

NÜKLEER SİLAHLAR VE ETKİLERİ

Prof.Dr. Vural Altın
Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Nükleer Mühendislik Anabilim Dalı Başkanı
E-mail: altinv@boun.edu.tr

Nükleer silahlar nükleer enerjinin, büyük miktarlarda ve ani denilebilecek kısa sürelerde, kontrolsüz şekilde üretimine dayalıdır. Nükleer enerji ise, ya çekirdek parçalanması veya fizyon, ya da çekirdek birleşmesi veya füzyon yoluyla elde edilir.

Fizyon olayında, örneğin U-235 gibi bir çekirdek, nötron bombardımanına tabi tutulduğunda, bir nötron yutarak parçalanır ve 2 veya 3 nötron çıkarır. Böyle çekirdeklerin, parçalanabilir veya 'fisil' olduğu söylenir. Açığa çıkan nötronlardan bazıları, ortamın dışına kaçarak veya ilgisiz çekirdekler tarafından yutulur 'ziyan' olurken, bazıları diğer U-235 çekirdeklerine çarpıp yeni fizyonlara yol açar. Eger bir uranyum kütlelerinde ortalama olarak, fizyona yol açan her nötron başına açığa çıkan nötronların; 'birden fazlası, biri veya birden azı' tekrar fizyona yol açabiliyorsa, o uranyum kütlelerinin 'süperkritik, kritik veya altkritik' olduğu söylenir. Geometrisine ve kimyasal bileşimine bağlı olarak, olası en küçük kritik kütle 7-8kg düzeyindedir. Uygun bir şekilde hazırlanması gereken böyle bir kütlede, her fizyon bir yenisine yol açar ve 'zincirleme reaksiyon,' aynı düzeyde devam eder. Süperkritik bir kütlede ise, her fizyon birden fazla yenisine yol açtığından, fizyonların sayısı çığ gibi artar. Büyüyen bir 'zincirleme reaksiyon' yer almakta ve fizyon başına açığa, 200 milyon elektronvolt enerji çıkmaktadır. Kömürün yanmasından elde edilen enerji ise, karbon atomu başına 4 elektronvolt kadardır. Dolayısıyla 1 gram U-235'in fizyonu, 2.5 ton kömüre eşdeğerdir.

Fakat doğada bulunan uranyumun, sadece %0.71 kadarı U-235'ten, kalanı ise, parçalanmayan bir izotop olan U-238'den oluşur. Dolayısıyla doğal uranyumdaki 235 bileşenin, hele bomba yapılmak isteniyorsa, %90'lar düzeyinde zenginleştirilmesi gerekir. Zenginleştirme yöntemlerinden birisi, 'gaz diffüzyonu' yöntemidir. Normal şartlar altında metal olan uranyum, UF₆ gazı haline getirilir ve bir kabin, aralarında gözenekli bir zar bulunan iki bölmesinden birine konulup, yüksek basınç altında sıkıştırılır. Gaz moleküllerinden U-235 içerenler, diğerlerine göre daha hafif olduklarından, herhangi bir sıcaklıkta daha hızlı hareket etmekte, dolayısıyla zarın diğer tarafına sızmakta daha başarılı olmaktadır. Dolayısıyla, diğer bölmedeki U-235'li molekül konsantrasyonu, az biraz artar. Kayda değer bir zenginleştirme için bu sürecin binlerce kez tekrarlanması, böylesi kaplardan binlercesinin art arda kullanılması gerekir. Böyle bir tesiste, yılda tonlarca zenginleştirilmiş uranyum üretilebilir. Fakat basınçlamanın gerektirdiği güç binlerce MW, kap sisteminin tesis maliyeti milyar dolar düzeyindedir. Halbuki bir nükleer bombanın yapımı için gereken zengin uranyum miktarı, onlarca kilogram kadardır ve zengin uranyumu az miktarlarda elde etmenin daha ucuz yolları vardır.

