URANYUM ve TORYUM ve NÜKLEER REAKTÖRLER

Burhanettin Doyranlı

Etibank Genel Müdürlüğü
Maden Mühendisi

Giriş

Bu yazıda özellikle ülkemizdeki ve Batı Bloku Ülkelerindeki uranyum ve toryum rezervlerinin nükleer reaktör yakıtı olarak değerlendirilmesi konusu üzerinde durulmuştur. Ülkemizin uranyum ve toryum kaynakları hakkındaki bilgiler ilk defa bu yazıda toplanarak değerlendirilmesine çalışılmıştır.

Ülkemizde 1980 ile 2010 yılları arasında uygulanmak üzere uzun vadeli nükleer enerji üretimi seçenekleri hazırlanmakta ve optimum olacak seçeneğin saptanması için de çalışmalar yapılmaktadır.

Uranyum, Toryum Minarelleri ve Nükleer Yakıt Teknolojisi

Bugün bilinen uranyum minerallerinin sayısı yüzden fazladır. Ancak bunlardan pek azı ekonomik önem taşımaktadır. Yani halen nükleer enerji üretiminde kullanılan veya yakın bir gelecekte kullanılmaları mümkün görülen uranyum minerallerinin sayısı 5-6'yı geçmemektedir. Bununla beraber en önemli uranyum mineralleri pratik olarak iki grupta toplanmaktadır. Pehblende (Pechblende) grubu minaralleri UO_2 ve UO_3 karışımı olup en önemlileri pehblende ve uraninit'tir ve bileşimlerinde % 50 - 85 oranlar ı arasında U_3O_8 vardır.

İkincil uranyum mineralleri olarak da karnotit ($KO.\ 2UO_3\ V_2O_5.\ nH_2O$), otunit ($CaO.\ 2UO_3.\ P_2O_5.\ nH_2O$), torbernit ($CuO.\ 2UO_3.P_2O_5.nH_2O$), tyuyamunit ($CaO.2UO_3V_2O_5.nH_2O$) mineralleri olup bu minerallerde % 50-60 oranları arasında U_3O_8 ihtiva etmektedirler (1).

İşletilen uranyum yataklarında bugün için ekonomik sınır olarak, bir ton tüvenan cevherde 2,721 kg. ile 3,180 kg. arasında U_3O_8 olması gerekmektedir. Bu sınır, yatağın rezervinin büyüklüğüne ve cevherin işletme kolaylığına ve yan ürün olabilecek diğer ekonomik minerallerin de varlığına bağlıdır. Örneğin dünyanın ikinci en büyük uranyum yataklarının bulunduğu Güney Afrika'daki 27 altın madeninde 1971 yılında üretilen 22 milyon ton tüvenan ve kompleks cevherden 3655 ton U_3O_8 konsantresi ve 285.000 kg. altın elde edilmiştir. Güney Afrika ile Güney Batı Afrika'da halen, beher libresi (453.6 gr) 10 dolar değerinde olan 272.000 ton U_3O_8 rezervi vardır (2).

Hidrometalürjik ve kimyasal zenginleştirme proseslerinin uygulanmasından sonra, uranyum cevherlerinden sarı pasta denilen sarı renkli U_3O_8 uranyum konsantresi elde edilmektedir. Örneğin metal uranyum içeriği % 0.8 olan tüvenan ve komp leks bir uranyum cevherinden, metal içeriği % 70-80 arasında olan uranyum konsantresi elde edilmektedir (4).

Ortalama 1000 MWe nükleer elektrik gücünde olan tipik bir Hafif Su Reaktöründe (LWR) ilk çekirdek nükleer yakıt olarak 500 ton ile 570 ton arasında U_3O_8 konsantresi gerekli olmakla beraber, bu reaktörün yıllık U_3O_8 konsantresi tüketimi de 180 ton kadardır. Plutonyum devreli LWR tipi ve ayni güçteki bir reaktörde ise yıllık U_3O_8 konsantresi tüketimi 155 ton kadar olmaktadır. 1000 MWe gücündeki bu reaktörün 30 yıllık ömrü süresince de yaklaşık olarak 5760 ton U_3O_8 tüketilmektedir. Bir LWR tipi reaktörde 453.6 gr (1 Lb.) U_3O_8 konsantresinden elde edilen elektrik enerjisi, diğer fosil yakıt kullanılan termik santrallarda 8072 kg. kömürden veya 5880 Lt. fuel oil'den elde edilen elektrik enerjisine eşit olmaktadır (3 - 5).)

Hafif Su Reaktörlerinde bir ton uranyum ile 50 milyon kilowatt saat elektrik enerıisi üretilmesine karşılık, Hızlı Üretken Reaktörlerde (FBR) bir ton uranyum ile 3 milyar kilowatt saat elektrik enerjisi üretilmektedir. LWR tipi reaktörlerde bir ton uranyum ile üretilen 50 milyon kilowatt saat elektrik enerjisi 18.000 ton taş kömüre eşdeğer olmakla beraber, FBR tipi reaktörde de bir ton uranyum ile üretilen 3 milyar kilowatt saat elektrik enerjiside 1.100.000 ton taş kömürüne eşdeğer olmaktadır (7).

Uranyumun metalürjik özellikleri sebebiyle, U_3O_8 konsantresinin nükleer yakıt olarak UO_2 durumuna getirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle U_3O_8 konsantresi bazı kimyasal işlemlerle UO_2'e dönüştürülmektedir. Bu işlemler için bugün iki ayrı dönüşüm metodu uygulanmaktadır (4).

1 — $U_3O_8 \longrightarrow UF_6 \longrightarrow UO_2$

2 — $U_3O_8 \longrightarrow UO_2$

Birinci metod iki kademelidir, ilk kademede U_3O_8 konsantresinden gaz halindeki UF_6 (uranyum hekzaflorür) elde edilmektedir ve UF_6'de daha sonra UO_2'e dönüştürülmektedir. Bu yöntem yatırımları gerektirmekle birlikte, ancak büyük kapasitelerde tesisler kurulduğunda ekonomik olabilmektedir. Bununla beraber zenginleştirilmiş uranyumu yakıt olarak kullanan LWR tipi reaktörlerinde, zenginleştirme işleminin ana maddesi UF_6 olmaktadır. İkinci yöntem de, U_3O_8'in direkt olarak UO_2'e dönüştürülmesidir ki bu işlem ancak küçük kapasiteli tesislerde ekonomik olabilmektedir. Bu yöntem ile ayrca zenginleştirilmiş nükleer yakıt elde edilemediğinden, ancak doğal uranyum yakıtı kullanılan reaktörlerde uygulanabilmektedir (4).

Ağır Su Reaktörlerinde, (CANDU - HWR) doğal uranyum UO_2 şekline getirildikten sonra nükleer yakıt malzemesi olarak kullanılmaktadır. Diğer reaktörlerde ise U-235 (yahut U^{235}) izotopu zenginleştirdikten sonra (% 4'e kadar), UO_2 haline getirilip nükleer yakıt malzemesi olarak kullanılmaktadır (4).

Toz halindeki UO_2 sıkıştırılarak özel biçimdeki tabletler durumuna getirilmektedir ve sonra da ısıtılmaktadır. UO_2 atmosfer içinde ısıtıldığında önce dengeli olmayan U_3O_7'e ve U_3O_8'e dönüşmektedir. Isıtılmaya devam edildiğinde de 1100 °C'de, U_3O_8 tekrar UO_2'e dönüşmektedir. Bu sebeple tablet yapımında UO_2 tabletleri oksijensiz atmosferde ve özel kaplar içinde ısıtılmaktadırlar. Isıtılan tabletler sinterlendikten sonra da taşlanarak belirli boyutlarda olarak hazırlanmaktadırlar. Örneğin Westinghouse Basınçlı Su Reaktörünün (PWR) yakıt demetlerinde 9.3 mm çapında ve 15.2 mm boyunda silindirik tabletler kullanılmaktadır. Bu UO_2 tabletleri özel zirkonyum alaşımı tüplere doldurularak nükleer reaktörler için gerekli nükleer yakıt tüpleri (cladding) oluşturulmaktadır. Bu nükleer yakıt tüplerinin 40 - 230 tanesinin bir araya getirilmesiyle de nükleer yakıt demetleri elde edilmektedir. Tüplerin alt ve üst uçları kapatılarak bir nükleer yakıt çubuğu oluşturulmakla beraber, bu nükleer yakıt çubukları da belli bir geometride olarak reaktörler içine yerleştirilmektedirler (4). Bununla beraber bu gün zirkonyum alaşımı tüp kullanılmayan (araştırma inşa aşamasında bulunan yahut çalıştırılan) altı tip rektör bulunmaktadır. Birleşik Amerika ile Avrupa'daki standard Hafif Su Modere Reaktörlerin (LWMR) imalinde zirkonyum alaşımı tüpler kullanılmaktadır. Birleşik Amerika'da nükleer reaktör endüstrisinde 1907 yılından sonra, beyaz zarflı (white-shell) W-1 tipi reaktörlerindeki paslanmaz çelik yakıt kanalları nın kullanılması kaldırılmış ve bunların yerine zirkonyum alaşımı tüpler kullanılmaya başlamıştır.

Ağır Su Gaz Soğutmalı Reaktörlerde (HWGCR), UO_2 yakıt elementli paslanmaz çelik zarfların yerine, Zr - Cu alaşımı tüplerin kullanılması ile reaktürlerde daha az reaktivite kaybı olduğu anlaşılmıştır (3, 5, 7).

Nükleer reaktör teknolojisinde vanadyum elementi de nükleer yakıt tüplerinin imalinde kullanılmaya başlamıştır. Özellikle Sıvı Metal Soğutmalı Hızlı Üretken Reaktörlerin (LMFBR) yakıt tüplerinin imalinde vanadyum başlıca bir alaşım elementi olmuştur. Birleşik Amerika'daki Westinghouse Electric Corp. tarafından vanadyum alaşımları «Vanstar» adı altında geliştirilerek yeni nükleer yakıt tüpleri imal edilmeye başlanmıştır.

