

# ATOM ÇAĞI VE ÖTESİ

Derleyen: Bülent BÜKTAŞ

Yirminci yüzyıl ile atom çağına girilmiştir. Nükleer enerjinin insanlığın yararına uygulamaları gitgide artmaktadır. Ancak, maddenin derinliklerinde saklı bu potansiyelin en büyük payı hala insanları yok etmeye yönelik uygulamalara itmektedir. Bugün Dünya uçurumun kenarına gelmiştir. Zekası ve yaratıcı yetenekleriyle maddeye hakim olan insanoğlu, şimdi kurtarıcı bir sağduyu ve davranışın eğilimi içindedir.

**N**ükleer enerji insanlık tarihinde yeni bir çığır açmıştır. Hatta birçok kimse-ler ilk atom bombasının patlatıldığı 1945 yılını atom çağının birinci yılı sayarak, buna insanoğlunun geçmişte ateşi keşfettiği meçhul tarihe eşit bir önem vermek istemişlerdir. Oysa, atom çağı, elli yıl kadar önce, bir avuç bilim adamının, maddenin atomik yapısı üzerindeki başarılı araştırmaları ve buluşlarıyla başlamıştır.

Maddenin derinliklerindeki enerjinin barışçı amaçlarla rasyonel bir şekilde kullanılmasıyla açılan ufuk henüz yeni belirmektedir. Gelecekte dünyaya atom hakim olacak ve insanlığa tükenmez enerjinin yanında bugün hala kimyasal enerjiye dayanan endüstriyel, tıbbi ve biyolojik uygulamalarını geride bırakarak sayısız yeni olanaklar sağlayacaktır.

## İNSAN ENERJİ İÇİN SAVAŞIYOR

Tarihteki büyük savaşların gerçek nedenleri, yaşamın güvence altına alınması, ekonomik gelişmenin sağlanması ve nihayet son zamanda modern teknik dünyanın ihtiyacı olan enerji kaynaklarının ele geçirilmesi çabalarıdır.

Bilimsel ilerlemelerin gelişmesiyle fosil yakıtların yanında su kuvvetleri, güneş ışınları ve rüzgarlar gibi enerji kaynakları da gitgide önem kazanmaktadır.

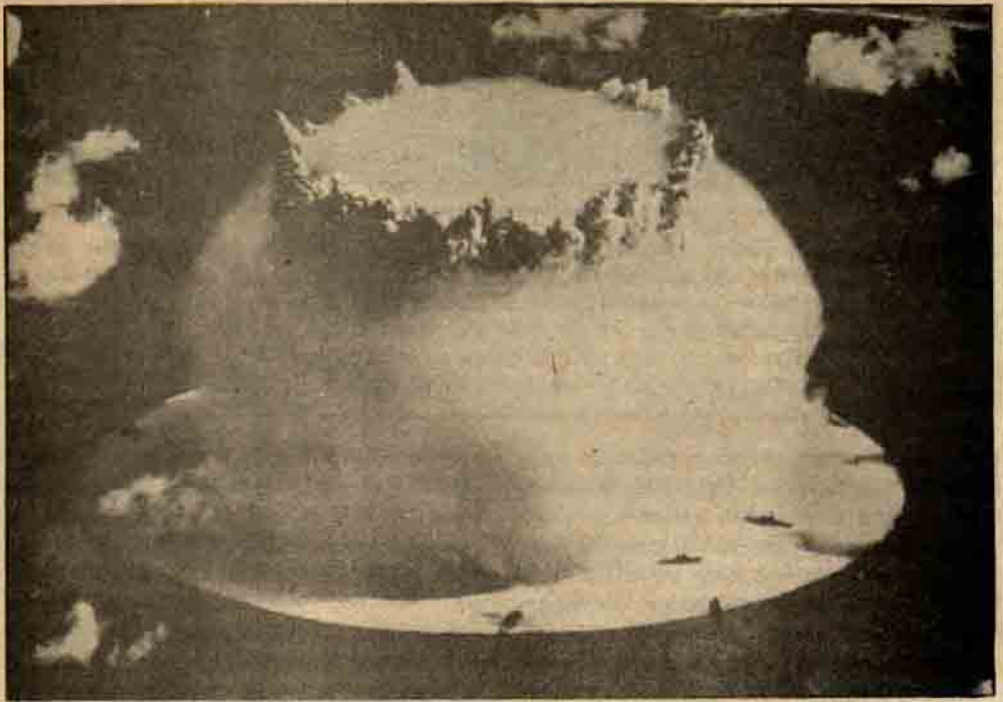
Dünya kabuğunun derinliklerine inildikçe artan ısıya da geleceğin küçümsenmeyecek bir enerji kaynağı gözüyle bakılabilir. Bitkilerin güneş enerjisini kimyasal enerjiye

