

Nükleer savaşın küresel sağlık etkileri

thesciencexperts.com/the-global-health-effects-of-nuclear-war/

admin

October 3,
2019

The source-page: <https://www.bmartin.cc/pubs/82cab/>

Yayınlanan *Güncel Olaylar Bülteni*, ses 59, numara 7, Aralık 1982, s. 14-26
[yayınlanan makalenin pdf](#)

Brian Martin

Git

Nükleer savaş Brian Martin'in yayınları

Brian Martin'in yayınları

Brian Martin web sitesini



Sydney banliyö saçaklarında göreceli olarak küçük olan orman yangınlarından çıkan duman, kısa süre boyunca yere ulaşan güneş ışığı miktarını önemli ölçüde azaltabilir. Büyük çapta nükleer bir savaş durumunda ortaya çıkan yangınlardan kaynaklanan duman, belki de kuzey yarımkürede güneş ışığının birkaç ay boyunca yüzde 90 veya daha fazla azalmasına neden olabilir

**Gittiğimizde hepimiz birlikte gideceğiz
Her Hottentot ve her Eskimo
Hava uranöz hale geldiğinde
Hepimiz aynı anda gideceğiz
Oh, gittiğimizde hepimiz birlikte gideceğiz.
(Tom Lehrer)**

Bir sonraki makalede, Dr. Brian Martin, nükleer savaşın korkunç etkilerini küçümsemeden, en azından Avustralya'nın bakış açısından Tom Lehrer'in iddialarına aykırı olamayacağımızı savunarak konuyu çevreleyen kasvetli bir azınlığı uzaklaştırıyor gittiğimizde'. Tam ölçekli bir nükleer savaş, özellikle kuzey yarımkürede, dünyanın bazı bölgelerini tahrip etse de, mevcut kanıtlar 'nükleer savaşın insan türlerinin hayatta kalması için hiçbir tehdit oluşturmadığını' göstermektedir.

İlk nükleer bomba 16 Temmuz 1945'te New Mexico'daki Alamogordo'da patlatıldığından beri nükleer savaş tehdidi ortaya çıktı. Şimdiye dek savaşta kullanılan tek nükleer bombalar ABD'nin Hiroşima ve Nagazaki'ye altıncı ve 9 Ağustos 1945'te düşürdüğü iki ülke oldu. ve her biri birkaç yüz ila birkaç bin İngiltere.[1] İsrail gibi diğer birkaç ülkede, küçük nükleer cephaneler var ya da yakında olabilir.

Hiroşima ve Nagazaki bombaları toplamda 300.000 kişiyi öldürdü – farklı tahminler yapıldı.[2] Bugünün silah cephaneliğini kullanarak nükleer savaşın sonucu ne olurdu? 1980'lerde birçok insanın kafasında bu soru daha da önem kazanmıştır, çünkü dünyanın dikkatleri tekrar nükleer savaş tehdidine odaklanmıştır.

Nükleer bir patlamanın hemen yakınında, zayıfların çoğu, ilk birkaç gün boyunca meydana gelen patlama, sıcaklık ve serpinti sonucu ortaya çıkıyor.[3] Bir megaton bombadan gelen patlama ya da sıcaklıklar – Hiroşima bombalarının gücünün yaklaşık 75 katı ve genellikle nükleer cephanelerde bulunan bir boyutta – neredeyse tüm insanları, sığınaktakileri bile, iki kilometre mesafeye kadar öldürür. On kilometreden öte, özel korumaya sahip olmayan insanlar için bile ölüm şansı çok küçük olacaktır. Bomba, Hiroşima ve Nagazaki'de olduğu gibi, patlamanın ateş topunun yarıçapından daha yüksek bir rakımda patlarsa, yerel serpinti minimumdur. Yeryüzünün yüzeyinde veya yakınında patlarsa, korunmasız insanlara ölümcül olan ölümcül rüzgarlar – en sık hakim olan üst atmosferik rüzgarların estiği doğuya doğru – yüzlerce kilometrelik bir mesafe boyunca aşağıya doğru yatırılır. Bir iki hafta sonra, radyasyon seviyeleri patlamadan bir saat sonra olduklarının yaklaşık binde birine düşmüş olacak.

Büyük bir küresel nükleer savaş, başta ABD, Sovyetler Birliği ve Avrupa'da olmak üzere bu etkilerden 400-500 milyon insanı ve daha az oranda Çin ve Japonya'yı öldürebilir.[4] Ölüm ücreti, silahların gerçekten çarptığı alanlar, tahliye ve serpinti önlemesi gibi çeşitli faktörlere bağlı olacaktır. Bu ölüm ücreti esas olarak yakın çevredeki veya nükleer patlamaların etkisinde olan insanlardan oluşacak ve dünya nüfusunun yaklaşık yüzde onunu oluşturacak. Dünyanın dört bir yanındaki ülkelerdeki en büyük nüfus merkezlerinin çoğu bombalandıysa, bu rakam çok daha yüksek olurdu[5], ancak Hindistan, Güneydoğu Asya ve Çin gibi alanlarda en büyük nüfus merkezlerini *sistematiik* olarak *bombalamak* için bilinen bir plan yok.[6] Öte yandan, eğer bir nükleer savaş herhangi bir şekilde sınırlı olsaydı – örneğin, Avrupa ya da askeri hedeflerle sınırlıysa – hemen ölüm ücreti daha az olurdu.

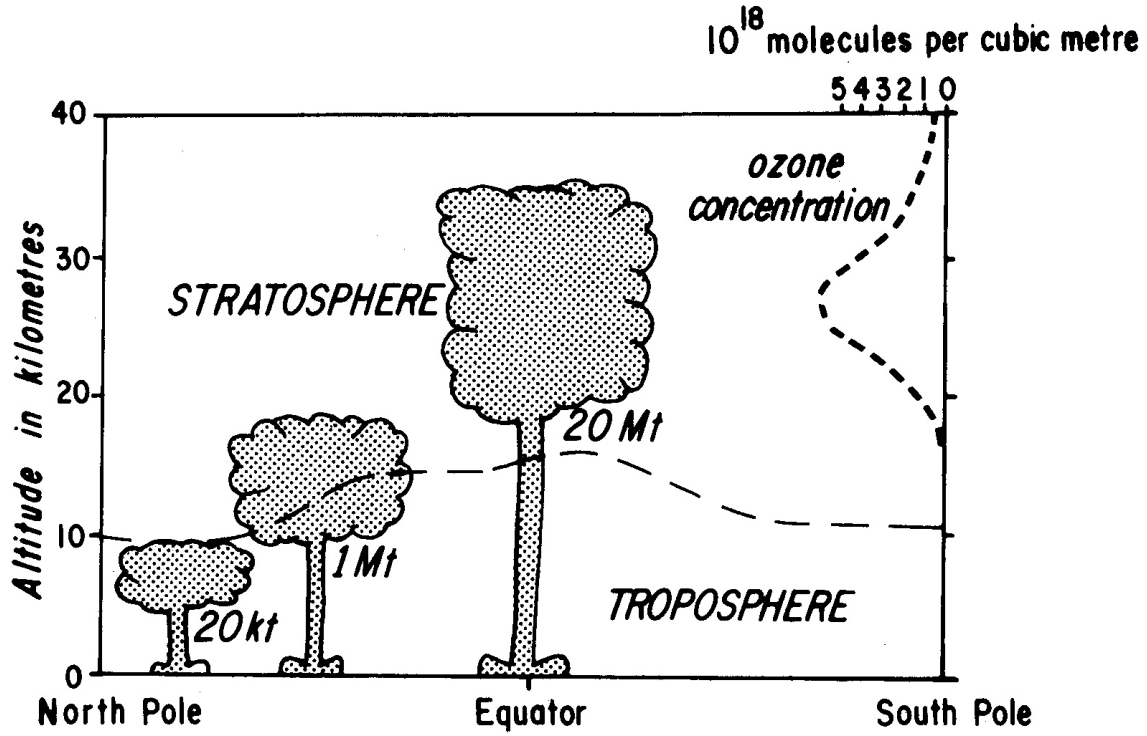
Nükleer savaş sonrasında tarımsal ya da ekonomik bozulma ya da salgınlar meydana gelirse, belki de en kötü durumda birkaç yüz milyon kadar çok insan öldü.[7] Bunlar, başta ABD, Sovyetler Birliği ve Avrupa olmak üzere en çok bombalanan bölgelerde olacak.

Nükleer savaş ayrıca patlama, sıcaklık ve yerel serpinti alanının ötesinde, çeşitli uzun menzilli etkilere neden olacaktır. Bu etkiler – nükleer patlamalara yüzlerce veya binlerce kilometre etki eder – “küresel” etkiler olarak bilinir. En bilinenleri küresel radyoaktif serpintidir. Birçok insan, bu serpinti veya başka bir etkinin, büyük nükleer savaş durumunda, dünyadaki insanların çoğunun veya hepsinin ölümüne neden olacağına inanıyor. Popüler *Kumsalda* romanında tasvir edilen fikir budur.[8] Bununla birlikte, mevcut bilimsel kanıtlar böyle bir kıyamet günü senaryosu için destek sağlamamaktadır. Buradaki amacım genel olarak nükleer savaşın insan sağlığına doğrudan sonuçları olan küresel etkilerini tanımlamaktır. Dört ana kategori ele alınacaktır: küresel serpinti,[9] ozon, iklim ve yangınlar.

Küresel serpinti

Bir nükleer bomba patladığında, ya uranyum-235'in veya plütonyumun bölünmesi (ayrılması) ile enerji açığa çıkar. Birçoğu radyoaktif olan bu bölünme ürün yelpazesi vardır – yani, kararsızdır ve er ya da geç enerjik radyasyon ya da parçacıkların salınımı ile azalır. En iyi bilinen fisyon ürünü, bir beta partikül emisyonu ile azalan stronsiyum-90'dır. Stronsiyum 90 çekirdeğinin yaklaşık yarısı, yarı ömrü olarak adlandırılan yaklaşık 28 yıllık bir sürede bu şekilde çürür. Farklı radyoaktif atomların, saniyenin kesirinden milyonlarca yıla kadar değişen farklı yarı ömürleri vardır. Nükleer patlamalarla üretilen diğer biyolojik olarak önemli radyoaktif türler sezyum-137 (yarı ömür: 27 yıl), iyot-131 (yarı ömür: sekiz gün) ve karbon-14 (yarı ömür: 5600 yıl) 'dır.[10]

Hiroşima'da patlayan bir nükleer bomba, patlamadan bir saat sonra ölçülen toplam 800 gram fisyon ürünü üretiyor. Patlamanın yarattığı muazzam ısı, bilinen mantar bulutuyla sonuçlanan büyük bir yukarı hava dalgası yaratır. Bulutun yüksekliği patlamanın büyüklüğüne bağlıdır[11] (bkz. Şekil 1). Fisyon ürünlerinin çoğu bu ilk updraft ile atmosfere taşınır. Dünyaya döndüklerinde insanlar için tehlikeli hale gelirler.