Bir başka zenginleştirme yöntemi, uranyum izotoplarının, aynı frekanstaki lazer atımları karşısında verdikleri farklı tepkiye dayanır. Bu teknik zahmetli ve yavaş çalışan bir yöntemdir. Malzemeyi küçük miktarlarda ve yavaş yavaş elde etmenin bir diğer yolu, uranyum izotoplarını iyonlaştırıp bir manyetik alanın üzerinden geçirmektir. Aynı hızla

hareket etmekte olan iyonlar manyetik alandan geçerken, daha ağır olanlar daha küçük, hafif olanlarsa daha büyük yarıçaplı daireler üzerinden saptırılır ve karşıdaki bir 'toplayıcı levha'nın farklı yerlerine düşerler. Bu, fakirin zenginleştirme yöntemidir. Ancak sabır gerektirir. Çünkü gün boyunca hedef levhasında, gram düzeyinde az ürün birikir.

Parçalanmaya yatkın bir diğer 'fisil' çekirdek, Pu-239 izotopudur. Ancak plutonyum doğal bir element değildir. Nükleer reaktörlerde, U-238 izotopunun bir nötron yuttuktan sonra bozunması sonucu oluşur. Farklı bir element olduğundan, uranyumdan kimyasal yöntemlerle ayrıştırılabilir ve zenginleştirme işlemi gerektirmez. Fakat eldesi için, hazırda çalışan bir nükleer reaktörün bulunması ve yakıtına uygun zamanlamalarla müdahale edilmesi gerekir. Halbuki, bomba malzemesi olarak zenginleştirilmiş uranyum veya plutonyum elde etmenin en kestirme yolu, bu malzemeyi, nükleer santrallara hizmet veren yakıt işleme tesislerinden almak veya çalmaktır.

Fisil malzeme elde edildikten sonra bomba yapması, nisbeten kolaydır. İlkel bir nükleer bomba, bir araya geldiklerinde süperkritik olacak olan iki altkritik uranyum kütesini bir topun namlusuna yerleştirip, birini diğerine doğru ateşlemekle yapılabilir. Sonuç, büyük bir patlamaya yol açan süperkritik bir kütedir ve açığa çıkan toplam enerjiye 'bombanın verimi' denir. Hiroşima'ya atılmış olan bomba böyle bir düzenekten oluşmuştur. Ancak 'top tipi bomba' fazla uranyum gerektirir; ağır ve hantal, hem de düşük verimlidir. Bir diğer yöntem; süperkritik bir fisil malzeme küresinin etrafına güçlü patlayıcılar yerleştirip, bu patlayıcıları fevkalade simetrik ve eşzamanlı biçimde patlatarak, küreyi homojen bir şekilde, çok daha süperkritik küçük bir küreye 'göçertmek'tir. Bu tip bir 'göçertme aygıtı'nda, Pu-239 tercih edilmekle beraber, U-235 de kullanılabilir. Yöntemin, fisil malzeme temininden sonraki en zor tarafı, patlamaların eşzamanlılığını sağlayan elektronik devre elemanlarının yapımı veya ele geçirilmesidir. Fakat zahmetine değerdir: Bomba küçük, verimi yüksektir.