dönüştürmelerini sağlayan klorofil fonksiyonunun sırlarının çözülmesiyle enerji alanında yeni ufuklar açılacaktır. Toprakta ve havadaki kimyasal elemanların organik bileşimlere dönüşebilmesi için, enerjiye ihtiyaç vardır. Bitkiler, enerjiyi gündüzleri klorofil fonksiyonu yoluyla güneş ışınlarından sağlarlar. Kimyagerlerin bu projeyi, yapay şekilde oluşturmayı başardıkları gün, güneş ışınlarındaki tükenmez enerji insanlığın hizmetinde kullanılabilir.

Görülüyor ki bütün bu enerji şekillerinin kaynağı aslında güneştir. Odun yakma, ağaçta kimyasal enerji olarak depolanmış güneş enerjisini ısıya dönüştürmekten başka bir şey değildir. Kömür, fosilleşmiş ağaçtır. Petrol, organik bir ayrışım sonucudur. Hatta yaşam bile aslında enerjinin tali bir ürünüdür. Zira hayvanlar, bitkilerde depolanmış enerjiden yararlanırlar. Çağlayanlar, dalgalar, rüzgarlar da güneşin dünya yüzündeki direkt veya dolaylı etkilerinin neden olduğu faaliyetlerin sonuçlarıdır.

Bütün bunlara rağmen, enerjinin yalnız güneşten geldiği sanılmamalıdır. Nitekim denizlerde med ve ceziri yaratan, dünyamızın uydusu ayın çekim kuvvetidir. Dünya kabuğunun derinliklerindeki ısı, jeotermik enerji denilen gezegenimize özgü bir enerji şeklidir. Genel olarak şu denilebilir ki bütün bu potansiyeller bir enerji şeklinin diğerine dönüşüdür. Bunların hepsinin kaynakları ya mekanik veya kimyasaldır.

Nükleer enerji ise büsbütün farklıdır.. Bugün insanoğlu maddenin çekirdeğindeki temel enerjiyi değerlendirebilmiştir. Bu



—Bikini'de patlatılan denizaltı atom bombası (Görülen tekneler savaş sonrası Japonlardan teslim alınan savaş gemileridir.)

mucizenin en şaşırtıcı tarafı da, bunun elli yıl gibi nisbeten kısa bir süre içinde, aralarında üç kadının da bulunduğu yirmi kadar bilgin tarafından sağlanmış olmasıdır.

### İLK ADIMLAR

1896 yılında Henri Becquerel yepyeni bir ışının varlığını meydana çıkardı: Uranyum tozları zifiri karanlıkta bile fotoğraf plaklarını etkiliyordu. Fliüresandan çok farklı olan bu yeni ışın, önce Becquerel, sonra da Pierre ve Marie Curie tarafından incelendi. Buna radyoaktivite adı verildi. Bu yoğun ışının 1898 yılında Marie Curie tarafından izole edilen ve kimyasal tasnife 86 ve 88 sayılarını taşıyan polonyum ve radyum gibi yeni elementlerden da yayıldığı belirtildi.

Bundan sonra bir taraftan kurşun (82) ve bismut (83) ve diğer taraftan toryum (90) ve uranyum (92) elementlerinin arasında yer alan 85 ve 87 sayıların dışındaki diğer bütün elementler bulundu. Bunların hepsi radyoaktif idi ve özelliklerine göre alfa, beta, gamma ışınları yaymak suretiyle atomlarını

oluşturan maddelerin sabit olmadığını, ayrıca içlerinde yoğun bir enerjinin bulunduğunu gösteriyorlardı.