Şekil 1. Temmuz'da troposfer ve stratosfer (kesikli çizgi ile bölünmüş) tipik bir konfigürasyon. Bulutların 20kt, 1Mt ve 20Mt nükleer patlamalarından yaklaşık yükseklikleri çizilir (genişlikler ölçeklenmez). Noktalı çizgi, stratosferik ozonun tipik bir dağılımıdır.

Bomba, yeryüzünün yüzeyinde veya yakınında patlarsa, büyük miktarda toz, kir ve diğer yüzey malzemeleri de yukarı kaldırım ile birlikte kaldırılır. Fisyon ürünlerinden bazıları bu parçacıklara veya bombayı oluşturmak için kullanılan malzemeye yapışacaktır. En büyük parçacıklar – taşlar ve çakıl taşları – birkaç dakika veya birkaç saat içinde dünyaya geri dönecekler. Daha hafif malzeme – kül veya toz – birkaç gün içinde toprağa düşecek veya belki de yağmur damllarına karışacaktır. 24 saat içinde toprağa dönen radyoaktif malzemeye erken veya yerel serpinti denir. Bu en tehlikelidir.

Daha önce de belirtildiği gibi, fisyon ürünleri, bazıları hızlı bir şekilde çürüyen, diğerleri çok daha yavaş bozulan farklı tipte radyoaktif atomların bir karışımını içerir. Kaba bir kural, zamanın yedi kat arttığında, ortalama bozulma oranının on kat azaldığıdır. Dolayısıyla, patlamadan bir saat sonra bozulma oranına kıyasla, oran 7 saatte yaklaşık yüzde 10, iki günde yaklaşık yüzde bir (yaklaşık 7 x 7 saat) ve iki haftada yaklaşık yüzde 0,1 olacaktır (7 x 2 gün). (Yaklaşık altı ay sonra bozulma oranındaki düşüş bundan daha hızlı hale gelir.) Bu nedenle, erken serpinti, nükleer patlamaların neden olduğu radyoaktivite nedeniyle en büyük tehlikedir.

Dünyaya geri dönmesi 24 saatten uzun süren radyoaktif malzemeye gecikmeli veya küresel serpinti denir.[12] Gecikmeli serpinti, troposferde kalır (bkz. Şekil 1), günler, haftalar veya aylarca. Bu troposferik serpinti, çoğunlukla orijinal patlamanın on veya 15 derece enleminde toprağa geri döner, çoğunlukla oluşturuldukları gibi yağmur damllarına dahil edilirler. Yaklaşık bir megatondan daha büyük nükleer patlama bulutları kısmen veya tamamen stratosfere nüfuz eder ve burada stratosferik serpinti

olan fisyon ürünlerini biriktirir. Stratosfer yağmur oluşumuna sahip olmadığı ve troposferden daha az çalkantılı olduğu için stratosferdeki radyoaktif partiküllerin toprağa dönmesi aylar veya yıllar alabilir. Bu süre zarfında parçacıklar dünyanın herhangi bir yerine hareket edebilir.

Stratosferik serpinti dünyaya ulaştığında, radyoaktivitesi büyük ölçüde azalır. Örneğin, bir yıl sonra, herhangi bir büyük miktardaki fisyon ürününün kuzeyden güney stratosfere taşınması için gereken süre, bozulma oranı patlamadan bir saat sonra yüz binden az olacaktır. Bu nedenle stratosferik serpinti yaygın ve acil hastalık veya ölüme neden olma potansiyeline sahip değildir.

Tek bir anda bir insanın vücuduna dört ila beş elek [13] 'lik bir iyonize radyasyon dozu maruz kalan insanların yaklaşık yarısında ölüme neden olmak için yeterlidir. Bir ila iki elek dozları hastalığa neden olurken, bir yarım elek dozu uzun süreli etkilere sahip olsa da genellikle belirgin semptomlara neden olmaz. Karşılaştırma için, ortalama yıllık iyonlaştırıcı radyasyon dozu 'doğal' nedenlerden bireylere – kozmik ışıklardan, kayalarda ve diğer kaynaklardan radyoaktiviteye kadar – bir sievertin (bir milisieverte) binde biri kadardır. Batı yaşam tarzına sahip olanlar için, başta tıbbi röntgen olmak üzere insan kaynaklı kaynaklar olmak üzere, ortalama bir milisaniyeden daha fazla bir katkı sağlanmıştır. Hangi iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalma büyük bir nükleer savaştan kaynaklanır?

1950'lerde ve 1960'ların başlarında atmosferde çok sayıda nükleer silah patladı – toplam 430 megaton (Mt). Bu, kuzey yarımküredeki insanlar için 30 yıl boyunca yaklaşık iki milisaniyelik hem iç hem de dış ortalama iyonize radyasyona maruz kalmaya ve bu yarım küre içindeki bu seviyenin yaklaşık üçte birine yol açmaktadır. 4000MT patlama ile sonuçlanan önemli bir nükleer savaş (bkz "Nükleer savaşta Patlayıcı gücü") daha önceki taramaların oluştuğu olarak, basit ölçekleme göre, büyük olarak ortalama bir maruz kalma on kere yol açacak).

1950'lerden 1960'lara ait patlamaların çoğu, 60Mt'a kadar çok yüksek verim elde etmişti, ancak çoğu nükleer silah şu anda 2Mt veya daha küçük. Bu nedenle, 4000Mt'lik bir savaşın stratosferik serpinti, önceki atmosferik testlerden 10 kat daha büyük olacaktır. Ayrıca, alt stratosfere enjekte edilen materyalin troposfere dönmeden önce büyük mesafeleri hareket ettirme olasılığı düşük olduğundan, kuzey yarımkürede patlamalara bağlı olarak güney yarımkürede nispi serpinti seviyelerinin önceki üçte bir oranından daha küçük olması muhtemeldir.

Stratosfer içine daha düşük radyoaktif madde enjeksiyonu, buna bağlı olarak, özellikle patlamaların enlemlerine yakın, daha yüksek seviyelerde troposferik serpinti anlamına gelir. Troposferik serpinti stratosfer serpinti daha hızlı bir şekilde dünyaya geri döndüğü için, daha radyoaktif ve tehlikelidir. Böylece düşük nükleer silahlara geçiş nükleer savaşın radyoaktiviteden nükleer çatışmanın ana bölgelerinden uzak olan insanlara sağlık riskini azaltmış, ancak çok sayıda nükleer patlamanın enlemesine yakın olanlar için arttırmıştır. Bu sonuçlar geçicidir, çünkü 4000Mt'lik nükleer silahların hızlı patlaması atmosferdeki dolaşımı büyük ölçüde değiştirebilir ve serpinti dağılımının bilinmeyen sonuçları olabilir.

Düşük seviyelerde iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmanın iki ana tehlikesi vardır: kanserler ve genetik bozukluklar. Temel olarak, enerjik radyasyon ve radyoaktif bozulmadan kaynaklanan parçacıklar, vücuttaki veya genetik materyaldeki hücrelerin yapısını bozabilir, bu da kanser veya genetik bozukluklara neden olabilir veya katkıda bulunabilir. Birkaç on yıl boyunca, düşük seviyelerde iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmanın etkisi konusunda bilimsel bir tartışma başladı. Bu radyasyonun neden olduğu kanserler ve genetik bozukluklar, diğer nedenlerden dolayı kanseri ve genetik kusurları ayırt etmek genellikle mümkün olmadığından, düşük dozlarda etkiyi ölçmek için mevcut kanıtlar yeterli değildir. Tartışma, hangi teorenin daha yüksek maruziyetteki kanıtlardan fazla tahmin etmek için kullanmak için en uygun olduğu (bir buçuk ila bir sievert) ile ilgilidir.

Beyrut III olarak adlandırılan iyonlaştırıcı radyasyonun etkisine dair yetkili bir rapor[14], tüm vücudun 100 milisaniyeye maruz kalmasının, doğal olarak ortaya çıkan kanser ölüm oranında yüzde 0.5 ila yüzde 1.4 ve 50 oranında bir artışa yol açacağı sonucuna varmıştır. milyon canlı doğum başına 750 ilave ciddi genetik hastalık. Bu rakamlara göre, 20 milisaniyenin bir nükleer savaştan ertelenen serpinti maruz kalması, bu rakamlara göre, 50.000 veya daha uzun bir süre boyunca ortaya çıkan 600.000 ila 1.700.000 ek kanser ölümüne ve 40.000 ila 600.000 ek genetik kusurlara neden olabilir. Radyasyondan korunma amacıyla Uluslararası Radyolojik Koruma Komisyonu[15] tarafından kullanılan iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmanın kanser ve genetik kusur riskleri ile ilgili rakamlar, Beir raporunda belirtilen belirsizlik aralığında yer almaktadır. Karbon-14'ün binlerce yıl üzerindeki etkileri dahil edildiyse, bu rakamlar iki katına çıkarılmalıdır.

Beir III'te iki muhalif ifade vardı; bunlardan biri tahminlerin çok yüksek olduğunu, diğerinin ise çok düşük olduğunu gösteriyor.[16] İyonlaştırıcı radyasyon ve kanser hakkındaki son kanıtlar bu görüşü desteklemektedir.[17] Son kanıtlar ayrıca Beir III'ün genetik kusurlara ilişkin rakamlarının çok büyük olabileceğini göstermektedir.[18] Her durumda, rakamlar çok belirsiz ve kolayca on kat çok küçük veya on kat çok büyük olabilir.

Nükleer reaktörler

Nükleer güç reaktörleri muazzam miktarda radyoaktif madde içerir. Reaktör tutma sistemlerinin arızalanması ihtimaline ve radyoaktiviteden kaçışa ve on binlerce insanın olası ölümüne yol açan dikkat üzerine yoğunlaşmıştır.[19] Bir nükleer güç reaktörünün çekirdeğinin bir kısmının erimesi ve dağılması, soğutmayı ve diğer kontrol sistemlerini devre dışı bırakan geleneksel veya nükleer silahların nükleer bir elektrik santraline saldırmamasından kolayca kaynaklanabilir. Daha da yıkıcı olsa da, nükleer reaktörün radyoaktif envanteri doğrudan nükleer patlamanın ateş topuna dahil edilmesiyle, bir nükleer güç reaktörü üzerindeki bir nükleer silahın doğrudan isabetinin sonucu olacaktır. Bu envanter daha sonra patlamadan kaynaklanan serpinti bulutuna dahil edilecek.[20]

Reaktördeki kısa ömürlü bozunma ürünleri çoğunlukla, operasyon sırasında çürümekte ve stronsiyum-90 ve sezyum-137 gibi daha uzun ömürlü ürünler bırakmaktadır. Bu nedenle, bir megaton nükleer patlamadaki radyoaktivite birkaç gün boyunca büyük (1000 MW'lık) bir nükleer güç reaktöründen daha yüksek kalırken, reaktörün radyoaktivitesi daha büyük bir tehlike oluşturur. Bu şekilde birçok reaktör çekirdeği buharlaştırılmışsa, geniş kırsal alanlar uzun süre yüksek oranda radyoaktif hale getirilebilir.

