

# HIROŞİMA'YA MANHATTAN

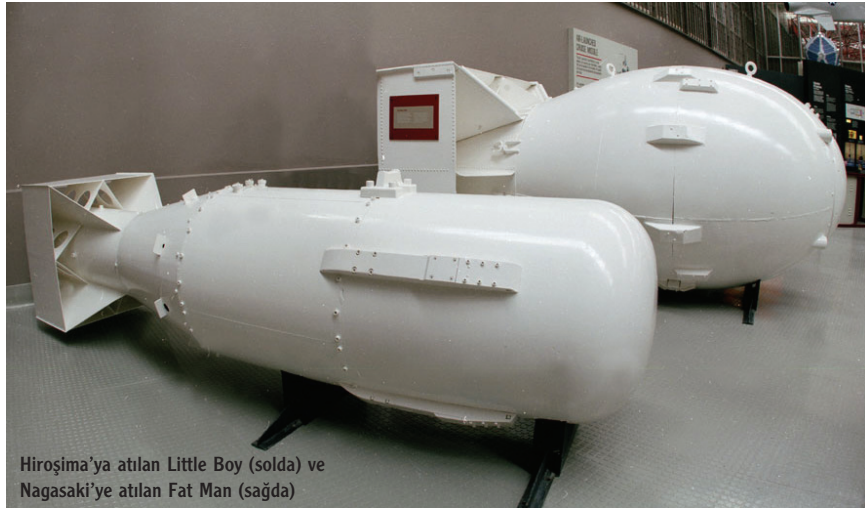
**II. Dünya Savaşı sonrasında Hiroşima'nın atom bombasıyla yerle bir edilmesinin 60. yılını 9 Ağustos'ta üzüntü ve silahsızlanma çabalarına karşın hâlâ içimizden atamadığımız endişeyle anacağız. Geçen sayımızda yarışın Almanya ayağını vermiştik. Bu sayıdaysa ABD'yi "zafere" ulaştıran projenin serüvenini sunuyoruz.**

NDRC'ye bağlı olarak çalışan Uranyum Danışma Komitesi'nin adı, S-1 bölümü olarak değiştirilmişti. 6 Aralık 1941 günü yapılan toplantıda, bombanın yapımı için ilk zaman çizelgesi hazırlanıp, izotop ayırıştırma araştırmalarına yönelik büyük ölçekli ilk ihaleler sonuçlandırıldı. Bundan sonraki birkaç aylık işler, dört grup arasında paylaştırılmış ve grup yöneticileri belirlenmişti. Şöyle:

1. Columbia Üniversitesi'nden Harold Urey başkanlığında; gaz diffüzyonu ve santrifüj yöntemleriyle izotop ayırıştırma, ağır su incelemeleri,
2. Berkeley'den Ernest Lawrence başkanlığında, elektromanyetik yöntemle izotop ayırıştırma,
3. Chicago Üniversitesi'nden Arthur Compton başkanlığında, zincirleme reaksiyon deneyleri ve bombaya yönelik kuramsal çalışmalar,
4. Standard Oil şirketinden Eger Murphree başkanlığında, mühendislik çalışmaları.

Ertesi gün Japonya sürpriz bir saldırıyla Pearl Harbour'u bombaladı. ABD savaştıydı.

Arthur Compton işe koyulmuştu. 1942 yılının ocak ayında Chicago Üniversitesi'nde, zincirleme nükleer reaksiyonun gerçekleştirilmesine ve ışınlanmış uranyumdan



Hiroşima'ya atılan Little Boy (solda) ve Nagasaki'ye atılan Fat Man (sağda)

plutonyum eldesine yönelik araştırmalara bütünlük kazandırmak amacıyla, Met Lab ('Metallurgical Laboratory') şifre adıyla bir laboratuvar kuruldu.

S-1 komitesinin program liderlerinin 23 Mayıs'ta yaptığı toplantıda, fisil malzeme üretmenin o an kabul gören beş yönteminin hepsinin paralel olarak geliştirilmesi kararı alındı. Bunlar; izotop ayırıştırma santrifüj, termal diffüzyon, gaz diffüzyonu ve elektromanyetik yöntemler, plutonyum üretiminde de; grafit yığı ve ağır sulu reaktör tasarımlarıydı. Tahmini toplam maliyet, yarım milyar dolar olarak belirlendi.

1942 Haziranı'nda Vannevar Bush, Başkan Roosevelt'e sunduğu raporda, programın üretim aşamasına geldiğini ifadeyle, tesis inşaatlarını askerlerin üstlenmesini öneriyordu. 17 Haziran'da Ordu Mühendislik Birlikleri'nden ('Army Corps of Engineers') Albay James Marshall programın başına getirildi. Marshall, Stone & Webster şirketini genel taşaron olarak seçmiş, fakat pilot süreçlerin araştırma ve geliştirilmesini OSRD'nin sorumluluğunda bırakmıştı. Bu yaklaşım çalışmayacaktı. Bir görev değişikliği de, Chicago grubunda yer aldı. Compton, hızlı nötron fizyonunu inceleyen grubun başındaki Gregory Breit'i görevden alıp, yerine J. Robert Oppenheimer'i atamıştı. Oppenheimer ertesi ay, bomba ta-

sarımının kuramsal yönlerini tartışmak üzere Berkeley'de bir toplantı düzenler. Bu toplantıda, Richard Tolman ilk kez, fizyon bombasının 'göçertme' yoluyla patlatılması fikrinden söz eder. Edward Teller ise, atom bombası yerine, doğrudan hidrojen bombasının yapımını önermektedir. Savaş öncesinde Hans Bethe, Güneş'teki enerji kaynağını oluşturan termonükleer döngüyle ilgili bazı hesaplamalar yapmıştır. Edward Teller, Bethe'nin bu çalışmasından etkilenmiş olup, kendisi de bazı yeni fikirler geliştirmiştir. Daha çok bu konu tartışılır.