Gustave Le Bon daha o zaman ikili madde enerji kavramı üzerinde duruyor ve bunun günün birinde açıklığa kavuşacağını ileri sürüyordu. Yapılan deneyler sonucunda maddenin yapısı hakkında da bazı bilgiler elde edilmeye başlanmıştır. Bu alanda özellikle Jean Perrin'in değerli çalışmaları olmuştur. Modern fizikte "elektron" yerini almış ve klasik teori taraftarlarının büyük itirazlarına rağmen atom fiziği yeni bir bilim dalı olarak kendini kabul ettirmiştir.

1905 yılından itibaren Einstein kendi adını taşıyan teorilerini geliştirmeye başlamış ve bunların çoğu daha sonra atom fiziğinde doğrulanmıştır.

Varılan sonuçlar madde ve enerjinin aslında aynı şey olduğunu ve birinden öbürüne geçilebileceğini gösteriyordu. Mekan ve zamanın ilişkilerine dair yeni kuramlar geliştirilmiş ve modern fizik gitgide daha büyük aşamalar kaydetmiştir.

Yirminci yüzyılın başlarında İngiliz okulu Rutherford ve Soddy ile bu başarılarla önemli bir pay almıştır. Bu bilgiler radyoaktif ışınları incelemişler ve atomun yapısı için güneş sistemine benzer modeli ortaya koymuşlardır. Radyoaktivitenin yeri atom çekirdeğidir. Ancak, unutulmamalıdır ki, gezegenler modelinde en büyük rolü kimyasal belirlenmelere olanak veren spektroskopi, yani ışık bilimi oynar. Bir prizmadan geçen ışığın ve böylece meydana gelen spektrumun analizi fotonların mekanizması hakkında tam bir fikir verir.. Bu fotonlar atom çekirdeğinin etrafındaki elektronların bir yürüngen diğerine sıçramaları sırasında oluşurlar. Böylece elektrik ve ışığı, aslında bir elektrik taneciği olan elektron ile bunun etrafında döndüğü çekirdeğe nazaran mevki belirler, radyoaktivite ise bizzat çekirdeğin yapısından ileri gelen bir olaydır.

Bohr'un atomu 1912 yılında doğmuştur. Dolayısıyla fizikçiler daha birinci dünya savaşından önce maddenin yapısının ne olduğunu yaklaşık bir şekilde biliyorlardı.

1913 yılı yeni bir aşama getirmiş ve Rutherford ilk defa bir elemanı diğerine dönüştürmeyi başarmıştır.. Atom fizikçileri için büyük bir değer taşıyan Wilson genişleme hücrelerinde izlenen bu olay sırasında üç nükleer parçacık görülüyordu: Ağır bir radyoaktif elemandan gelen alfa parçacığı, bir azot çekirdeği ve bir oksijen çekirdeği. İnsanoğlu

tarihte ilk defa bir elemanın diğerine dönüşmesini yapay olarak başarmıştır.