Nükleer enerji reaktörlerinin, yüksek ekonomik değerleri nedeniyle, nükleer silah yapmak için plütonyum üretme kabiliyetleri ya da yayılacak yıkıcı radyoaktivite nedeniyle, nükleer hedefleri olması muhtemeldir. Bu son etki ayrıca, radyoaktif atık havuzlarına veya yeniden işleme tesislerine saldırarak da başarılabılır. Büyük nükleer reaktörlerin ana konsantrasyonları Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa, Sovyetler Birliği ve Japonya'da, yani her durumda nükleer savaşta yer alması muhtemel olan bölgelerde bulunur. Nükleer enerji tesislerine saldırı yapılırsa, bu nedenle, fazladan ölüm ve yaralanmaların çoğu bu bölgelerde ortaya çıkacaktır. Reaktör göbekleri çok iyi korunduğundan, çekirdek malzemelerin dağılması, kesin olarak kesin silahların özel hedefi olmadıkça gerçekleşmesi muhtemel değildir.

Plutonyum

Nükleer patlamaların özel bir ürünü plütonyumdur. Plütonyum-239 parçalanabilir bir maddedir ve nükleer silah yapımında kullanılır. Aynı zamanda çok tehlikeli bir radyoaktif maddedir. Bir parça kağıda veya cilde nüfuz edemeyen bir alfa parçacığı yayarak bozulur. Fakat bir kez vücudun içinde, plütonyum-239 güçlü bir kanseri tetikleyen ajandır. Deneyler, bir miligramdan daha az çözünmeyen plütonyum oksidin, beagle köpeklerde akciğer kanserine neden olmak için kesinlikle yeterli olduğunu göstermiştir.[21] İnsanlarda akciğer kanserini indüklemek için ne kadar plütonyumun gerektiği bilinmemektedir, ancak gramın birkaç milyonda biri kadar düşük tahmin edildiği tahmin edilmektedir.

Önceki nükleer patlamalar, atmosfere tahmini 5 ton plütonyum enjekte etmiştir. [22] Bunun insan sağlığı üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu kimse bilmiyor. Sonuçların en yüksek tahminlerinden biri, dünya çapında 950.000 kişinin bu plütonyumun sonucu olarak on yıllardır akciğer kanseri nedeniyle ölebileceğini düşünen John Gofman'a aittir.[23] 4000Mt'lik bir nükleer savaş, on kat daha fazla plütonyum, yaklaşık 50 ton, on kat daha fazla sonuç bırakılmasına neden olabilir. Büyük nükleer güç reaktörleri ortalama 300 kilogram plütonyum envanteri içerir. 20 büyük reaktörden (dünya toplamının onda birinden fazlasının) tüm plütonyumunun 4000Mt nükleer savaşta dağıldığı kabul edilirse, bu, atmosfere salınan toplamın altına altı ton plütonyum ekler. Bu, nükleer patlamaların kendileri tarafından doğrudan serbest bırakılan miktarın onda biri kadar olacak.

Nükleer bir savaştan kaynaklanan küresel serpinti nedeniyle ortaya çıkan kanserler ve genetik bozukluklar, ancak on yıllarca sürecektir ve şu anki kanser oranlarında ve genetik bozukluklarda sadece küçük bir artışa neden olacaktır. Bilimsel kanıtlar açıkça, en büyük nükleer savaştan kaynaklanan küresel düşüşün insan türünün hayatta kalması için tehdit

oluşturmadığını açıkça göstermektedir. Bununla birlikte, küresel serpinti nedeniyle acı çekecek ve ölecek yüz binlerce veya milyonlarca insanın göz ardı edilemez olduğu gerçeği göz ardı edilemez. Ayrıca, bundan çok daha fazla insan, nükleer patlamaların yakın çevresinde ortaya çıkacak tehlikelere maruz kalmaktan ölecektir.

Ozon tabakasının önemi

Güneş, çok çeşitli enerjilerde veya frekanslarda ışık veya radyasyon yayar. Bu radyasyonun çoğu, dünyanın atmosferi tarafından emilir ve yüzeye ulaşmaz. İnsan gözü, atmosfer tarafından çok fazla absorbe edilmeyen sözde görsel spektrumda radyasyona karşı oldukça duyarlı hale gelmiştir. Morda, bu iletilen ışık grubunun yüksek enerjili ucu, ultraviyole ışık veya uv denilen şeydir.

Yüksek enerjili ultraviyole ışık, üst atmosferde soluduğumuz oksijen olan moleküler oksijen tarafından güçlü bir şekilde emilir. Bu absorpsiyon, moleküler oksijenin, her biri üç oksijen atomundan oluşan bir bileşik olan ozon oluşturmak üzere diğer moleküler oksijen ile reaksiyona girebilecek iki oksijen atomuna parçalanmasına neden olabilir. Buna karşılık, ozon, moleküler oksijen tarafından emilen enerjiden daha düşük enerjiler de dahil olmak üzere, ultraviyole ışığın kendisini güçlü bir şekilde emer. Özellikle ciltte D vitamini oluştururken küçük miktarlarda UV yararlı olabilir. Ancak büyük miktarlar, özellikle de enerjik UV için zararlı olabilir, insanlarda güneş yanığı ve cilt kanserine neden olabilir ve birçok bitkinin büyümesini olumsuz yönde etkileyebilir. Birçok bilim adamı, biyolojik evrimin çoğunun, üst atmosferik ozonun koruyucu koruması altında gerçekleştiğine inanmaktadır.

1970'lerin başında bilim adamları ilk kez[24] azot oksitlerinin katalitik yıkım yoluyla ozon seviyelerini azaltmada büyük rol oynadıklarının farkına vardılar: tek bir nitrik oksit molekülü, birçok ozon molekülünün kendisini yok etmeden yok etmesine yardımcı olabilir.[25] Bu bilgi kısa sürede süpersonik nakliye uçağından (SST'ler) çıkan azot oksitlerin ozon üzerindeki etkileriyle ilgili endişelere yol açtı ve bu sorunla ilgili çalışmalara yol açtı[26] ve daha sonra aerosol spreylerinden ve soğutucu akışkanlardan gelen flüorokarbonlar gibi diğer ozon tehditlerine ilişkin çalışmalara yol açtı.[27].

Ozon için bir diğer önemli tehdit nükleer patlamalardan kaynaklanıyor. Nitrik oksit, esasen atmosferdeki azotun 'yanması' ile üretilir ve bu, hava sıcaklıkları yeterince sıcak olduğunda ne olur: otomobil motorlarında, uçak motorlarında ve nükleer patlamalarda. Nükleer patlamalarla nitrojen oksitlerin yaratılması çalışmaları ilk olarak 1950'lerde ve 1960'larda nükleer silah testlerinin gözlenen ozon seviyelerini düşürüp düşürmediğini belirlemek için SST tartışmasının bir parçası olarak yapılmıştır.[28] Sadece 1974'te John Hampson, göz ardı edilen bir noktaya değindi, yani büyük çaplı nükleer savaş, ozon seviyelerinde büyük ve feci bir azalmaya neden olabilirdi.[29]

1970'lerin ortalarında yapılan ve çok sayıda yüksek verimli patlamaya sahip büyük nükleer cephanelerin olduğu varsayımıyla yapılan hesaplamalar, kuzey yarımkürede ozon azalmasının yüzde 50 veya daha fazlasına ulaşabileceği ve güney yarımkürede daha az azalma olacağı sonucuna varmıştır.[30] Ancak, mevcut nükleer cephanelerde bulunan

yüksek verimli silahların sayısı artık daha küçük olduğundan, stratosferde daha önce yapılan hesaplamalarda tahmin edilenden çok daha az azot oksidi çökeltilecek ve nükleer savaşta bu kadar önemli bir ozon azalması muhtemel değildir.[31]

Bu sonuç geçici kalır. Stratosferik ozonun gerçek davranışı, birçok kimyasal bileşik ve çok sayıda kimyasal reaksiyon, sıcaklığın değişen etkileri, güneş ışığının açısı ve yoğunluğu ve hava hareketlerinin etkisini içeren oldukça karmaşıktır. Nükleer savaşın ozon üzerindeki etkilerinin bilgisayar modelleri bu karmaşıklığın sadece bir kısmını hesaba katabiliyor ve özellikle kimyasal reaksiyon oranları ile ilgili yeni bilgiler geçmişte azot oksitlerin eklenmiş hesaplanan etkilerinde periyodik revizyonlara yol açmıştı.

Önemli ozon azaltma meydana geldi ise, insanlar üzerinde en önemli doğrudan etki deri kanserinde artış olacaktır. Ancak bu nadiren ölümcül olduğunu ve güneş ışığına maruz kalmayı azaltmak suretiyle önlenabilir. Potansiyel olarak daha ciddi bitkileri üzerindeki etkileri olacaktır.[32] Önemli tahıl bazıları, örneğin, uv duyarlıdır. Mahsul veriminin net etkileri önemli olup olmayacağını tahmin etmek zordur. Ama ozon azalma, ozon seviyeleri birkaç yıl sonra normale hemen hemen döneceğini neyse.[9] Bu büyük bir nükleer savaş bağlamında tek başına uv değişimler ciddi endişe olacağını olası görünmüyor. Özellikle, Jonathan Schell tarafından gündeme insan yok olma tehlikesi *Dünya kader*,[33] Çoğunlukla ozon azaltma yükselmiştir uv etkileri dayalı gerçekten çok küçük görünüyor.

Bazen nükleer savaşın ozonu o kadar tahrip edebileceği, insan ve hayvanların aşırı derecede kör olacağı iddia ediliyor. Çok sayıda yüksek verimli silah patlatılmış olsa bile, bu ihtimal uzak kuzeydeki kar körlüğüne bir katkı dışında pek olası görünmüyor. Stratosferik ozon asla tamamen çıkarılamaz, fakat en çok büyük oranda azalır. Ozonda yüzde 50 veya daha fazla azalma meydana gelse bile – ve bu durum nükleer silahlarla mevcut gibi görünmüyorsa – insanlar için UV'den korunma, güneş gözlüklerinden veya UV'yi emen normal gözlüklerden elde edilebilir. Hayvanlar için, aşağıdaki hususlar önemlidir. Ozon seviyeleri, hem mevsimsel hem de günlük olarak (bazen yüzde 50'ye kadar) zaman zaman yerlere ve zaman zaman önemli ölçüde değişir. Ekvatordaki güneş ışığı tipik olarak orta enlemlerde olduğu gibi yarısı kadar ozondan geçer, ancak ekvatordaki hayvanların diğer yerlerden daha sık kör oldukları bilinmemektedir. Ayrıca, bir nükleer savaşta kaynaklanan ozon azaltmalarının çoğu, orta ve yüksek enlemlerde olacaktır; bu, ozon seviyelerinin başlangıçta daha yüksek olduğu ve ozon yoluyla güneş ışığının “yol uzunluğu” nun, eğik açılma açısı nedeniyle arttığı yerlerde olacaktır. Ancak bu, John Hampson'un endişelerinin gösterdiği gibi, uygunluğun garanti edildiği anlamına gelmez.