LMFBR tipi reaktörlerde kullanılan vanadyum alaşımlarında vanadyum ile bereber, krom, demir, zirkonyum, tartalum ve kolombium elementleri kullanılmaya başlamıştır (5, 7).

Nükleer endüstrinin ikinci önemli doğal kaynağı olan toryum mineralleri çoğunlukla, aynı zamanda uranyum mineralleridir. Toryum mineralleri içinde en önemlileri sırasıyla monazit (Ce. La. Th) PO_4), Torit (Th SiO_4) ve torianit (Th_2. UO_2 UO_3) mineralleridir ve bu mineraller % 5-90 oranları arasında ThO_2 ve % 1-15 oranları arasında da U_3O_8 içermektedirler. Toryum mineralleri de ThO_2 olarak konsantre edilmektedirler.

Toryum mineralleri (özellikle monazit) tükenmekte olan uranyum minerallerinin rezervlerine büyük bir katkıda bulunmaktadır. Bugün toryum ve uranyum nükleer yakıtları ile beslenen Yüksek Sıcaklık gaz soğutmalı Reaktörlerde (HTGR) % 10'dan fazlabir ısı verimi elde edilmektedir. İlk olarak 1945 yılında Th-232 izotopu, fizyona elverişli U-235 izotopunun nötronlar ile bombardıman edilerek fizyona elverişli U-233 izotopu elde edilmiştir. Bugüne kadar Birleşik Amerika Atomatik Enerji Komisyonu tarafından toryum - uranyum devreli beş tip nükleer reaktör sistemi denenmiştir. Bu reaktör sistemi denenmiştir. Bu reaktörler içinde HTGR tipi reaktörlerden yüksek ısı verimi elde edilmekle beraber, bu reaktörlerde gaz soğutma sisteminin uygulanmasıyla da ısısal kirlenme sorunu ortadan kalkmıştır. Fakat bununla beraber HTGR tipi reaktörler ağır gamma radyasyonu sebebiyle, biyolojik tehlike bakımından sakıncalı olmaktadırlar (5).

Birleşik Amerika'da ilk deneysel toryum-uranyum nükleer yakıt devreli reaktör 1967 yılında çalışma-

ya başlamıştır. 40 MWe gücünde olan bu reaktörden olumlu sonuçlar alınınca, 1973 yılında HTGR tipi reaktörlerde toryum-uranyum devreleri geniş çapta uygulanmaya başlanmıştır (5).

İlk ticari amaçlı ve 330 MWe gücündeki HTGR tipi reaktör Colorado eyaletinin Fort St. Vrain şehrinde kurulmuştur. 1974 yılı başlarında çalışmaya başlıyan bu reaktörde ilk çekirdek nükleer yakıt olarak 22.760 kg. ThO_2 ve 1130 kg. da tam zenginleştirilmiş uranyum kullanılmıştır. Birleşik Amerika Atomik Enerji Komisyonu tarafından 1973 yılı sonunda toplam nükleer elektrik enerjisi kapasitesi 5730 MWe olan 7 tane HTGR tipi reaktör sipariş edilmiştir. 1973 yılında başlayan yeni bir araştırmada da, kömürden gaz üretilmesinde çok miktarda hidrojen elde edilmesi için HTGR tipi reaktörlerinin bir endüstriyel ısı kaynağı olarak uygulanmasına çalışılmaktadır.

B.A.A.E.K. tarafından yayınlanan bilgilere göre, 1000 MWe gücündeki geliştirilmiş HTGR tipi bir reaktörün 30 yıllık ömrü süresince 3000 ton ThO_2 ve 680 kg. da U_3O_8 gerekecektir (5).

Bu kapasitedeki toryum devreli reaktörün çalıştırılması teknik ve ekonomik bakımdan uygun görülürse, B.A.A.E.K. tarafından 2000 yılında toplam 100.000 MWe gücünde olan HTGR tipi reaktörlerin imali projelendirilmiştir. 1973 yılında Birleşik Amerika'da nükleer amaçlar için 30 ton ThO_2 konsantresi kullanıldığı açıklanmıştır (5).

Dünyada ve Ülkemizdeki Uranyum, Toryum Rezervleri

Bugün için dünyanın en büyük uranyum rezervlerinin Birleşik Amerika, Güney Afrika ve Kanada ile Avusturalya'da bulunduğu kabul edilmektedir (Tablo 1). Birleşik Amerika'da bu gün için ekonomik sınır olarak, üretim maliyeti 8 Dolar/libre olan 250.000 ton U_3O_8 rezervi var olmakla beraber, üretim maliyeti en çok 30 Dolar/libre olan 635.000 ton da U_3O_8 rezervi vardır. Bununla beraber uranyum rezervlerinin tonajları, üretim maliyetlerine göre kategorilere ayrılmakta ve değerlendirilmektedir. Fakat bu tonajlar ile değerlendirmeler, nükleer güç reaktörlerinin gelişmekte olan teknolojisine ve pazarlamasına bağlı olarak da zamanla değişmektedir. Örneğin Birleşik Amerika Atomik Enerji Komisyonu tarafından bu konu ile ilgili olarak 1 Ocak 1974 tarihinde yayınlanan bilgiler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Birleşik Amerika'nın plânlanan uranyum talebi programına göre, 1990 yılında toplam 508.000 MWe gücünde olan nükleer güç reaktörleri devreye girecektir ki bu nükleer güç reaktörlerinin bu süre içindeki U_3O_8 konsantresi talebi de 878.000 tona ulaşacaktır. Halbuki 1990 yılında Birleşik Amerika'nın kesinleşmiş konsantre uranyum rezervlerinin 998.000 tona ineceği hesaplanmıştır (5).

Birleşik Amerika'daki uranyum rezervleri çoğunlukla 90 tondan az U_3O_8 konsantresi içermektedirler. Ortalama büyüklükteki bir uranyum rezervinde de 335 ton U_3O_8 konsantresi bulunmaktadır. Birleşik Amerika'daki en büyük uranyum rezervlerinin % 10'u bütün potansiyel rezervin % 80'ini kapsamaktadır. Bu rezervlerin % 54'ü yeryüzünden 150 m derinlikten daha az bir derinlikte bulunmaktadırlar. Uranyum rezervlerindeki cevher damarlarının % 63'ü de 3 m. den daha az kalınlıkta olmaktadır. Birleşik Amerika'daki uranyum rezervlerinin % 98'i kumtaşı tortul kütleleri içinde oluşmuştur. Jeolojik olarak bu rezervlerin % 65 oranındaki çoğunluğu Jura yaşlı (165 milyon yıl) ve Tersiyer yaşlı (60 milyon yıl) olmaktadırlar. Birleşik Amerika'daki uranyum rezervlerinin % 90.42'si Batı eyaletlerinde bulunmaktadır ve bu eyaletlerde sırasıyla New Mexico (toplam U_3O_8 rezervinin % 49.50'si), Wyoming (% 35.03), Colorado (% 3.05) ve Utah'tadır (% .84) (3, 5, 6).

Birleşik Amerika'da bu gün için işletilen uranyum rezervlerinde en düşük üretim sınırı % 0,21 U_3O_8 konsantresi olmakla beraber, bazı uranyum rezervleri bu sınırın altında da çalışabilmektedir. Birleşik Amerika'da 1974 yılında çalışan uranyum rezervlerinin % 85'ten fazlasının üretim maliyetleri 8 Dolar/libre olmuştur. Birleşik Amerika'daki uranyum rezervlerinden 1973 yılında toplam 12.230 ton U_3O_8 konsantresinin üretildiği bildirilmiştir (7).

Birleşik Amerika'da 1974 yılı içinde işletilen 700'den fazla uranyum rezervi bulunmakla beraber, bu rezervlerden üretilen tüvenan uranyum cevherlerini konsantre eden 16 tane de cevher öğütme ve konsantrasyon tesisi vardır. Bu tesislerin günlük kapasiteleri 408 ton ile 6350 ton arasındadır ve ortalama tesis kapasiteleri de 725 ton ile 1100 ton arasındadır. 1971 yılında Birleşik Amerika'daki uranyum madenlerinin % 52'si açık işletme ve % 48'i de yeraltı işletmesi olarak üretim yaparken 1972 yılında ise % 58'i açık işletme ve % 42'si de yeraltı işletmesi olarak üretim yapmaya başlamışlardır (7).

Dünyanın ikinci en büyük uranyum rezervleri Güney Afrika ile Güney Batı Afrika'da bulunmaktadır. Güney Afrika ile Güney Batı Afrika'da üretim maliyeti 10 Dolar/libre değerinde olan toplam 272.000 ton U_3O_8 rezervleri olduğu kabul edilmektedir. Güney Afrika Atomik Enerji Kurumu (SAAEB) tarafından 1975 yılının başlarında yayınlanan bilgilere göre, Güney Afrika'da üretim maliyeti 10 Dolar/libreden az olan 183.250 ton U_3O_8 rezervi vardır. Güney Afrika'nın bütün uranyum üretimi, altın madenlerinden yan ürün olarak elde edilmektedir. 1973 yılında altın madenlerinden üretilen 12.828.000 ton tüvenan ve kompleks cevherden 3 093.982 Kg. U_3O_8 elde edilmiştir. 1974 yılının ilk yarısında da 7.130.000 ton tüvenan ve kompleks

cevherden 1.544.375 Kg. U_3O_8 elde edilmiştir (8). Güney Afrika'daki Nuclear Fuels Corp. şirketinin Johannesburg şehri yakınında, yıllık kapasitesi 5500 ton olan uranyum cevheri öğütme ve konsantrasyon tesisi vardır. Bu tesisten halen yılda 2750 ton U_3O_8 konsantresi elde edilmektedir (8).

Son yıllarda özellikle Avusturalya, Kanada ve Güney Amerika ile Afrika'da yeni uranyum rezervleri bulunmuştur. Örneğin Avusturalya'nın kuzeyindeki Jubiluka bölgesinde yaklaşık olarak 10.2 milyon ton % 0.45 U_3O_8 içeren büyük bir uranyum rezervi bulunmuştur. Yapılan etüdlere göre bu uranyum rezervinden 45.900 ton U_3O_8 konsantresi üretilebilecektir (10).