Halbuki proje üç aydır sürüncemededir. 17 Eylül'de yeniden yapılandırılıp, Marshall'ın yerine Albay Leslie Groves atanır. Groves, o zamanlar Dünya'nın en büyük binası olan Pentagon'un yapım projesini başarıyla yürütmüş bir askerdir. Aslında cep hede görev istemiş, bu projenin sonuç vereceğine inanmadığından, görevi isteksiz kabul etmiştir. Bilim insanlarına karşı otoritesini yükseltmek için generalliğe terfi ettirilir. Kendisine danışman olarak; ordu ve donanmadan birer kişi, OSRD'yi temsil sıfatıyla da Vannevar Bush olmak üzere, üç kişilik bir askeri politika komitesi oluşturulur. Askeri projeler isimlerini, yöneticisinin ait olduğu bölgeden aldığından ve Groves'un karargahı da Manhattan'da bulunduğundan, projenin yeni adı, MED ('Manhattan

# DOĞRU -2

## PROJESİ

Engineering District') olmuştur; kısaca Manhattan Projesi. Groves, yeni görevinin ilk iki günü içerisinde, projeye ilgili birkaç sorunu birden halleder...

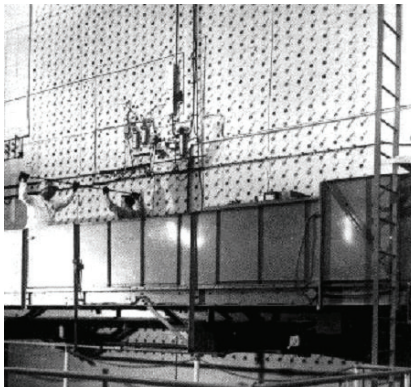
Union Miniere adlı Belçika şirketinin, Almanların eline geçmemesi için 1940 yılında Belçika Kongosu'ndaki madeninden bir gemiye yükleyip ABD'ye yönlendirmiş olduğu ve iki yıldır 2.000 çelik bidon içinde Statten Adası'nda bekleyen 1.250 ton yüksek tenürlü uranyum cevherinin MED adına satın alınmasını onaylar. İkinci olarak, izotop zenginleştirme tesisleri için, Tennessee'de geniş bir arazi satın alır. Oak Ridge laboravurları burada kurulacaktır. Son olarak, projeye AAA düzeyinde öncelik tanınmasını sağlamıştır.

Groves, ekim ayında Oppenheimer'la buluşup, bombanın kuramsal inceleme ve geliştirme çalışmalarının birlikte yürütülebileceği, gözden uzak, ayrı bir laboratuvarın kurulması gereği üzerinde konuşur. Aynı ay içinde, Oppenheimer'ı kurulacak laboratuvarın yöneticiliğine atar. Kasım ayında, Los Alamos'taki 'Erkekler için Çiftlik Okulu' ile civarındaki arazi, gizli laboratuvarın inşası için, MED adına kamulaştırılır. Arazide yaşayan ailelere, mülklerini iki hafta içerisinde boşaltma talimatı verilmiştir. Laboratuvarların ve 100 kadar araştırmacının, aileleriyle birlikte kalabilecekleri konutların inşası başlar. Halbuki savaş bittiğinde Los Alamos'ta 6.000 kişi çalışıyor olacaktır.

Bu arada Fermi, kendisinin ikinci, ama Chicago'daki birinci grafit yığını ('Chicago Pile 1, CP-1') tamamlamak üzeredir. Mayıs ayından beri planlamakta olduğu yığın, aslında Chicago'nun 30km kadar güneyindeki Argonne ormanında kurulacak iken, inşaat işçileri Kasım ayı başında greve gince, inşaat gecikmiştir. Fermi ile Compton, yığının üniversite kampusu içerisinde, Stagg Field futbol sahasının seyirci tribünleri altında kurulmasına karar verir. 16 Kasım'da işe başlanmış ve tribünlerin altında yeterli yükseklik bulunmadığından, tasarımda bazı değişiklikler yapmak zorunda kalmıştır. Örneğin en üsttek grafit bloğu dizilerinin bir kısmından vazgeçilir. Reak-

tör yine de, 2 Aralık 1942 günü, 1,0006 k değeriyle kritikliği aşar. Fermi ve ekibi reaktörü 4,5 dakika süreyle çalıştırdıktan sonra, kapatır. İş bitmiştir. Washington'a şifreli bir telegraf çekilir: "İtalyan kaşif Yeni Dünya'ya indi. Yerliler kendisine dostça yaklaşıyor..." Yığın üç ay içinde sökülerek, Argon ormanındaki asıl yerinde, CP-2 adıyla yeniden bir araya getirilecektir.

