

SOY GAZLARIN BİLEŞİKLERİ

Prof. Dr. Turgut GÜNDÜZ

Dr. Hamit Boztepe

A.Ü. Fen Fakültesi

Çok yakın zamana kadar, periyodik sistemin son grubunda bulunan altı gazın kimyaca hiç aktif olmadığı sanılır, bunlara inert gazlar denir ve kimyasal yönden incelenmeleri yapılmazdı. Nihayet 1962 de bu gazların da bileşikler teşkil ettiği anlaşıldı. Bundan sonra gerek teorik ve gerekse denel yönden bu elementler üzerinde büyük ölçüde çalışmalar yapıldı. Bu çalışmaların sonucu olarak, bu gün bu elementlerin teknik değerlerinin çok ilerisine giden nitelikte bilgi toplandı.

Soy gazların bileşikler teşkil ettiği anlaşıldıktan sonra, evvelce verilen «İnert gazlar» adı değiştirildi. Aslında bu ad pek de fena değildi. Çünkü, bu elementler gene de aktif sayılmazlar. Bu gün bunlara soy metallere benzer şekilde «Soy gazlar» denilmektedir. Çok kullanılan diğer bir deyim de «Nadir gazlar» dır.

Soy gazlar periyodik sistemde bir grupta bulunurlar ve adları helyum, neon, argon, kripton, ksenon ve radondur. Bunların bazı özellikleri **Tablo — 1** de verilmiştir. Bu elementlerin

en dış tabakalarındaki elektron konfigürasyonları (helyum hariç) birer oktetttir ve iyonlaşma potansiyelleri aynı periyotta bulunan diğer bütün elementlerinkinden daha büyüktür. Bunların iyonlaşma potansiyellerinin kendi periyotlarında en büyük olması demek periyodik sistemde de en büyük olması anlamına gelmez. Örneğin, hidrojenin iyonlaşma potansiyeli (13,6 ev) ksenon ve radonunkinden, florunkiyse (17,4 ev) helyum ve neon hariç diğerlerinin hepsinden daha büyüktür.

Son sütunda görülen yarıçap değerleri, gaz dinamiğinden faydalanılarak çıkarılmıştır ve değerler beklendiği şekilde yukardan aşağıya doğru artmaktadır. Yalnız bu değerler bağ uzunluklarından hesaplanan atom yarı çapları ile doğrudan doğruya karşılaştırılamazlar. Sadece ksenon için bildiğimiz anlamda atom yarıçapı bilinmektedir. XeF_2 bileşiğinde XeF uzaklığı için 1,9—2,0 Å° bulunmuştur. Flüorun atom yarıçapı 0,7 olduğuna göre, bu değerlerden faydalanarak ksenonun yarıçapı yaklaşık 1,2—1,3 Å° olarak hesaplanır.

Tablo — 1. Soy Gazların Bazı Özellikleri

Element	Sembol	Z	Elektron konfigürasyonu	(İyonlaşma Potansiyeli eV)		Efektif Gaz Yarıçapı (Å°)
				Birinci	İkinci	
Helium	He	2	1s ²	24,6	54,1	1,40
Neon	Ne	10	(2) 2s ² 2p ⁶	21,6	41,1	1,54
Argon	Ar	18	(10) 3s ² 3p ⁶	15,6	27,6	1,88
Kripton	Kr	36	(28) 4s ² 4p ⁶	14,0	24,6	2,02
Ksenon	Xe	54	(46) 5s ² 5p ⁶	12,1	21,2	2,16
Radon	Rn	86	(78) 6s ² 6p ⁶	10,7	—	—

Bu değer tabloda gaz yarıçapı olarak verildenden oldukça küçüktür ve durum diğer atomlarda da aynıdır.

