

KIYAMET

Modern nükleer silahların yapımı, öyle söylendiği kadar da basit değil. Zincirleme reaksiyonu daha verimli kılmak için nötron kaynakları, nötronların dışarı sızmasını zorlaştıran düzenekler ve patlayıcı gücü arttırmak için küçük ölçeklerde trityum eklenmesi söz konusu. Sistem, sonuç olarak patlamanın etkisiyle dağılıyor. Fakat dağılına kadar da, saniyenin milyonda biri gibi çok kısa bir süre içerisinde, enerjisinin çoğunu açığa çıkarıyor. Örneğin, 50 kg U-235 içeren bir bomba %10 verimle patlatılacak olsa, yani sonuç olarak 5kg U-235 fiyona uğrasa, yaklaşık 100 trilyon kalori enerji açığa çıkar. Bu, 150 bin ton TNT'nin patlayıcı gücüne yakındır. Füzyon bombalarıysa megaton (milyon ton TNT) düzeyinde inşa edilebilir.

Bir nükleer bombanın nihai etkisi, patlatıldığı yüksekliğe de bağlıdır. Eğer anlık ya da 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, radyoaktif 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 zaten yol boyunca kısmen ısı enerjisine dönüşür. Bombanın kurbanlarından en şanslı olanı, bombanın kafasına isabetiyle ölebilir. Çünkü 'sıfır noktası'ndaki sıcaklık, hemen anında onlarca milyon santigrad dereceye yani Güneş'in merkezinden kat kat yüksek bir seviyeye yükselir. Parlak bir ışın topu oluşmuş, hava moleküllerinin parçalanmasıyla oluşan atomlar iyonlaşarak, ışık hızının kesiri kadar yüksek hızla hareket etmeye ve civarlarında-

ki soğuk moleküllere çılgınca 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 300 m 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 yıldırımkinden düşük olmakla birlikte, değişme hızı yüzlerce kere daha yüksektir. Dolayısıyla, elektronik ekipmanı yıldırım ya da 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 kesiri 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 cisim; eğip bükerek ve ısıtıp eriterek önüne katmış, kendi hızına yakın süratle taşımaktadır. Eğer bu dairenin içinde ya da sınırında, açıkta yakala-

GÜNLERİ



Hiroşimada ilk atom bombasının düştüğü "sıfır nokta".



nır 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 isteyin ya da istemeyin, hışımla akciğerlerinize dolarak alveollerinizi patlatacaktır. Aynı anda, yarım metrelik vücut profilinizin patlama-

ya dönük tarafında 7 tonluk bir ağırlık hissedecek, ancak yere düştüğünüzü hissedemeyeceksinizdir. Çünkü bulunduğunuz noktaya, eş zamanlıya yakın olarak, 500 kal/cm²lik bir termal şok dalgası ulaşacak ve vücudunuzun 0.8 m² kadarlık toplam yüzeyine, 4 milyon kalori enjekte edecektir. Bu, 350 kg petrolün, vücudunuzun yüzeyine homojen olarak yayılıp, anında yakılmasına eşdeğerdir: Yumuşak dokuların hepsi anında buharlaşıp iyonlaşır ve geriye iskeletinizin sadece, kömürleşmiş inorganik bileşenleri kalır.

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 bulaşıklığında 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.



B-2 "hayalet" bombardıman uçağı

Binaların içinde yakalanan insanlarsa, basınç ve ısı şokundan kısmen korunmuş olmakla beraber, çöküntü altında öleceklerdir. Çünkü bu daire içindeki binaların; patlamaya bakan metrekaresine 14, örneğin 10x10 m'lik bir cephesine 1400 tonluk yükler binmektedir. En güçlüleri de dahil olmak üzere, hepsi yerle bir olmakta, köprülerle, yüzeye yakın tüneller bile çökmektedir. Binlerce dereceye 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 püskürtmeye başlamıştır. Fakat ortalıkta alevli yangın yoktur. Çünkü saatte 2300 km hızla esen rüzgar, kavurucu sıcaklığına karşın 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 kapla-

yan etki alanının dış çeperinde basınç, m² başına 3.5 tondur. Tuğla ve ahşap binalar yerle bir olur. Betonarme yapılar ağır hasar görmekte ve tüm camları kırılıp iç duvarları çökerken, pencerelerden içeri girip her tarafı yalayan ultrasıcak hava; perde, yatak, mobilya gibi; zaten havada uçuşmakta olan yanıcı eşyanın hepsini anında alevlendirmektedir. İçerdeki insanların yarından fazlası, düşen

cisimlerin isabetiyle ya da yanarak ölür. Şokun taşıdığı termal akı, santimetre kare başına 40 kaloriye inmiştir. Fakat bu, hâlâ dışarıda ve patlamanın doğrudan görüş hattı üzerinde yakalananlar için, tüm vücuda 320.000 bin kalori ya da 28 kg petrol eşdeğeri enerji enjeksiyonu anlamına gelmekte, anında ölümü garantilemektedir. Görüş hattı dışında kalanlar içinse, etrafta uçan cisimlerin hemen hemen haddi hesabı yok. Bunlardan birinin isabetine uğrayıp yaralanma ihtimali yüksek. Çeşitli derecelerden kulak zarı ve akciğer yaralanmaları kaçınılmaz. Bu bölgede sadece, patlamaya metro gibi yeraltı yapılarında yakalananlar sağ kalacak ve eğer üzerlerine çöken enkazın altından zamanında çıkartılabilselerse 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



ABD'nin elindeki nükleer füzelerden Minuteman, Megaton düzeyinde nükleer başlık taşıyor.

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. Sokaklardaysa, 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 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 hâlâ ciddidir. Çünkü termal şokun taşıdığı enerji, yanıcı malzemeleri ateşlemek için yeterli, esen rüzgarın gücüyle, çıkan yangınların hepsini söndürmek için ye-

tersizdir.

Patlamanın 16. saniyesinde, etki alanı 80 km²'ye yayılmıştır. Şok dalgasının yarıçapı 6.5 km, dış çeperindeki basınç 35 kg/m²'dir. Basınç dalgasının gücü iyice zayıflamıştır. Şeridin iç çeperinde dahi; betonarme yapılar hiç ya da az, tuğla ve ahşap binalarsa, hafif ya da 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



Denizaltılardan fırlatılan Trident-2 balistik füzesi



Bir ABD nükleer denizaltısı

patlama senaryosuna göre daha az olacaktır.

Patlamanın bir de, 'radyasyon yağmuru' sonucu vardır. Yerde meydana gelen bir patlama, ateş topunun yere düşmeyeceği bir şekilde yüksekte meydana gelen 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 yer yüzüne 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 deyimıyla 'sıcak noktalar'ın oluşmasına yol açar. Bu radyoaktif toz ya da çamur katmanı, temizlenene kadar radyasyon saçmaya devam edecektir. Patlamadan sağ çıkanlar, ilave doz olarak radyasyon hastalıkları geliştirecek, hatta bazıları, ölümcül dozu aşır 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 ya da 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 olablenleri 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 terk etmek...

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

Prof. Dr. Vural Altın
Boğaziçi Üniv. Nükleer Müh. Bölümü