Hampson'un ozon tabakasına alternatif görünümü

Nükleer savaşın ozon üzerindeki muhtemel etkileri hakkında şimdiye kadar verilen kısa tedavi, çoğu zaman konuyla ilgili geleneksel bilimsel bilgeliği sundu. Ancak anlaşmazlık için yer var. Bilim adamlarının tehlikeyi küçümseyebileceğini düşünenlerden biri, nükleer savaşın ozon üzerindeki etkileriyle ilgili alarmı başlatan John Hampson. Burada,

Hampson'ın görüşlerinden bazıları[34] hem kışkırtıcı fikirlerini ortaya koymak hem de nükleer savaşın küresel etkilerinin bugünkü anlayışı ile ilişkili büyük imkansızlıkları göstermek için açıklanacaktır.

Hampson'ın ilk ana noktası, nükleer silahların üst atmosferde biriktirdiği azot oksitleri için verilen standart değerlerin hafife alınabilmesidir. Yüksek verimli nükleer deneyler sonucunda azot oksitlerin az sayıda gözleminden birinin[35], diğer çalışmalarda bulunan nükleer patlamalarda azot oksitlerin dört katı üretilip üretilmediği ve stratosferde biriktirilir.

Hampson'ın ikinci ana noktası, büyük bir ozon azalmasının, yüksek irtifalarda nükleer silahların patlamasından kaynaklanabileceğidir. Örneğin 100 kilometrede düşük atmosferik yoğunluk nedeniyle, nükleer bir patlama tarafından üretilen yüksek seviyeli gama radyasyonunun çoğu, yaklaşık 40 kilometreye kadar nüfuz eden x-ışınları üretecektir. Düşük atmosfer yoğunluğundan dolayı, bombanın enerjisinin büyük bir kısmı, bir yüzey patlamasından en fazla 20 kat daha azot oksit üretebilir.

Azot oksitleri 40 kilometrelik yükseklikte kalırsa, ozon düşük irtifalarda bulunduğundan, toplam ozonda büyük bir azalmaya neden olmazlar (bkz. Şekil 1). Ancak, 40 kilometrelik bölgedeki ozon büyük ölçüde azaltılacağı için, uv'nin ozon tarafından emilimi azaltılacak ve üst stratosfer hızlı bir şekilde soğutulacaktır. Bu, üst stratosferik kararsızlığa neden olur. Hampson, azot oksitleri bulutunun günde belki bir kilometreye kadar batacağını, 10 günde 30 kilometre zirve ozon yüksekliğine ulaşacağını düşünüyor. Yeterli patlayıcı güç salındıysa, sonuç ozon seviyelerinde ciddi bir düşüş olabilir.

Hampson, yüksek irtifa patlamalarının rol oynayabileceği birkaç senaryoyu dikkate almaktadır. Bir senaryoda antibalistik füzeler (ABM'ler) yer alıyor. Sovyetler Birliği'nin Moskova'nın kendi nükleer silahlarını yüksek irtifalarda patlatarak gelen füzeleri engellemek için tasarladığı bir dizi ABM var. Hampson, eğer bu ABM'lerin yanlışlıkla kullanılması durumunda, belki de yanlış bir alarmdan sonra, üst stratosferde büyük miktarda azot oksit üretilbileceğini öne sürüyor. Azot oksitlerin 30 kilometreye kadar inmesi için gereken on veya 15 günde, azot bulutu oksitleri, bir hafta ya da daha uzun bir süre boyunca yoğun bir şekilde uv'a maruz kalabilen Kuzey Amerika üzerindeki üst atmosferik rüzgarların baskısı ile uçuşurdu. Bu senaryo, ozon tabakasında lokalize tükenmeler yaratarak ABM'lerin veya diğer nükleer patlamaların görünüşte 'istemeden' kullanılma ihtimalini bir çevre savaşı olarak kullanma olasılığını artırıyor.

Hampson, yüksek uv seviyelerinin insan sağlığı için ciddi bir doğrudan tehdit oluşturmadığını kabul eder. Ancak biyosfer üzerindeki etkileri konusunda daha az iyimser. Mevcut bilimsel ortodoksinin aksine, dünya tarihindeki ozon tabakasının evrimi ve altındaki yaşamın evrimi hakkında kendi fikirleri vardır. Yükseldiği birçok nokta arasında, ozondaki değişikliklerin etkisinin çalışmalarının, doğrudan doğal elementlerden amino asitler oluşturabilen prokaryotidler denilen organizmalarla başlaması gerektiğini düşünüyor. Ozon azaltımlarından artan uv'nin prokaryotitleri ortadan kaldırabileceği ve insanların varlıkları olmadan hayatta kalabilecekleri konusunda karar verilmesi gerektiğini düşünüyor.

Hampson'ın görüşleri burada kanıtlanmış bir gerçek değil – ki öyle değil – fakat geçerli bilimsel görüşler tarafından tanınamayan bir tür tehlikeyi göstermek için ana hatlarıyla belirtilmiştir. Bilimsel araştırma öncelikleri ile ilgili bir açıklama, Hampson ve diğerlerinin de ortaya koyduğu olasılıkların bilim adamları tarafından neredeyse hiç araştırma almadığı yönünde bir yorum. Bunun birkaç nedeni var. Birincisi, nükleer savaşın nasıl yönetileceğini – örneğin, daha küçük nükleer silahların veya daha doğru füze rehberlik sistemlerinin nasıl yapılacağını – nükleer savaşın insani sonuçlarının üzerinde çalışmaktan daha fazla para bulunmasıdır. İkincisi, Hampson'un fikirleri, ozon ve azot oksitleri üretimi hakkındaki ana bilimsel düşünce akışının dışında. Nükleer savaşın etkilerini incelemek için yürürlükte olan bilimsel fikirlerin içinde bile olsa bile, iş bulmak ve araştırma hibeleri almak zordur.

Üçüncüsü, Hampson'ın endişeleri, bilimsel ve stratejik faktörlerin yakından birbirine karışmasını içerir. Örneğin, yüksek irtifa ABM patlamalarından kaynaklanan mevcut tehlike azalmaktadır: Moskova çevresindeki orijinal 64 Galoş ABM'nin 32'si sökülüştür.[36] Ancak Hampson'ın iddialarının araştırılması, yüksek verim silahlarının kullanılması veya gelecekteki ABM'lerin konuşlandırılmasında herhangi bir kısıtlama yapmak istemeyen askeri karar vericilere yönelik istenmeyen bir durum olacaktır. Dördüncüsü, Hampson tarafından ortaya atılan sorunları incelemek için, denge dışı reaksiyon kinetiği, stratosferik kimya ve dinamikleri, ozon tarihi ve evrimi ve nükleer stratejiler hakkında bilgi içeren, disiplinlerarası bir kişi veya ekip gerekir. Son olarak, Hampson'un kendisi güvenilirlikten yoksundur ve çekmez, çünkü uzun ve üretken bir bilimsel kariyere rağmen, mevcut bilimsel veya akademik bir konumu yoktur. Her ne kadar prensip olarak bilimsel fikirler haklarından dolayı değerlendirilse de, bağımsız olarak bunları sunanlardan, bilimsel uygulama farklıdır. Dikkat, güvenilirlik ve fon sağlamak, büyük ölçüde birisinin resmi konumuna ve bilimin güç yapısındaki politik yoluna bağlıdır.[37]



1945'te bomba atıldıktan sonra Hiroşima'nın bir banliyösü

Nükleer savaşın iklime etkileri

Büyük bir nükleer savaş stratosferde milyonlarca ton toz biriktirir. Bir miktar güneş ışığı tozdan topraktan emilir veya yansıtılır ve bu da dünya sıcaklığının düşmesine neden olur. Bu da büyük bir iklim değişikliğini düşünebilir bir şekilde tetikleyebilir. Örneğin, düşük sıcaklıklar kutup başlarının yakınında kar ve buzda bir artışa, dolayısıyla ışığın artmasına ve sıcaklığın daha da düşmesine neden olabilir.

Nükleer bir savaştan kaynaklanan stratosferik tozun, bu tür iklim değişikliğine neden olma olasılığı düşük görünüyor. 1883 yılında Krakatoa'daki volkanik patlama, stratosferde yaklaşık 10 ila 100 bin milyon ton toz biriktirdi ve 1963 Mt Agung yaklaşık yarısı kadar patladı. Bu enjeksiyonlar, uzun bir sonuç olmadan, birkaç yıl süren, en fazla yaklaşık yarım santigrat derece olan, dünya yüzeyinin küçük bir şekilde soğumasına neden olmuş gibi görünmektedir. Şu andaki cephaneliklerden 4000Mt içeren bir nükleer savaş muhtemelen stratosferde Krakatoa veya Mt Agung patlamalarından çok daha az toz biriktirecektir.[38]

Diğer bir olasılık, ozondaki düşüşün veya stratosferdeki nükleer savaşın neden olduğu azot seviyesindeki oksitlerin artmasının iklim değişikliğine neden olabileceğidir. Ozon seviyelerinin iki katına kadar düşürülmesi, yüzey ısısında bir buçuk derecelik Santigrat derecesinde bir azalmaya neden olabilir, ancak hesaplamada azot oksitleri içeren bu etkiyi azaltır. Bu yüzey tarafından birkaç yıl boyunca dünya yüzeyindeki sıcaklığın değişip

değişmediği, geri dönüşü olmayan iklimsel değişime neden olabilir. Ulusal Bilimler Akademisi çalışmasında, toz ve azot enjeksiyonu oksitlerinin stratosfer içerisindeki etkilerinin 'normal küresel iklimsel değişkenlik dahilinde olacağı, ancak daha dramatik bir doğadaki iklimsel değişiklik olasılığının göz ardı edilemeyeceği' sonucuna varıldı.[39] Akademi, halihazırda konuşlandırıldığından çok daha fazla sayıda silahın patlamasıyla nükleer bir savaş üstlendiğinden, toz veya azot oksitlerden kaynaklanan iklim değişikliği tehlikesi raporlarında değerlendirilenden neredeyse daha azdır.

Yangınlar ve duman

1982'nin ortalarında, Paul Crutzen ve John Birks[40] daha önce nükleer savaşın göz ardı edilen önemli etkisine dikkat çektiler. Nükleer saldırıların şehirlerde, sanayide ve özellikle ormanlarda, ekin alanlarında ve petrol ve gaz alanlarında sayısız yangını ateşleyeceğini belirtti. Bu yangınlar, yangınlar durduktan sonra bile haftalarca daha düşük bir atmosferde kalacak olan büyük miktarlarda partikül madde üretecektir. Aerosol adı verilen daha küçük parçacıklar güneş ışığını emecektir. Birçok yangın ve büyük aerosol üretimi ile yapılan büyük bir nükleer savaş, kuzey yarımkürenin ortasında güneş ışığının birkaç ay boyunca yüzde 90 veya daha fazla azalmasına neden olabilir. Bu azalma insan sağlığı için doğrudan bir tehdit oluşturmayacaktır, ancak dolaylı etkiler yaygınlaşabilir. Nükleer savaş kuzey yarımkürenin tarımsal büyüme mevsiminde meydana gelirse, gıda üretimi bu sezon için neredeyse elimine edilebilir. Bu, kuzeyde kitlesel açlık olasılığını büyük ölçüde artırabilir, ancak depolanmış yiyeceklerin ve diyet alışkanlıklarındaki değişikliklerin bunu önleyebilmesi mümkündür.[41] Zemin seviyesindeki güneş ışığındaki azalma yüzde 99 veya daha fazla olsaydı, bu, kuzey okyanusların yarısında, fitoplanktonların ve otçul zooplanktonların çoğunun ölümüne yol açabilir. Bu, türlerin neslinin tükenmesine ve dünyadaki yaşam dengesinde öngörülemeyen değişikliklere neden olabilir. Yangınların bir başka etkisi, düşük atmosferde büyük miktarlarda azot oksit ve reaktif hidrokarbon üretimi, düşük atmosferik dinamikte değişiklikler ve ozon ve diğer güçlü hava kirletici maddelerin oluşması olacaktır. (Ozon stratosferde faydalı bir rol oynamasına rağmen, yer seviyesindeki canlılara zarar verebilir.) Aslında, kuzey yarımkürenin çoğu haftalarca şiddetli fotokimyasal dumanlaşmaya maruz kalabilir. Bu, hassas kişilerde, özellikle yaşlılarda sağlık sorunlarına neden olabilir. Potansiyel olarak daha felaket, smog'un tarımsal üretkenlik üzerindeki olumsuz etkisi olup, mahsulün bozulma ihtimalini ve buna bağlı olarak açlığa neden olabilir.