Füzyon olayı ise, hidrojen veya hidrojenin izotopları olan döteryum ve trityum çekirdeklerinin birleşmesine dayalıdır. Bu çekirdeklerin kaynaşması, birim ağırlık başına fizyondan bile daha fazla enerji açığa çıkarır. O kadar ki, 1 gram hidrojen yaklaşık 50 ton kömüre eşdeğerdir. Ancak, çekirdeklerin kaynaştırabilmeleri için, çok yüksek hızlarla çarpıştırılmaları gerekir. Yeterince yüksek sıcaklıktaki hidrojen gazında, her bir yöne doğru hareket etmekte olan atomlar, yeterince yüksek hızlarla çarpışıp kaynaşabilirler. Nitekim, güneşin alt katmanlarındaki sıcaklık 15 milyon °C'yi bulmakta ve buradaki hidrojen çekirdekleri, yüksek basıncın da yardımıyla füzyona uğrayarak, güneşe ısıdığı enerjiyi sağlamaktadırlar. Ancak, yeryüzünde basınç çok daha düşük olduğundan, hidrojenin füzyonu için gereken sıcaklık çok daha yüksektir ve 100 milyon °C'nin üstüne çıkılması gerekir. Bu yüzden 'hidrojen bombası'nın yapımında, füzyonu biraz daha kolay olan döteryumla trityum tercih edilir. Döteryum normal sudaki hidrojen atomları arasında, 1/666 oranında vardır ve fizikokimyasal yöntemlerle ayrıştırılabilir. Trityum ise, Li-6 izotopunun nötron bombardımanına tabi tutularak, helyum ve trityuma parçalanmasıyla elde edilebilir. Ancak trityum; normal şartlar altında uçucu, kaçıcı bir gazdır ve hem de nisbeten kısa bir yarıömürle kendiliğinden bozunur. Dolayısıyla, önceden üretilip saklanması yerine, kullanımının hemen öncesinde ve sırasında üretimi tercih edilir. Bu amaçla döteryum lityumla karıştırılır ve her ikisi birlikte, strofor ambalaj malzemesiyle kaplanır. Patlama anı geldiğinde, lityum nötron bombardımanına tabi tutularak trityum üretilecek, bu trityumlar da, içerdeki döteryumlarla çarpışıp füzyona yol açacaktır. Ancak; Lityumun bombardımanı için nötronlar, füzyon için de yüksek sıcaklıklar

lazımdır. Bunlarsa, 'birincil' denilen bir uranyum veya plutonyum bombasının patlatılmasıyla elde edilir. Bu bombanın ürettiği ısınma etkisi, yani termal şok, nisbeten yavaş yayılır ve füzyon düzeneğine ulaşana kadar, düzeneğin dağılması ihtimali vardır. Halbuki, yayınlanan gama ışınları ışık hızıyla hareket eder ve strofor bunları emerek, içindeki karışımın ısınmasını sağlar. Bir yandan da, birincil bombanın basınç şoku füzyon karışımını dışardan ve her yandan homojen bir şekilde sıkıştırmakta, yaydığı nötronlar lityumu parçalayıp trityum açığa çıkarmaktadır. Karışımın sıcaklığı 100 milyon °C'nin üstüne çıktığında, 'ikincil' füzyon bombası devreye girmiştir.

Nötron bombası, küçük bir hidrojen bombasıdır. Diğer nükleer silahlardan farkı, asıl öldürücü etkisinin, yaydığı nötronların yol açtığı radyasyon hasarından kaynaklanıyor olmasıdır. Bu özelliğiyle, 'güçlendirilmiş radyasyon silahı' olarak da adlandırılır. Patlamasının yol açacağı basınç ve ısı etkisi düşük olacak şekilde tasarlandığından, civardaki binalar ve sanayi tesisleri gibi fiziksel yapılar, patlamadan daha az etkilenir. Öte yandan, nötronlar fazla uzaklara yayılmadığından, öldürücü menzili kısadır. Soğuk Savaş döneminde NATO kuvvetlerinin, Doğu Avrupa'daki nüfus yoğun bölgelerde savaşa hazırlıklı olma ihtiyacına göre, 'kısa menzilli bir antipersonel silahı' olarak üretilmiştir.

Modern nükleer silahların yapımı, öyle söylendiği kadar da basit değildir. Zincirleme reaksiyonu daha verimli kılmak için nötron kaynakları, nötronların dışarı sızmasını zorlaştıran düzenekleri ve patlayıcı gücü arttırmak için küçük miktarlarda trityum ilaveleri sözkonusudur. Sistem sonuç olarak, patlamanın etkisiyle dağılır. Fakat dağılana kadar, saniyenin milyonda biri gibi çok kısa bir süre içerisinde, enerjisinin çoğunu açığa çıkarır. Örneğin 50 kg U-235 içeren bir bomba %10 verimle patlatılacak olsa, yani sonuç olarak 5kg U-235 fizyona uğrasa, yaklaşık 100 trilyon kalori enerji açığa çıkar. Bu, 150 bin ton TNT'nin patlayıcı gücüne yakındır. Füzyon bombaları ise megaton düzeyinde inşa edilebilir.

