

## TERMONÜKLEER PETROL

Muammer ÇETİNÇELİK

*Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

ÖZET. — Bu yazıda, atom enerjisinin barışçı maksatlar için kullanılması programı dahilinde uygulanan yeraltı nükleer patlamalarıyla petrol ve tabii gaz üretimi konusunda dünyada yapılan muhtelif denemeler ve çalışmalar gözden geçirilmektedir.

ABSTRACT. — **Thermonuclear Petroleum.**

The rivalry between atomic energy and petroleum is a topical subject which occupies the minds of many. This, however, does not worry petroleum producers at all, because the nuclear energy is always at the service of the oil industry at present. For example: Geophysical prospecting, drilling, acidizing control, pipe-line transportation, radiotracers and also process control techniques common to the refining industry. Since 1957, more than 200 underground nuclear explosions have been detonated by the U.S. Atomic Energy Commission for a variety of experimental programs. Each has contributed data useful in developing nuclear techniques for petroleum recovery. Explosive effects have been measured in several rock types to record the benefits (rock fracture and breakage) and the hazards (ground shock and radioactivity), and predictions for future experiments can be made with great confidence. The effects of nuclear explosions desirable for petroleum applications all come from the reaction of rock to the explosive energy. Upon detonation of the explosive, a contained cavity is formed in between 0.1 and 0.3 seconds, and rock fracturing occurs, extending three to five cavity radii from the detonation point. The cavity collapses, usually between a few seconds and a few hours after the explosion. Containment of the underground cavity can be determined by the size of the explosion and its depth required for containment. The first of three tests of nuclear stimulation in gas reservoirs. Project **Gasbuggy**, was fired in December 1967. Drilling into the nuclear-created cavity is now underway to determine the extent of the radioactivity in the gas and to check the predictions of increased productivity. These data will be useful for on shale applications. Also proposed to the USAEC are projects such as **Ketch** (an experiment to determine if a nuclear-created cavity could be used for gas storage). Project **Bronco**, an experiment in in-situ retorting of oil shale is in a state of advanced design and may be executed in 1970. In this 50-kt experiment, the chimney filled with broken rock will be ignited at the top. Downward migration of the heat will retort the shale and about  $10^8$  liters of oil will be pumped from the base of the chimney. The first underground nuclear explosion realized at the Nevada Desert, 19th September 1957, 100 km. north of Las Vegas

with the encouragement and initiative of the United States Atomic Energy Commission. The pioneers of these trials were two American scientists, Dr. Edward Teller and Dr. Willard F. Libby. Now with this purpose in mind, and acting upon a suggestion raised at a meeting of about 250 prominent personalities and technicians of the oil industry and scientists who met at Dallas, Texas, six years ago under the leadership of the USAEC, the U.S. has been trying to produce shale oil from rocks through atomic explosion. The quantity of the oil in those shale rocks is estimated to be about ten times (nearly 250 thousand million tons) as large as the oil which has been produced from wells since the days of Colonel Drake, and the latest idea in making use of these sources is to apply the atomic energy for this purpose. The specialists have called this type of petroleum to be produced —thanks to the enormous power of the nuclear energy— "**Thermonuclear Petroleum**". The oil brought up through drilling the ground to-day occupies small pores in the oil-bearing formation like water occupying small cells in a sponge. Oil is a mobile element. It often moves from the places where it comes into being to the well where it either gushes up or is withdrawn with motor pumps. It is assumed that the oil have migrated to the sponge-like cells from the "reservoir strata". The rock petroleum, on the other hand is in those cells which we call "reservoir rocks". Not all such cells, however, contain oil. It is probable that the oil they contained million of years ago subsequently migrated to the reservoir strata. There are extremely rich virgin oil-bearing shales in Colorado, Utah and Wyoming (USA), which are on the surface. Those reserves which contain 150 liters of oil and 70 cubic meters of gas per ton are estimated to be about 250 thousand million tons. Before the petroleum could migrate to the reservoir strata, their covering layers were worn away and the oil-bearing shales were exposed. The difference between reservoir cells and reservoir strata is that the former are of a microscopic size and would not allow the movement of the oil they contain. Consequently, it is impossible to produce that oil through drilling even if the shale rocks are on the surface. The only thing to do is to tear away the rocks using mining methods. Then they can be grinded and oil can be extracted under heat and pressure. This, however, is a costly operation and renders the method uneconomical compared with the more conventional methods. Therefore, such a process is not yet applied on a commercial scale. It will be used only when expenses would be justified, the experiments and studies, however, continue both from the technical and economic standpoints. A reserve of this kind was exploited in France some time ago and during the war (1940-1945) rock oil was produced at Norrtorp in Sweden with the initiative of a miner named Ljungstrom. In fact the petroleum extraction installations which the Americans will built at a cost of 30 million Dollars will be based on the patent of the above-mentioned Swedish engineer. Among the areas where such petroleum can be produced are Luxembourg; Greer River (Canada); Autun, Severac-le-Chateau, Creveney (France); Puertollano (Spain), Stanletville (Congo); Fushun (Manchuria); Estonia (Russia); Scotland; Würtemberg (Germany). In the production of petroleum