Ülkemizde de Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü tarafından radyoaktif mineral aramaları adı altında 1956 yılından beri uranyum ve toryum gibi minerallerin aranması yapılmaktadır. M.T.A. Enstitüsü tarafından Manisa ilinin Salihli-Köprübaşı bölgesinde yapılan aramalar sonucunda, farklı iki tip uranyum cevheri rezervi saptanmıştır. Kasar tipi ve Taşharman tipi uranyum cevheri olarak iki sınıfa ayrılan uranyum cevherleri, ortalama % 0.045 oranında U_3O_8 ihtiva etmektedirler. Bu tenörde toplam 1819 ton U_3O_8 saptanmış ayrıca % 0.020 oranında da U_3O_8 içeren toplam 560 ton rezerv saptanmıştır. Böylece bütün bölgede toplam ortalama % 0,039 tenörlü 2379 ton U_3O_8 rezervi bulunmaktadır. Kasar tipi uranyum mineralleri başlıca otunit ve metaotunit mineralleri olup tortul tabakaları içinde çatlak ve çakıllara sıvanmış olarak bulunmaktadırlar.

M.T.A. Enstitüsünün laboratuvarları ile pilot tesislerinde yapılan deneylere göre, uranyum cevherleri konsantrasyona çok elverişli olup maliyeti 9-10 Dolar/lb civarında olmaktadır. Taşharman tipi uranyum mineralleri ikincil uranyum mineralleri olup detritik tortul seriler içinde dissemine olarak bulunmaktadırlar. M.T.A. Enstitüsünce yapılan deneylere göre, uranyum cevherinin fosfatlı olması nedeniyle uranyumun ayrılmasında bazı güçlüklerle karşılaşıldığı halde, teknolojik deneylere devam edilmekte ve oldukça iyi sonuçlar alınmaktadır.

M.T.A. Enstitüsü tarafından en son yayınlanan bilgilere göre, Köprübaşı Uranyum Pilot Tesisinin montajı 1974 yılının Nisan ayında bitirilmiş ve 1975 yılının Ocak ayında da ilk sarı pasta konsantresi üretilmiştir. Bu tesisten üretilen sarı pastanın kimyasal bileşiminin magnezyum diuranat ($Mg\ U_2O_7$) olduğu bildirilmiştir. Bu tesiste ilk olarak Kasar bölgesine ait 100 ton kadar cevherin konsantre edileceği ve bu ilk çalışmalar sonucunda da toplam 50 Kg. kadar sarı pasta elde edileceği açıklanmıştır.

Uşak ilinin Güre bölgesinde Fakılı köyü civarında Neojen yaşlı (30 milyon yıl) tortul serileri içinde % 0.040 tenörlü 250 ton U_3O_8 rezervi tesbit edilmiştir. Bu bölgeden alınan numunelerin konsantrasyon deneylerinin olumlu sonuçlar vermesi nedeniyle bu bölgede de bir pilot tesis kurularak rezervin değerlendirilmesine çalışlacaktır. Ayrıca Ayvacık içinde de ortalama % 0.80 tenörlü 250 ton U_3O_8 rezervi saptanmıştır.

Giresun ilinin Şebinkarahisar ilçesinde de detritik Eosen yaşlı (50 milyon yıl) tortul serileri içinde ortalama % 0.045 tenörlü 300 ton U_3O_8 rezervi saptanmıştır.

Yukarıda adı geçen uranyum rezervleri bölgelerinde ortalama % 0,12 tenörlü toplam 3179 ton U_3O_8 potansiyel rezervi bulunmaktadır (11).

Ülkemizde en son olarak Mazıdağı bölgesinde, Mazıdağı fosfat yataklarında da büyük bir uranyum potansiyel rezervinin bulunduğu bildirilmiştir. Mazıdağı fosfat yataklarında Taşıt fosfat yatağı ile Batı - Kasrık fosfat yatağından bu gün için ekonomik sınırda olmayan fakat oldukça büyük tonajlarda U_3O_8 rezervlerinin bulunduğu tesbit edilmiştir.

M.T.A. Enstitüsünün laboratuvarlarında yapılan etüdler Batı — Kasrık fosfat cevherlerindeki uranyumun, fosforik asit üretimi sırasında yan ürün olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir. Optimum koşullarda elde edilen fosforik asit çözeltisindeki uranyum, organik çözündürme ile ayrılarak sarı pasta halinde çöktürülmüştür.

Çörtlü kalkerler içindeki Taşıt yatağının çeşitli katmanlarından alınan ve P_2O_5 tenörleri % 7 - 18 arasında değişen örnekler 20 - 60 ppm oranları arasında U_3O_8 içermekle beraber, ortalama olarakta hazırlanan % 12.9 tenörlü örneklerin ise 40 ppm oranında U_3O_8 içerdiği saptanmıştır.

M.T.A. Enstitüsü tarafından saptanan fosfat rezervlerine göre, Taşıt fosfat yatağında 5640 ton U_3O_8 görünür rezervi ve 4140 tonda mümkün ve muhtemel rezervi olmak üzere toplam 9780 ton U_3O_8 rezervi bulunabileceği hesaplanmıştır.

Batı - Kasrık yatağının çeşitli katmanlarından alınan % 10 - 31,5 tenörleri arasında P_2O_5 içeren örnekler üzerinde yapılan uranyum analizlerinin, bu nümunelerin 30 - 100 ppm oranları arasında U_3O_8 ihtiva ettiklerini göstermiş, ortalama olarak harmanlanan ve % 22,5 tenörlü P_2O_5 ihtiva eden örneğin de 60 ppm oranında U_3O_8 içerdiği saptanmıştır.

Batı - Kasrık yatağının kesin fosfat rezervi henüz bilinmemekle beraber, çeşitli kaynaklardan elde edilen bilgilere dayanılarak yapılan hesaplara göre, bu yatakta 4800 ton U_3O_8 görünür rezervi ve 5800 tonda mümkün ve muhtemel U_3O_8 rezervi olmak üzere toplam 10.600 ton civarında U_3O_8 rezervinin bulunabileceğini anlaşılmaktadır.

Taşıt fosfat yatağı ile Batı - Kasrık fosfat yatağın da görünür, mümkün ve muhtemel olmak üzere toplam 20.380 ton U_3O_8 potansiyel rezervinin olabileceği bu gün için kabul edilmektedir. (12).

Toryum (Th) radyoaktif elementinin en önemli doğal kaynağı monazit (Ce, La, Th) PO_4) mineralidir. Monazit minerali çoğunlukla deniz kenarındaki geniş sahil kumlarında ve az miktarda da nehir ve göl kumlarında manyetit, titanyum ve zirkonyum gibi nadir mineraller ile beraber bulunmaktadır Batı bloku ülkelerinde toplam 453.000 ton ThO_2 görünür rezervi olduğu bilinmekte, toplam 907.200 ton da muhtemel bir rezervin olduğuda kabul edilmektedir. Bu rezervlerin büyük bir kısmı, Hindistan ile Avustralya ve Brezilya'daki geniş deniz sahili monazitli plaser kumlarında bulunmaktadır (18).

Ülkemizde de Karadeniz sahilinde Ünye'nin batısından başlayıp Yeşilırmak deltasına kadar devam eden ve 50 Km. uzunluğundaki Çarşamba ovasının sahil kısmını da içine alan geniş manyetitli, titanlı sahil plaser kumları vardır. Bu bölgede yalnız manyetit tenörün % 10 civarında olan, görünür ve muhtemel rezev olarak 700 milyon ton manyetitli sahil plaser kumları vardır. Bu kumlardan elde edilen manyetit konsantrelerinin kimyasal analizlerinde ortalama % 58 Fe, % 6 TiO , % 0.7 Cr ve % 0.04 V saptanmıştır. (13).

M.T.A. Enstitüsü son yıllarda bu sahil kumları içindeki demir mineralleri ile ilgilenmeye başlamıştır. Genellikle mayetit (F_3O_4) minerali bulunan bu kumlarda ayrıca rutil (TiO_2) ve ilmenit ($Fe TiO_3$) gibi titan minerallerinin bulunduğu bildirilmekle beraber zirkon ($Zr SiO_4$) ve monazit mineralleriinin bulunmadığı bildirilmektedir. Bununla beraber İstanbul'un sahil kasabası Şile'de Uludere bölgesindeki kumlar içinde manyetit ve ilmenit ile beraber zirkon mineralininde olduğu, fakat bu bölgede ekonomik bir sahil plaser kumları rezervinin olmadığı da bilinmektedir. Bu kumlardan alınan örneklerin konsantre edilmesiyle % 23.4 manyetit, % 32.65 ilmenit % 18,72 zirkon elde edilmiş bu kumlarda da monazit mineralinin varlığından bahsedilmemiştir. Oysa, Batı Avustralya'daki sahil kumlarından 1969 yılında 99.070 ton ilmenit, 16.000 ton zirkon, 1130 ton da monazit elde edilmiştir. Avustralya'daki sahil kumlarını işleyen madencilik şirketleri bu kumlar içindeki manyetit minerali ile hiç bir şekilde ilgilenmemektedirler (14, 15, 16).

Ülkemizde primer toryum rezervi olarak, Eskişehir ilinin Sivrihisar ve Beylikahır ilçeleri civarında breşlere bağlı olarak ortalama tenörü % 0.18 olan 4500 ton ThO_2 rezervi tespit edilmiştir. Bu toryum yatağının jeolojik imkânları çok geniş görüldüğünden, bu rezervin yapılması düşünülen sondajlarla daha da artması beklenmektedir (11).

Dünya Uranyum ve Toryum Üretimi ve Tüketimi

Dünya uranyum pazarlarındaki uranyum talebinde bu gün için % 0.2 U - 235 analizi temel olarak kabul edilmektedir. Fakat bu temel analiz miktarı, ortalama beş senede bir değişmektedir. Dünya uranyum üretimi bu gün için her ne kadar bu temel analize bağlı olmaktaysa da, uranyum fiyatları genellikle uranyum madenciliği ile tesislerine yapılan yatırımlar ile bu yatırımların sürelerine bağlı olarak da artmaktadır. Batı Bloku ülkelerinin 1971 - 2000 yılları arasındaki U_3O_8 talebinin toplam 2.27 - 3.63 milyon ton arasında olacağı tahmin olunmaktadır.