Tablo — 2. Soy Gazların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri

Element	Kuru havada Hacimca Yüzde	Erime noktası K°	Kaynama noktası K°	Kritik sıcaklık K°	Buhar ısısı Kcal mol ⁻¹
He	5,2.10 ⁻⁴	1 (26 atm)	4,2	5,2	0,022
Ne	1,8.10 ⁻³	24,4	27,1	44,4	0,44
Ar	0,93	83,4	87,3	150,6	1,50
Kr	1,1.10 ⁻⁴	110	120,3	210,5	2,31
Xe	8,7.10 ⁻⁶	160	166,1	280,6	3,27
Rn	eser	200	208,1	377,5	4,3

Tablo — 2 de soy gazların bazı özellikleri verilmiştir. Atmosferimizde en çok bulunan soy gaz Argondur. Argon, havanın sıvılaştırıldıktan sonra, fraksiyonlu olarak destillenmesiyle elde edilir. Helyum bizim atmosferde çok az, buna karşılık güneş ve diğer büyük, ağır planetlerde çekim kuvvetinin büyüklüğü dolayısıyla çok fazla bulunur. Helyum bir radyo aktif bozunma (α —taneciklerinin) ürünü olduğundan bazı doğal gaz birikintilerinde de bulunur. Radon ise çekirdeğinin kararsız olması nedeniyle, ancak eser miktarlarda bulunur (⁸⁶Rn²²² nin yarılanma ömrü 3,8 gün). Bu gaz radyumun radyo aktif bozunması sırasında ara ürün olarak meydana gelir. Grupta erime noktası, kaynama noktası, kritik sıcaklık ve buharlaşma ısısı aşağıya inildikçe artar (elektron sayısı ile orantılı olarak artan van der Waals kuvvetleri).

SOY GAZ BİLEŞİKLERİ VE ELDE EDİLMELERİ

Soy gaz elementlerinin bileşiklerini yapmak için uzun süren çalışmalar gerekmiştir ve pek yakın zamanlara kadar sadece «Klatrat» denen ve soy gaz atomunu kristal örgü içinde hapseden bileşikler yapılabilmektedir. Soy gazların ilk bileşiği N. Barlett tarafından gerçekleştirildi. Barlett, O₂ ve PtF₆ dan elde edilen O₂PtF₆ bileşiği üzerine yaptığı X—ışınları çalışmalarıyla bu bileşiğin O₂⁺ ve PtF₆⁻ dan oluştuğu sonucuna vardı. Ksenonun iyonlaşma potansiyelinin (12,1 eV), O₂ molekülününkine (12,2 ev) çok yakın olduğunu dikkate alan Barlett, Xe ile PtF₆ arasında bir reaksiyon denedi. Oda sıcaklığında kırmızı renkli bir katı olan XePtF₆ bileşiğini elde etmeyi başardı. Bu örnek, asal gaz bileşiklerini için bir başlangıç oldu. Bugüne kadar elde edilebilen asal gaz bileşiklerini, **Tablo — 3** de verilmiştir (1) (2). Bunların sınırlı olmalarının nedeni kuvvetli elektronegatif olan elementlerin sınırlı olmasıdır.

Tablo — 3. Asal Gaz Bileşiklerinin Oksidasyon Durumları ve Ligandları.

Asal Gaz ve Yükseltgenme Basamağı	Flüorürler	Erime Noktası C°	Oksiflüo- rürler	Oksitler	Diğer Bileşikler
Kr ⁺²	KrF ₂	—			FXeOR
Xe ⁺²	XeF ₂	140			Xe(OR) ₂
Xe ⁺⁴	XeF ₄	114			F ₃ XeOR'
Xe ⁺⁶	XeF ₆	47,7	XeO ₂ F ₂ XeOF ₄ XeO ₂ F ₄ XeO ₃ F ₂	XeO ₃ XeO ₄	F ₅ XeOR'
Xe ⁺⁸					
Rn ⁺²	RnF ₂				