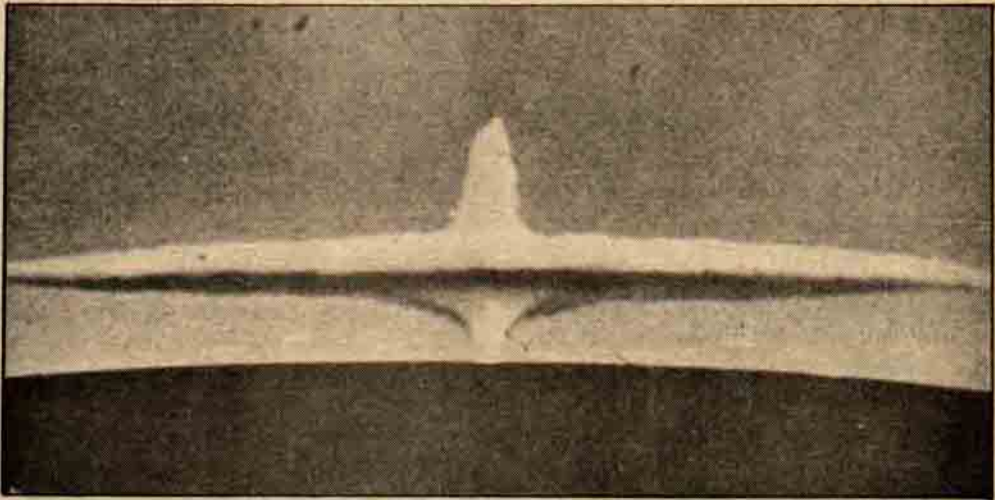
## TEORİ AĞIR BASIYOR

Sonraki on yıl boyunca bilimsel ilerlemelerin karakteri değişmiş ve teori ön plana gelmiştir. 1923 yılında Louis de Broglie, sonuçları Einstein'ın kuramları kadar önemli olan dalgalı mekanik teorisini geliştirdi.. Mikrofizikte madde ile dalgalanma kavramlarının birleştirilmesi yeni ufuklar açacaktı. Bunun pratik bir uygulamasını, bilim adamlarına son derece ufak canlı veya mineral yapıların ayrıntılarını optik mikroskoptan çok daha iyi görme olanağını sağlayan, elektronik mikroskop vermektedir.

Matematik teorilerinin elementer olaylara uygulanması sayesinde, modern nükleer bilimin kapılarını açan bu dönemde, büyük isim yapmış bilimler arasında özellikle Schrödinger, Heisenberg, Dirac ve Born'u sayabiliriz.

1930'lardan itibaren deneyler yeniden ağır basmaya başlamışlardır. Lawrence, Cockcroft ve Walton nükleer parçacıkları hızlandırarak özel hedeflere gönderen apareyler geliştirdiler.. Buralara çarpan çekirdeklerin parçalanması sayesinde maddenin birçok sırları çözülecekti.

1933 yılında Irene Joliot-Lurie ve Frederic Joliot tarafından keşfedilen suni radyoaktivite büyük bir başarı olmuştur. Böylece el-



—Hidrojen bombasının oluşturduğu muazzam şemsiye.. (Yükseklik: 40 km, Çap: 200 km.)



*Nevada'da patlatılan atom bombası*

de edilen ve türlü özellikler gösteren radyoaktif izotoplar birçok değerli uygulamalara yol açacaktı.

1932 yılında Chadwick'in nötronu keşfetmesiyle atom çekirdeğinin proton ve nötrondan oluşan yapısı belirlenmiştir. Bu dönemde başka parçacıklar da keşfedilmiştir: 1934'te çok kısa ömürlü pozitif elektron ve 1937'de özellikle meson.

Kosmik ışınlar milyonlarca yıl boyunca evrene savrulan ve muazzam enerjiler taşıyan sürekli bir proton ve nükleon (atom çekirdeği) yağmurundan oluşur. Dünyanın manyetik alanı tarafından yakalanan bu elektrikleşmiş parçacıklar atmosferin az yoğun olduğu yüksek tabakalarında son derecede ilginç olaylar yaratırlar. Bunların çarptıkları azot ve oksijen çekirdekleri parçalanır ve protonlar, nötronlar ile nükleon grupları arasında mesonlar da serbest kalır. Meson nükleer rolü henüz tamamen çözülememiş, çok kısa ömrü olan bir parçacıktır. Daha 1935 yılında Japon bilgini Yukawa kitlesi elektron ile nükleon arasında yer alan böyle bir parçacığın varolduğunu hesaplamıştır. Bu parçacık protonlar ve nötronlar arasında

bir bağlantı rolü oynar. Nükleer kuvvetleri doğuran mesondur. 1934 yılında Fermi nötrondan yararlanarak bir elemanı diğer bir elemana dönüştürmeyi başardı.

Nötron çok değerlidir, zira elektrik yükü yoktur ve bu nedenle yaklaştığı çekirdekler tarafından itilmez. Nötronlarla bombardıman yoluyla yeni izotoplar elde edilir. Böylece İtalyan fizikçiler uranyum bombardımanıyla uranyum ötesi elementler elde edebileceklerini sanmışlardır.

## ATOMUN PARÇALANMASI

Oysa bambaşka bir sonuç elde edildi. Bu olay 1938'den itibaren Joliot çifti, Hann, Stessmann ve Lise Meitner tarafından incelenen atomun parçalanması idi.