Halbuki bu gün için bilinen U_3O_8 rezervleri ancak 1.15 milyon ton civarındadır. Uranyum madenciliği endüstrisinde ancak sekiz yıllık uranyum rezervi tonajlarına göre projeler hazırlanıp yatırımlar yapılmaktadır. Bu sebeple 1992 - 2000 yılları arasındaki uranyum rezervlerinin 1.18 milyon ton ile 2.54 milyon ton arasında olması gerekmektedir. Bununla birlikte Hızlı Üretken Reaktörlerde (FBR) nükleer yakıt reaksiyonları ile tüketilen plutonyumdan fazla plutonyum üretilmektedir. Bu şekilde kullanılan her bir 3 ton nükleer yakıta karşılık, hızlı üretken reaktörlerde 4 ton yeni bir nükleer yakıt üretilmiş olmaktadır. FBR tipi reaktörlerin imâl edilmesi ile, Birleşik Amerika'nın 25 yıllık uranyum rezervlerinin 1000 yıldan fazla bir süre için yeterli olacağı anlaşılmaktadır (7, 9, 15).

Birleşik Amerika'da 1971 yılında 11.612 ton U_3O_8 konsantresi üretilmiştir ve bu üretimin 9342 tonu ticari amaçlarla satılmış, Atomik Enerji Komisyonu tarafından da askeri amaçlarla 2270 ton, U_3O_8 konsantresi satın alınmıştır. Ayrıca, 1725 ton U_3O_8 konsantresi de dış ülkelere satılmış bulunmaktadır. Birleşik Amerika'da 1971 yılında yapılan U_3O_8 satış anlaşmaları ancak 1974 yılına kadar geçerli olmuştur (17).

Dünyada bu gün için en çok uranyum tüketen ikinci ülke de Japonya'dır ve Japonya'nın 1975 yılındaki uranyum talebinin 13.610 tona yükseleceği kabul edilmekle beraber, bu talebin 1985 yılında da 90.720 tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Japonya'daki uranyum alıcısı şirketlerin yıllık U_3O_8 siparişleri sürekli olarak 27.000 tondan fazla olmaktadır. 1973 yılında Birleşik Amerika'daki Denison şirketi, Japonya'daki Tokyo Electric şirketine 18.150 ton U_3O_8 konsantresi satınca, Birleşik Amerika'daki U_3O_8 fiyatlarıda birden yükselmiştir. Uranyum pazarlarındaki genel bir kanaate göre 1975 yılındaki uranyum talebi çok artacağı gibi, uranyum fiyatları da oldukça yükselecektir. Bu günkü durumda BAAEK tarafından 1 Kg. U_3O_8 konsantresisinin satış değeri 39 Dolar (yaklaşık olarak 546,— TL.) olarak tesbit edilmiş olmakla beraber, bu satış değerinin kısa bir zamanda yükselmesi de beklenmektedir (18, 19).

Avrupadaki nükleer güç reaktörleri için Euratom Supply Agency tarafından 1972 yılında 8625 ton U_3O_8 konsantresi satın alınmıştır. Bu U_3O_8 konsantresinin 4180 tonu Güney Afrika'dan, 1146 tonu Kanada'dan ve 2578 tonu Fransa ile sömürgelerinden, 26 tonu Belçika'dan ve 695 tonuda çeşitli ülkelerden ithal edilmiştir (19).

Fransa'nın 1972 yılındaki yerli U_3O_8 konsantresi üretimi 1526 ton olmasına karşılık Afrika'daki Gabon dominyonundaki uranyum madeninden de 472 ton U_3O_8 konsantresi üretilmiştir. Fransız madencilik şirketlerinin hakim oldukları Niger'deki Arlit uranyum madeninin ilk U_3O_8 üretimi Fransa'ya gönderilmiştir. Arlit madeninin uranyum rezervi 23.600 U_3O_8 olup, bu madenden 1971 yılında 907 ton U_3O_8 konsantresi üretilmiş, 1974 yılındaki üretimde 1814 tona çıkarılmış bulunmaktadır. Fransa hükümeti 1971 yılında ilk olarak elindeki U_3O_8 konsanresini zenginleştirmek için Sovyetler Birliği'ne gönderilmiştir. Bu şekilde Fransa, Birleşik Amerika'nın Avrupa'daki uranyum zenginleştirme tekelini ilk bozan ülke olmuştur (19).

Uranyum zenginleştirme tesisleri, doğada % 0.7 oranında bulunan U - 235 izotopunu % 3 oranına çıkarmaktadır. Birleşik Amerika'da 1973 yılında herbirinin yıllık kapasiteleri 8750 ton olan, yeni altı uranyum zenginleştirme tesisinin kurulması planlanmıştır (3).

Güney Afrika'da, uranyum zenginleştirme endüstrisinde ileri durumda olan devletlerle işbirliği yapılraak büyük uranyum zenginleştirme tesislerinin kurulması için büyük çopta bir fizibilite çalışması yapılmaktadır. Bu fizibilite çalışmalarının 1975 yılı sonunda bitirilebileceği bildirilmiştir (8).

Dünya uranyum zenginleştirme endystrisinde 1973 yılında önemli bir haber yayınlanmıştır. Bu habere göre Birleşik Amerika Atomik enerji Komisyonu tarafından, 1973 yılından sonra yabancı kaynaklı U_3O_8 konsantrelerinin Birleşik Amerika'da zenginleştirilip ülkelerindeki nükleer reaktörlerle kullanılmasına ambargo konulması için bir karar alınmıştır. Bu ambargonun 1978 yılına kadar devam edeceği bildirilmekle beraber, ambargonun iki sene sonra da kaldırılabileceği kabul edilmektedir. Çünki BAAEK tarafından yapılan nükleer enerji plğnlamasına göre, 1979 yılında plutonyum devreli termal nükleer Birleşik Amerika'nın nükleer reaktörlerinin % 75'i olacağı gibi, diğer ülkelerdeki nükleer reaktörlerinde % 50'si plutonyum devreli reaktör olacaktır. Birleşik Amerika'da plğnlanan plutonyum devreli nükleer reaktörler 1974 yılı başlarında çalışmaya başlamışlardır (7,9).

Gelişmekte olan nükleer teknolojide, diğer bir nükleer yakıt kaynağı olarak toryum da önemli bir yakıt kaynağı olmak üzeredir. Toryum rezervleri mevcut uranyum rezervlerinin potansiyelinin artmasını sağlamakla beraber, Yüksek Sıcaklık Gaz Soğutmalı reaktörlerde de (HTGCR) nükleer yakıt olarak % 10 oranından daha fazla bir ısı verimi de sağlamaktadırlar. 1973 yılında bütün dünyada toplam 13.980 ton ThO_2 konsantresi üretilmiştir (18). Bu üretim sırasıyla Avustralya (5500 ton), Hindistan (4200 ton), Brezilya (2300 ton), Malaysia 1800 ton) ve Tayland (180 ton) tarafından yapılmıştır.

Kanada'daki büyük uranyum rezervleri içinde toryum bulunmakla beraber, Kanada'daki madencilik şirketler 1973 yılında toryum üretmemişlerdir. Hindistan, monazit mineralinin her türlü işlemlerini kontrol altında tutmaya başlamıştır. Brezilya'da, elinde bulunan CNEM devlet örgütü ile bütün monazit üretimini ve ihracatını kontrol altında bulundurmaktadır.

Birleşik Amerika'daki sahil kum plaser minerallerini işleyen madencilik firmaları tarafından da az miktarda monazit üretilmektedir. Verilen bilgilere göre, Birleşik Amerika'da üretilen monazit minerali konsantreleri ortalama % 4 oranında ThO_2 içermektedir. Birleşik Amerika tarafından 1973 yılında Malaysia'dan 45.020 Dolar (yaklaşık olarak 530.280.— TL.) değerinde 7175 Kg. toryum konsantresi ithal edilmiştir. 1973 yılı sonunda Birleşik Amerika'nın ulusal stokları ile diğer endüstriyel stoklarında toplam 476.3 Kg. metal toryum ve 172.370 Kg. da çeşitli toryum bileşikleri stokları vardır. Birleşik Amerika'da 1973 yılında ticari amaçlarla 135 ton ThO_2 tüketilmiştir. Bu toryum tüketiminin 27 tonu nükleer yakıt olarak, 63,5 tonu bütan gazı ve petrol lambaları fitili (GLM) imalinde, 18,1 tonu uzay araçları ile uçakları için özel alaşımların imalinde, 23,5 tonu refraktör imalinde, 3.9 tonu da diğer kullanma alanlarında tüketilmiştir (18).

Ülkemizde de TEK Nükleer Enerji Dairesi tarafından 1980 ile 2010 yılları arasında uygulanmak üzere uzun vadeli nükleer enerji üretimi seçenekleri hazırlanmakta ve optimum olacak seçeneğin tesbiti için de çalışmalar yapılmaktadır. Bu seçeneklere göre alışılagelmiş enerji tesisleri ile beraber hafif Su Reaktörlerin (LWR), Ağır Su Reaktörünün (HWR) Yüksek Sıcaklık Gaz Soğutmalı Reaktörlerin (HTGCR) ve Hızlı Üretken Reaktörlerin (FBR) devreye girmeleri ayrı ayrı incelenmektedir. (20). Ülkemizin 30 yıllık nükleer enerji proğramında yer alacak olan Hafif Su Reaktörleri alternatifinin, Ağır Su Reaktörleri alternatifine göre toplam U_3O_8 tüketimi daha çok olacaktır. Örneğin LWR+alışılmış sistemi seçeneğinin toplam U_3O_8 tüketimi 8200 ton olmasına karşılık, HWR+alışılmış sistem seçeneğinin toplam U_3O_8 tüketimi 8200 ton olmasına karşılık, HWR+alışılmış sistem seçeneğinin U_3O_8 tüketimi 5400 ton olacaktır.