Avustralya'ya Etkileri

Nükleer savaşın ozon üzerindeki muhtemel etkileri hakkında şimdiye kadar verilen kısa tedavi, çoğu zaman konuyla ilgili geleneksel bilimsel bilgeliği sundu. Ancak anlaşmazlık için yer var. Bilim adamlarının tehlikeyi küçümseyebileceğini düşünenlerden biri, nükleer savaşın ozon üzerindeki etkileriyle ilgili alarmı başlatan John Hampson. Burada, Hampson'ın görüşlerinden bazıları[34] hem kışkırtıcı fikirlerini ortaya koymak hem de nükleer savaşın küresel etkilerinin bugünkü anlayışı ile ilişkili büyük imkansızlıkları göstermek için açıklanacaktır.

Hampson'ın ilk ana noktası, nükleer silahların üst atmosferde biriktirdiği azot oksitleri için verilen standart değerlerin hafife alınabilmesidir. Yüksek verimli nükleer deneyler sonucunda azot oksitlerin az sayıda gözleminden birinin[35], diğer çalışmalarda bulunan nükleer patlamalarda dört kat azot oksit üretilip üretilmediği ve stratosferde biriktirilir.

Hampson'ın ikinci ana noktası, büyük bir ozon azalmasının, yüksek irtifalarda nükleer silahların patlamasından kaynaklanabileceğidir. Örneğin 100 kilometrede düşük atmosferik yoğunluk nedeniyle, nükleer bir patlama tarafından üretilen yüksek seviyeli gama radyasyonunun çoğu, yaklaşık 40 kilometreye kadar nüfuz eden x-ışınları üretecektir. Düşük atmosfer yoğunluğundan dolayı, bombanın enerjisinin büyük bir kısmı, bir yüzey patlamasından en fazla 20 kat daha azot oksit üretebilir.

Azot oksitleri 40 kilometrelik yükseklikte kalırsa, ozon düşük irtifalarda bulunduğundan, toplam ozonda büyük bir azalmaya neden olmazlar (bkz. Şekil 1). Ancak, 40 kilometrelik bölgedeki ozon büyük ölçüde azaltılacağı için, uv'nin ozon tarafından emilimi azaltılacak ve üst stratosfer hızlı bir şekilde soğutulacaktır. Bu, üst stratosferik kararsızlığa neden olur. Hampson, azot oksitleri bulutunun günde belki bir kilometreye kadar batacağını, 10 günde 30 kilometre zirve ozon yüksekliğine ulaşacağını düşünüyor. Yeterli patlayıcı güç salındıysa, sonuç ozon seviyelerinde ciddi bir düşüş olabilir.

Hampson, yüksek irtifa patlamalarının rol oynayabileceği birkaç senaryoyu dikkate almaktadır. Bir senaryoda antibalistik füzeler (ABM'ler) yer alıyor. Sovyetler Birliği'nin Moskova'nın kendi nükleer silahlarını yüksek irtifalarda patlatarak gelen füzeleri engellemek için tasarladığı bir dizi ABM var. Hampson, eğer bu ABM'lerin yanlışlıkla kullanılması durumunda, belki de yanlış bir alarmdan sonra, üst stratosferde büyük miktarda azot oksit üretilebileceğini öne sürüyor. Azot oksitlerin 30 kilometreye kadar inmesi için gereken on veya 15 günde, azot bulutu oksitleri, bir hafta ya da daha uzun bir süre boyunca yoğun bir şekilde uv'a maruz kalabilen Kuzey Amerika üzerindeki üst atmosferik rüzgarların baskısı ile uçururdu. Bu senaryo, ozon tabakasında lokalize tükenmeler yaratarak ABM'lerin veya diğer nükleer patlamaların görünüşte 'istemeden' kullanılma ihtimalini bir çevre savaşı olarak kullanma olasılığını artırıyor.

Hampson, yüksek uv seviyelerinin insan sağlığı için ciddi bir doğrudan tehdit oluşturmadığını kabul eder. Ancak biyosfer üzerindeki etkileri konusunda daha az iyimser. Mevcut bilimsel ortodoksinin aksine, dünya tarihindeki ozon tabakasının evrimi ve altındaki yaşamın evrimi hakkında kendi fikirleri vardır. Yükseldiği birçok nokta arasında, ozondaki değişikliklerin etkisinin çalışmalarının, doğrudan doğal elementlerden amino asitler oluşturabilen prokaryotidler denilen organizmalarla başlaması gerektiğini düşünüyor. Ozon azaltımlarından artan uv'nin prokaryotitleri ortadan kaldırabileceği ve insanların varlıkları olmadan hayatta kalabilecekleri konusunda karar verilmesi gerektiğini düşünüyor.

Hampson'ın görüşleri burada kanıtlanmış bir gerçek değil – ki öyle değil – fakat geçerli bilimsel görüşler tarafından tanınamayan bir tür tehlikeyi göstermek için ana hatlarıyla belirtilmiştir. Bilimsel araştırma öncelikleri ile ilgili bir açıklama, Hampson ve diğerlerinin de ortaya koyduğu olasılıkların bilim adamları tarafından neredeyse hiç araştırma

almadığı yönünde bir yorum. Bunun birkaç nedeni var. Birincisi, nükleer savaşın nasıl yönetileceğini – örneğin, daha küçük nükleer silahların veya daha doğru füze rehberlik sistemlerinin nasıl yapılacağını – nükleer savaşın insani sonuçlarının üzerinde çalışmaktan daha fazla para bulunmasıdır. İkincisi, Hampson'un fikirleri, ozon ve azot oksitleri üretimi hakkındaki ana bilimsel düşünce akışının dışında. Nükleer savaşın etkilerini incelemek için yürürlükte olan bilimsel fikirlerin içinde bile olsa bile, iş bulmak ve araştırma hibeleri almak zordur.

Üçüncüsü, Hampson'ın endişeleri, bilimsel ve stratejik faktörlerin yakından birbirine karışmasını içerir. Örneğin, yüksek irtifa ABM patlamalarından kaynaklanan mevcut tehlike azalmaktadır: Moskova çevresindeki orijinal 64 Galoş ABM'nin 32'si sökülmüştür.[36] Ancak Hampson'ın iddialarının araştırılması, yüksek verim silahlarının kullanılması veya gelecekteki ABM'lerin konuşlandırılmasında sınırlandırılmak istemeyen askeri karar vericilere yönelik istenmeyen bir durum olacaktır. Dördüncüsü, Hampson tarafından ortaya atılan sorunları incelemek için, denge dışı reaksiyon kinetiği, stratosferik kimya ve dinamikleri, ozon tarihi ve evrimi ve nükleer stratejiler hakkında bilgi içeren, disiplinlerarası bir kişi veya ekip gerekir. Son olarak, Hampson'un kendisi güvenilirlikten yoksundur ve çekmez, çünkü uzun ve üretken bir bilimsel kariyere rağmen, mevcut bilimsel veya akademik bir konumu yoktur. Her ne kadar prensip olarak bilimsel fikirler haklarından dolayı değerlendirilse de, bağımsız olarak bunları sunanlardan, bilimsel uygulama farklıdır. Dikkat, güvenilirlik ve fon sağlamak, büyük ölçüde birisinin resmi konumuna ve bilimin güç yapısındaki politik yoluna bağlıdır.[37]



1945'te bomba atıldıktan sonra Hiroşima'nın bir banliyösü

Nükleer savaşın iklime etkileri

Büyük bir nükleer savaş stratosferde milyonlarca ton toz biriktirir. Bir miktar güneş ışığı tozdan topraktan emilir veya yansıtılır ve bu da dünya sıcaklığının düşmesine neden olur. Bu da büyük bir iklim değişikliğini düşünebilir bir şekilde tetikleyebilir. Örneğin, düşük sıcaklıklar kutup başlarının yakınında kar ve buzda bir artışa, dolayısıyla ışığın artmasına ve sıcaklığın daha da düşmesine neden olabilir.

Nükleer bir savaştan kaynaklanan stratosferik tozun, bu tür iklim değişikliğine neden olma olasılığı düşük görünüyor. 1883 yılında Krakatoa'daki volkanik patlama, stratosferde yaklaşık 10 ila 100 bin milyon ton toz biriktirdi ve 1963 Mt Agung yaklaşık yarısı kadar patladı. Bu enjeksiyonlar, uzun bir sonuç olmadan, birkaç yıl süren, en fazla yaklaşık yarım santigrat derece olan, dünya yüzeyinin küçük bir şekilde soğumasına neden olmuş gibi görünmektedir. Şu andaki cephaneliklerden 4000Mt içeren bir nükleer savaş muhtemelen stratosferde Krakatoa veya Mt Agung patlamalarından çok daha az toz biriktirecektir.[38]

Diğer bir olasılık, ozondaki düşüşün veya stratosferdeki nükleer savaşın neden olduğu azot seviyesindeki oksitlerin artmasının iklim değişikliğine neden olabileceğidir. Ozon seviyelerinin iki katına kadar düşürülmesi, yüzey ısısında bir buçuk derecelik Santigrat derecesinde bir azalmaya neden olabilir, ancak hesaplamada azot oksitleri içeren bu etkiyi azaltır. Bu yüzey tarafından birkaç yıl boyunca dünya yüzeyindeki sıcaklığın değişip değişmediği, geri dönüşü olmayan iklimsel değişime neden olabilir. Ulusal Bilimler Akademisi çalışmasında, toz ve azot enjeksiyonu oksitlerinin stratosfer içerisindeki etkilerinin 'normal küresel iklim değişkenliği dahilinde muhtemelen olacağı, ancak daha dramatik bir doğadaki iklimsel değişiklik olasılığının göz ardı edilemeyeceği' sonucuna varıldı.[39] Akademi, halihazırda konuşlandırıldığından çok daha fazla sayıda silahın patlamasıyla nükleer bir savaş üstlendiğinden, toz veya azot oksitlerden kaynaklanan iklim değişikliği tehlikesi raporlarında değerlendirilenden neredeyse daha azdır.