through underground nuclear explosions, use is made of atomic energy like dynamite. It is expected that the cost will be reduced in time through better adjustment of the explosive power. After the explosion, the oil is extracted from the demolished rock pieces. The cost of the petroleum to be obtained with this method will be as low as \$ 1.50 per barrel as opposed to \$ 3.25 per barrel of petroleum obtained through conventional methods. The shale oil is regarded as the oil reserves of the future at present. However, it is certain that when the rich reserves exploited with wells are exhausted, thermonuclear oil production will, no doubt, start at a large scale. The USAEC and U.S. Bureau of Mines constantly cooperate on the subject of thermonuclear oil production. For the experiments conducted so far, soft and porous shales containing clay have been selected. Now, experiments, will be made on the production of oil from harder shales. \$ 1.200.000 of the cost of \$ 2.600.000 of the subsequent atomic explosions suggested by the representatives of the world petroleum industry will be paid by the oil companies. The expenses incurred so far for this purpose exceed \$ 20 million. According to calculations of the U.S. Bureau of Mines, it will be possible to break and grind 300.000 tons of rock with a nuclear explosion of 10 kilotons. It is also estimated that 15-25 gallons of oil can be extracted from each ton of these rocks. One kilo tone is equivalent to the energy produced by the explosion of a thousand tons of TNT. For example, the energy produced by an underground atomic explosion of 20 kilotons is immensely great. One kilogramme of (Uranium-235) or (Plutonium-239) loses only one gramme of its weight during fission, i.e., breaking. On the other hand, the energy produced is equal to the energy produced by the explosion of 20.000 tons of TNT. Likewise, 230 million kilowatt hours of energy is obtained from the explosion of a normal atomic bomb of 20 kilotons and this equals 30 years working of a dynamo of 100 h.p. day and night. The project "Oil Sand" of the Americans which is included in the "**Plowshare**" programme, which is for the peaceful use of atomic energy, will be applied in the near future. These projects will be directed by the specialists of the Lawrence Radiation Laboratory at Livermore under the USAEC. Depending upon the nuclear explosives to be used for the production of **Thermonuclear Petroleum** the cost of the explosion will be about \$ 500.000 for one kt (kilotone), \$ 750.000 for 10 kt. and 1 million dollars for one megaton, i.e., explosion corresponding to the explosion of a million tons of TNT. According to the project, 15.900.000 liters of petroleum and natural gas will be obtained in such an explosion to be realized in Canada with a charge of 9 kts. In short; atomic energy and petroleum will not compete, but will rather, complement each other in the years ahead. Already there is ample evidence of this complementary relationship and one can confidently say that the **Thermonuclear Petroleum** to be produced through underground atomic explosions promises great hopes for the future. The potential problems in stimulation of oil and gas and the recovery of oil shale appear to be solvable and it should be possible to harness the energy of the nuclear explosive for peaceful applications in the very near future.

## GİRİŞ

Nükleer silâhların keşfinden ve 1945 yılında Japonya üzerinde kullanılmasından bu yana, "Atom Çağı"nın yeryüzünü etkilemiş bulunduğu herkesçe bilinen bir gerçektir. (Barış için atom) çalışmaları ve uygulamaları, bir yandan sağlık alanında, beri yandan besinlerin daha mükemmel bir şekilde üretimini öngören alanlarda, endüstride kalite geliştirilmesinde ve prodüktiviteyi arttırmada insan aklını durduracak kadar mükemmel gelecek vadeden yenilikler getirmiştir. Ayrıca, dünyanın birçok ülkelerinde kurulmuş olan nükleer enerji merkezleri sayesinde, endüstri alanında büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Ancak atom ve hidrojen bombalarının, insanlık hizmetinde sağladıkları en büyük başarı, yıllarca gizlendikten sonra, yeni olarak ortaya çıkmış ve dünyaya yepyeni bir devir getirmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri ile Sovyetler Birliği arasında, yalnız yeraltı nükleer denemelerinin uygulanması şeklinde karşılıklı bir anlaşma imzalanmıştır. Bu anlaşma, ilk bakışta, atmosferi temiz tutmak, insanları radyasyon tehlikesinden korumak amacım gütmektedir. Zamanla, gerek Amerika, gerekse Sovyet Rusya, nükleer enerjinin etkilerini tesbit etmek gayesiyle, çöl olan bölgelerde, değişik güçteki atom ve hidrojen bombalarını patlattırmışlardır. Bu denemeler, yer altında, bugün de devam etmektedir... Ancak şimdiki bu çalışmaların gerçek amacı, nükleer gücü ölçmek değil, yeraltındaki tabii zenginlikleri, insanlık hizmetine sokmaktır. Kaydedilen gelişmeler, o kadar büyük ve dehşet vericidir ki, geleceğin insanların eline geçecek bunca enerji kaynakları ve zenginliklerin dünyamızı nereye götüreceğini, herkes, kendi kendine sormaya başlamıştır.