Atomun parçalanması olayı şöyle gelişir, yavaş bir nötron, uranyum 235'in nadir bir izotopunun çekirdeğine çarpınca aslında yapısı itibarıyla sabit olmayan bu çekirdek titremeye başlar ve iki parçaya ayrılır. Böylece kimyasal tasnifin ortalarındaki 40 ve 50 sayılı elementlerin birer daha hafif çekirdeği elde edilir.

Çekirdek parçalanırken nötronlar ve özellikle muazzam bir enerji serbest kalır. Bu nötronlardan belirli bir uranyum kitlesi içindeki reaksiyonun sürdürülmesi için yararlanılabilir, serbest kalan enerji ise kullanılabilir.

1939 yılında bütün dünyayı sarsan bir değişiklik meydana geldi. Avrupa savaşı sürüklenmiş, arka arkaya birçok ülke işgal edilmiş, İngiltere tehdit altına girmişti. Artık barış içinde sabırlı bilimsel çalışmalar dönemi kapanmıştı. Irkçılığın alıp yürüdüğü bu yıllar boyunca çok sayıda bilgin ülkelerinden kaçmış ve savaş patlayınca diğer birçoğu da Amerika'da bunlara katılmıştı.

Bu dönemde geniş halk kitleleri suni radyoaktivite, nötron, kosmik ışınlar, atomun parçalanması gibi atom bilimi alanında yapılan keşiflerden tamamen habersizdi ve hükümetler de bu çalışmalarla ilgilenmiyordu denilebilir. Ancak bir avuç bilim adamı her şeyi izliyor ve artık maddenin korkunç gücünü biliyordu. Son elementlerin içinde saklı muazzam enerji kapasiteleri teorik olarak hesaplanmış ve ilk deneyler kuramları doğrulamıştı. Müttefikler büyük bir tehlike sezmeye başlamışlardı. Düşman ülkeler aralarında işbirliği, yaparak atomik araştırmada

lara öncelik verilerse korkunç bir silahın doğmasıyla savaş birden kaybedilebilirdi. Zira uçakların taşıyabilecekleri boy ve ağırlıkta bir atom bombası yapılabilirse onbinlerce klasik bombaya eşit muazzam bir güç yaratılabilecekti.

Bu korku daha 1939 yılında bütün bilim adamlarını sarmıştı. İşte o zaman, bu konuları çok iyi bilen dört bilginin önerileri üzerine, Einstein 2 Ağustos 1939'da başkan Roosevelt'e bir yazı göndererek dikkatini bu büyük tehlike üzerine çekti.

Bazı çevreler atom çağının Einstein'ın mektubu ile başladığını ileri sürerlerse de bu doğru değildir.. Bu alandaki çalışmalar aslında çok ilerlemişti.. Einstein'ın mektubu o tarihe kadar yalnız az sayıda uzmanın tekelinde olan korkunç bir enerji potansiyelinin Amerikan Hükümetince de benimsenerek uygulamaya geçilme kararının alınmasına vesile olmuştur.. Atom bombası ile ilgili çok ileri bilgiler Fransa, İngiltere, Rusya ve Almanya da da mevcut olmakla beraber bu silahın gerçekleştirilmesi konusunu büyük çapta ele alan ilk ülke Birleşik Amerika oldu. Chicago'da, Berkeley'de, Hanford'da ve Los Alamos'ta, rekor sayılabacak bir süre içinde, muazzam araştırma merkezleri ve laboratuvarlar kuruldu. Atomun parçalanması başarmıştı, şimdi bunu hangi izotopun sağladığının saptanması gerekiyordu. Çok geçmeden bunun uranyum 238'de, 1:140 oranında bulunan ve uranyum 235 diye tanımlanan nadir bir izotop olduğu anlaşıldı. Dolayısıyla bütün dava, uranyumdan hareket edilerek bu izotopun elde edilmesi meselesi idi. Bundan başka 1941 yılında neptunyum ve plutonyumun Mac Millan ve Seaborg tarafından keşfedilmesiyle plutonyum ile 239 sayısı ile gösterilen izotopunun da parçalanabilecekleri anlaşıldı.. Bu elemanlar son derecede az miktarlarda elde edilebiliyordu. Ancak bilimsel araştırmalar öylesine gelişmişti ki bu amaçla büyük bir endüstrinin kurulması mümkün görülüyordu.