(—OR= —OTeF₅, —OSO₂F, —OCIO₃, —O₂CCF₃, OSO₂CF) (—OR' = —OSO₂F)

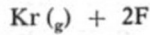
Radonun iyonlaşma potansiyeli düşük olduğundan (10,6 ev) ksenondan (I=12,1 ev) daha

kolay yükseltgenir. Florür vermek üzere (muh temelen RnF₂) flor veya halojen florürlerle (IF₃

hariç) radon oda sıcaklığında bile reaksiyona girer. Halbuki ksenonun flor ile reaksiyon vermesi için ayrıca uyarılması gerekir. Bu şekilde hareket edilerek XeF_2 , XeF_6 bileşikler hazırlanabilmiştir. Radondan farklı olarak ksenon, ClF_3 veya BrF_3 ile reaksiyon vermez. Buna rağmen 200°C de iyot heptaflorür ile yükseltgenir.

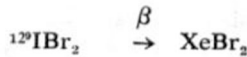


Kriptonun yükseltgenmesi ($I = 14,0 \text{ eV}$) daha özel şartlar ister ve diflorürlerin hazırlanması için yüksek enerji düşük sıcaklık metodları kullanılır. Kriptondiflorür (KrF_2 dakinin aksine) termodinamik olarak kararsızdır. (KrF_2 (g)



(g) + 37 kcal mol⁻¹). Bundan dolayı KrF_2 molekülleri, florndan daha iyi bir florürleştiricidir. Şimdiye kadar argonun ($I = 15,8 \text{ eV}$) florürünü elde etmek amacıyla yapılan bütün çalışmalar sonuç vermemiştir.

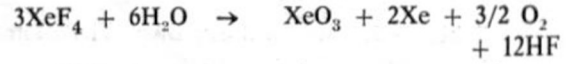
Klor elektronegatif bir ligand olduğu için Radon ve ksenon klorürlerinin oda sıcaklığında kararlı olmalarına yetecek kadar iyi bağlandıkları düşünülebilir. Ama ksenon için böyle olmadığı ispatlanmıştır. Ksenon diklorür, ksenon ve klor karışımlarının elektrik deşarjiyle reaksiyonlarından ancak mikroskopik miktarlarda elde edilebilir. Bu madde 20°K nın altında dayanıklıdır. Mössbauer çalışmaları sırasında, diklorür, dibromür ve tetraklorür bileşikleride bulunmuştur (7). Bu çalışmalarda ksenon halojenürleri I^{129} ün β bozunmasından elde edilmiştir.



Bu halojenürler -100°C altındaki sıcaklıklarda bile bozunduklarından makroskopik miktarlarda elde edilmeleri mümkün olmamıştır.

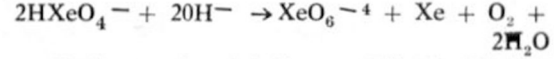
Oksijen atomu, son derece elektronegatif ve flor atomu büyüklüğünde olduğu için asal gaz oksiflorürleri ve oksitleri yapılabilir. Bu düşünceden hareketle XeOF_4 , XeO_2F_2 ve XeO_3F_2 gibi oksiflorürleri, direkt ve indirekt olarak XeF_6 dan hazırlanmışlardır. Oksitlerinden de trioksit ve tetroksit elde edilebilmiştir. Bunların her ikisi de endotermik ve tehlikeli derecede patlayıcıdır. Flor bileşikler olan XeF_2 ve XeF_4 ün her ikisinin de kolayca hazırlanabilmesine rağmen XeO ve XeO_2 nin laboratuvar da hazırlanamaması ilgi çekicidir. Bir ksenon oksijen türüne ksenon/oksijen deşarjlarında eser miktarlarda rastlanmıştır.

Ksenonun oksijen bileşiklerinin önemli bir özelliği de bunların düşük yükseltgenme basamaklarında dismütasyona uğramalarıdır. Örneğin Ksenon tetraflorürün hidrolizi ksenon dioksidi değil, dismütasyonla ksenon trioksidi verir.