Bir nükleer bombanın nihai etkisi, patlatıldığı yüksekliğe de bağlıdır. Eğer anlık veya kısa etkilerinin ağır olması isteniyorsa, yerden birkaç yüz metre yükseklikte patlatılarak, daha geniş alanları etkilemesi sağlanır. Yok eğer etkisinin uzun vadeli olması isteniyorsa, yüzeyde patlatılmak suretiyle, radyaktif hale gelen toz ve toprağın atmosfere karışarak, mümkün olduğunca geniş alanlara yayılması sağlanır.

Eğer 150 kilotonluk bir nükleer bomba yüzeyde patlatılacak olursa, enerjisinin %35 kadarı ısı, kalanı radyasyon enerjisi olarak açığa çıkar ve bu ikincisi de yol boyunca zaten, kısmen ısı enerjisine dönüşür. Bombanın kurbanlarından en şanslı olanı, bombanın kafasına isabetiyle ölümdür. Çünkü 'sıfır noktası'ndaki sıcaklık hemen anında, onlarca milyon santigrad dereceye yükselir. Parlak bir ışın topu oluşmuş, hava moleküllerinin parçalanmasıyla oluşan atomlar iyonlaşarak, ışık hızının kesri kadar yüksek hızlarla hareket etmeye ve civarlarındaki soğuk moleküllere çalgınca çarparak, onları itekleyerek parçalayıp ısıtmaya başlamışlardır. En önde 'ateş topu'nun parlak ışığı, arkadan da basınç ve ısı şokunun dalgası ilerlemekte, 'sıfır nokta' merkezli bir yarımküre şeklinde büyümektedir. Ateş topu 300m kadar yayılıp durur. Hızla yükselip yukarıda yayılacak ve o tanıdık mantar şekline yol açacaktır. Yolda bir de; patlamanın ürettiği gama ışınlarının havada ve toprakta yutulması sonucu oluşan ikincil reaksiyonların yol açtığı, 'elektromanyetik atım' vardır. Bu olgu, radyo dalgalarına benzemekle beraber, çok daha şiddetli bir elektrik alanı taşımaktadır. Bir alıcıya ulaştıklarında, radyo dalgaları milivolt düzeyinde gerilimler üretirken, 'elektromanyetik atım' binlerce volta yol açmaktadır. Bu,

yıldırım düşmüş etkisi yaratır. Hatta, elektrik alanının şiddeti yıldırımınkinden düşük olmakla beraber, değişme hızı yüzlerce kere daha yüksektir. Dolayısıyla elektronik ekipmanı yıldırım veya benzeri yüksek gerilim unsurlarına karşı koruyan düzenekler, elektromanyetik atım karşısında çok yavaş kalır. Gerçi bu atımın insanlar üzerinde, kanıtlanmış olumsuz bir etkisi yoktur ve etkisi saniyenin kesri kadar kısa bir süre içerisinde yok olur. Ancak, yolu üzerindeki elektronik ekipmanı çalışmaz hale getirmekte; iletişim hatlarını, güç kablolarını ve pompalama istasyonlarını büyük oranda devre dışı bırakmaktadır. Ama bütün bunların, 'sıfır noktası'na 600m mesafe içerisinde yakalananlar için hiçbir önemi yoktur: Hepsi ölecektir.

Şok dalgasının yarıçapı 1. saniye sonunda 600 metreye ulaşmış, hızı saatte 2300 kilometreye düşmüştür. Yolu üzerinde rastladığı her türlü cismi; eğip bükerek ve ısıtıp eriterek önüne katmış, kendi hızına yakın süratle taşımaktadır. Eğer bu dairenin içinde veya sınırında, açıkta yakalanır da, ışık topuna doğrudan bakarsanız; ki bunu elde olmayarak hepimiz yaparız; gözünüzün merceği gelen ışınları retinanızda odaklayacak ve onu anında yakarak kör olmanıza yol açacaktır. Bu o kadar önemli değildir, çünkü sırada şok dalgası vardır.