Fermi 1 milyon dolara malolan CP-1 projesiyle, aslında bombaya giden bir asfalt yol açmıştır. Doğal uranyumdan yapılabileceği, artık kesin gibidir. Dolayısıyla, bundan sonra karbon yavaşlatıcılı reaktör modeline ağırlık verilecektir. Ağır su çalışmaları geri plana alınmıştır. 1943'ün ocak ayında MED, plutonyum üretecek reaktörlerin inşası için, Washington eyaletindeki Hanford kasabası yakınlarında geniş bir arazi alır. Üzerinde kurulacak üç reaktör ve her birine birer 'yakıt ayrıştırma' tesisi için planların hazırlanmasına başlanır. Ancak, bu aşamada plutonyumun özellikleri hakkında o kadar çok bilinmeyen vardır ki; Groves'un ofisi zenginleştirme işleminin hala, olası tüm kanallardan sürdürülmesi kararındadır. Sadece santrifüj yöntemi, büyük miktarlarda acil gereksinime yanıt veremeyeceğinden, devre dışı bırakılır. Lewis raporu gaz diffüzyonu yöntemini başa koymuş olmakla beraber, Lawrence'ın 'siklotron'u ön plandadır. Lawrence, Berkeley'de geliştirilmesine çalışılan aygıt için, Kaliforniya Üniversitesi'nin tanıtımını amaçlayan bir



isim önermiştir. Groves'u buna, savaş sonuna kadar gizlilik kaydıyla razı edince; bildiğimiz siklotron, 'kalutron' olur. Şubat ayında Oak Ridge'deki inşaata, Y-12 şifre adlı elektromanyetik ayrıştırma tesisinin temelini atılmasıyla başlanır. Groves, daha sonra diğerlerine de yapacağı gibi; Tennessee Eastman (Kodak) firmasını, tesisin yapım ve işletmesi için, karsız bir iş anlaşmasına razı eder. Allis-Chalmers vakum pompalarını, General Electric ve Westinghouse firmaları elektronik donanımı sağlayacaktır.

Hanford'dakilere ek olarak, Oak Ridge'de de, pilot tesis niteliğindeki bir reaktörün ve ışınlanan yakıtı işleyip içindeki plutonyumu ayrıştıracak bir tesisin kurulması planlanmıştır. Mart ayında, X-10 şifre adı verilen bu reaktöre hizmet verecek olan kimyasal 'yakıt ayrıştırma' tesisinin, Nisan ayında da reaktörün kendisinin inşaatı başlar. Aynı ay içerisinde, Los Alamos Laboratuvarı da açılmıştır.

Los Alamos'un açılmasından sonra yapılan ilk seminerler, bombanın nasıl patlatılacağı üzerinde yoğunlaştı. Bunun için; bombayı altkritik fisil kütle parçaları halinde hazırlayarak, patlatılması istendiği anda bir araya getirip, süperkritikliği sağlamak ve bu arada, ürettiği ısıyla genişlerken dağılması için, sistemi bir yandan da sıkıştırmak gerekiyordu. Sıkıştırma işlemi için, iki yöntem gündemdedeydi; 'namlu' ve 'göçertme'. Namlu yönteminde; altkritik iki yarım küre hazırlanıp, birinin merkezine polonyum, diğerinin berilyum parçaları konacaktı. Sonra; düz yüzeyleri birbirine bakacak şekilde, kapalı bir silindirin iki ucuna yerleştirilecekler ve kütlelerden biri, dışındaki konvansiyonel patlayıcının ateşlenmesi suretiyle fırlatılıp, diğeriyle birleştirilerek, toplam kütlelerin süperkritik hale gelmesi sağlan-



çaktı. Bu arada; merkezdeki polonyumla berilyum bir araya gelmiş olacağından, polonyumun ışıdığı alfa parçacıklarının bombardımanına uğrayan berilyum, nötron üretecekti. Süperkritik kütle içerisinde, bu nötronlar nesilden nesile, yaklaşık her mikrosaniyede bir, misliyle katlanarak çoğalacak ve çığ gibi büyüyerek yoğunlaşan fizyonlara yol açacaktı. Sistem dağılına kadar açığa çıkan ısı, bombanın verimiydi.

Göçertme tasarımında ise; fisil kütle parçaları, bir küre oluşturacak geometriye sahipti. Dışlarındaki konvansiyonel patlayıcıların ateşlenmesi sonucunda, merkezde bir araya gelip sıkışacak ve yarıçapı daha küçük, ama kütle yoğunluğu çok daha yüksek, dolayısıyla süperkritik bir küre oluşturacaktı. Merkezde yine polonyum ve berilyum... Tasarımların kuramsal incelemesi tamamlandıktan sonra, bilinen en güçlü çeliklerden bomba kapları yapılmaya ve içlerine 'yalancı' bombalar konularak patlatılmaya başlandı. Çünkü kuram güven verirdi. Ama uygulamaya kesinlik demektir. Ne de olsa beklenmedik sorunlar çıkabilirdi. Nitekim...

1943 Haziran ayında, Oak Ridge'deki K-25 gaz diffüzyon tesisinin güç santralının temeli atılır. Tesisin kendisi 3.122 evreden oluşacaktır. Evrelerin boyutları, 3,4x2,0 m'den başlayıp, 1,7x1,1m'ye kadar azalmaktadır. İçlerindeki 'yarı geçirgen' zar, tüpler halinde imal edilecek ve tüplerin içinden geçirilen UF<sub>6</sub> gazının, yol boyunca dışarı sızan kısmı zenginleşecektir. Plana göre, evrelerin tümünde 5.174.000 adet tüp vardır. Toplam uzunluk 10 bin kilometre kadardır. Santral, bu tesisin pompalama sistemlerinin güç gereksinimi içindir: 4.000 MW.