Nükleer patlamalar sayesinde, yeni petrol kaynaklarının yanısıra, dev tabii gaz kaynakları da ortaya çıkarılmaktadır. Fakat, bu durum petrol prodüktörlerini hiç de telâşa düşürmemektedir. Çünkü atom-petrol rekabeti diye bir şey yoktur. Bilâkis, atom her an petrol endüstrisinin hizmetinde ve yardımcısı bulunmaktadır. Öyle ki, radyoaktif maddeler gerek ışımaya kaynağı olarak ve gerekse trasör, yani izleyici olarak jeofiziksel prospeksiyon işlemlerinde, petrol sondajlarında, (pipe-line) boru hatlarının kaçak ve sızıntı deteksiyonlarında, asidite kontrolünde, rafinaj tesislerinde, petrol kraking'inin takibinde ve petrol ürünleri teknolojisine



ait çeşitli kimyasal reaksiyonların etüdünde geniş mikyasta kullanılmaktadır. Bugün artık geniş miktarda petrol ve tabii gaz, nükleer patlamalar sayesinde insanlık hizmetine sokulmaktadır.

19 Eylül 1967 tarihinde, Birleşik Amerika'da, Amerikan Atom Enerjisi Komisyonunun teşebbüsü ile "Las Vegas"ın 100 km. kuzeyinde, (Nevada) çölünde gerçekleştirilen ilk yeraltı nükleer patlaması, atom bombasının barışçı amaçlarla kullanılması yolunda yapılan büyük bir hamle olmuştu. Bu patlama denemesinin hazırlanmasında ve yapılmasında Dr. Willard F. Libby ve Dr. Edward Teller öncü olmuşlardır. O günden bugüne çeşitli proje ve programlar gereğince 200'den fazla derin çukur açılmıştır. Bu çeşitli test ve denemeler, petrol ekstraksiyonu ve gaz çıkartılması için gerekli şartların tâyin ve tesbitine imkân vermiştir.

10 yıl kadar evvel Amerika Birleşik Devletleri Atom Enerjisi Komisyonu Başkanlığında toplanan petrol endüstrisinin ileri gelen 250 kadar şahsiyeti ile bilim adamının müzakeresi esnasında ortaya atılan teklif üzerine Birleşik Amerika bir müddetten beri, "Şist Yağı" denilen (**Kaya Petrolü**)'nü nükleer patlama yapmak suretiyle bulunduğu tabakalardan çıkarmağa çalışmaktadır. Şistli tabakalarda mevcudiyeti bilinen petrol miktarının şimdiye kadar yeryüzündeki kuyulardan çekilmiş olan petrol miktarından çok daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. İşte bu kaya petrolünü üretmek yolunda devam edegelmekte olan araştırma ve etüdlere en sonuncusunu, atom enerjisinden faydalanmak fikri teşkil etmektedir. Nükleer enerjinin muazzam kudreti sayesinde üretilcek olan bu tip petrole, uzmanlar "**Termonükleer Petrol**" adını vermişlerdir.

Bugün, sondaj kuyuları vasıtasıyla yeraltından çekilmekte olan petrol, yeraltında tıpkı suyun bir süngeri doldurması gibi hücrelerin küçük gözeneklerini doldurmaktadır. Petrol, hareket kabiliyetine sahiptir. Ekseriya teşekkül ettiği yerde kalmayıp, gözenekten gözeneğe geçerek, petrol kuyusuna intikal etmekte ve tabii olduğu şartlara göre ya kendiliğinden yüzeye çıkmakta veya pompalarla yukarı çekilmektedir. Petrolün süngere benzettiğimiz bu hücrelere, hazne tabakadan hicret etmiş olduğu kabul edilmektedir. Kaya petrolü ise, (hazne taşı) veya (hazne hücre) adını verdiğimiz hücreler içindedir. Fakat petrol için kaynak kabul edilen bu hücrelerin hepsi petrol ihtiva etmez. Milyonlarca yıl evvel petrol ihtiva etmiş olması muhtemel olan bu hücrelerden petrolün belki normal olarak yavaş yavaş hazne tabakalara intikal etmiş olduğu da düşünülebilir.