600m çeperindeki basınç şoku 1.4 kg/cm² düzeyindedir ve onca yüksek basınçtaki sıcak hava; önce kulak zarlarınızı yırtacak, bir yandan da siz ister istemez, hışımla akciğerlerinize dolarak alveyllerinizi patlatacaktır. Aynı anda, yarım metrekairelik vücut profilinizin, patlamaya dönük tarafında 7 tonluk bir ağırlık hissedecek, ancak yere düştüğünüzü hissedemeyeceksinizdir. Çünkü bulunduğunuz noktaya, eş zamanlıya yakın olarak, 500kal/cm²'lik bir termal şok dalgası ulaşacak ve vücudunuzun 0.8 m² kadarlık toplam yüzeyine, 4 milyon kalori enjekte edecektir. Bu, 350kg petrolün, vücudunuzun yüzeyine homojen olarak yayılıp, anında yakılmasına eşdeğerdir: Yumuşak dokuların hepsi anında buharlaşıp iyonlaşır ve geriye iskeletinizin sadece, kömürleşmiş inorganik bileşenleri kalır.

Binaların içinde yakalanan insanlar ise, basınç ve ısı şokundan kısmen korunmuş olmakla beraber, çöküntü altında öleceklerdir. Çünkü bu daire içindeki binaların; patlamaya bakan metrekaresine 14, örneğin 10x10m'lik bir cephesine 1400 tonluk yükler binmektedir. En güçlüleri de dahil olmak üzere, hepsi yerle bir olmakta, köprülerle yüzeye yakın tüneller çökmektedir. Binlerce (C'ye varan sıcaklığın etkisiyle metaller eriyecek ve geride kalan malzeme, hangi yapıya ait olduklarını belirlemeyi imkansız kılacak hale gelecektir. Yeraltındaki su ve gaz boru hatları patlamış, etrafa su ve gaz püskürmeye başlamıştır. Fakat ortalıkta alevli yangın yoktur. Çünkü saatte 2300 km hızla esen rüzgar, kavurucu sığağına rağmen buna izin vermemekte ve her türlü yangın başlangıcını, silip süpürerek söndürmektedir.

Patlamadan 6 saniye sonra, şok dalgasının yarıçapı 2400 metreye ulaşmış, hızı saatte 1500 km'ye kadar azalmıştır. 10 km²'yi kaplayan etki alanının dış çeperinde basınç, m² başına 3.5 tondur. Tuğla ve ahşap binalar yerle bir olur. Betonarme yapılar ise ağır hasar görmekte ve tüm camları kırılıp iç duvarları çökerken, pencerelerden içeri girip her tarafı yalayan ultra sıcak hava; perde, yatak, mobilya gibi; zaten havada uçuşmakta olan yanıcı eşyanın hepsini anında alevlendirmektedir. İçerdeki insanların yarından fazlası, düşen cisimlerin isabetiyle veya yanarak ölür. Şokun taşıdığı termal akı, santimetre kare başına 40 kaloriye inmiştir. Fakat bu hala, dışarıda ve patlamanın doğrudan görüş hattı üzerinde yakalananlar için, tüm vücuda 320,000 bin kalori veya 28 kg petrol eşdeğeri enerji

enjeksiyonu anlamına gelmekte, anında ölümü garantilemektedir. Görüş hattı dışında kalanlar içinse, etrafta uçuşan cisimlerin hemen hemen haddi hesabı yok, bunlardan birinin isabetine uğrayıp yaralanma ihtimali çoktur. Çeşitli derecelerden kulak zarı ve akciğer yaralanmaları kaçınılmazdır. Bu bölgede sadece, patlamaya metro gibi yeraltı yapılarında yakalananlar sağ kalacak ve eğer üzerlerine çöken enkazın altından zamanında çıkartılabilirlerse kurtulacaklardır.

