



# Nükleer Enerji

## Gizli Programlar Nasıl Belirleniyor?

İrak'tan sonra ABD'nin gizli nükleer programlar konusundaki kuşku ve uyarıları Kuzey Kore ile İran üzerinde odaklanmış bulunuyor. Bunlardan Kuzey Kore, daha önce ABD baskısıyla kilit vurduğu ve nükleer silah üretildiğinden kuşku edilen tesislerini yeniden açtığını saklamıyor. İran'ın, Amerikan iddialarına karşılık silah yapımına yönelik bir nükleer programı bulunmadığında ısrarlı. Geçtiğimiz şubat ayında uluslararası denetçilerce Natanz kasabasında keşfedilen modern bir nükleer bir yakıt zenginleştirme tesisinin, Rusya'nın yardımıyla inşaa ettiği nükleer enerji santralleri için kısmen zenginleştirilmiş yakıt üretimine yönelik olduğunu söylüyor.

Peki her iki ülke de "Buyurun, gelin bakın!" dese tesislerin gerçekten masum olduğu ya da silah üretildiğine dair kanıtların apar topar ortadan kaldırılmış olduğu nasıl anlaşılacak? Denetçilerin yapacakları basit: Kuşku edilen bir laboratuvar aracını, ya da tesis içinde ya da dışında yeri yada toprağı, peçeteye benzeyen alelade bir pamuklu bezle silmekten ibaret. Viyana'ya yarım saat uzaklıkta Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'na (IAEA) bağlı, yüksek duvarlarla korunan bir tesisin demir kapılarının ardındaki araştırmacılarca yapılanlarca o denli basit değil.

Önce getirilen örnekler, inceleyenler nereden geldiklerini bilip etki altında kalmaları diye kodlanarak tesise sokuluyor. Aynı zamanda örneği getiren kişinin, daha önce alınmış el radyasyon ölçümleri de kontrol için laboratuvara getiriliyor. Amaç, örneklerin denetçide daha önceki incelemelerden bulaşmış olabilecek radyasyonla kirlenip kirlenmediğini belirlemek, kirlilik varsa, bunu örnekteki toplamdan düşmek.

Örnekler, denetim laboratuvarına gelince, önce bir dizi analitik kimya testinden geçiriliyor.

Örnekler üzerindeki genel radyasyon düzeyi, gama ışını spektrometri (tayföçüm) tekniği kullanılarak taranıyor ve bunlar arasından seçilen (kuşku) örnekler bir X-ışını floresans spektrometresiyle ölçüme tabi tutuluyor. X-ışınlarına tutulduğunda, uranyum ve öteki elementler ışına yapıyor ve birkaç saat içinde aygıt, bez üzerinde toplanmış uranyumun bir kontur haritasını çıkarıyor (plütonyum konsantrasyonlarıysa, bu tekniğin duyarlılık eşliğinin altında kaldığı için belirlenemiyor).

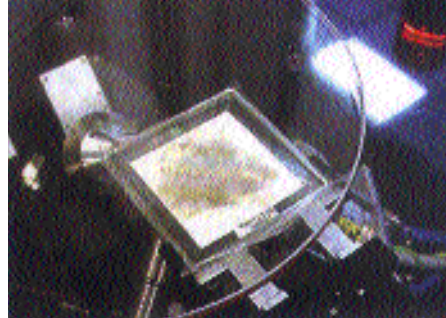
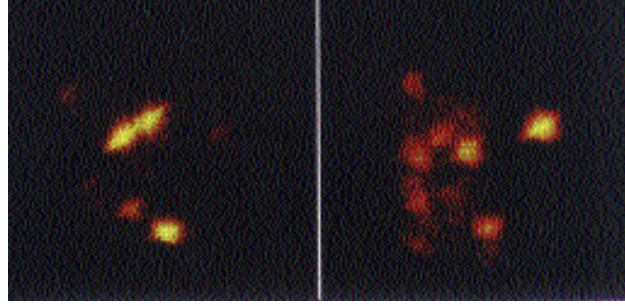
Bu aşama geçildikten sonra örnekler masumiyetlerini kanıtlayabilmek için daha ağır bir baraj ateşini atlatmak, içerdikleri radyoizotop bileşimlerini inceleyerek zenginleştirme ya da yeniden işleme izlerini araştıran aygıtlardan "temiz" rapor almak zorundalar. Önce heptan gibi bir çözücüye batırılan örnekler, üzerlerindeki mikrometre ölçeğindeki uranyum ya da plütonyum parçacıklarının dökmeleri için ultrasonla bombardıman ediliyor.

Denetim laboratuvarına gelen hemen her örneğin bir kopyası da parçalanma izi analizine gönde-

İran'ın Bushehr nükleer santrali IAEA uzmanlarının kuşku kollarını üzerinde topluyor.

riyor. Bir örneğin içerdiği maddeleri belirlemek için en güvenli yol olan bu teknik, IAEA'nın kabul edebileceği duyarlılıkla dünyada yalnızca üç tesiste yapılabiliyor. Bunlar, Fransa'nın Atom Enerjisi Komisyonu, İngiltere'nin Aldermaston'daki Atom Silahları Kurumu ve Florida'daki ABD Hava Kuvvetleri Teknik Uygulamalar Merkezi.