Birleşik Amerika'da Colorado, Utah ve Wyoming eyaletlerinde henüz el sürülmemiş zengin petrol ihtiva eden şistli tabakalar vardır ve bu tabakalar yüzyededirler. Petrol, bu kaynak tabakalardan hazne tabakaya intikal etmeden veya edemeden, bunların üstündeki örtü tabakası yıpranmış ve hücreler, içlerindeki petrolü muhafaza ederek yüzye kalmıştır. Hazne hücrelerle hazne tabakalarının mühim farkı, bu hücre mesamelerinin son derece küçük oluşu ve içindeki petrolün hareketine asla imkân vermeyip, bu petrolü sızdırmayıdır. Dolayısıyla, ister yüzye ister yeraltında olsun, bir kuyu açmak suretiyle bu nevi petrolün üretimi mümkün değildir. Yapılabilecek yegâne şey, madencilik işletme usûllerinden faydalanarak, bu kayaları sökmektir. Bundan sonra ancak bunlar ufalanarak, hareket ve basınç uygulanması gibi izabe usulleri uygulanarak, ihtiva ettikleri petrol sızdırılabilir. Fakat çok pahalıya mal olan izabe işleminin zarureti, bu tabakalardan elde edilecek petrolün, sondaj vasıtasıyla yeraltından elde edilen ham, petrole kıyasen çok daha pahalı olması sonucunu vermektedir. Onun için de şimdilik şistli kayalardan petrol üretimi yoluna gidilmemektedir. Ancak, petrol ihtiyacının masrafı ikinci plânda bırakacağı hallerde bunlardan faydalanılacaktır. Fakat gerek teknik ve gerekse ekonomik yönden etüd ve denemelere sistematik bir şekilde devam olunmaktadır.

Bir vakitler Fransa'da da böyle bir petrol madeni işletmesi vardı, ikinci Dünya Savaşı esnasında da (1940-1945 yıllarında), Ljungström adında İsveçli bir madencinin teşebbüsü ile İsveç'te "Norrtorp" bölgesinde kaya petrolü üretimine muvaffak olunmuştu! Esasen Amerikalıların bu cins petrolü üretmek için kuracakları ve 30 milyon dolarlık tahsisatı gerektiren tesisler bu İsveçli mühendisin patenti sayesinde gerçekleştirilebilecektir.

Kaya petrolü üretilebilecek havzalardan bugüne kadar bilinenleri, dünyada şu memleketlerde mevcuttur: Green River (Kanada) ; Lüksemburg; Autun, Sévérac-le-Château, Creveney (Fransa) ; Puertollano (İspanya) ; Stanleyville (Kongo) ; Fushun (Mançurya) ; Würtemberg (Almanya); Estonya (Sovyetler Birliği).

Birleşik Amerika'da Utah ve Colorado bölgesinde bulunan kayaların beher tonunun 150 litre petrol ve 70 metreküp gaz ihtiva ettiği hesaplanmıştır. Buradaki kaya rezervlerinin toplamının 250 milyar tondan fazla

olduğu tahmin edilmektedir. Fransa'da "Creveney" bölgesinde bulunan sistlerin ise, 500 milyon metreküp civarında olduğu hesaplanmıştır.

Yeraltı nükleer patlaması ile petrol üretiminde atom enerjisinden kudretli bir dinamit gibi faydalanılmaktadır. Yani, atomik patlama yapmak suretiyle büyük kaya kütlelerinin ufalanmış bir halde sökülmesini sağlamak yoluna gidilmiştir. Zamanla, patlama kudretinin ayarlanması ile, masrafların mümkün olduğu kadar azaltılacağı da ümit edilmektedir. Nükleer patlama ile husule gelen kaya parçacıkları özel tesislerde ekstraksiyona tabi tutularak, ihtiva ettikleri petrol çıkarılmaktadır. Böyle atomik yolla üretilen petrolün maliyeti, ortalama olarak, varil başına 1.50 dolardır. Halbuki konvansiyonel metodlarla petrol üretiminde bir varil petrolün maliyeti 3.25 dolardır.

Bugün **Termonükleer Petrol** üretimi hususunda Birleşik Amerika'da, Amerikan Atom Enerjisi Komisyonu ile Amerikan Maden Bürosu devamlı olarak bilimsel ve teknik işbirliği yapmaktadırlar. Şimdiye kadar bu gaye ile gerçekleştirilen denemeler için mümkün olduğu kadar yumuşak ve gözenekli killi şist tabakaları seçilmiştir. Bundan sonra daha sert tabakalardan kaya petrolü üretimi için denemelere girişilecektir. Birleşik Amerika'da bu nevi petrolün nükleer patlamalar ile üretiminde, gereken 2.600.000 doların, 1.200.000 doları muhtelif petrol şirketleri tarafından karşılanmıştır. Amerikan Hükümeti bu sahadaki araştırmalar ve denemeler için 20 milyon dolar kadar özel bir tahsisat ayırmıştır.