Yangınlar ve duman

1982'nin ortalarında, Paul Crutzen ve John Birks[40] daha önce nükleer savaşın göz ardı edilen önemli etkisine dikkat çektiler. Nükleer saldırıların şehirlerde, sanayide ve özellikle ormanlarda, ekin alanlarında ve petrol ve gaz alanlarında sayısız yangını ateşleyeceğini belirtti. Bu yangınlar, yangınlar durduktan sonra bile haftalarca daha düşük bir atmosferde kalacak olan büyük miktarlarda partikül madde üretecektir. Aerosol adı verilen daha küçük parçacıklar güneş ışığını emecektir. Birçok yangın ve büyük aerosol üretimi ile yapılan büyük bir nükleer savaş, kuzey yarımkürenin ortasında güneş ışığının birkaç ay boyunca yüzde 90 veya daha fazla azalmasına neden olabilir. Bu azalma insan sağlığı için doğrudan bir tehdit oluşturmayacaktır, ancak dolaylı etkiler yaygınlaşabilir. Nükleer savaş kuzey yarımkürenin tarımsal büyüme mevsiminde meydana gelirse, gıda üretimi bu sezon için neredeyse elimine edilebilir. Bu, kuzeyde kitlesel açlık olasılığını büyük ölçüde artırabilir, ancak depolanmış yiyeceklerin ve diyet alışkanlıklarındaki değişikliklerin bunu önleyebilmesi olasıdır.[41] Zemin seviyesindeki güneş ışığındaki azalma yüzde 99 veya daha fazla olsaydı, bu, kuzey okyanusların yarısında,

fitoplanktonların ve otçul zooplanktonların çoğunun ölümüne yol açabilir. Bu, türlerin neslinin tükenmesine ve dünyadaki yaşam dengesinde öngörülemeyen değişikliklere yol açabilir. Yangınların bir başka etkisi, düşük atmosferde büyük miktarlarda azot oksit ve reaktif hidrokarbon üretimi, düşük atmosferik dinamikte değişiklikler ve ozon ve diğer güçlü hava kirletici maddelerin oluşması olacaktır. (Ozon stratosferde faydalı bir rol oynamasına rağmen, yer seviyesindeki canlılara zarar verebilir.) Aslında, kuzey yarımkürenin çoğu haftalarca şiddetli fotokimyasal dumanlaşmaya maruz kalabilir. Bu, hassas kişilerde, özellikle yaşlılarda sağlık sorunlarına neden olabilir. Potansiyel olarak daha felaket, smog'un tarımsal üretkenlik üzerindeki olumsuz etkisi olup, mahsulün bozulma ihtimalini ve buna bağlı olarak açlığa neden olabilir.

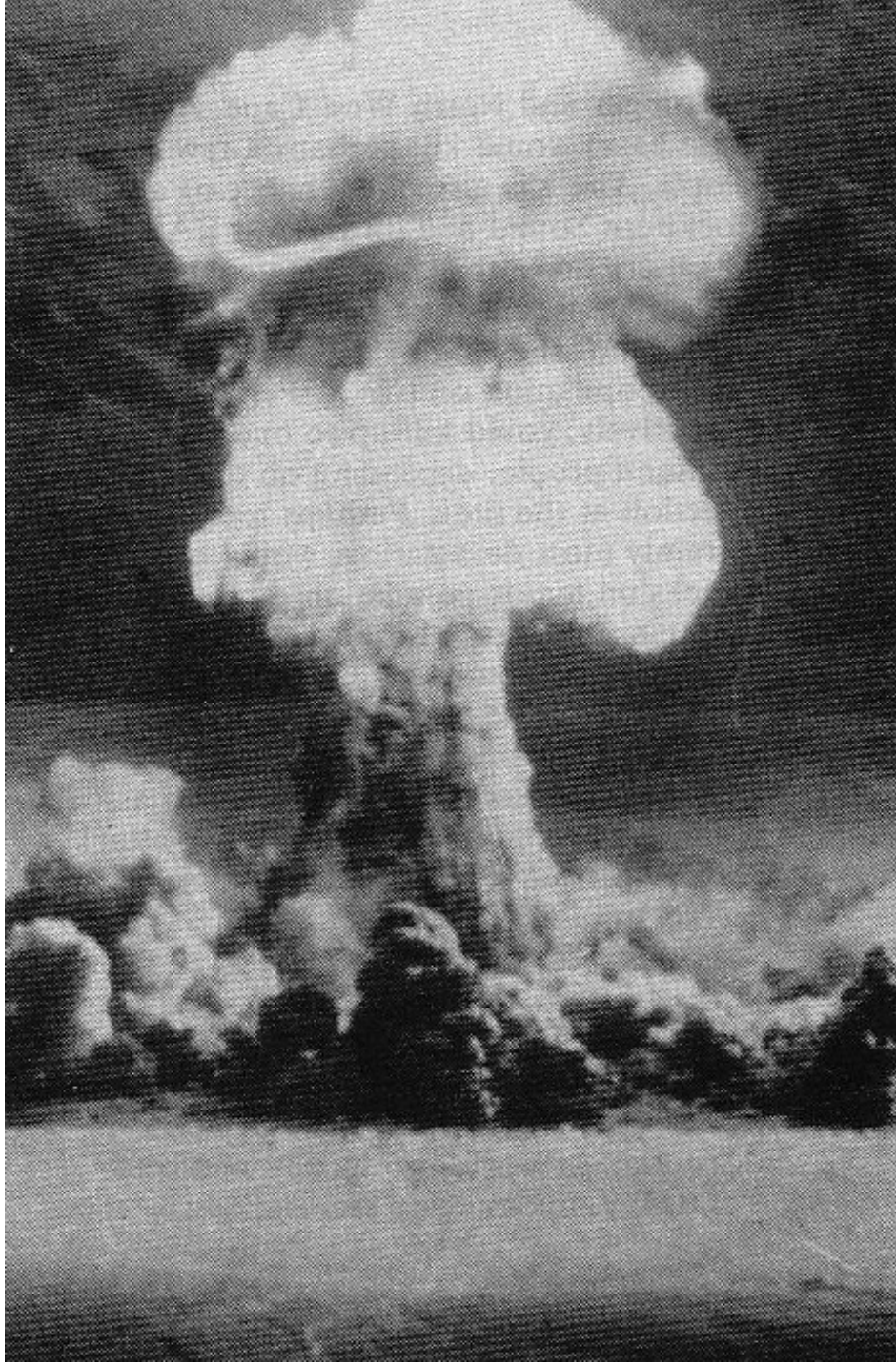
Avustralya'ya Etkileri

Elde edilen kanıtlar, büyük bir nükleer savaşın küresel sağlık etkilerinin, patlama, sıcak ve yerel serpinti ani etkilerinden çok daha az yıkıcı olabileceğini göstermektedir. Mevcut bilgi, kuzey yarımküredeki büyük bir nükleer savaşın Avustralya üzerinde şu etkileri olacağını gösteriyor:

- serpinti, belki de yaklaşık 1000 kişinin kanserden ölmesi ve 50 yıldan beri genetik bozukluklar;[\[42\]](#)
- ozondaki değişikliklerden, ihmal edilebilir bir etki;
- iklimsel değişikliklerden, herhangi bir etkinin küçük bir şansı;
- yangınlardan, ihmal edilebilir bir etki.

Ancak bu sonuç, küresel etkilerin Avustralyalılar tarafından göz ardı edilmesi gerektiği anlamına gelmiyor.

İlk olarak, birçok insan dünya çapında küresel serpinti kaynaklı kanserlerden ve genetik bozukluklardan ve muhtemelen diğer küresel etkilerden ölecektir. Toplam 10.000 veya 10.000.000 olsun, acı ve ölüm onu deneyimleyenler için gerçek olacak ve karşılaştırmalar kullanılarak indirgenmemelisiniz. İkincisi, büyük iklim değişikliklerinin, tarımsal üretkenlikteki değişikliklerin veya küresel ekoloji için sonuçların nükleer savaştan kaynaklanabileceği ihtimali vardır.



Now-familiar mushroom cloud from a nuclear bomb blast; this one is from a 1955 test at a Nevada testing ground

Üçüncüsü, nükleer savaşın tüm küresel etkilerini güvenle tahmin etmek için yeterince bilinen bir şey değil. Ozonun etkileri 1974'e kadar yayınlanmadı ve yangınların sonuçları ilk olarak 1982'de ilan edildi. Bu, daha önemli etkilerin keşfedilmeye devam edebileceğini ileri sürüyor. Ayrıca, bilinen işlemlerin kesin sonuçları bilimsel bir tartışma konusudur. John Hampson'un yerel bir bölgede ozonun istemeden yanlışlıkla imhası senaryosu, bilimsel olasılık sınırları dahilinde olabileceklere bir örnektir. Nükleer savaşın etkileri ile ilgili çok daha fazla araştırma yapılınca kadar yüksek düzeyde bir belirsizlik devam

edecektir. Dördüncüsü, nükleer savaşın küresel etkilerinin ölçeği ne olursa olsun, doğrudan saldırı altındaki bölgelerde acil ölüm ve imha potansiyeli, nükleer tehdidi ortadan kaldırmak için en zorlayıcı çabaları haklı göstermek için fazlasıyla yeterli.

Bombalanan bölgelerde, yalnızca doğrudan patlama, sıcak ve yerel serpinti değil, aynı zamanda gecikmiş troposferik serpinti, yangınlar ve muhtemel tarımsal veya ekonomik bozulma nedeniyle nükleer savaş en fazla sertleşecektir. Nükleer patlama bölgelerinden uzaktaki fiziksel etkiler çok daha az olduğu için, Avustralya gibi bir ülke için en önemli tehlike doğrudan nükleer saldırıdır. Avustralya'nın ana hedefleri ABD'nin Pine Gap, Nurrungar ve Kuzey Batı Kap'ındaki askeri üsleri. Bu üslere yapılan saldırılar belki birkaç bin kişiyi öldürür. Cockburn Sound ve Amerika Birleşik Devletleri'nin stratejik nükleer gemilerine, denizaltılarına ve uçaklarına ev sahipliği yapan Darwin RAAF üssünde daha küçük bir saldırı olasılığı var. Sırasıyla Perth ve Darwin'in nüfus merkezlerine yakın olan bu iki tesisin nükleer bombalanması, o sırada rüzgar yönüne bağlı olarak yüz bine kadar insanı öldürebilir. Belki de en az olasılıkla, ancak kesinlikle en yıkıcı olanı, büyük nüfus merkezlerine nükleer saldırılar olacaktır. Örneğin, ABD'nin stratejik nükleer silah taşıyan savaş gemileri limanda olsaydı, büyük Avustralya şehirlerinin limanları bombalanabilirdi. Büyük nüfus merkezleri, ilişkili askeri veya ekonomik tesislere yapılan saldırıların bir sonucu olarak da etkilenebilir. Bu tür saldırılar birkaç yüz bin ila birkaç milyon insanı öldürebilir.[43]

Doğrudan saldırıların olmaması durumunda, nükleer savaşın Avustralya gibi bir ülke üzerindeki dolaylı dolaylı etkileri fiziksel değil, ekonomik, politik ve sosyal olacaktır. Ekonomik olarak nükleer savaş, dünya üretim ve ticaretinde büyük bir bozulmaya neden olacaktır. Politik olarak, nükleer savaşın sadece doğrudan dahil olan ülkelerde değil, doğrudan yok etmekten uzak olanların çoğunda da büyük bir karışıklığa yol açması muhtemel görünüyor.[44] Nükleer savaşın sosyal etkileri çok olacaktır ve büyük nükleer yıkımın psikolojik etkilerini ve çok sayıda mültecinin Avrupa ve Kuzey Amerika'dan gelen acil streslerini içerecektir. Nükleer savaşın bu fiziksel olmayan etkilerinin incelenmesi ve planlanması yetersiz ya da yok olmuştur. Ancak, 1945'ten bu yana nükleer silahsızlanma konusundaki neredeyse toplam ilerleme eksikliği bir şekilde tersine çevrilmediği sürece, bu olası etkiler er ya da geç gerçek olacağı benziyor.