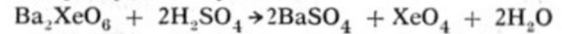


XeO_3 beyaz uçucu olmayan ve son derece patlayıcı (T.N.T gibi) bir maddedir. Hafif bir ısınma, basınç veya az bir sürtünme ile patlayabilir. Xe bileşiklerinin reaksiyonlarında genellikle XeO_3 oluşur.

Ayrıca Xe (VI) nin bazı alkali çözeltileri perksepat vermek üzere kendi kendini redoks eder.

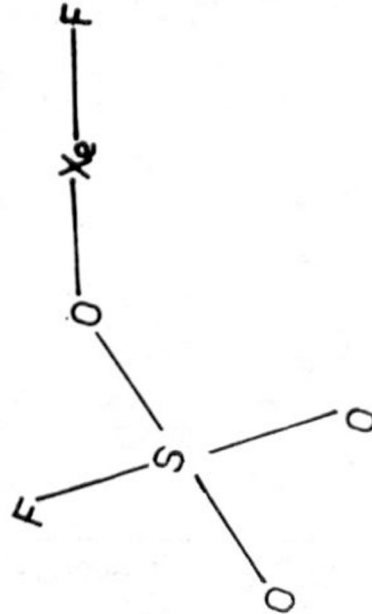


Perksepat baz içinde seyreltik bir Xe (VI) çözeltisinden ozon geçirilerek daha iyi bir verimle hazırlanabilir. Perksepat, ksenon tetroksit için iyi bir kaynaktır.



XeO_4 in iyi bilinmesine rağmen, ksenon oktaflorürü sentez etmek mümkün olamamıştır (3). Ancak Xe (VIII) ün oksiflorürleri olan XeO_3F_2 ve XeO_2F_4 için bazı gözlemler vardır.

$-\text{OSO}_2\text{F}$ ve $-\text{OCIO}_3$ gibi grupların son derece elektronegatif oldukları bilindiğine göre, $\text{XeF}_x + y \text{HOSO}_2\text{F} \rightarrow \text{XeF}_{x-y}(\text{OSO}_2\text{F})_y + y\text{HF}$ gibi reaksiyonlar dolayısıyla florür yer değiştirmeleri beklenir. Bu cins hazırlamalar her üç ksenon florür ve ksenon—II bileşikler için gösterilmiştir ve yapısı Şekil — 1 de gösterilen FXeOSO_2F ksenon—II bileşiği tamamiyle karakterize edilmiştir. FXeOSO_2F de F—Xe—O bağlanması çizgiseldir. Bütün $\text{Xe}(\text{OR})_y$ bileşikler için benzer geometri beklenir. Bu $\text{XeF}_{x-y}(\text{OR})_y$ bileşikler kendilerine tekabül eden florürlerden daha dayanıksızdırlar.

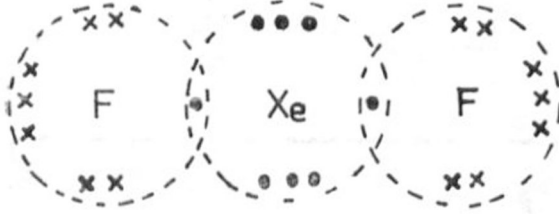


Şekil — 1. FXeOSO_2F nin Molekül Yapısı

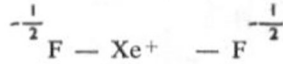
Soy-gaz bileşiklerinde bağlanma durumu

Soy gazlar, elektronegatif atom veya gruplarla reaksiyon verdiği için bileşiklerinde bağ polarlığı meydana gelir. XeF_2 ü kullanarak bu polarlığı kolayca belirten çeşitli teorik modelleri gözden geçirelim.