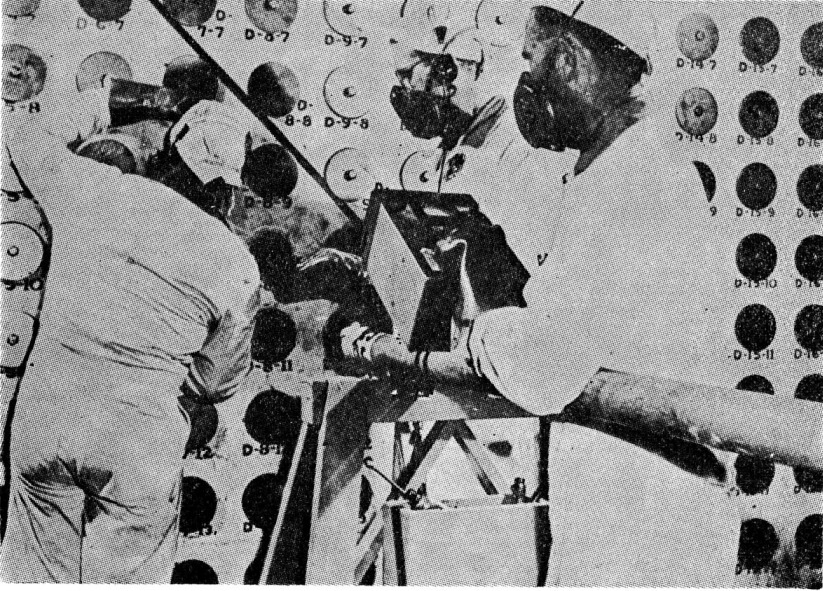
Amerikan Maden Bürosunun hesaplarına göre; 10 kilotonluk bir nükleer patlama ile 300.000 tonluk bir kaya rezervi parçalanabilir. Bu kayaların beher tonundan da 15-20 galon petrol üretilebilir. 1 kilotonluk bir patlamanın vereceği enerji, 1.000 ton TNT (trinitro-toluen)'in vereceği enerjiye bedeldir. Amerikan Atom Enerjisi Komisyonunun hesaplarına göre; 1 kilotonluk bir nükleer patlama 500.000 dolara, 10 kilotonluk bir patlama 750.000 dolara ve 1 megatonluk (yâni 1.000 kilotonluk) bir nükleer patlama ise, 1 milyon dolara malolmaktadır. Meselâ: Kanada'da 9 kilotonluk bir nükleer patlama ile 15.900.000 litre petrol ve tabii gaz üretilmiştir. Bu tip denemelere Avustralya'da da girişilmiş bulunmaktadır.

Bugün, Birleşik Amerika'da, Kaliforniya'da "Lawrence Radyasyonlar Lâboratuvarı"nın yönetiminde uzmanlar, bu "Termonükleer Petrol" konusunu teorik ve denel olarak (Plowshare) programı dahilinde incelemek-

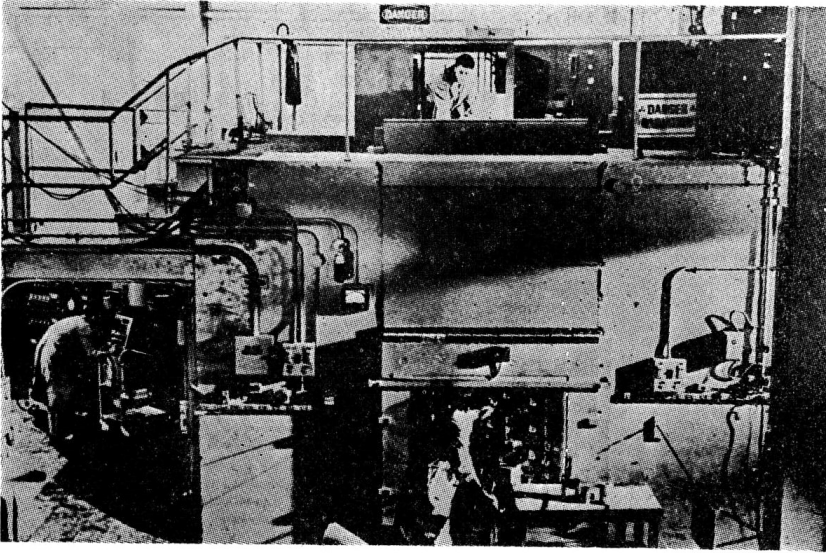
tedirler. Meselâ, bu programa dâhil Gasbuggy denemesinde, 1300 metre derinlikte 26 kilotonluk bir nükleer patlama, "Nouveau-Mexique"de (San Juan) bölgesinde şistli tabakalardan tabii gazı rahatça çıkarmağa yaramıştır. Yine aynı programa dâhil **Ketch** denemesinde ise yeraltında geniş bir gaz rezervuarının açılmasına muvaffak olunmuştur. 1970 yılının ortalarına doğru gerçekleştirilecek olan **Bronco** projesinin uygulanmasıyla de yeraltında bitümlü şistlerin destilasyonu ile 10<sup>8</sup> litre şist yağı boruyla yeryüzüne çıkarılmış olacaktır. 1969 yılının sonlarına doğru, Birleşik Amerika'nın Colorado eyaletinin kayalık bölgesinde, 3000 metre derinlikte yapılan 40 kilotonluk nükleer patlama ile tabii gaz üretimi mümkün kılınmıştır.