Küresel bir nükleer savaşta patlayıcı güç

Hiroşima'da patlayan nükleer bomba, 13 kilometreyi ifade eden 13 kilotonluk patlayıcı bir güce sahipti.[45] Bir kt, her biri bin ton (her biri bin kilogram) kimyasal patlayıcıya eşdeğerdir. Hiroşima bombası zenginleştirilmiş bir uranyum fisyon bombasıydı ve 21kt Nagasaki bombası bir plütonyum fisyon bombasıydı. Zenginleştirilmiş bir uranyum fisyon patlaması, bir lityum ve döteryum karışımında nükleer füzyona neden olmak için tetiklenerek (ağır hidrojen) çok daha fazla patlayıcı güç elde edilebilir. Bu termonükleer, füzyon, hidrojen veya H-bombasıdır. Kısırlaştırılmamış uranyum, yayılan nötronları emmek ve daha fazla bölünmeye neden olmak ve böylece patlayıcı gücünü artırmak için füzyon bombasının etrafına yerleştirilir. Bu, patlayıcı gücü genellikle megatontonda (Mt

cinsinden) ölçülen, 1Mt 1000kt'ye eşit olan standart fisyon füzyon fisyon bombasıdır. Atmosferik en büyük nükleer patlama, 1961'de yaklaşık 60 milyon ton verimle Sovyetler Birliği tarafından gerçekleştirildi.

Amerika Birleşik Devletleri veya Sovyetler Birliği'nin "stratejik" cephanelerinde tipik bir büyük boyutlu nükleer patlayıcı yaklaşık 1 milyon ton idi ve bugün bu büyüklükteki birçok silah balistik füzelerin yüklerinde konuşlandırıldı. Son on yıldır ABD'de ve birkaç yıl boyunca Sovyetler Birliği'ndeki eğilim, stratejik balistik füzelerin yükündeki tek bir büyük savaş başlığından birkaç küçük savaş başlığına geçmek olmuştur. Örneğin, tek bir 1Mt bomba, her biri bağımsız bir şekilde hedeflenebilen on 50kt bomba ile değiştirilebilir. Bu durumda, bu değişiklik toplam patlayıcı gücünü yarı yarıya azaltırken, potansiyel olarak yok edilebilecek toplam yüzey alanı üçte bir oranında arttırılır.

Çok büyük nükleer patlayıcı gücü, iki nükleer süper güç, ABD ve Sovyetler Birliği cephaneliğinde bulunuyor. 1960 yılında bu patlayıcı güç belki 60.000 milyon tonu buldu. Ancak yukarıda belirtilen eğilim nedeniyle şu andaki cephaneliklerin toplamı 11.000 milyon ton: ABD için yaklaşık 3.500 milyon ton ve Sovyetler Birliği için 7.500 milyon ton.[46] Daha büyük sayılarda daha küçük savaş başlığı eğilimi, nükleer silahların yok ettiği potansiyel alanı artırırken, toplam megatonajdaki azalma, potansiyel küresel etkileri azaltmaktadır. Bu özellikle, 1Mt veya altındaki nükleer patlamalardan kaynaklanan bulutların stratosfere yükselme ihtimalinin düşük olması, stratosferik serpinti ve ozon üzerindeki etkilerin azaltılması muhtemel değildir.

Büyük bir nükleer savaşta 11.000 milyon tonun hangi oranı patlayacak? Bunu değerlendirmek zor, ama neredeyse kesinlikle çok fazla patlamayacak. Hem Amerika Birleşik Devletleri hem de Sovyetler Birliği, özellikle nükleer kuvvetleri olmak üzere, rakiplerinin askeri kuvvetlerini hedeflemede büyük bir öncelik taşımaktadır. Kullanmadan önce (nükleer denizaltılara, hava alanlarına, füze silolarına yapılan saldırılar) kullanımdan önce kullanılamaz (limandaki denizaltılar, füzeler kesilmiş füzeler) veya uygun şekilde çalışmamaktadır.[47] Bir tahmin, süper güç cephaneliğinin altıda üçte birinin, savaşın aniden gerçekleşip gerçekleşmemesine veya kademeli olarak yükselip yükselmemesine bağlı olarak kullanılacağı yönündedir.[48]

Bu tahminler doğruysa, o zaman 2000 ila 4000Mt arası nükleer ateş gücü büyük bir nükleer savaşta patlayabilir. 'Sınırlı' bir nükleer savaşta toplam çok daha küçük olabilir. Bu makalede 4000Mt rakamı örnek hesaplamalar yaparken kullanılmıştır. Bu toplamın yarısının fizyondan ve yarı füzyondan kaynaklandığı varsayılmaktadır.

Aşırı yükleme

Aşırı yükleme: Bir popülasyonu bir kereden fazla yok etme yeteneği. "Hem ABD hem de Sovyetler Birliği şimdi insanlığın üç ya da dördünü – bazıları on kez söyleyebilecekleri – yok edecek kadar büyük nükleer stoklara sahip" (Philip Noel-Baker, Nobel Barış Ödülü sahibi, 1971).[49]

Pek çok insan nükleer silahların 'aşırı öldürme' kapasitesinin, yeryüzündeki insanların çoğunun veya büyük bir nükleer savaşta öleceği anlamına geldiğine inanmaktadır. Bu fikrin yaygın olmasına rağmen, onu destekleyecek çok az bilimsel kanıt vardır.

Temel olarak, Hiroşima ve Nagazaki'ye yapılan nükleer saldırılarla birçok "fazla öldürme" hesaplaması yapıldığı görülüyor. Hiroşima'da öldürülen insan sayısının 13 bin bombadan 63.000 'den 200.000' e kadar olan tahminleri. Açıklayıcı amaçlar için 130.000 rakamı benimsemek, her ton nükleer patlayıcı için öldürülen on kişiyi verir. Doğrusal ekstrapolasyona göre, 4000 milyon ton kadar patlayıcı gücün üçte birinin, 4000 milyon tonluk patlamasının, milyonlarca insanın üçte biri, yani 40.000 milyon, ya da şu anki dünya nüfusunun yaklaşık on katı kadarı öldürmesi.

Fakat bu on faktörü yanıltıcıdır, çünkü doğrusal ekstrapolasyon uygulanmamaktadır. Hiroşima'ya atılan bombanın 1300 ton kadar güçlü olduğunu varsayalım. 1000 kadar insan öldüremezdi, ama en çok da Hiroşima'nın tüm nüfusu 250.000 idi. Bu rakamları kullanarak 'fazla hesaplama' hesaplamasını tekrar yapmak, on rakamı değil, sadece 0.02 rakamını verir. Bu örnek, bu tür ham doğrusal ekstrapolasyonların nükleer savaşın etkileri hakkında herhangi bir faydalı bilgi sağlama ihtimalinin olmadığını göstermektedir.

Birkaç nükleer silah tarafından saldırıya uğrayacak belirli hedeflere uygulanırsa 'fazla öldürme' anlamlı olabilir.[50] Ancak, tüm dünya nüfusuna uygulanan 'aşırı öldürme' kavramı yanıltıcıdır. Aynı mantıkla okyanuslarda herkesi on kez boğacak kadar su olduğu söylenebilir.

Bu iddia edilmiştir[51] nükleer cephaneliklerin megatonnage on ya da 100 kat artarak savaşta kullanılmış olsaydı, serpinti yeryüzünde çoğu insan hayatını tehdit edecek yeterli olacağını söyledi. Toplam megatonnage son yıllarda azalan edildiği için, bu özel olasılık en azından şu anda, varsayımsal olarak kalır.

Yazar, bu yazı hakkında değerli yorumlarınız için aşağıdakilere teşekkür eder: Desmond Ball, Ian Bassett, Paul Crutzen, Mark Diesendorf, John Hampson, Barrie Pittock ve anonim olmayı tercih eden diğerleri.

Dipnotlar

1 Birleşmiş Milletler, *Nükleer Silahlar: Genel Sekreter, raporu* Sonbahar Press, Brookline, Massachusetts, 1981; Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü, *Dünya Silahlanma ve Silahsızlanma: SIPRI Yıllığı 1982*, Taylor and Francis, Londra, 1982; Uluslararası Stratejik Araştırmalar Enstitüsü, *Askeri Denge 1981-1982*, Londra, 1981.

2 Birleşmiş Milletler, s.63 (dipnot 1). Robert Jay Lifton,; 63.000 den 240.000 veya daha fazla Hiroşima yalnız aralığı için tahminler *Yaşamda Ölüm: Hiroşima, Mağdurlarını* Weidenfeld ve Nicolson, Londra, 1968, s.20.

3 Samuel Glasstone ve Philip J. Dolan (editörler), *Nükleer Silahların, Etkileri* Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı ve Enerji Araştırma ve Geliştirme İdaresi, Washington, DC, nükleer silahların doğrudan etkileri hakkında burada 1977. Ayrıntılı bilgi bu alınır temel referans.

Teknoloji Değerlendirme, ABD, Kongresi 4 Ofisi *Nükleer Savaşı Etkisi* Croom Helm, Londra, 1980; Avrupa'da Alain C. Enthoven, 'ABD Kuvvetleri: Kaç? Doing Ne?', *Dışışleri*, ses Nisan 1975 53, No. 3, p.525.

5 *AMBIO* danışmanları, 'Referans Senaryo: Nükleer savaş Savaşan Might be nasıl' *AMBIO*, ses 11, No.. 2-3, 1982, s. 94-99.

Birçok silah askeri hedeflere kullanılacak herhangi askeri gerçekçi senaryoda 6, birçok silah saldırılarda imha edilecek ve tam zayıat rakamları aynı anda savaşın her tiyatrodada sonuçlanmaz. (Ben bu noktada değerli tavsiye için Desmond topu teşekkür ederim.)

Makalelerin birkaç bakınız 7 *AMBIO*, ses . 11, No. 2-3, 1982, ve Arthur M. Katz, *Nükleer Savaşı sonrasında Hayatı: ABD, Nükleer Saldırı Ekonomik ve Sosyal Etkileri* Ballinger, Cambridge, Massachusetts, 1982.