Öte yandan, yangın tehlikesinin en yüksek olduğu bölge bu bölgedir. Çünkü, hasar görmüş binalarda yangın çıkma ihtimali, tümüyle çökmüş olanlara göre daha yüksektir. Elektrik tesisatı, doğal gaz bağlantıları, fırınlar ve kalorifer kazanlarının çoğu hasarlıdır. Yangına müdahale imkanı bulunmadığından, başlayanlar söndürülemeyecek ve çevre yapıların el verdiği kadarıyla, fakat normal şartlar altında mümkün olanın ötesinde yüksek bir hızla yayılacaklardır. Çünkü, ölüm rüzgarı azalan şiddetiyle artık yangınları söndürememekte, tam tersine yayılmalarına yardım edebilmektedir. Sokaklarda ise, normalde ağaç yaprakları dışında fazla yanıcı madde bulunmaz iken, bu durumda gaz kaçaqları patlamakta ve güç kabloları kıvılcımlar saçarak alev almaktadır.

Patlamadan 10 saniye sonra, şok dalgasının yarıçapı 4 km'ye ulaşmış, ön cephedeki basınç düzeyi 70 kg/m²'ye azalmıştır. Betonarme yapılar değişen derecelerde, tuğla ve ahşap yapılar ise orta düzeyde hasar görür. Basınç dalgası nedeniyle, doğrudan ölüm bir yana, yaralanma dahi yoktur. Ancak termal şok, dışarıda korunmasız yakalananlarda, ten ve giysi rengine göre değişen derecelerden, ölümle de sonuçlanabilen yanmalara yol açacaktır. Koyu renkli giysiler daha fazla enerji yutacak, bir de kalınsalar eğer, yutulan enerjiyi daha uzun süreyle vücutta tutacaktır. Bu dış şeritte yangın tehlikesi hala ciddidir. Çünkü termal şokun taşıdığı enerji, yanıcı malzemeleri ateşlemek için yeterli, esen rüzgarın gücü ise, çıkan yangınların hepsini söndürmek için yetersizdir.

Patlamanın 16. saniyesinde, etki alanı 80 km²'ye yayılmıştır. Şok dalgasının yarıçapı 6.5 km, dış çeperindeki basınç 35kg/m²'dir. Basınç dalgasının gücü iyice zayıflamıştır. Şeridin iç çeperinde dahi; betonarme yapılar hiç veya az, tuğla ve ahşap binalar ise, hafif veya orta derecede hasar görür. Isı dalgasından yaralanmalar vardır. Geçici parlama körlükleri ve kalıcı retina hasarları, 30km yarıçapa kadar devam edecektir. Ancak, patlama yüzeyde yer almış olduğu için, ateş topuna doğrudan bakan ve görenlerin sayısı, yüksekteki bir patlama senaryosuna göre daha az olacaktır.

Patlamanın bir de, 'radyasyon yağmuru' sonucu vardır. Yerde yer alan bir patlama, ateş topunun yere değmeyeceği bir şekilde yüksekte yer alan bir diğerine göre, daha fazla tozu ve toprağı havaya kaldırıp atmosfere karıştırır. Patlamadan çıkan radyasyona ek olarak, bu toz toprağın da bir kısmı radyoaktif hale gelmiş ve havada bir radyasyon bulutu halinde dolaşmaya başlamıştır. Bu bulut bir süre sonra yeryüzüne iner. İniş süresi, indiği alanın konumu ve geometrisi; yerel iklim koşullarına, örneğin esen rüzgarın hızı ve yönüne bağlıdır. Olası bir yağmur, bulutu daha kısa sürede aşağı indirip, içeriğinin belli yerlerde yoğunlaşmasına, teknik deyimle 'sıcak noktalar'ın oluşmasına yol açar. Bu radyoaktif toz veya çamur katmanı, temizlenene kadar radyasyon saçmaya devam edecektir. Patlamadan sağ çıkanlar, ilave doz olarak radyasyon hastalıkları geliştirecek, hatta bazıları, ölümcül dozu aşmış hayatlarını kaybedecektir.