En basit model J. Bilham ve J.W. Linnett tarafından teklif edilmiştir (3). Bu şahıslar her bir flor atomunun bir ksenon valans elektronu ile ortaklanmaya girdiğini ileri sürmüşlerdir.



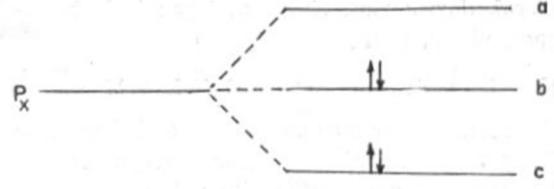
Bu modelde Xe—F bağı bir tek elektron bağıdır ve her bir flor ligandı, neonun elektron konfigürasyonuna doğru meyleder. Ksenonun iyonlaşma potansiyeli, ksenonun elektron konfigürasyonunun neonun elektron konfigürasyonundan daha az kararlı olduğunu göstermektedir. Bu gerçeğin ihmal edilmesi uzun zaman asal gaz kimyasının yavaş ilerlemesine sebep olmuştur. Tek elektron Xe—F de iki atom arasında eşit olarak ortaklanmışsa molekülde net yük dağılımı,



olur.

Yukarıdaki aynı yük dağılımı C.A. Coulson tarafından savunulan valans bağ teorisiyle de önerilmiştir (4, 5, 6). Bu teori XeF_2 molekülünü, $(\text{Xe}-\text{F})^+ \text{F}^-$ bir rezonans hibrit olarak gösterir. $(\text{XeF})^+$ ve F^- nin her ikisi klasik oktet tipidir.

Moleküler-orbital teorisine göre XeF_2 bileşiği için ksenonun p orbitalleri iki florün p orbitalleri birleşerek moleküler orbital oluşturur. Bu orbital üç merkezli (çizgisel) bir orbitaldir. X-ekseni boyunca üç atom (F—Xe—F) yan yana getirilince F atomlarının $2p_x$ orbitalleri Xe'nin $5p_x$ orbitalleriyle birleşerek bağ orbitali meydana getirirler. Üç atomik orbitalden üç moleküler orbital meydana gelir. Bunlardan birincisi en düşük enerjili bağ orbitalidir. İkincisi bağ yapmayan orbitaldir ve flor atomlarındaki yüksek elektron yoğunluklarına tekabül eder. Üçüncü moleküler orbitale gelince çok yüksek enerjilidir ve atomlar arası bölgede elektron yoğunluğunun azalmasına sebep olur ve dolayısıyla bağ oluşumunu zorlaştırır. Buna antibağ orbitali denir, (Şekil — 2).



- a) Antibag moleküler orbital (ABMO)
- b) Bağ yapmayan moleküler orbital (NBMO)
- c) Bağ moleküler orbital (BMO)

Şekil — 2.

Şimdi bu üç moleküler orbitale, flor atomlarından birer ve ksenon atomundan iki elektron olmak üzere toplam dört elektronun yerleştirilmesi bahis konusudur. Bunlardan ikisi bağ orbitaline ve geri kalan ikisi ise bağ oluşturmayan orbitale yerleştirilebilir. Antibag orbitali ise kullanılmadığına göre sonuç bağ oluşumu lehinedir. Aynı şekilde muhakeme edilerek XeF_4 ve XeF_6 ün yapıları da açıklanabilmektedir. Bağ yapmayan moleküler orbitale florün elektronları girdiğine göre, bağ orbitaline de Xe'un iki elektronu girer. Dolayısıyla bağ elektronları ksenon atomundan geldiği için moleküldeki yük

dağılımı $-\frac{1}{2} \text{F}-\text{Xe} + -\text{F}-\frac{1}{2}$ olur.

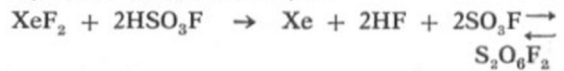
Böylece moleküler orbital model, Bilham ve Linnett modeline tekabül eder.