Çözücüde asılı bulunan sıcak parçacıklar lexan denen bir plastik içine sabitleniyor ve ve bir reaktör içinde nötron bombardımanına tabi tutuluyor. Nötronlar, parçacıkları fisyon sürecine sokuyor, yani parçalanmalarına yol açıyor. Parçalanma ürünü olan alt parçacıklar, plastik içinde hasar izleri bırakıyorlar ve uzmanlar bu izleri mikroskop altında dikkatle inceleyerek hangi izotopların ortaya çıktığını belirliyorlar. Bu teknik yüksek oranlarda zenginleştirmeyi duyarlı biçimde belirlediğinden, en güvenilir olanı ve şimdilik tüm örneklerin bir kop-



IAEA'nın denetlediği bir örnek içinde silah yapımında kullanılabilir U-235 izotopları (üstte solda, sarı) ve görece az etkili U-238 izotopları (üstte sağda, kırmızı). IAEA'nın kendi geliştirdiği ışına spektrometresi, bir örnekteki radyoaktivitenin hızlı ve kaba bir genel resmini ortaya koyuyor (altta).

yası parçalanma izi analizine tabi tutuluyor. Ancak inceleme üç ay sürüyor ve maliyeti, örnek başına 10 000 dolar.

Daha kaba, ama daha çabuk bir yanıt için denetim laboratuvarı, örneklerin öteki kopyalarını iki farklı teknikle birleştirebiliyor. Bunlardan birincisi, elektronla uyarılmış X-ışın floresans spektrometrisi (SEM/XRF). Ötekiyse, İkincil İyon Kütle Spektrometrisi (SIMS).

SEM/XRF tekniği, sıcak parçacıkları görüntülemekte kullanılıyor ve görüntüdeki parçacığın kaynağı konusunda bilgi verebiliyor. Daha aydınlatıcı bilgileriyse SIMS yöntemi sağlıyor. Bu yöntemde parçacıkların asılı bulunduğu çözelti grafit bir ta-

ban üzerinde kurutuluyor. Ve daha sonra yüksek enerjili oksijen iyonlarıyla bombardıman ediliyor. Oksijen, radyoizotoplarla tepkimeye girerek bir dizi ikincil iyon üretiyor ve bir bilgisayar da bunları ölçerek parçalanabilir izotopların göreceli bolluğunu belirliyor. Otomatik ölçüm sürecinde hiçbir insan rolü bulunmuyor ve inceleme, örnek başına 2000 dolar maliyetle 2 hafta içinde tamamlanabiliyor. Burada analistlerin baktıkları, radyoizotopların örüntüsü. Uranyum-238'in, uranyum-234, 235 ve 236'ya oranı gizli programları ele veren bir göstere. Çünkü yakıt zenginleştirme, aradaki oranı doğada ender bulunan son üç izotop lehine bozuyor. Laboratuvarın yöneticisi, nükleer kimyacı David Donohue, "eğer birileri gizli bir program yürütüyorlarsa, bunu saklamaları olanaklı değil" diyor.

Uzmanlara göre yakında kullanıma girebilecek yeni bir teknik, hızlandırıcı kütle spektroskopisi. Bu teknikle, yakıt çubuklarının ışınımına tabi tutulduğunda ortaya çıkan radyoaktif iyot-129 izotopunun izleri belirlenebiliyor. Donohue'ye göre alan deneyleri, bu yöntemin, nükleer enerji santrallerinde kullanılan yakıtın, (plütonyum üretmek üzere) yeniden işlendiğini belirleyecek iyi bir yöntem olduğunu göstermiş bulunuyor.

Ufukta görülen bir başka yöntem de, IAEA'nın "geniş alan çevresel örnekleme" diye adlandırdığı yöntem. Bu teknikle, havada taşınan radyoaktif parçacıkların toplanması hedefleniyor. Gerçi, Nükleer Denemelerin Yasaklanması için Kapsamlı Antlaşma (Comprehensive Test Ban Treaty - CTBT) çerçevesinde kurulmuş bir dizi deneysel istasyon, antlaşma hükümlerine uyulup uyulmadığını hava

örneklerini inceleyerek denetliyor; ama CTBT denetçileri bulguları IAEA ile paylaşmaya yanaşmıyorlar. Donohue, bu durumda IAEA'nın rüzgarla süzülmesi uranyum ve plütonyum parçacıklarıyla, trityum, iyot-129, kripton-85 ve ksenon-135 gibi uçuşu radyoizotopların varlığını belirleyecek bir hava filtreleri ağı oluşturabileceğini söylüyor.

Ancak, hava filtreleri kullanımının çabaya değip değmeyeceği konusunda henüz bir görüş oluşmuş değil. Akla gelen sorulardan bir tanesi bu tür hava filtrelerinin, nükleer santrallerinde gerekli güvenlik önlemleri alınıp alınmadığının denetlenmesine izin vermeyen Kuzey Kore gibi ülkelerin faaliyetlerini ortaya çıkarmakta işe yarayıp yaramayacağı. IAEA'nın şimdiye kadar gizli denetimlere giriştiği görülmüş şey değil. Çünkü, kurumun yetkisi, Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması'nı imzalamış ülkelerin gönüllü işbirliğine dayanıyor. Ama Donohue'ye göre IAEA, geleneklerini bir tarafa bırakıp gizli denetimlere başlasa ve Kuzey Kore çevresine hava filtreleri yerleştirse bile verilerin yorumu kolay olmayacak. Nedeni, Japonya'nın, ABD'nin ve İngiltere'nin nükleer sanayiilerinin plütonyum operasyonları sırasında havaya salacakları kripton-85 miktarının, Kuzey Kore'nin gizli programından çıkabilecek miktarı örtecek olması.