Yapılacak dünyanın işi vardır. Bu 80 km²'lik ciddi etki alanını, dışarıdan içeriye doğru; bir yandan aktivitesinden temizlerken, diğer yandan sağ kalanları bölgeden çıkarıp

yaralanmış veya mahsur kalmış olanları kurtarmak; yolları molozdan temizleyip yardım ekiplerine açmak, ulaşım için en önemli köprüleri ve tünelleri onarıp devreye sokmak; geçici su, elektrik ve haberleşme bağlantılarını sağlamak; merkeze doğru hacmi artan yıkıntıların arasından cesetleri çıkarmak, altından sağ kalmış olabilenleri kurtarmak, molozları taşıyıp yıkılanları yeniden inşa etmek... 'Sıfır zemin' civarı dahil, yüksek aktivite nedeniyle temizlenmesi çok zor ve aşırı pahalı olan bazı alanları, yıllar boyu terketmek...

Ve tabii: Şartlar el verir vermez 'sıfır noktası'na, patlamada hayatını kaybedenlerin anısına bir anıt dikmek...

Tanımadığınız geniş bir ülkede nükleer veya kimyasal silah unsurları aramak, samanlıkta iğne veya karanlıkta gözleri kapalı siyah bir kedi aramaya benzer. Kolaydan zora doğru şöyle bir göz atalım...

Eğer bu silahlar denenmiş veya kullanılmış ise, bunun uzaktan veya sonradan belirlenmesi nisbeten kolaydır. İran-İrak Savaşı'nda ve Irak'ın Halepçe kentinde kimyasal silahların kullanılmış, Hindistan ve Pakistan tarafından nükleer silahların gizlice denenmiş olduğunun belirlendiği gibi. Çünkü nükleer patlamaların yol açtığı, deprem dalgalarına benzer sarsıntılar, havada ve toprakta radyoaktivite artışları gibi, gözlemlerden kaçırılması zor etkileri vardır. Kimyasal silah kullanımında ise, sağ kalıp da tedavi görenler veya olayı ikinci elden duyup aktaranlar bulunur. Ama kullanım veya deneme söz konusu değilken, üretme çabaları var ise, bunu açığa çıkarmak daha zordur.

Nükleer başlıklar, kaçınılmaz olarak içerdikleri aktivite nedeniyle bir yandan ısınır, dış yüzeyleri kanalıyla da soğurlar. Sonuç olarak, etraftaki diğer cisimlerden daha sıcaktırlar ve eğer korunmamışlarsa yerleri, birkaç kilometre öteden ısı kamerasıyla çekilen fotoğraflardan belirlenebilir. Ama eğer yeterince zırhlanmış veya ani bir saldırıya karşı korumak amacıyla silolarda saklanmış iseler, bu yöntem sonuç vermez.

Bu durumda, nükleer veya kimyasal silahların üretim süreçlerine hakim olup, bu süreçlerin içerdiği kritik bileşenler hakkında ipuçları yakalamaya çalışmak gerekir. Bunlar ülkede üretiliyor mu üretilmiyor mu, ülkeye dışarıdan girmiş mi girmemişler mi, girmişse nerede ve hangi amaçlarla kullanılmışlar: bu sorulara yanıt aranır. Böyle bir denetim, karmaşık ve hassas bir dedektiflik işi gibidir. Çünkü, ilgili süreçlere dahil olan unsurlar çoğu kez, ekonominin diğer alanlarında da kullanılıyor olabilirler. Örneğin nükleer silah yapımında kullanılan zenginleştirilmiş malzeme, araştırma reaktörlerinde veya tıp amaçlı radyoizotop üretiminde de kullanılabilir. Veya patlatılmasında kullanılan hassas elektronik bileşenler, ekonominin bazı sektörlerinde zaten dolaşıyor olabilir. Hele kimyasal silahların ana maddelerinden bazıları, örneğin gübre sanayii gibi masum üretim dallarında, ara ürün olarak zaten ortaya çıkmak zorundadır. Dolayısıyla, ilgili tesislerin girdi-çıkıtları kayıtları incelenir ve miktarlarının, üretim amacına uygun olup olmadığı incelenir. Eğer bu miktarlarda, kuşku uyandıracak tutarsızlıklar belirlenirse, araştırma derinleştirilir: 'fazlalıklar başka nereye gitmiş, eksikler neden eksik...'