Bu seçeneklerde yer alacak olan Yüksek Sıcaklık Gaz Soğutmalı reaktörlerde de U_3O_8 konsantresi ile

birlikte ThO_2 konsantresi de kullanılacaktır. LWR+ HTGCR+ alışılmış sistem seçeneklerinin herbirinin 30 yıllık U_3O_8 tüketimi de sırasıyla 4200 ton ve 3800 ton olacaktır. (20).

TABLO — 1

DÜNYA URANYUM REZERVLERİ VE ÜRETİM KAPASİTELERİ

OECD/IAPA Ülkeleri

Ağustos 1973 (18)

Ülkeler	10 Dolar/Lb. U_3O Rezervleri (Ton)	Yıllık Üretim Kapasiteleri (Ton)			
		Gerçekleşen	Tahmin	1975 Yılı için Planlanan	1978 Yılı Hedefi
Avustralya	227.000	—	—	—	4.536
Kanada	220.000	4.350	5.450	7.700	13.000
Fransa ve dominyonları	115.000	2.900	3.700	4.560	5.543
Güney Afrika	240.000	3.100	4.900	4.530	5.443
A. B. D.	306.000	12.000	17.000	17.250	30.000
Diğerleri	42.000	529	522	1.330	1.900
Toplam	1.150.000	22.879	31.572	35.370	60.422

TABLO — 2

BİRLEŞİK AMERİKA'NIN URANYUM REZERVLERİ

Birleşik Amerika Atomik Enerji Komisyonu — 1 Ocak 1974) (5).

Üretim Maliyeti 1 Lb. (453.6 Gr.) U_3O_8 (1)	Rezervler (Ton) Kesinleşmiş	Muhtemel toplam Rezervler (Potansiyel Rezervler) (Ton)	Toplam (Ton)
8 Dolar (veya daha az)	250.000	408.000	658.000
10 Dolar (veya daha az)	390.000 (2)	635.000	1.025.000
15 Dolar (veya daha az)	476.000 (2)	907.000	1.383.000
30 Dolar (veya daha az)	635.000 (2)	1.542.000	2.177.000

(1) Bu üretim maliyeti ileriye dönük maliyet olup bu maliyette ilk tesis amortisman ile ödenen faizler ve gelir vergileri dahil edilmemiştir. Ve ayrıca yatırımın kâra geçiş noktası ile ilgili herhangi bir karşılık ta öngörülmemiştir.

Bu maliyet ayni sürede pazarlama maliyeti de değildir.

(2) Bu rezervlerin 82.000 tonluk U_3O_8 potansiyel rezervi, fosfat ve bakır rezrevlerinden ürün olarak üretilen ve üretim maliyeti 10 Dolar/lb veya daha az olan U_3O_8 rezervleridir.

Tablodaki rezerv tonajları da toplam U_3O_8 tonajlarıdır.

KAYNAKLAR

1 — E. Göksu «Uranyum nedir ve nasıl aranır» MTA yayını No.101 S. 1 — 10

2 — «Uranium : Rosing moves ahead, and plans are made for enrichment» Engineering And Mining Journal, November 1972., Vol. 174, Num. 7. p. 188.

3 — E. Gordon «Uranium - Plant expansion should start now to meet projected demand in 1975» Engineering And Mining Journal, March 1973, Vol. 174, Num. 3. p. 125.

4 — «Nükleer santralların yakıt çevrimlerinin tanıtılması ve yerli yakıt üretimi olanakları» TEK yayını, Haziran 1974, S. 1, 2, 3,

5 — «US Uranium resources fall short of projected demand» Engineering And Mining Journal, April 1974, Vol. 175, Num. 4, p. 80, p. 82.

6 — E. Guccione «Fuel shortages Trigger a New Uranium Rush in New Mexco» Mining Engineering, August 1974, Vol. 26, No. 8, p. 8, p. p. 16, p. 17.

7 — «Uranium an industry in search of a market» Engineering And Mining Janunal, January 1975, Vol. 176, Num. 1, p. 31.

9 — E. Gordon «Uranium — New development is targeted at the future nuclear generating market» Engineering And Mining Journal, March 1974, Vol. 175, Num. 3, pp. 156 - 159.

10 — «More uranium from Avustralia's Northern Territory» Mining Magazine, October 1974 p. 257.

11 — «Katı Enerji Hammaddeleri Aramaları - Radyoaktif Mineral Aramaları» 1935 - 1973 M.T.A. Özel sayı, S. 32, 33.

12 — G. Önal «Mazıdağı fosfat cevherindeki uranyumdan yararlanma olanakları» Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 4. Kongresi, 19 - 22 Şubat 1975, Ankara, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, S. 517, 519.

13 — M. Köksoy «Doğu Karadeniz plaser magnetit yatakları» Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 4. Kongresi, 19 - 22 Şubat 1975, Ankara, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, s. 435, 443.

14 — C. W. Ryan «A guide to the known minerals of Turkey» December 1957, U.S. Operation Mission to Turkey, International Cooperation Administration p. 72, 73.

15 — B. C. J. Lloyd «Nuclear Metals Uranium» 1971 Mining Annual Review, June 1971, p. 91.

16 — «Australia - World's leading mineral sand producer» Engineering And Mining Journal, November 1970, Vol. 171, No. 11, p. 159, 160.

17 — B. C. J. Lloyd «Nuclear Metals - Uranium» 1972 Mining Annual Review, June 1972, p. 90. 91.

18 — R. V. Sondermayer «Thorium - Bright future seen in market for reactor fuel» Engineering And mining Journal, March 1974, Vol. 175, Num. 3, p. 132, 133.

19 — B. C. J. Lloyd «Nuclear Metals - Uranium» 1973 Mining Annual Review, July 20, 1973, p. 89 p. 90.

20 — A. Kütükçüoğlu, S. Güntay «Comparison of different nuclear strategies in Turkey's electric power system» Turkish Electricty Authority, Nuclear Energy Division, NED - I 13, February 1975, 4, 5, 6, 11, 13, 15.

DOZE EDİCİ BAND TERAZİ SİSTEMLERİ*

Yazan
W. Löhr ve W. Pryka
Duisburg

Çeviren
A. Selçuk Paksoy
Kimya Y. Müh.

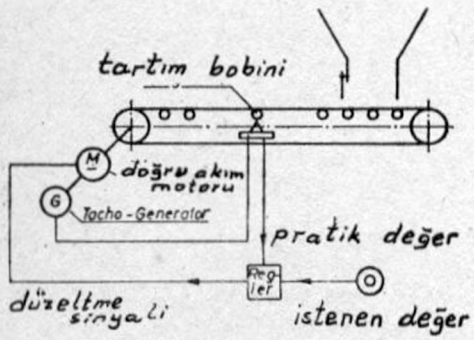
Modern proses tekniğinde bugün doze edici band terazileri teknisyenlerin artık uzak kalamıyacakları bir yardımcı aygıt haline gelmiştir.

Çeşitli endüstri dallarında çoğu prosesler çoğunlukla belli miktarda katı maddenin doze edilmelerini gerekli kılan sürekli proseslere dönüşmektedirler.

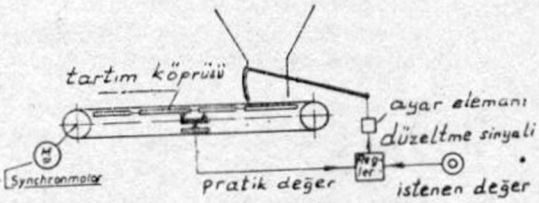
Bugünkü dünya pazarı, aygıtları öylesine büyük bir paletle sunmaktadır ki, kullanıcı için hangi aygıtın hangi amaca uygunluğuna karar vermek hiç de kolay olmamaktadır. Bu amaçla aşağıdaki makale doze edici band terazilerinin seçiminde yardımcı olma çabasını gütmektedir.

Önce, doze edici band terazilerinin temel prensibinden hareketle, bunun az veya çok dönüşümlere uğraması sonucu geliştirilmiş, esas iki ana sistemden söz etmek istiyoruz. Bu her iki sistemin de aşağıda gösterildiği şekilde yararlı ve yararsız yönleri bulunmaktadır.

Birinci sistemde sonsuz sevk bandından bir kısım tartım uzunluğu olarak alınır. Bu tartım uzunluğunu ya band altına tesbit edilmiş hareketli plakalar, ya da sabit noktalar arasında bulunan ve bandla birlikte dönen bobinler oluşturur, ve bobinlerin bulunduğu yerlerde ve band üzerinde bandı sıyırarak hareket eden yuvarlak çubuklar da birlikte kullanılır. (Resim 1 ve 2)



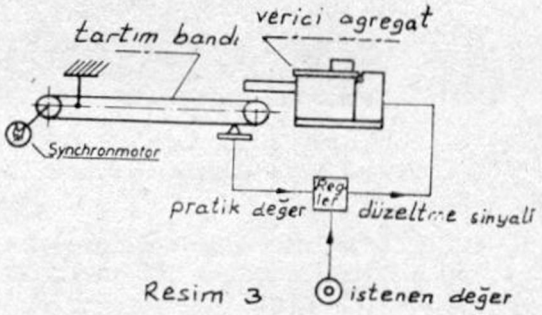
Resim 1



Resim 2

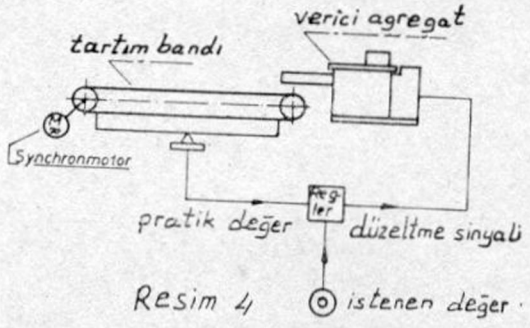
Mecmuasının 8/1974 sayısında yayınlanmıştır.