1943 Ağustos ayında, Hanford'daki ilk reaktörün soğutma suyu donanımının inşasına başlandı. Hanford reaktörleri, Fermi'nin Chicago'da kurduğu CP-1 grafit yığınına benziyordu. Ancak, CP-1'in gücü watt düzeyinde iken; bunlar plutonyumun yanında, 250 MW'lık da güç üretecekti. Bu yüzden soğutulmaları lazımdı. Dolayısıyla, grafit yığınının içinde, uranyum yakıt kanallarından başka, soğutma suyu kanalları da vardı. Reaktörlerin yapımını Du Pont üstlenmişti.

Eylül ayında ise, Oak Ridge'deki gaz diffüzyon tesisinin temeli atılır. Üstlenici, Union Carbide firmasıdır. Fakat, diffüzyon zarı için uygun bir tasarım, hala ortada yoktur. Çünkü, zarın gözenekleri homojen ve boyutça 10<sup>-6</sup> cm düzeyinde olmak, ama buna karşın, safsızlık biriktirip tıkanmamak zordur. Ayrıca, aşırı paslandırıcı olduğu ortaya çıkan UF<sub>6</sub> gazının, yüksek basıncına ve kimyasal saldırısına karşı dayanıklı olması lazımdır. Diğerleri havlu atınca, geliştirme çalışmalarını sürdüren, sadece Houdeil-Hershey firması kalmıştır. Ekim ayında,

Hanford'daki ilk reaktörün soğutma suyu donanımı tamamlanır. Kendisinin de inşaatına başlanır.

Kasım ayı geldiğinde, Oak Ridge'deki X-10 reaktörü kritik hale geçer. Kenar uzunluğu 7,5 m olan bir küp şeklindeki grafit yığını reaktörde, 20 cm'lik aralıklarla yerleştirilmiş 1.248 kanal bulunmaktadır. Y-12 elektromanyetik ayırıştırma tesisinde ise, elektromıknatısların temininde sıkıntı yaşanıyordu. Çünkü kimsenin aklına, mıknatıs sarımları için ne kadar bakır harcanacağını ve nereden sağlanacağını hesaplamak gelmemişti. Bakır kıt olduğundan, bulunamıyordu. Gerçi gümüş de aynı işi yapardı. Ama gereken miktarı, sadece bir yerde vardı. Sorun; Groves'un girişimiyle Amerikan Hazinesi'nden, 300 milyon dolar değerinde 15.000 ton gümüş ödünç alınarak aşılır.

Y-12'deki 'Alfa' dizisi kalutronlar nihayet çalıştırıldığında, yer yerinden oynamıştı. Güçlü manyetik alanların etkisiyle; metal tanklar kayıyor, ek ve kaynak yerlerinden çatlayıp sızdırıyordu. Soğutma yağlarına pas karışan mıknatıs sarımları, kısa devre



yapmaya başlamıştı. Tesis, bir bakım-onarım kabusuna dönüştü. Kullanılan süreçlerin daha önce bir pilot tesiste denenmemiş olmasından kaynaklanan tüm sorunlar yaşanıyordu. Diğer tesislerde de olduğu ve olacağı gibi... Bir olumlu gelişme; inşaat ilerlemekte olan gaz diffüzyon tesisi için, Ocak 1944'te nihayet, zar malzemesinin seçilmiş olmasıydı. Sinterlenmiş nikel tozundan oluşan...

Şubat 1944'te, Oak Ridge'deki Y-12 tesisinin alfa dizisinde üretilen ilk zengin uranyum örneği, Los Alamos'a ulaşmıştır. Zenginleştirme oranı düşük olup, %12'dir. Tesis tamamlandığında; 20 futbol sahasını kaplayan, irili ufaklı 268 binadan oluşacak ve 500 milyon dolara mal olacaktır. İki yıl sonra da, K-25 gaz diffüzyon tesisi tümüyle devreye girildiğinde kapatılacaktır...

Nisan 1944'te Oak Ridge'de, K-27 şifre adlı ikinci gaz diffüzyon tesisinin temeli atılır. Savaş bittiğinde devreye girecek, girdiği zaman da, tüm diğer zenginleştirme süreçlerini çağ dışı bırakarak, 20 yıl süreyle hatasız çalışacaktır. Nisan ayında, plutonyum üretimi başlar. Oak Ridge'deki X-10 reaktörünün

ürettiği ilk, gram düzeyindeki örnekler Los Alamos'a ulaşır. Bu örnekler üzerinde yapılan analizler, bomba yapımına yol göstermektedir...