Uygulamalar ve yapılacak araştırmalar için direktifler

Radonun, ksenonun ve kriptonun bileşik verme yetenekleri, nükleer enerji programı için de büyük bir değer taşır. Çünkü bu gazların çoğu radyo aktif bozunma ile oluşur (2). Radon, Uranyum yataklarında oluşur ve sağlık için zararlıdır. Böyle maden ocaklarının havasından, uygun oksitleyiciler kullanılarak radonu uzaklaştırmak gerekir. Kripton da tehlikeli derecede radyoaktiftir. Dikkatli kullanma ve depolamayı gerektirir. Bunun için en iyi yöntem gazı bileşik haline dönüştürmektir.

Asal gaz bileşikleri iyi oksitleyici ve yerdışıleştirici reaktiflerdir. KrF_2 ün üstün oksitleyici özellikleri yukarıda belirtilmiştir.

Ksenon hem radikal meydana getirici, hem de yükseltgendir. Aşağıda bu özelliklerini kanıtlayan iki örnek verilmiştir.



İndirgenme ürünü inert bir gaz olduğundan asal-gaz bileşikler ligand ve radikal kaynakları

olarak davranırlar. N bir asal gaz L de bir ligand olmak üzere



tipi reaksiyonlar meydana gelir. Reaksiyonlarda çıkan asal-gaz toplanıp tekrar devreye verilebilir. Yeni soy gaz bileşiklerini elde etmek için en büyük kaynak NL^+ tipi tuzları hazırlamaktır. ArF^+ tuzlarının yapılabilmesi mümkündür. Fakat en büyük zorluk katyonun çok büyük elektron ilgisini karşılayacak bir karşıt anyon bulmaktır. Ancak çeşitli XeL^+ türlerini elde etme olanağı vardır (L aromatik ve $-SF_5$ gibi inorganik gruplar olabilir).

KAYNAKLAR:

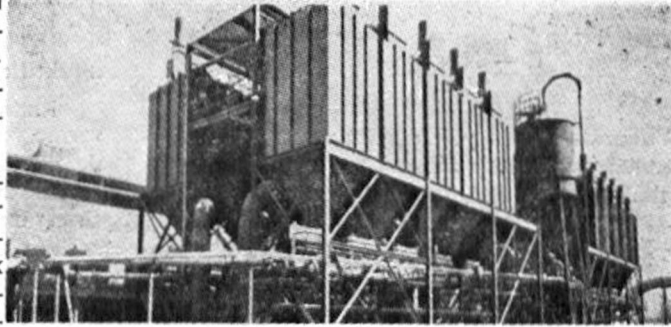
- 1 — Barlett, M. Endeavour, 23, 3, 1964
- 2 — Gmelin. Handbuch der anorganischen chemie' Verlag Chemie, Vol. 1. 970 N. Bartlett and F.O. Sladky, Comprehensive Inorganic Chemistry, Pergamon Press Ltd.
- 3 — Bilham, J. and Linnet, J.W. Nature. Lond. 301. 1323, 1964
- 4 — Coulson, C.A., J. Chem. Soc. 1442, 1964
- 5 — Pimentel, G.A., J. Chem. Phys. 19. 446, 1951
- 6 — Rundle, R.E., J. Amer. Chem. Soc. 85, 122, 1963
- 7 — Perlow, G.J., Yoshida H.J., Chem. Soc. 48, 1474, 1968

TOZ

MikroPul filtreleri çıkan tozları yutarak, toz sorununu ortadan kaldırıyorlar.

MikroPul, her tür endüstri dalı için projelendirdiği ve kurduğu komple tesislerle, bir yandan çevre havasının kirlenmesini önlerken diğer yandan da havaya karışmış ürünlerin geri kazanılmasını sağlamaktadır.