İkinci sistemde tartım düzeneği olarak sonsuz band kullanılır, ancak burada tüm band kasası ile birlikte tartılır ve çoğu kez tek taraftan bir sabit noktaya yataklanır, ve bu arada diğer taraf kendi tartım elementleri üzerinde desteklenir. (Resim 3)



Resim 3

Bundan başka komple sevk bandı, tartım organı üzerine de monte edilir, ki bunun mekanik ve ayar tekniği yönünden bazı sakıncaları vardır. (Resim 4)



Resim 4

* Bu makale «Zeitschrift Kunstoff-Rundschau» mecmuasının 8/1974 sayısında yayınlanmıştır.

Bir noktadan tesbit edilmiş olanın aksine olarak burada banda veriş noktasından çıkış noktasına kadar olan tüm hareket süresinde band tam olarak yüklenir ve tabiatıyla sevk bandı boyunca homogen bir yükleme yapabilmek ve bunu da ayarlıyabilmek güçtür.

2. Sisteme ait doze edici tesislerde doze edilecek malzemenin tartım bandına mutlaka bir yükleme agregatıyla verilmeleri gerekir.

Once 1. sistemin yararlı ve yararsız yanlarını açıklıyalım. Burada baş yarar, terazinin kapladığı toplam alana oranla, üzerinde toz birikecek çok az bir yüzeyin söz konusu olmasıdır. Toz birikimi tara-sapmalarına sebebiyet verir. Tara sapmaları ise doze edici band terazilerinde ortaya çıkan baş arızalardır, ki buna toz birikimi yanında, aparatın mekanik yapısı da sebep olabilir.

Ayrıca aygıtlar tartım sistemlerinin, banda veriş noktasının biraz arkasından başlamasından ve dolayısıyla tartım bandının aynı zamanda veriş bandı da olabilmesinden ötürü, belli şartlar altında bir yükleme agregatına gerek göstermezler.

Bu şartlar şunlardır :

Doze edilecek malzeme,

1. Topak teşkil edici özellik göstermemelidir,
2. Kum gibi akıcı özellik göstermeli ve çıkış menfezinde daima yeteri miktarda bulunmalıdır. Ayrıca bu akıcılık, örneğin siloya bağlanan boşaltma için yardımcı agregatlarla da daha iyi hale getirilebilir.

Yükleme agregatı olmadığında 2 tür kapasite ayarlaması söz konusu olur.

1. Band sürati sabit tutulur (senkron-motor ile) ve çıkış menfezine malzeme sevki elektriksel veya pnömatik olarak ayarlanır. Düzeltici (Regler) istenen değerle band yükünü karşılaştırır, sapmalarda düzeltme sinyali devreye girer ve bu sayede sürgünün yeri ve banddaki malzeme yüksekliği sapmaya uygun bir şekilde değiştirilir.

2 Malzeme sevki çıkış menfezine sabit monte edilmiş bir sürgü ile yapılır, ancak kapasite değişimi ve ayarı band hızını değiştirmekle yapılır. Band doğru akım motoru ile hareket ettirilip, bu da bir devir bildirici ile irtibatlandırılır. Dozaj kapasitesinin tayini, band yükü ile band hızının çarpımıyla yapılır. Bu iki faktörden ortaya çıkan sinyal gereken dozaj kapasitesine bağlıdır ve bu istenen değer olarak düzelticiye verilir. Düzeltme faktörü band süratidir, kısaca düzelticinin çıkış sinyali bandı çeviren doğru akım motorunu etkiler.

Bu sistemin yükleme agregatı ile birlikte kullanılması halinde ise, belli bir dozaj kapasitesine erişmek için normal şartlarda band hızı sabit tutulup, düzeltme sinyalleri ile yükleme agregatının sevk hızına tesir edilir.

Bu terazinin en kötü yanı ise yapısı nedeniyle, mekanik sistemin sıfırlanmasında daima bazı güçlüklerin ortaya çıkmasıdır. Bu güçlükler dozaj kapasitesinin küçülmesi oranında daha da fazlalaşır. Tartım platformunun, keza tartım bobinlerinin sabit noktalarla yüzde yüz paralel olmaları gerektiği göz önüne alınırsa, bu güçlüklerin nedenini tamamen doğal karşılamak lazımdır. Her küçük bir değişiklik sıfırlamanın sapması sonucunu doğurduğu gibi, herbir küçük düzensizlik, ve sevk bandındaki dalgalanma, sıfır noktasının sapmasına neden olur. Band gerginliğinin değiştirilmesinde ise bu daha da büyür.

Dozaj kapasitesinin küçülmesi oranında bu hata daha büyür ve bu nedenle saatte 1 tondan düşük dozajlar için mekanik yapısı aşağıda konu olacak 2 sistemdeki teraziler kullanılmalıdırlar.

2 Sistemin yapısındaki esas özellikler :

Tüm sevk bandı, band kasası, band sevk motoru, karşı ağırlıklar vs. tara olarak birlikte tartılırlar. Bunun yararı, band gerginliğindeki farklar veya yapı nedeniyle sürtünme dirençlerinin ortaya çıkaracağı dönme momenti sapmalarının hiçbir şekilde tartımı etkileyememeleridir.

Bunlar küçük kapasiteli dozajlarda büyük rol oynarlar ve bu nedenle 1 ton/saat dan daha düşük olan alanlarda genellikle bu sistem kullanılır.

Keza 100 kg/saat dozaj kapasitesinde yaklaşık olarak 500 g. malzemenin tartım bandı üzerine kaldığı ve 5 g malzemenin genellikle verilen % 1 lik tolerans sınırına ulaştığı gözönüne alınırsa, 1. sistemin bu amaca uygun olmadığı sonucuna varılır. 2. sistemin esas dezavantajlı yanı ise, her toz birikiminin band ve band kasasında sıfır ayarını saptırmasıdır. Ancak band iç ve dış sıyırıcıları, ayrıca her silindirdeki sıyırıcılar ve iyi bir toz maskelemesi ile az bir tozlanma yüzeyine olanak veren uygun bir band yapısı sayesinde etkili bir şekilde bu dezavantajın önüne geçilebilir.

Her durumda 2. sistemin problemlerini çözmek ve yok etmek, 1. sistemin problemlerini çözmekten (küçük kapasiteli dozajlar için) çok daha kolaydır. Bu teraziler hakkında karar verilmesinde bütün sistemler için yürürlükte olan birkaç noktanın belirtilmesinde büyük yarar vardır. Yapısı kusursuz, servis ve bakıma çok yatkın, işletme şartlarına uygun olmalıdır. Kusursuzdan anlaşılan, aparat sağlam ve kolay kullanılabilir olmalıdır. Servis ve bakıma yatkın olması, işletme personelinin kısa bir alışma süresinden sonra tamirleri bizzat kendilerinin yapabilmeleridir. Şartlara uyması ise, örneğin boyalı pigmentlerin dozajlarında, bir renkden diğerine geçişte doze etme terazisi kolayca temizlenebilmelidir.

Ayrıca kesinlikle dikkat edilmesi gereken bir nokta da, bandın kaymasına karşı alınacak önlemlerdir. Bunu haber veren sınır-tuşları iyi olmakla birlikte sıfırlamayı yapacak bir bakım personeline ihtiyaç gösterir. En iyisi bir band kaymasında kendiliğinden sıfırlama yapan sevk donanımlarını en baştan sisteme eklemektir.

Üretim sırasında ayarlanması için gerektiğinde hemen bulunamıyacak olan bir uzmanı gerektirecek bir duyarlı doze edici aygıt, hiçbir işletmeye yarar sağlamıyacaktır. Eldeki hizmet elemanları gerekli kontrolları bizzat yapabilmelidirler.

Yönetim ve Kontrol :

Bir doze edici terazinin yönetim ve kontrolunda en önemli kısım tartım elemanıdır ve bu kendisine bağlı elektronikle günümüzün verdiği olanaklarla her türlü koşulu yerine getirir.

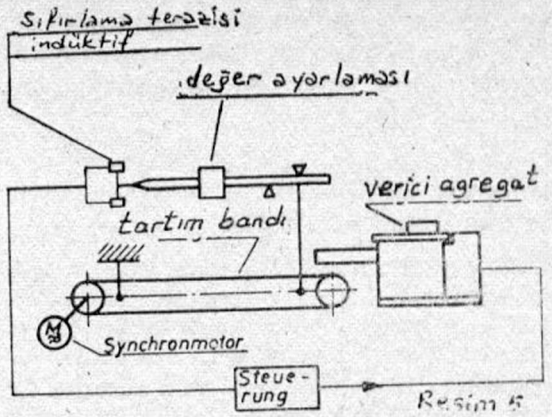
En önemli kriterler; istenen değerin, sıfırlamanın ve ayar değerinin kararlılıklarıdır. En çok 10 dakikalık bir çalışma zamanından sonra bu üç değer kararlı olmalı ve artık değişmemelidir. Kararlı zamana geçiş ne kadar erken olursa o kadar iyidir. Bu veriler soğuk durumda devreye alınmada yürürlükte olup, gösterici aygıtların, örneğin 0,5 % ve daha düşük değerdeki değişiklikleri saptıyamadıkları nedeniyle, her ölçüm esas olarak bir digital ölçüm aygıtıyla yapılır.

Sapmaların mekanik veya elektronik kısımda olup olmadığını hatasız olarak saptıyabilmek için bu ölçümlerde tartım bandının hareket motoru durdurulmalıdır. Dozaj kapasiteleri band hızıyla ayarlanan doze edici terazilerde ise ölçüm için devir sinyalinin elde bulunması nedeniyle band motorunu ayırmak gerekir.