Diğer taraftan Fermi ve ekibi 1942 yılının sonunda ilk defa saf grafit blokları ve uranyum çubuklarının yardımıyla belirli bir boyuttan itibaren, birden artan sayıda nötronlar elde edilmesini sağlayan bir zincirleme reaksiyon oluşturmayı başarmıştır. Bu reak-

siyon nötronları absorpsiyon özelliği olan kadmium kontrol edilebiliyordu. Böylece ilerde sayıları ve güçleri gitgide artacak olan halk dilinde atom pili denen ilk atom reaktörü doğmuştur.

Nükleer reaktör, çekirdeklerden ısı şeklinde çıkan enerjinin yavaş ve kontrollü şekilde serbest kalmasını gerçekleştirir. Bu arada sürekli üreyen çok radyoaktif parçacıklar nedeniyle sağlık ile ilgili son derecede sıkı güvenlik önlemlerinin alınması gerekir.

Nükleer reaktör, aynı zamanda yeni bir takım ürünlerin kaynağıdır.. Bunlar arasında özellikle uranyum 238'in bir nötron yakalamasıyla oluşan plutonyum 239'u sayabiliriz. Bilindiği gibi bu eleman da parçalanabilir atomlardan oluşmaktadır.

Her bir KW güç ile günde bir gram plutonyum üretilbildiğine göre pil başına elde edilecek plutonyum miktarı yaklaşık olarak hesaplanabilir. Örneğin Hanford'da herbiri 250.000 KW gücünde dört atom pili bulunduğu göz önünde tutulursa günde bir Kg. plutonyum üretiliyor demektir.

Amerikan hükümetinin atom bombasını gerçekleştirme kararını aldıktan sonra 1943 yılının başında özellikle şu problemlerle karşılaşılıyordu:

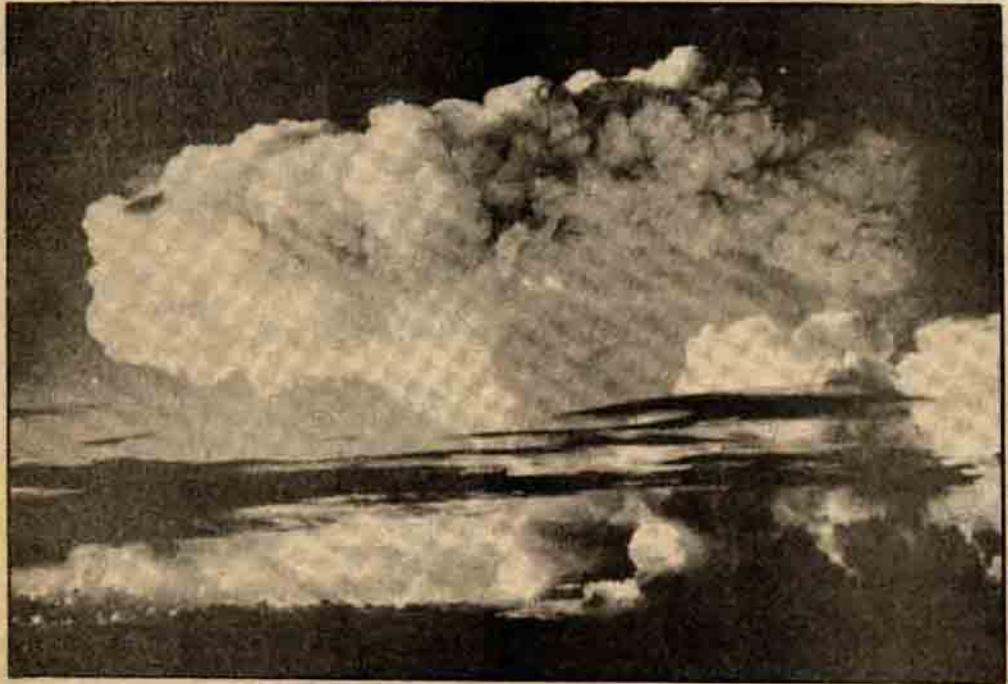
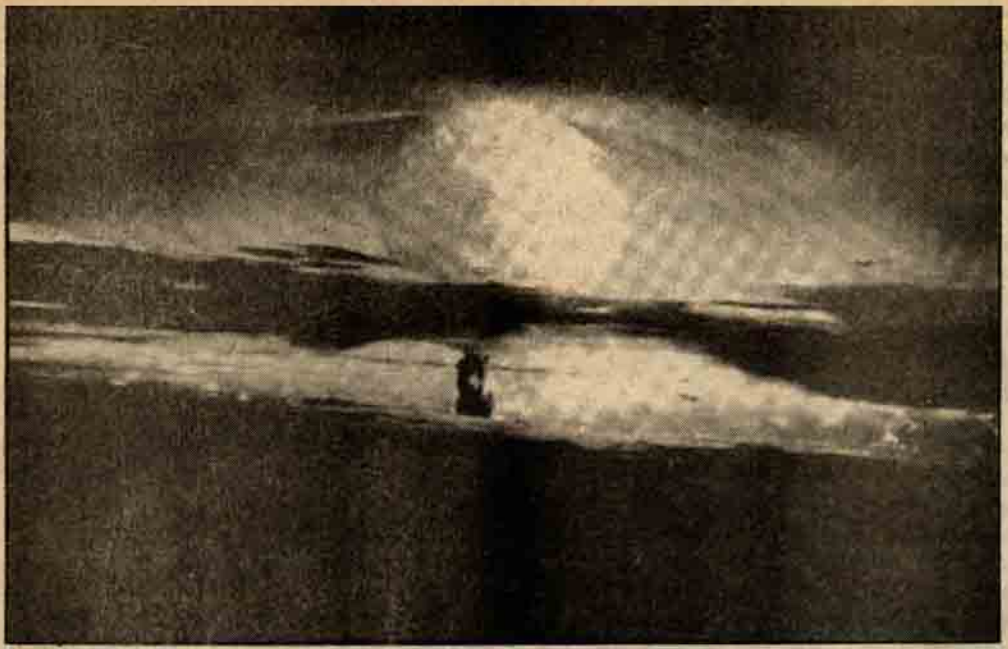
-Atom bombasının yapımı için gerekli endüstrinin geliştirilmesi için çok sayıda problemleri çözecek, birkaç araştırma merkezinin kurulması,