Özet olarak şunu söyleyebiliriz ki; atomik yeraltı patlamaları sayesinde üretilecek **Termonükleer Kaya Petrolü** ve **Gazı** gelecek için dünyanın enerji ihtiyacını karşılamaya yardım etmek bakımından büyük ümitler vadetmektedir.



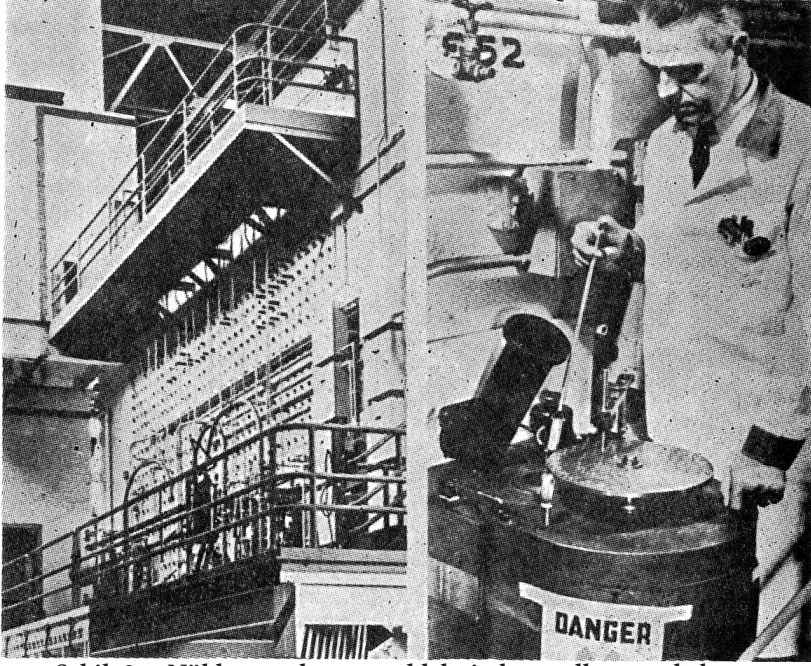


Şekil: 1 — Nükleer patlayıcıların hazırlanması işlemlerinden birisinde uzmanlar test yaparlarken...

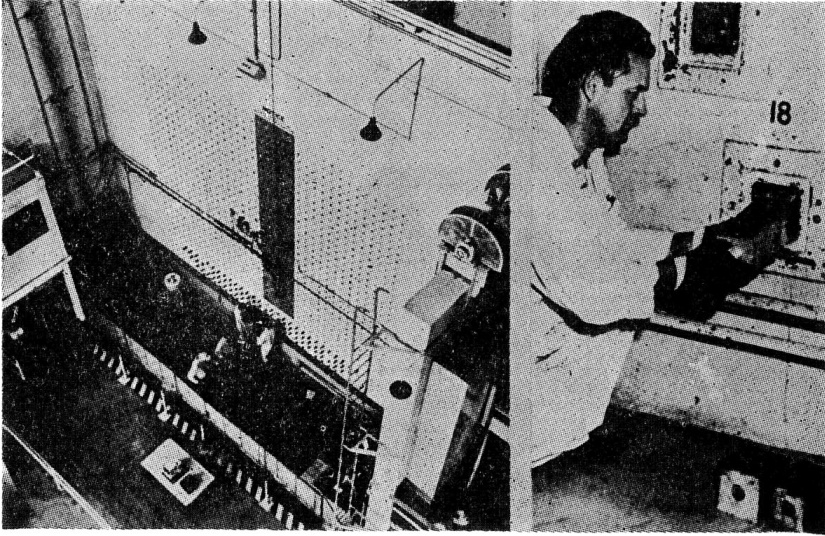


Şekil: 2 — Nükleer patlayıcıların hazırlanmasında yararlanılan bir izotop üretici atom reaktörü.



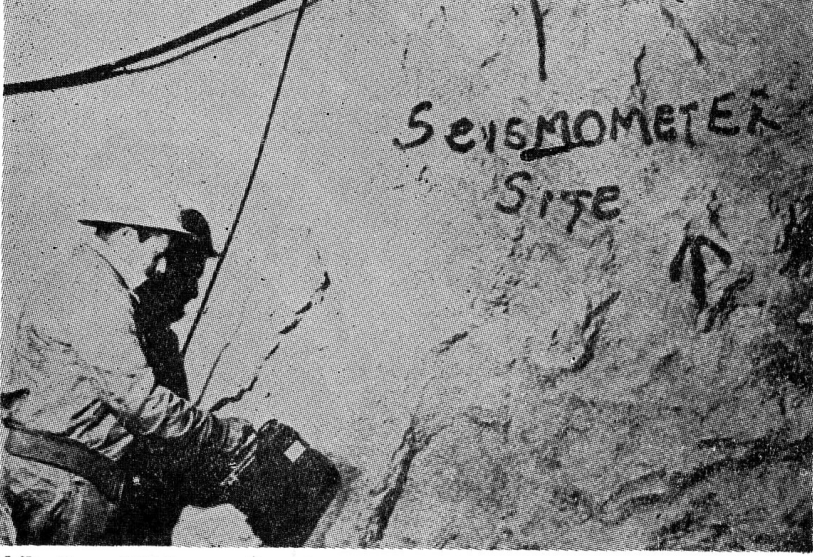


Şekil: 3 – Nükleer patlayıcı maddelerin kontrolları yapılırken.

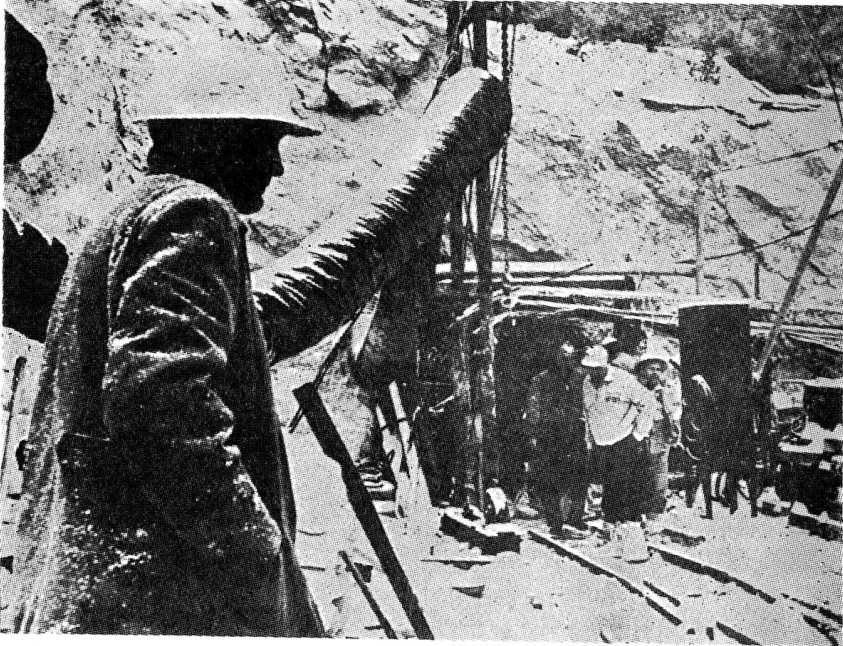


Şekil: 4 – Nükleer patlayıcı maddelerin hazırlanma işlemlerinden diğer bir görünüş



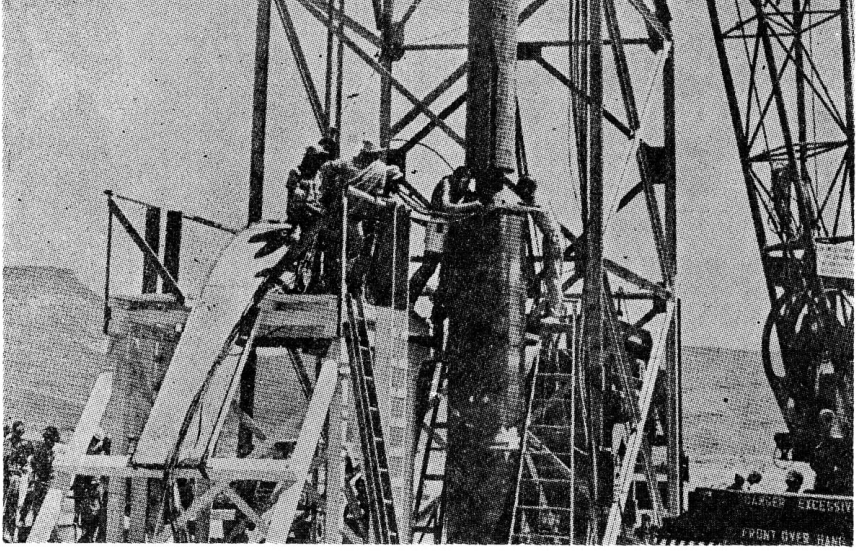


Şekil: 5 — Nükleer patlamaların yapılacağı sahaya gerekli ölçü aletleri yerleştirilirken.