Elektroniğin kararlı duruma getirilmesinden sonra, değişmeli bir şekilde tartım düzeneğinin yüklenmesi ve boşaltılmasıyla mekanik sistemde bir değişikliğin olup olmadığı saptanır. Band motoru bütün bu denemeler sırasında devre dışı kalmalıdır. Önce terazi çok yüklenmelidir (sıfır noktasından olabildiğince (+)'ya yönelmelidir) ve serbest bırakıldıktan sonra göstergenin eski yerine gidip gitmediği izlenir. Sonra tartım düzeneğinin yukarı kaldırılmasıyla sistem hafifletilir (sıfır noktasından olabildiğince (—)'ye yönelmelidir) ve serbest bırakılarak önceki değere gelip gelmediği gözlenir. Minimum bir band yükselmesinin değişimi hiçbir zaman 0,1 - 0,2 % yi geçmemelidir. Bu fırsatla gerilim kararlılığının da ne derece iyi olduğu tayin edilebilir. Voltajdaki ∓ 10 % luk değişimler tartım elektroniğinin çıkış değerlerinde ve istenen değerlerde bir fark ortaya çıkarmamalıdır.

Bir doze edici band terazisinin ne derece doğru çalıştığı geniş ölçüde tartım vericisine bağlı olup, bundan örnek alınmasıyla tayin edilir.

Tartım vericisi olarak, ya çeşitli türlerden ölçü kutuları, ya da sıfırlama terazisi kullanılır ki bunlarda çeşitli ölçüm sistemleri bulunur. Örneğin, diferans transformatörü, sınır değeri şalteri olarak, ya indüktif temas donanımı veya büyük birimler için mekanik şalter donanımları. (Resim 5)



Resim 5

Sıfırlama terazi sistemleri yapıları açısından sağlamdırlar ve sisteme herhangi bir ziyan vermeksizin, kıyasla aşırı yüklenebilirler. Tartım kutularıyla donatılmış terazilerde ise durum farklıdır. Kıyasla küçük kapasiteler için kullanılacak aygıtlar özellikle hassastırlar. İşletme aygıtından beklenen sağlamlığın bulunmasına mutlaka dikkat edilmelidir. Örneğin kuvvetli bir çarpma bir tamir işlemine sebep olmamalıdır. Sıfırlama terazisine karşılık tartım kutuları ile donatılmış doze edici terazinin yararlı yanı, bandın ağırlık birimlerince yüklenmiş olması ve dolayısıyla o andaki kapasite değerinin her an göstergede okunarak kaydedilmesi veya kendinden sonra devreye konmuş olan tesis için sevk elemanı olarak kullanılma olanağının bulunmasıdır.

Buna karşılık sıfırlama terazilerinde ise mekanik olarak ortaya konan ağırlıkla band yüklenir ve sıfır noktasından sapmalar (= istenen değer) devreye konmuş olan ayar sistemi ile giderilir. Belirli bir alan içinde çeşitli donanımlardaki sıfırlama terazilerinin sapmaları ağırlıkça yok edilebilir, ancak bu alanda kıyasla küçük olan bir duyarlık gereklidir. Bu alanı büyütmek amacıyla bir diferans transformatörü (yay ile donatılmış) tartım kutuları yerine kullanılabilir.

Ayrıca burada işlem alanında yay uzunluğu/ağırlığı oranını kesin olarak lineer olması gerekir ve sıcaklık sapmaları bu büyüklükler üzerine en küçük bir etkide bulunmamalıdır. Buradaki sakıncayı yay uzunluğu ortaya çıkarır.

Bu ne kadar büyük olursa hata kaynakları da o kadar fazla olur.

Kompenzasyon prensibi ile çalışan tartım sistemleri hareket büyüklüklerinin sebep olacağı hata kaynaklarını baştan ortadan kaldırırlar.

Bir doze edici band terazisinin uzun bir zaman aralığındaki güvenilebilirliği, yalnız işletme şartlarındaki deneylerle ve işletmedeki uzun bir süre çalışması sonucunda tayin edilebilir. Sözü edilen noktaların göz önünde bulundurulmasıyla, materi hakkında çok kesin bilgiler olmaksızın, başlıca faktörler dikkate alınmış ve büyük hayal kırıklıkları ve yanlış yatırımlardan sakınılmış olarak gerçek ve doğru bir seçim yapılabilir.

Dr. Ali Nezihi Bilge

Dr. Elçin Gürkan

ÇAĞLAYAN KİMYA SÖZLÜĞÜ

İngilizce — Türkçe

ÇAĞLAYAN KİTABEVİ
İstiklâl Cad. Tokatlıyan üst pasaj No. 7-8-9-21
BEYOĞLU — İSTANBUL

Sayın kitabsever

Bilindiği gibi içinde bulunduğumuz yüzyılda Kimya ve ilgili teknik ve bilimsel konuların bütün dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de önemi her geçen gün artmaktadır. Bu hızlı ilerleyişe uyabilmek ve atılımlar yapmak için yabancı dillerde kullanılan kimya terimlerinin dilimizce anlaşılması ve bilinmesi gerekir.

Kimya ve ilgili teknik ve bilim dalları üzerinde uzun zamandan beri yaptığımız araştırma, bizi bir İngilizce - Türkçe Kimya sözlüğünün hazırlanmasının zorunlu olduğu sonucuna ulaştırdı.

Dr. Kimya Yüksek Mühendisi Ali Nezihi Bilge ve Dr. Eczacı Elçin Gürkan'ın dört yıla yakın bir süre titiz çalışmaları ile bu onbeşbin sözcüğü bir araya getirebildik.

Çağlayan Kimya Sözlüğünde, bir İngilizce teknik kelimenin yalnız Türkçe karşılığını vermek yerine formül ve önemli özellikleriyle birlikte yarı ansiklopedik bilgi vermeyi tercih ettik. Üzerinde durduğumuz en önemli nokta "dil" problemi oldu. Bu nedenle çalışmamızda yeni kelime türetme yerine, öğrenciden öğretim üyesine, halkdan kimya endüstrisinde çalışan teknisyen, teknikerler ve mühendislere kadar yediden yetmişe büyük bir okuyucu kitlesinin anlıyacağı dili kullanmayı tercih ettik. Eser, VIII + 751 + 4 Ek sahifeden oluşmaktadır. Kitaplığınız için indirimli satışlarımızdan faydalanmanızı arzu etmekteyiz.

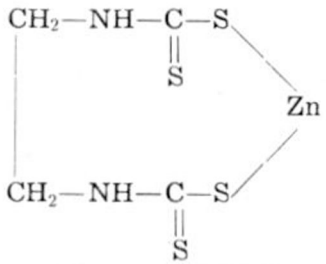
Saygılarımızla
Çağlayan Kitabevi

olup, kımyasal olarak çinko oksitdir. Zehirlidir, sürekli baz olarak boya endüstrisinde kullanılır.

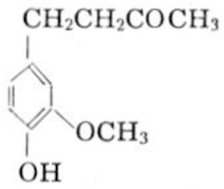
zinc yellow. Çinko sarısı. Çinko kromat boyasıdır. Aynı zamanda çinko krom ve sitron sarısı olarak da bilinir.

zinc zirconium silicate. Çinko zirkonyum silikat, $ZnO \cdot ZrO_2 \cdot SiO_2$, beyaz toz halindedir, e. n. 2100°C., suda çözünmez, hidroflorik asitde çözünür.

Zineb. Zineb. Çinko etilenbis (ditiyokarbamat)



zingerone. Zingeron. $C_{11}H_{14}O_3$. mol. ağ. 194.22.



Aseton, petrol eteri, eter+petrol eterinde kristaller teşkil eder. e. n. 40-41°C.

zingiberine. Zingiberin. Zencefil yağının ana bileşenidir.

zinkenite. *(min).* Zinkenit, çelik grisi maden olup, kimyasal olarak kurşun ve antimuanın sülfididir, $PbSb_2S_4$. Ortorombik kristaller halinde antimuan madenlerinde bulunur.

zinkosite *(min).* Zinkosit, İspanya'daki madenlerde bulunan susuz çinko sülfat.

zinnwaldite *(min).* Zinvaldit. Lepidolite benziyen kompozisyonda mika olup lityum ve potasyum ihtiva eder, fakat temel bileşeni demirdir.

zinol. Maden alkolleri çözeltisinde özel çinko reçinesinin ticari adı. Yazma mürekkebinde, boyalarda ve verniklerde kullanılır.

Zin-O-Lyte. Çinko siyanür kaplama banyolarında kullanılan elektrokaplama serisinin ticari adı.

Zinros. Zinros. Yapıştırıcı, mürekkeb ve kauçuk bileşiklerinde kullanılan donuk, yüksek ergime noktalı çinko reçinesinin ticari markası.

ZIP. Çinko dimetilditiyokarbamatsiklohekzilamin kompleksi ihtiva eden tavşan kokusu defedicisinin ticari adı.

ziram. Ziram. $C_6H_{12}N_2S_4Zn$. mol. ağ. 305.82. Sıcak kloroform+alkolde kristaller teşkil eder. e. n. 250°C.

zirberk. Ziramın ticari adı.

zircalloy. Zirkonyumun az yüzdelerle kalay, demir, krom ve nikelle beraber yaptığı alaşımlar için kullanılan ticari ad. Nükleer yakıt elementlerinde kullanılır.

zirco. Kokusuz maden alkollerinde yağçözücü polimerik zirkonil kompleksinin ticari adı.

zircofrax. Zirkonyum oksit ve zirkonyum silikatdan oluşan süper, erimez malzemenin ticari adı. Tuğla ve özel şekildeki seramik fırınlarında kullanılır.

zircon *(min).* Zirkon Tetragonal maden olup, kahverengiden yeşile, maviye kırmızıya, altın sarısına kadar değişik renklerde bulunur. Renksiz zirkon kesildiği

Kimya Mühendisliği, Fizik, Eczacılık, Madencilik, Tekstil, Plastik, Metallurji ve Atom Mühendisliği bilim dallarında çalışanlara hararetle tavsiye ederiz.

Satış fiyatı 300—TL. olan bu eserimizi 29. EKİM. 1975 tarihine kadar aşağıdaki bankalardaki hesabımıza 250— TL. havale edilerek yatırıldığı takdirde adresinize derhal gönderilecektir.

ÇAĞLAYAN KİTABEVİ
BEYOĞLU — İSTANBUL

Aşağıdaki bankadaki hesabınıza ..... TL. yatırdım ..... adet ÇAĞLAYAN KİMYA SÖZLÜĞÜ'nü (İngilizce Türkçe) posta veya ..... ile gönderiniz.