-Yalnız bombanın yapımı ile ilgili problemleri incelemek için bir teorik araştırma merkezinin kurulması,

-Belçika Kongosu ve Kanada'dan satın alınan uranyum cevherinden fiziksel ve kimyasal yöntemlerle uranyum 235'i ayıracak bir endüstrinin kurulması,

-Büyük çapta plutonyum 239 üretecek güçlü atom pillerinden oluşan bir endüstrinin kurulması.

Bütün bu problemler, birbuçuk yıldan az rekor bir süre içinde çözüldü. Bunların çoğunda sıfırdan başlamak gerekiyordu. Zira hepsi tamamen yeni problemlerdi. Atom endüstrisinin kurulmasında yüzbinlerce uzman ve işçi çalıştı.. Araştırma ve endüstri merkezlerinin yanında yeni büyük kentler yük-



*—Hidrojen bombasının fırlatılmasından iki görünüş: Yükselmekte olan alev topu ve oluşan mantar*

seldi.. Bütün ünlü bilim adamları Los Alamos'ta toplandı. Başka radyoaktivite olmak üzere her türlü tehlikenin önlenmesi için son derecede sıkı güvenlik tedbirleri alındı.

Nihayet 12 Temmuz 1945'te yeni Meksika eyaletinin Alamogordo çölündeki bir eski çiftlik binasında, ülkenin her tarafından gelen bomba iki milyar dolara mal olmuştu. Bir kulenin tepesinde 14 Temmuz'da yerleştirilen bomba, 15 Temmuz sabahı patlatıldı.

İnanılmaz bir şimşek, çöllü ve etrafındaki dağları aydınlattı. Parlaklığı yüz güneşe eşitti. Korkunç bir patlamayı, 17 km. uzaklıktaki seyircilerin hissettikleri kuvvetli bir hava dalgası izledi. Renkli bir bulut 13 km'ye yükseldi ve yavaş yavaş dağıldı.. Kule yok olmuştu ve dehşetli bir sıcaklığın etkisiyle camlaşan kum, 400 m. çapında bir alana yayılıyordu. Patlama merkezinde oluşan sıcaklık 20 milyon dereceyi bulmuştu.