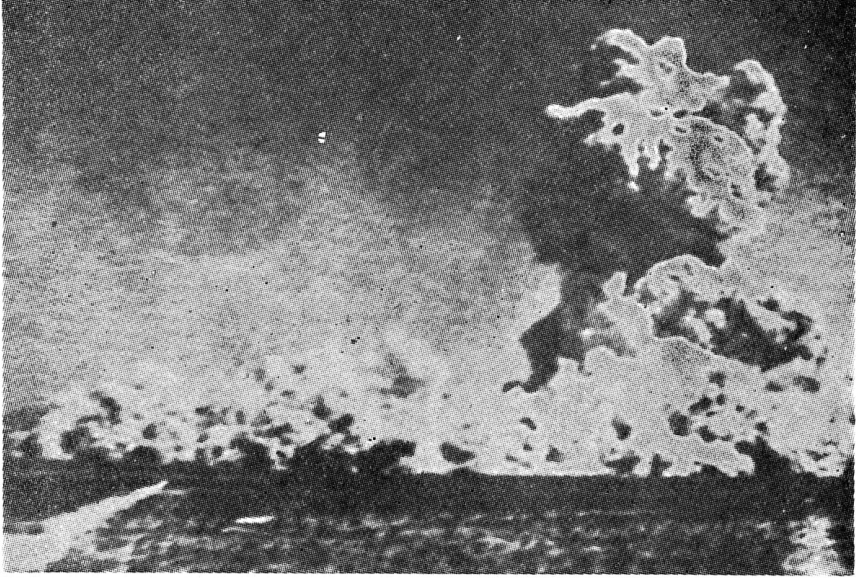


Şekil: 6 — Yeraltı nükleer patlaması için açılan bir galerinin görüntüsü ve son hazırlıklar.



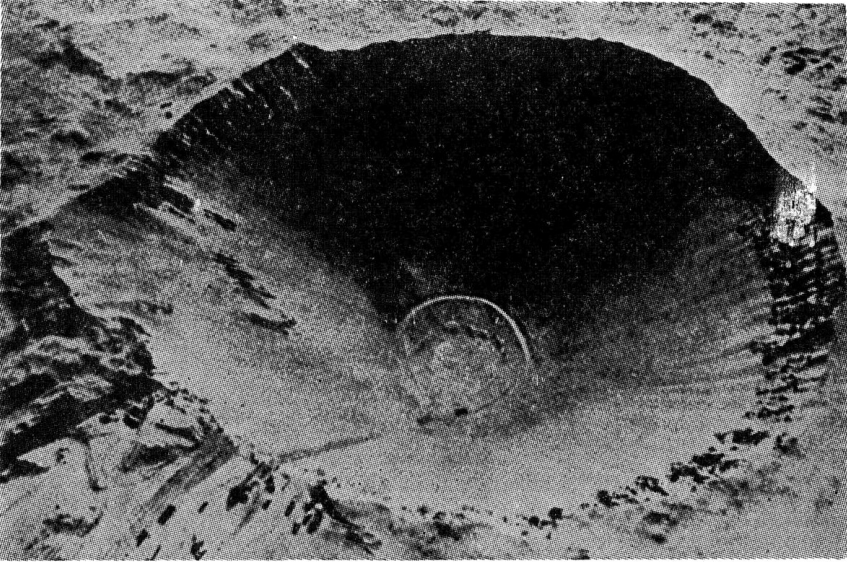


Şekil: 7 – Bir yeraltı nükleer işlemi için 100 kilotonluk bir termonükleer patlayıcı ve ilgili deneme teçizatı ateşleme çukuruna indirilirken.

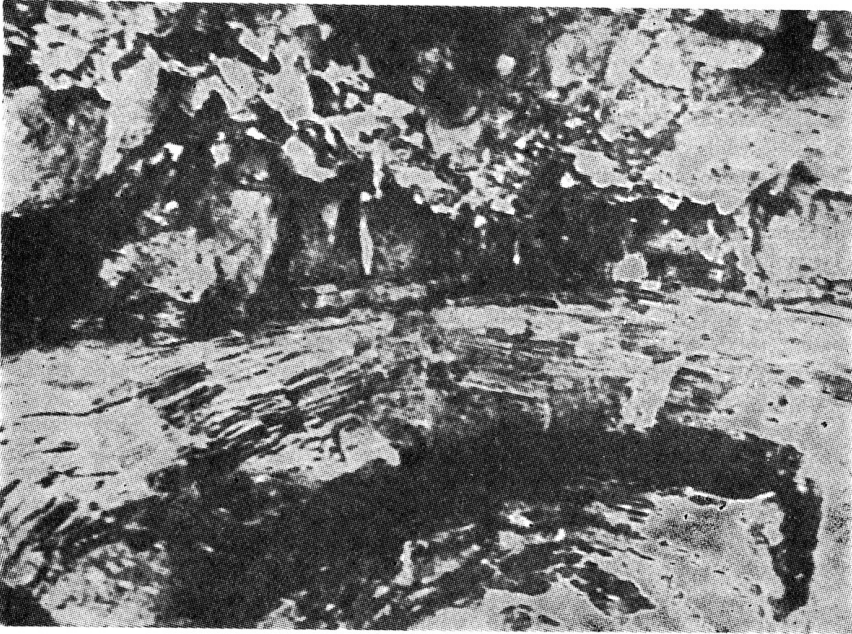


Şekil: 8 – Alüvyonlu bir çölde vukubulan 100 kilotonluk bir nükleer patlamanın tezahürü.





Şekil: 9 – Alüvyonlu bir çölde 193 metre derinlikte vukubulan 100 kilotonluk bir nükleer patlamamın husule getirdiği bir kraterin görünüşü.



Şekil: 10 – Bir tuz dağında, 3 kilotonluk bir nükleer patlayıcının açtığı kovuk.