Gerçi, namlu sistemi üzerinde yapılan denemeler yolunda gitmiştir. Fakat; plutonyum örneklerin üzerinde çalışmakta olan Emilio Segre, yaz başında; bu örneklerin 239 yanında, 240 izotopu da içerdiğini farkeder. Bu yeni izotopun hızlı nötronlar karşısında fizyona uğrama eğilimi, yüksek çıkmıştır. Bu durumda, namlu sistemi kullanılıyorsa eğer, yarımküreler birbirine yaklaşırsa, nötron nüfusu arttıkça Pu-240 izotopu erken fizyonlara yol açacak ve kütleler erkenden ısınmaya başlayacaktır. Yani, patlayıcının şok dalgası parçaları birbirine yaklaştırmaya, ısıl genleşme ise ayırmaya çıkacaktır. Bombanın, az biraz enerji ürettikten sonra, 'tıslayarak ('fizzle') dağılacığı kesin gibidir. Segre, Los Alamos ekibine, namlu sisteminin plutonyum bombası için çalışmayaacağını bildirir. Nitekim, yapılan hesaplar; fırlatma hızı saniyede 1 km olsa dahi, iki yarımkürenin birbirini kucaklayıp, yeterince uzun süreyle bir arada kalamayacağını göstermiştir. Bu durumda, plutonyum bombasının namlu yöntemiyle patlatılması mümkün değildir.. Halbuki, plutonyum üretimi hız kazanmak üzeredir. Uranyum zenginleştirilmesi ise yavaş gitmektedir. 'İyi ki' bombayı patlatmak için bir diğer, 'göçertme' yöntemi daha vardır. Onda da sorun çıkar...

Deneyler sırasında; küresel yüzey üzerindeki patlayıcılar ateşlendiklerinde, her biri ayrı ayrı, merkeze doğru yayılan birer küresel şok dalgası ürettiyordu. Bu dalgaların üstüste bindiği yerlerdeki basınç, civar bölgelere göre misliyle artıyor ve basıncın görece düşük olduğu bölgelerdeki malzemeyi sıkıştırıp, jetler halinde dışarı fırlatıyordu. Patlayıcıların öyle tasarlanıp patlatılması lazımdı ki; ürettikleri şok dalgaları, fisil kürenin merkezine doğru yakınsayan tek ve düzgün bir küresel yüzey oluşturabilirdi. Fizikçi Seth Neddermeyer ile Macar asıllı matematikçi John von Neumann, James Tuck'un bir önerisinden yola çıkarak, bu zor problem üzerinde çalışmaya başladılar. Bir yandan da; reaktörlerde üretilen plutonyumda, 240 izotopunun fazlaca oluşmasına imkan vermemek lazımdı. Bunun için; uranyum çubuklarını reaktörün içinde fazla uzun süreyle tutmadan çıkartıp, plutonyumunu ayıştırdıktan sonra, tekrar yakıt çubuğu haline getirip kullanmak gerekiyordu. Bu 'yakıt işleme' süreciydi zaten, yapılıyor. Bu 'yakıt işleme' süreciydi zaten, yapılıyor. Ancak, sıklaştırılması gerekti. Bu da, plutonyum üretiminde yavaşlama demektir. Gerçi birden fazla reaktörle yola çıkılmıştı, iyi ki de... Ama uranyum cephesinde de, Y-12 elektromanyetik ayırıştırma tesisinde, 'beta' serisi kalutronlar hala devreye girememişti. Halbuki, alfa dizisinin ürettiği %12'lik

uranyumu, bombanın gerektirdiği %80 zenginlik oranına yükseltecek olan bunlardı... Gaz diffüzyonu tesisinde, keza gecikmeler yaşıyordu. Dolayısıyla, Oak Ridge'deki S-50 termal diffüzyon tesisinin yapımına, acilen başlandı.

Termal diffüzyon tesisi, S-50 şifre adıyla, projenin başlarında tasarılanmıştı. Tasarıma göre süreç, iç içe iki boru şeklindeki sütunlarda gerçekleştirilecekti. İki boru arasından UF<sub>6</sub> gazı geçirilecek ve geçerken, iç borunun içinden geçirilen sıcak buharla ısıtılacaktı. Gazın sıcak iç yüzeyden, daha soğuk olan dış yüzeye doğru diffüzyonu sırasında, daha hafif olan U-235 izotopunu içeren molleküller daha hızlı hareket ettiklerinden, dış yüzeye ulaşan gaz, görece zenginleşmiş olacaktı. Fakat uranyumu bu yöntemle bomba düzeyine zenginleştirmenin verimli olmadığı anlaşılınca, yapımından vazgeçilmişti. Y-12 ve gaz diffüzyonu tesislerindeki gecikmeler karşısında, Philip Abelson, doğal uranyumun termal diffüzyonla biraz, %0,71'den %0,89 düzeyine zenginleştirilmesini, sonra da bu hafif zengin uranyumun, Y-12 için girdi olarak kullanılmasını önerdi. Böylelikle, Y-12'nin çıktı hızı artırılarak, gecikmeler kısmen telafi edilmiş olacaktı. Planlanan tesis, her biri 15 m yüksekliğindeki, nikel-bakır alaşımından yapılmış, çift duvarlı borulardan oluşan 2.100 adet termal sütun öngörüyordu. Groves, projeyi 90 gün içerisinde tamamlaması şartıyla H.K. Ferguson firmasına verdi. Karsız olarak, diğerleri gibi...

Ağustos 1944'te, Los Alamos yeniden yapılandırıldı. Uranyum bombası küçük bir grup tarafından tamamlanacak, ağırlıklı olarak plutonyum bombası için göçertme yöntemi üzerinde yoğunlaşılacaktı. Konvansiyonel patlayıcıların ateşlenmesi sonrasında oluşan yerel basınç zirvelerini önlemek ve merkeze yakınsayan küresel bir basınç dalgası elde etmek için, değişik güçlerde patlayıcıların kullanılması gerekiyordu. Patlayıcı gücünü değiştirmek, yoğunluğunu değiştirmekle mümkündü. Ancak, daha önce yüksek güçlü patlayıcılarla bu şekilde çalışılmadığından, sorun sanıldığından da çetin çıktı. Farklı güçteki patlayıcıların katmanlar halinde sıralanması ve böylelikle, oluşacak şok dalgalarının seyahat hızlarının, geometrik konuma bağlı olarak ayarlanması gerekti. Son tasarıma göre; toplam 2,5 ton ağırlığındaki patlayıcılar, 'patlayıcı merceği' denilen 32 katman halinde kullanılacaktı. Bunların uygun zamanlamalarla ve milyonda bir saniye düzeyinde duyarlılıkla patlatılması gerekiyordu. Bu işi yapacak elektronik aksamın da yapılması... Öte yandan; merkezdeki fitili oluşturan polonyumla berilyumu, patlama anına kadar birbirinden uzak tutmak lazımdı. Halbuki, namli yönteminde buna imkan tanıyan mesafeler, bu geometride yoktu. So-

nuç olarak; fitil malzemesi yanyana yerleştirilip, aralarına altın ve nikel folyolar kondu. Böylelikle, polonyumun yaydığı alfa parçacıkları, ta ki dıştaki patlayıcılar ateşlenip de herşey birbirine karışincaya kadar; berilyuma nüfuz edemeyecekti...

14 Eylül 1944'te, termal diffüzyon tesisi S-50'nin, inşaatına başlanmasından 69 gün sonra, sütunlarından 320'si devreye girmiştir. S-50, savaş sonuna kadar çalıştırılacak, gaz diffüzyon tesisinin tümüyle devreye girmesinden sonra kapatılacaktır.

Eylül ayı içinde Los Alamos'a, %63 zenginleştirilmiş uranyumun ilk kilogramı ulaşır. Bomba tasarımları tamamlanmıştır. Frisch ve Peierls'in 1 kg'lık kritik kütle öngörüsünün aşırı iyimser olduğu anlaşılmıştı. Yapılan hesaplara göre, %80 zenginleştirilmiş uranyum için kritik kütle 56 kg'dır; 11,5 cm çapında bir küre. Plutonyum için bu değerler, 11 kg ve 8 cm'dir. Tabii, enerji çıktısını yükseltmek için, bundan da fazla fisil malzeme kullanmak lazımdır. Halbuki uranyum üretimi yavaş gitmekte, hızlandırılması riskli görünmektedir. Kritik kütle miktarlarını azaltmanın yolları aranıp, bulunur. Fisil malzemenin etrafı, kalın bir doğal uranyum kabuğuyla çevrelendiği takdirde, bu kabuk; fisil malzemeyi patlama sırasında saniyenin kesri kadar daha uzun süreyle bir arada tuttuğu gibi, dışarıya kaçan nötronların sayısını da azaltmaktadır. Dolayısıyla, hem, zincirleme reaksiyon daha uzun sürecek, hem de geri yansıtılan nötronlar ek fizyonlara yol açarak, kritiklik için gereken fisil malzeme miktarını azaltacaktır. Miktarlar; uranyum için 15, plutonyum için 5 kg düzeyine kadar iner. Uranyum bombasına 'Little Boy' (ufak çocuk) adı verilir. Plutonyum bombasına da, 'Fat Man' (şişko adam)...

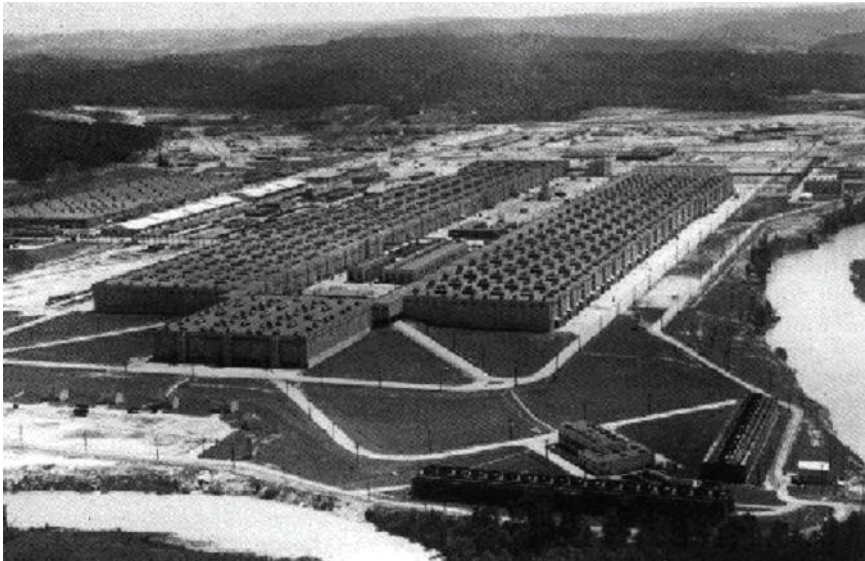
Yine Eylül içerisinde, Hanford'un üç reaktöründen ilki kritik hale gelir. Fakat, tam güce ulaştıktan saatler sonra, kendi kendine kapanır. Birkaç saat sonra tekrar kritik ha-

le geçmiş, 12 saat sonra yine kapanmıştır. Anlaşılan; reaktörün etkin çoğalma faktörü k, periyodik salınımlar sergilemekte ve kah 1'in üstüne çıkıp, kah altına inmektedir. Bu sorunun kaynağını, Wheeler'la Fermi belirler. Fizyon ürünlerinden bazılarının, nötron yutma eğilimi yüksektir. Reaktör kritik hale getirilip de çalışmaya başlayınca, bu ürünler zamanla birikerek, k'yı 1'in altına indirip, kapanmaya neden olmaktadır. Öte yandan, aynı ürünler saat düzeyinde kısa yarı ömre sahiptirler. Reaktörün kapanmasından sonra bozularak yok olduklarından, yenileri de artık oluşamadığından; k tekrar 1'in üstüne çıkmakta ve reaktör çalışmaya başlamaktadır. Çözüm; reaktördeki uranyum yakıt stoğunu arttırarak, salınan k'nın minimum değerini 1'in üstüne çıkarmaktır. Ama reaktör bir kez inşa edilmiş olduktan sonra?...

Wheeler bazı sorunların doğabileceğini, reaktör daha tasarım aşamasında iken öngörmüştü. Hatta, reaktörü inşa eden Du Pont mühendislerinden, planlarda belirtilen 1.500'e ek olarak, 504 yakıt kanalının daha açılmasını istemişti. Onun bu isteği, reaktörün inşası geciktirip, maliyetini milyonlarca dolar arttırdığından, şimşekleri de üzerine çekmişti. Halbuki şimdi, reaktörü onun bu müdahalesi kurtaracaktı. Boş kanallardan bazılarında yakıt takviyesi yapılmaya, bazılarının da soğutma suyu sistemine bağlanmasına başlandı.

17 Aralık 1944'te, bombayı hedefe taşıma kapasitesine sahip, '509. Karma Grup' ('Composit Group') adıyla bir hava filosu oluşturulur. Grup; Wendover Field, Utah'ta üslenmiş olup, amaca uygun olarak değiştirilmiş 15 adet B-29 bombardıman uçağının oluşmaktadır. Yılın son ayında ayrıca, Hanford'daki reaktörlerden ikincisi, plutonyum üretimine başlar.

Ocak 1945'te, Oak Ridge'deki K-25 gaz diffüzyon tesisinin ilk aşaması devreye girer. K-25'in 4 katlı, 800 m uzunluğundaki bina-



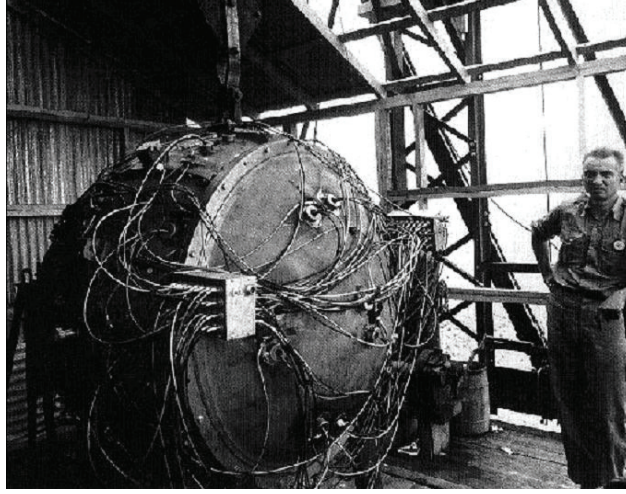


si, 200.000 m<sup>2</sup>'ye alana yayılmış olup, zamanının en büyük binasıdır. Tam otomasyona sahip olmasına karşın, üç vardiya halinde görev yapan 9.000 çalışanı vardır. Evrelerinin henüz hepsi devreye girmemiş olduğundan, üretebildiği en yüksek zenginleştirme oranı %20 kadardır. Bu haliyle ancak, Y-12'ye girdi üretebilecektir. Son evreleri savaş biten devreye girecek ve toplam maliyeti 500 bin doları aşacaktır. İşletmeye alınır alınmaz, küçük ama zor bir sorun çıkar. UF<sub>6</sub> gazı, sızdırmazlık sağlayan contaların yağına saldırılmaktadır. Gaz sızdırmayan ve yağ kullanmayan yeni bir contanın geliştirilmesi gerekir; 'teflon,' evlerimize giren...

Mart 1945'te; Oak Ridge'deki S-50 termal diffüzyon tesisi, 2.100 sütununun tümüyle faaliyete geçmiştir. Y-12 tesisi, bir 'işletme kabusu' olmaktan çıkarılmıştır. Los Alamos'a düzenli olarak her hafta, %89 zenginleştirilmiş uranyum kolileri iletilmektedir. Toplam teslimat hacmi; Temmuz'a kadar 50, Kasım'a kadar da 100 kg'ı bulacak gibidir. İki 'Little Boy'a yetecek kadar...