Bu arada tesis yöneticilerinin ve ilgili konunun ülkedeki uzmanlarının ifadeleri alınır. Açıklamalar arasında tutarsızlıklar varsa, bunların yakalanmasına çalışılır. Gündeme gelen tesislerde, gizlendiğinden kuşku duyulan maddelerin doğrudan aranmasına gidilir. Örneğin nükleer malzemelerin, yeterince yaklaşıldıklarında varlıklarını haber veren

radioaktiviteleri dolayısıyla, dedektör ve sayaçlarla bulunmaları, zor, fakat mümkündür. Keza, aranan kimyasal maddelerin depolanması veya taşınması sırasında kullanılan ekipman, bu maddelerin izini belirleyecek; örneğin üzerinde ilgili maddenin ismi yazılı unutulmuş boş bir kap dahi, kanıt olarak değerlendirilecektir. Öte yandan sağlık kuruluşlarının kayıtları incelenir ve bu tür işlerde çalışmış olup da, sağlık zararı görmüş veya iş kazasına uğramış olmaklığı nedeniyle tedavi görmüş insanlar varsa, belirlenerek ifadelerine başvurulur. Böyle durumlarda etrafa anlatılmakta olan veya geçmişte anlatılmış olan hikayeler, hemen mutlaka vardır. Bütün bu ayrıntılı unsurlar derlenip toparlanıp bir araya getirilerek ve aralarındaki olası bağlantılara işaret edilerek, objektif bir rapor hazırlanmaya çalışılır.

Bu silahların şimdiye kadar yaygın biçimde kullanılmış olmamalarını, karşılıklı bir terör dengesinin caydırıcılığı yanında, sahibi olan ülkelerin yönetim olgunluğuna borçluyuz. Onların, aynı olgunluğu taşımayan odakların eline geçmesini engellemeye çalışmak, her şeyden önce bir insanlık görevidir. Dolayısıyla, denetçilerin görevi çok önemli, fakat zor ve hassas bir iştir. Daha önce de işaret edildiği gibi, karanlık bir odada, gözlerini kapatmış bir siyah kediyi arayıp bulmaya benzer. Ama hele bir de odada kedi yoksa; araması çok daha zor, bulması imkansızdır.

Tablo 1: Radyasyon Çökeltisinin Etkileri

Doz, Rem	Etkiler
5-20	Ardıl etki ve kromozom hasarı olasılığı.
20-100	Kandaki akyuvar sayısında geçici azalma.
100-200	Birkaç saat içerisinde, hafif radyasyon rahatsızlığı: Kusma, ishal, yorgunluk, enfeksiyon bağışıklığında azalma.
200-300	Ciddi radyasyon rahatsızlığı: Yukarıdaki semptomlara ek olarak iç kanama, maruz kalan nüfusun %10-35'i için öldürücü doz ve 30 gün içinde ölüm.
300-400	Ciddi radyasyon rahatsızlığı: Yukarıdaki semptomlara ek olarak, kemik iliği ve bağırsak hasarı, maruz kalan nüfusun %50-70'i için öldürücü doz ve 30 gün içinde ölüm.
400-1000	Akut radyasyon hastalığı, maruz kalan nüfusun %60-95'i için öldürücü doz ve 30 gün içinde ölüm.
1000-5000	Akut radyasyon hastalığı, maruz kalan nüfusun %100'ü için öldürücü doz ve 10 gün içinde ölüm.

Hidrojen bombası şeması:

