi tir (Kaynak: IAEA).

Nükleer gücün gelece i konusundaki tartı malarda kamuoyu görü ü önem ta ırmaktadır. Kamuoyunun nükleer enerji hakkındaki kaygılarının giderilmesi, hiçbir yanlı almaya meydan vermeden, halkın do ru ve effaf bilgilerle aydınlatılması ile mümkün olmaktadır. IAEA, nükleer konuların kapsamlı ekilde iyice anla ılabilmesi için, nükleer santraller hakkında kamuoyunun bilgilendirilmesi hususunda tüm ülkelere her türlü yardımı yapmaktadır.

(*)Kaynaklar: Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı Bülteni, Eylül 2007, International Atomic Energy Agency – IAEA Bulletin, Volume 49/1 September 2007.

Nükleer Atıkların dairesi veya Yönetimi, Ahmet Cangüzel Taner, Ça ın Polisi Dergisi, 69.sayı, 2007.

Nükleer Reaktörler, Ahmet Cangüzel Taner, Ça ın Polisi Dergisi, 63.sayı, 2007.

Nükleer Enerji, Ahmet Cangüzel Taner, Ça ın Polisi Dergisi, 62.sayı, 2007.

Radyoaktif Atıkların Yok Edilmesi veya Nihai Depolanması, Ahmet Cangüzel Taner, Ça ın Polisi Dergisi, 58.sayı, 2006.

Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner, Ça ın Polisi Dergisi, 57.sayı, 2006.

yonla tırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkile me Mekanizmaları, Ahmet Cangüzel Taner, Ça ın Polisi Dergisi, 55. ve 56. sayılar, 2006.

klim De i iklikleri, Ahmet Cangüzel Taner, Ça ın Polisi Dergisi, 53.sayı, 2006.

Küresel Isınma, Ahmet Cangüzel Taner, Ça ın Polisi Dergisi, 60.sayı, 2006.

Nükleer Güç Santralleri ve Nükleer Enerjinin Gelece i, Ahmet Cangüzel Taner, Ça ın Polisi Dergisi, 72.sayı, 2007.

Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Türleri, Ahmet Cangüzel Taner, Ça ın Polisi Dergisi, 73.sayı, 2008.

nternet site: www.caginpolsi.com.tr