1945 Nisan ayında, Hanford'daki plutonyum üretimi tam kapasiteyle devreye girer. Üç reaktörle, üç kimyasal ayırıştırma tesisi, senkronize çalışmaktadır. Tam otomasyonlu ve uzaktan kumandalı ayırıştırma tesislerinde, ABD'deki ilk televizyon aygıtları kullanılmıştır. Tesisten çıkan radyoaktif atıklar için, yeraltında 16 adet depo vardır. Yıl sonuna kadar 120 kg'lık üretim beklenmektedir. 19 'Fat Man'e yetecek kadar...

Nisan ayında, Başkan Roosevelt ölmüştür. Yerine yardımcısı Harry S. Truman geçecektir. Başkanlık Yemini ettirildikten sonra, kendisine Manhattan Projesi hakkında, ilk kez bilgi verilir. Einstein, projede görev almamış olmakla beraber, önemli gelişmelerinden haberdardır. Başkan Roosevelt'e



ikinci bir mektup yazarak, bombanın savaşta kullanılmamasını, yalnızca bir tehdit olarak sunulmasını istemiştir. Ancak, görev değişimi sırasındaki karmaşa nedeniyle, mektup yeni Başkan'ın eline geçmez. Bu sırada, Avrupa'daki savaş artık sona ermek üzeredir. Almanların 1.200 tonluk uranyum cevheri stoğu ele geçirilip, ABD'ye getirilir. Bomba yapımına yöneltilecektir.

Haziran 1945'te; Wendover Field, Utah'taki 509. Karma Grup, Pasifik'teki Tinian Adası'na kaydırılmıştır. Tokyo'dan yalnızca 2.300 km mesafeye. Temmuz ayında Los Alamos'ta, 50 kg zenginleştirilmiş uranyum birikmiştir. 'Little Boy'a yetecek kadar. Uranyum bombasının, basit 'namlu tasarımıyla çalışacağından hemen herkes emindir. Fakat plutonyum bombasının karmaşık 'göçertme' tasarımına güven daha azdır. Los Alamos ekibi bu bombanın, kullanılmadan önce denenmesini istemektedir. Groves önce bu fikre karşı çıkar. Çünkü, konvansiyonel patlamanın ardından bombanın çalışmaması halinde, onca zahmetle üretilmiş olan plutonyum çöle dağılacaktır; ara da bul, topla dur. Fakat sonra kabul eder. Çünkü, Japonya'nın fizyon üzerinde çalıştığı bilinmektedir ve atıldığında patlamadığı tak-

dirde, düşmana bir bomba hediye edilmiş olacaktır. İkinci bir 'Fat Man'ın plutonyumu nasılsa yoldadır. Deneme kararı alınır...

Bomba New Mexico çölünde, 30 m yüksekliğindeki bir kulenin tepesine yerleştirilip, 16 Temmuz sabahı 5:29'da uzaktan kumandayla ateşlenir. Patlamanın şiddeti, beklenenden fazladır. Olayı bir siperin arkasından izlemekte olan Fermi, şok dalgasının kendisine kadar iletildiği rüzgara bıraktığı bir kağıt parçasının uçuş hızından hareketle bomba verimini

kabaca hesaplarken, daha uzaklardan koruyucu gözlüklerle ilk 'mantar'ı izlemekte olanlardan genç bir bilim adamı arkadaşına şunu söylemektedir: "Tarihin gözünde hepimiz ... çocukları olduk..." Denemeye verilen ad 'Trinity'dir. Teslis...

Bu arada, 'Fat Man' ve 'Little Boy', parçalar halinde, gemiyle ve uçaklarla Tinian Adası'na nakledilmiştir. Los Alamos'tan gelen bir ekip tarafından monte edilirler. Projede çalışanların bir kısmı, yaptıkları bombanın kullanılmaması için, aralarında imza toplamaktadır. Los Alamos'u başarıyla yöneten Oppenheimer de aralarında. Hiç değilse okyanus üzerinde, sahile yakın bir yerde patlatılarak, düşmanın uyarılmasını önerirler. Fakat Truman, Hiroşima ve Nagazaki'ye karşı kullanılmalarına karar verecek, Einstein sonradan basına yansıyan görüntülere bakarken, "keşke o ilk mektubu yazan parmaklarımı yakmış olsaydım" diyecektir. Sonuç?...

'Little Boy'un içerdiği uranyum, ortalama %80 zenginlikte, 64 kilogramdı. 6 Ağustos 1945 sabahı, Enola Gay adlı uçaktan bırakıldı. Saat 8:16'da, 580 metre yükseklikte patlatıldı. Uranyumun yalnızca, %2'si fizyona uğradı. Verimi 15 kiloton TNT eşdeğeri kadardı. Hiroşima'da 330.000 insan yaşıyordu. 70.000'i anında öldü. 70.000'i de yıl sonuna kadar...

'Fat Man'in içerdiği plutonyum, sadece 6,2 kilogramdı. 9 Ağustos 1945 günü öğlene doğru, Bock's Car adlı uçaktan bırakıldı. Saat 11:02'de, 500 metre yükseklikte patlatıldı. Plutonyumun yalnızca, %20'si fizyona uğradı. Verimi 22 kiloton TNT eşdeğeri kadardı. Asıl hedef Kokura Arsenali'yd. Bulutlu hava nedeniyle kaçırılmıştı. Nagasaki'de 200.000 insan yaşıyordu. 40.000'i anında öldü. 30.000'i de yıl sonuna kadar...

Beş gün sonra Japonya teslim olur. II. Dünya Savaşı sona ermiştir. Manhattan Projesi de...

Vural Altın