8 Nevil Shute, *Beach, On* Heinemann, Melbourne 1959.

Küresel serpinti üzerinde 9 özellikle bkz *Uzun Vadeli Çoklu nükleer silaha vuruntularının Dünya Çapında Etkileri*, Ulusal Bilimler Akademisi, Washington, DC, 1975; Glasstone ve Dolan; Dipnot 1; Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü, için Rotblat *Nükleer Radyasyon Harp*, Taylor ve Francis, Londra, 1981.

10 Karbon-14 Bir fizyon ürünü değil, nükleer patlama nötronlar atmosferde nitrojen ile yakalanır zaman meydana gelir.

11 Kendall R. Peterson, 'Atmosferik nükleer patlamalardan gelen Tahmin Dünya çapında Birikimi için Ampirik Bir Modeli', *Sağlık Fiziği*, ses 18, 1970, s. 357-378.

12 Erken ve gecikmiş serpinti keyfi ve hiçbir özel fiziki önemi vardır arasındaki 24 saatlik zaman kullanımı ayırt etmek.

13 Bir Sievert doku kilogram başına emilen iyonlaştırıcı radyasyon enerji bir Joule olarak tanımlanır. Bir sievert 100 rem eşittir.

14 *İyonize Radyasyonun Düşük Seviyelerde maruziyetin Popülasyonu Üzerindeki Etkileri: 1980* [Beir III], National Academy Press, Washington, DC, 1980.

15 'Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu Öneriler' *ICRP Annals*, ses 1, No. 3 (ICRP Yayın 26), 1977.

16 Harald H. Rossi, s.254-260 ve Beir III Edward P. Radford, s. 227-253, (dipnot 14'e bakınız).

17 Eliot Marshall, 'Yeni atom bombası Çalışmaları Alter Radyasyon Tahminleri' *Bilim*, ses 212, 1981 22 Mayıs s.900-903.

18 William J. Schull, Masanori Otake ve James V. Neel, 'Atom bombalar Genetik Etkileri: Bir Yeniden Değerlendirme', *Science*, ses Eylül 1981 213, 11, s. 1220-1227.

19. örnek, Walter C. Patterson, bakınız *Nükleer güç*, penguin, Harmondsworth, 1976.

20 Steven A. Köstek ve Kosta Tsipis, 'Radyoaktivite dönülemez Bültenleri', *Scientific American*, ses 244, No. 4, Nisan 1981, s.33-39, Bennett Ramberg, *Nükleer Enerji Savaşı'nda Tesisleri Tahribat: Problem ve Yansımaları*, Lexington Books, Lexington, Massachusetts, 1980; Conrad V. Chester ve Rowena O. Chester, 'Yılın 2000'de Büyük Bir Nükleer Savaşı sırasında ABD Nükleer Enerji Sanayi Sivil Savunma Etkileri', *Nükleer Teknoloji*, ses 31 Aralık 1976, s. 326-338.

21 WJ Bayırı ve RC Thompson, 'Plütonyum: Biyomedikal Araştırma', *Science*, ses 183, 22 Şubat 1974.

22, EP Hardy, PW Krey ve HL Volchok, Dökülme Oktokonus Küresel Stok ve Dağıtım', *Nature*, Cilt. Şubat 1973 241, 16, s. 444-445. Nükleer patlamalarda plütonyum üretimine Rotblat bakın (bkz [dipnot 9](#), s.77-78).

23 John W. Gofman, *Radyasyon ve İnsan Sağlığı*, Sierra Kulübü Kitaplar, San Francisco, 1981, s. 495-520.

24 Paul J. Crutzen, 'Atmosferik Ozon İçeriğine Azot oksitler Etkisi', *Kraliyet Meteoroloji Derneği, Quarterly Journal* ses 96, 1970, s. 320-325

25 Oksitler, nitrik oksit veya NO ve azot dioksit ya da NO₂ vardır. Ozon veya O₃ yok edilmesi için katalitik döngüde iki reaksiyonlar vardır + O₃ -> NO₂ + O₂ ve NO₂ + O -> NO + O₂. NO başka döngüsünde tepkimeye kalan,> O₂ + O₂ - Net etki O₃ + O'dur.

26 AJ Grobecker, SC Coroniti ve RH Cannon, Jr, *Bulgularının Raporu: Aircraft Stratosferik kirliliğinin etkisi*, Ulaştırma, Washington, DC, 1974 ABD Dışişleri Bakanlığı.

27 Örnek için bakınız *Chlorofluoromethanes salıvermek, Çevresel Etkileri: halokarbonların* Ulusal Bilimler Akademisi, Washington, DC, 1976.

28 HM Foley ve MA Ruderman, 'Geçmiş Nükleer Patlamalar gelen Stratosferdeki YOK Üretim', *Jeofizik Araştırma, Dergisi* ses 78, 1973, s. 4441-4450; P. Goldsmith, AF Tuck, JS Ayak, EL Simmons ve RL Newson, 'Azot Oksit, Nükleer Silah Test Concorde ve stratosferdeki ozonun', *Doğa*, ses 244, 1973 Ağustos 31, s. 545-551; Harold S. Johnston, Gary Whitten ve John Birks, 'Stratosferdeki Nitrik Oksit ve Ozon üzerinde Nükleer Patlamalar Etkisi' *Jeofizik Araştırma, Günlüğü* ses 78, 1973, 6107-6135.

29 John Hampson, 'Atmosfer'i Fotokimyasal Savaşı', *Doğa*, ses 250 1974 19 Temmuz s. 189-191.

Bilimler 30 Ulusal Akademisi, Not 9; RC Whitten WJ Borucki ve RP Turco, 'Nükleer Patlamalar şu Olası Ozon tükenişleri', *Doğa*, ses Eylül 1975 257, 4, s. 38-39.

31 Paul J. Crutzen ve John W. Birks, 'Nükleer Savaşı sonrası Atmosfer: Alacakaranlık Gün Ortasında', *AMBIO*, ses 11, No. 2-3, 1982, s. 114-125 (Senaryo 1, s. 121 bakınız). AMBIO referans senaryo (bakınız dipnot 5 gerçek büyük nükleer savaşta muhtemeldir ozonun üzerindeki etkinin Crutzen ve Birks tarafından bulunan ihmal edilebilir etkisinin daha büyük olacaktır, böylece), daha az sayıda yüksek verim patlamalar içerir.

Bilimler 32 Ulusal Akademisi, (bkz dipnot 9); Evans E. Koslow, 'Nükleer Savaşı üzerine bir Aposematic Bildirimi: Postattack Ortamında Ultraviyole Radyasyon', *BioScience*, ses 27, No. 6 Haziran 1977, s. 409-413.

33 Jonathan Schell, *Earth'ün Kader* özellikle s.93 Alfred A. Knopf, New York, 1982.

34 Hampson, 29 ve birçok kişisel iletişim unutmayın. Hampson yayınlanmamış analizlerin bazılarının kopyaları için, yazara: Brian Martin, Matematik Bölümü, Fen, Avustralya Ulusal Üniversitesi, PO Box 4 Fakültesi Canberra ACT 2600. [Ayrıca Brian Martin, bakınız Disasster John Hampson uyarılarını, 1988 nükleer patlamaların bir tehlike hakkında ulusal liderleri ve bilim adamları temas Hampson adlı yıl çok küçük meyvesini neden.]

35 K. Ya. Kondrat'yev ve GA Nikol'skiy, 'Güneş Aktivite ve İklim', *Doklady Akad. Nauk SSSR*, ses 243, 1978, s. 18-21.

36 Stratejik Araştırmalar Uluslararası Enstitüsü, (bkz dipnot 1), s. 11.

37 Theodore Caplow ve Reece J. McGee, *Akademik Pazaryeri*, Basic Books, New York, 1958, özellikle s. 128.

38 Bilimler Ulusal Akademisi, (bkz dipnot 9).

39 Bilimler Ulusal Akademisi, (bkz dipnot 9, s. 7).

40 Crutzen ve Birks, (bakınız dipnot 31).

41 RS Pogrund, *Postattack Ortamında Beslenme*, Rand Şirketi, Santa Monica, Aralık 1966; Peter Laurie, *İl Sokaklar altında*, Granada, Londra, 1979, s. 158-164.

42 Aşağıdaki gibi Hesaplanan: üçte (güney yarımküre alt poz vardır) çarpı sievert başına 0,01 ölüm ile çarpılır kişi başına 0.02 Sievert: (ICRP şekil bkz dipnot 15 kere 15.000.000 kişi (Avustralya nüfusu) 1000 ölüm eşittir). Daha fazla ölüm genetik kusurlar ile sonuçlanır, ancak üçte biri faktör, bu nükleer silah yüksek verim silah küçük fraksiyonuna küçük olmalıdır. Son rakam oldukça belirsizdir ve kolayca on kat yanlış olabilir.

43 Desmond Topu, 'Hedef Avustralya? No 1: ABD Tesisat saptayarak, *Pasifik Savunma Muhabir*, ses 8, No. 3, September 1981, s.25-33, DW Posener, 'Hedef Avustralya? No 3: 'Radyolojik Savunma Planlama *age*. S. 42-52; Desmond Ball, Desmond Ball ve JO Langtry

(editörler), içinde, 'Nükleer Saldırı dan sınırlandırılması Hasar' *Sivil Savunma ve Avustralya'nın Güvenlik* Avustralya Ulusal Üniversitesi, Canberra, 1982.

44 Brian Martin, 'Bariş Hareketi Nükleer Savaşı için hazırlık olmalı nasıl', *Bariş Teklif Bülteni*, ses 13, No. 2, 1982, s. 149-159.

45 Birleşmiş Milletler (bkz dipnot 1); Stockholm Uluslararası Bariş Araştırmaları Enstitüsü, Arthur H. Westing *Kitle İmha ve Çevre Silahları* Taylor ve Francis, Londra, 1977 s. 2. Kilotonluk ve kiloton arasında fark üzerinde westing notu (s. 24-26) bakınız.

46 Lawrence S. Hagen'deki Desmond Ball, 'Stratejik Denge Geleceği', (editör), *Batı Güvenlik Krizi* Croom Helm Londra, 1982, s. 121-143. Ayrıca referanslara bakınız dipnot 1.

47 Stratejik silah sistemlerinin bazı eksiklikleri üzerinde Andrew Cockburn ve Alexander Cockburn, 'Füze Doğruluk Mit', bakınız *Kitapları New York Review*, ses 27 20 Kasım 1980, s. 40-44.

48 'Nüfus hasarlar sınırlandırılması Sovyet Sivil Savunma Etkinliği', Amerika Birleşik Devletleri Silahların Kontrolü ve Silahsızlanma Ajansı Raporu Sayı 1, 1977 16 Kasım, s. 18.

49 John Cox, *Overkill*, Penguen, Harmondsworth, 1977, s. 10.

50 Herbert York, *Oblivion için Irk: Silah Race, bir Katılımcının Görüntüle* Simon and Schuster, New York, 1970, s. 42.

51 Rotblat, (bakınız dipnot 9, s. 113); Bernard T. Feld, 'Nükleer Savaşı Sonuçları' *Atom Bilimcileri Bülteni*, ses 32, No. 6, Haziran 1976, s. 10-13.