□ Türk Ticaret Bankası Şişli Şubesi 334 no.lu

□ Türkiye Garanti Bankası Galatasaray Şubesi 323

□ Türkiye İş Bankası Nişantaşı Şubesi 1083

□ Türkiye Vakıflar Bankası Beyoğlu Şubesi 10-5097

□ Osmanlı Bankası Beyoğlu Şubesi 710357

□ Uluslararası Endüstri ve Ticaret Bankası Galata Şubesi 733

□ Pamukbank Galatasaray Merkez Şubesi 161

□ Ziraat Bankası Harbiye Şubesi 1094 no.lu hesaba yatırdım.

□ Diğer .....

□ Adım ve Soyadım .....

Adresim .....

.....

Şehir .....

□ Fatura istiyorum. Lütfen aşağıdaki adrese tanzim ediniz.

.....

.....

Not : Lütfen indirimli kitap almak için bu kuponu kullanınız. Teşekkürler.

73 no.lu Kimya Mühendisleri Dergisinin ekidir.

DERKOSAN

DERİ ve KONFEKSİYON SANAYİ İŞLETMELERİ A.Ş./KONYA

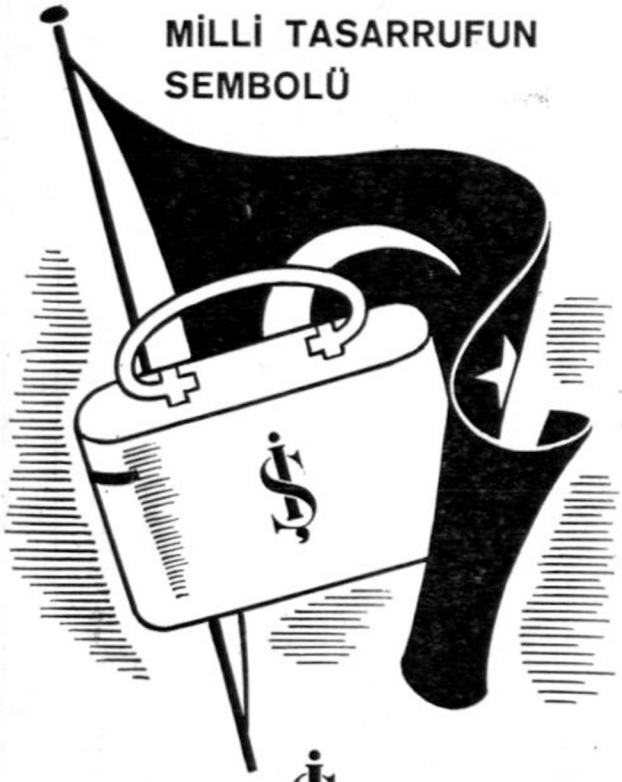
YAKINDA TECRÜBE ÇALIŞMALARINA BAŞLAYACAKTIR. İLGİLİ KONULARDA TEKLİFLERİN YAZILI OLARAK YAPILMASI RİCA OLUNUR.

- Ham deri
- Kimyevi Maddeler
- Yardımcı kimyevi maddeler
- Boyalar
- Firusaj Maddeleri
- Konfeksiyon levazımatı
- Konfeksiyon aksesuarları
- Plastik depo ve sair techizat

DERKOSAN A. Ş.
Satınalma Müd. P.K. 400
KONYA

Tel : 1037
Telex : 48129 DERK - TR

MİLLİ TASARRUFUN
SEMBOLÜ



TÜRKİYE İŞ BANKASI
paranızın... istikbalinizin emniyeti

EGE YILDIZ

SERT PLASTİK BORULARI

ZİRAİ SULAMADA
VE İNŞAAT İŞLERİNDE

İMALAT ÇEŞİTLERİMİZ :

- o SERT PE - Oto Yan Sanayi - Zirai Sulama - Basınçlı Su - Branşman BORULARI
- o SERT PVC - Zirai Sulama - Pis Su - Basınçlı Su - Elektrik BORULARI
- o YUMUŞAK PE - Basınçlı Su BORULARI
- o PLASTİK PROFİLLER

EGEPLAST

ege plâstik ticaret ve sanayii a. ş.

FABRİKA • Kartal Mevkii, Gaziemir - İZMİR • Telefon : 71 095 - 71 519
BÜRO • Gazi Bulvarı No. 13 / 15 - İZMİR • Telefon : 34 269 - 36 798
Telgraf : EGEPLASTİZMİR Teleks : 52 505 EGEP TR

ASÖBA
Sanayi ve Ticaret

Sanayi Bölgesi
18. Sokak No : 11
KAYSERİ Tel : 7828

İMALÂTIMIZ

Paletli Besleyiciler

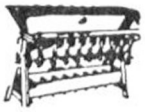
Çelik Döküm Konkasörler

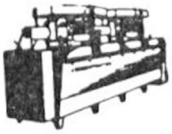
Dik ve yatık Konveyörler (Bantlı)

Titreşimli Elekler

Bilyalı ve Çubuklu Değirmenler

Jik


Hidroşayzer


Flatasyon Makinaları

Konsantre Tablaları

Spiral Konveyörler

Çamur Pompaları

Komple Tesisler

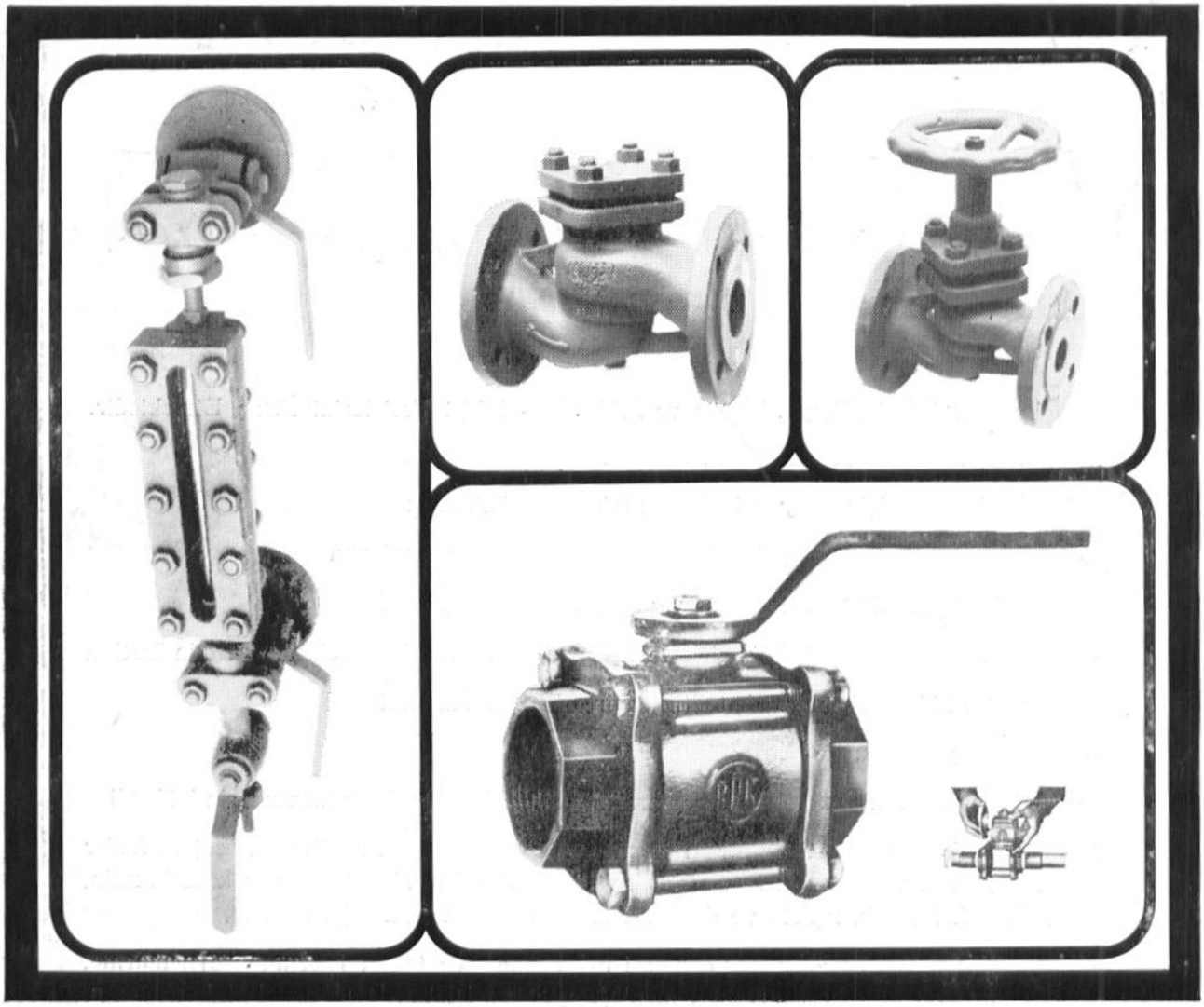
Komple Krom Konsantre Tesisleri / Komple Konsantre ve Flatasyon Tesisleri / Taş Kırma Eleme ve Yıkama Tesisleri

KİMSAN TİCARET A.Ş.

Ciba-Geigy Boya ve Plastik Maddeleri
Türkiye Mümessilliği

Tel. : 28 60 24 - 25
Telgraf : KİMSANTAŞ
Teleks : 22423 Kims

Aşirefendi Cad. İmar Han 37/4
Sirkeci - İstanbul
P. K. : 1010 - İstanbul



herzaman

KLINGER

anımsanır.

vana, küresel vana, cek valf veya seviye göstergesi söz konusu olunca...

YAKACIK MAKİNE FABRİKASI
DÖKÜM VALF SANAYİ ve TİCARET A.Ş.

FABRİKA : Ankara Asfaltı-KARTAL-İSTANBUL
Tel : 53 40 73
BÜRO : Tel : 45 46 20
MAĞAZA: Necatibey Cad. 41/3 - KARAKÖY
Tel : 44 33 71 İSTANBUL
TELGRAF : KLINGER VANA-İSTANBUL

SERA 25475