### BİR SAVAŞ BİTİYOR

1945 yılının 6 Ağustosunda Enola Gay adındaki bir B 29 Süperfortres uçağı, Japonya'dan 3000 km. uzaklıktaki bir adadan havalanıp Hiroshima'ya onbin metre yüksekten bir atom bombası attı. Öğün sonra 9 Ağustosda Great Astisi adında diğer bir benzer uçak, Nagasaki üzerinde ikinci bir atom bombası patlattı. Her iki kentin büyük bir kısmı yerlebir olmuş, kurbanların sayısı 130.000'i ölü ve 70.000'i yaralı olmak üzere 200.000'e yükselmişti.. Birkaç gün sonra Japonya teslim oluyordu.

Savaşın Amerikalılar tarafından kazanılmasından sonra atomik çalışmalar bir süre yavaşladı. Ancak atom bombasını gerçekleştiren "Manhattan" projesinin yerini 1948 yılında Atom Enerji Komisyonunun (Atomic Energy Commission- A.E.C.) almasıyla tekrar canlandı.

Bu arada 1946 yılının 30 Haziranında ve 25 Temmuzunda "Crossroad" operasyonuyla Bikini adasında iki büyük deney yapılmıştı. Birçok ilerlemelerden sonra 1948 Nisan ve Mayıs aylarında "Sandstone" operasyonuyla Eniwetok'ta daha güçlü bombalarla bir seri yeni deneylere girişildi. 1949 Temmuzunda Ruslar da ilk atom bombalarını patlattılar. Birkaç yıl sonra bunları İngilizler ve Fransızlar izledi.. Atom bombası artık Bir-

leşik Amerika'nın tekelinden çıkmış, yarış başlamıştı. Gitgide daha güçlü bombalar deniyor ve bu korkunç silahlar stoklanıyordu.

### HİDROJEN URANYUMU GERİDE BIRAKIYOR

1938 yılından itibaren yıldızları inceleyerek bunların fonksiyonlarına dair bir nükleer teori geliştiren bir bilimci grubu, aynı olayları dünyada tekrarlamayı tasarlıyordu. Ancak çözülmesi gereken problemler çok çetin ve teorik bilgiler yetersiz olduğundan deney yoluyla geliştirilecek bir termönükleer bombanın başarılı olup olmayacağını saptanması daha uygun görülüyordu.

Yıldızlardaki reaksiyonların yeryüzünde oluşturulabilmesi için, gerekli ısı derecesi güneşin merkezindeki düzeyde, yani yirmi milyon derece olmalı idi. Dolayısıyla başlangıç detonatörü olarak bir atom bombasının kullanılması gerekiyordu. 1951 Mayısında Amerikalıların Eniwetok'ta "Greenhouse" operasyonu ile yaptıkları ilk deney bu görüşü doğruladı.. 1951 Kasım ayında Eniwetok'ta Amerikalılar ilk H. bombasını patlattılar. Elugelab adacığında bir binaya yerleştirilen bombanın patlaması sonucunda sözü geçen adacık tamamen yok olarak sulara gömüldü. Hesaplananın beş katına varan bir enerji meydana gelmiş, sonuç bekleneni fazlasıyla aşmıştı.

Ruslar da 12 Ağustos 1953'te bir megaton gücünde ilk H. bombalarını patlattılar.. Bu bombanın üstünlüğü taşınabilir tipte olması idi. Az sonra 1954 Mayısında Amerikalılar da aynı tip bombalarını Bikini'de denediler. Birkaç yıl içinde İngilizler ve Fransızların da H. Bombasını geliştirip denemeleri üzerine bu korkunç silah da iki ülkenin tekelinden çıktı. Bu alanda yine yarış başlamıştı. Son denenen H. bombasının gücü 40 megatonu buluyordu. Dünya bir uçurumun kenarına gelmişti.

Bu silahları tekelinde tutan ülkeler başkalarının girişimlerini önlemeye çalışırken, aralarında amansız bir yarışa girmişlerdir.. Sağduyu hakim olup da bu alanda köklü ve geçerli tedbirler alınmadığı takdirde, uçurumun kenarına gelmiş olan insanlık, korkunç bir akıbete sürüklenecektir.