Hortum filtreler (basınca dayanıklı olanlarda) Çabuk değiştirilebilir filtreler Cep filtreleri, Islak filtreler, Kuru elektrofiltreler, Islak elektrofiltreler, Kuru öğütme tesisleri (endüstriyel öğütme problemlerinin çözümü)



MikroPul

Gesellschaft für Mahl-u Staubtechnik mb H

kisati

Kimyacılar Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti.

Karaköy Necatibey Cad. 110-1
Tel. 45 67 45 - İSTANBUL

Kimya 179

Endüstride Radyoizotop Uygulanması

Ateş KUT

Kimya Yük. Müh.

Ankara Nükleer Araştırma Merkezi

Radyoizotopların endüstriye uygulanması konusu oldukça yenidir. Daha evvel kullanılmakta olan bir iki yöntem dışında, ikinci dünya savaşından sonra geliştirilmiş bir tekniktir. Buna rağmen bugün geniş bir kullanıma alanına sahiptir. 1958 yılında ikinci Cenevre konferansında, radyoaktivitenin endüstriye uygulanması sonucu, Sovyetler Birliği'nin bir yılda 1,5 milyar ruble, A.B.D.'nin 500 milyon dolar ve İngiltere'nin bir milyon pound kazanç sağladıklarını bildirilmiştir.

Milletlerarası Atom Enerjisi Ajansı'nın, IAEA, 1965 de yaptığı daha yeni bir araştırma, Sovyetler Birliği hariç diğer 25 ülkenin, radyoizotopların endüstriye uygulanmasından yılda 300 - 400 milyon dolarlık bir tasarruf sağladıklarını göstermiştir.

Endüstri alanındaki bütün çalışmalar, daha yüksek verim, daha fazla materyel ve zaman tasarrufunu hedef alır. Bu amaç ile, radyoizotopların endüstriyel uygulaması bir kısmı araştırma safhasında olsa bile, pratiğe intikal ettirilmiş olup, yalnız Avrupa Atom Birliği (Euratom) bünyesinde 10 000 den fazla iş yerinde radyometrik olarak kalınlık, yoğunluk, nem ve seviye ölçen aletler çalışmaktadır. Aktivasyon analizi bazı fabrikalarda genel kimyasal metodların yerini almıştır. Bu yöntemle çelikte oksijen tayininin yalnız bir dakika sürdüğünü belirtmek yararlı olacaktır.

1 — Nükleer radyasyon kaynaklarının tekniğinde kullanılması :

Radyasyon kaynaklarının tekniğinde kullanılması iki bölüme ayrılabilir.

A — Bir cisme çarpan radyasyonun, bir fraksiyonunun bu cisim tarafından tutulması ve geri kalan kısmın cismin içinden geçmesi olayına dayanan uygulamalardır. Geçen fraksiyon bize cisimle ilgili kalitatif ve kantitatif bilgiler verir. Yüzey ağırlığı, kalınlık ölçümleri, seviye ölçümleri ve radyografi bu yolla yapılır.

B — Radyasyon belli bir ortamda absorptandığı zaman, iyonizasyon, eksitasyon veya diğer mekanizmalar yardımı ile ortamı istenilen yönde değiştirir.

Bu amaçla kullanılan radyasyon kaynakları genellikle sabit tesislerdir ve bu yüzden kullanılan radyoizotoplarında uzun yarı ömürlü olmaları gerekir. Genellikle kullanılan izotopların yarı ömürleri birkaç seneliktir, ancak bazı hallerde bir yılın altında yarı ömürlere sahip izotoplar kullanılabilir. Dikkate alınması gereken ikinci husus kullanılan izotopun radyoaktif maddenin üzeri koruyucu bir tabaka ile kaplanır. Bu kaplamanın yayınlanan radyasyonun şiddetini çok azaltmaması veya minimum bir oranda azaltması gereklidir.

Tl^{204} , Sr^{90} ve Kr^{85} , kalınlık gauge'lerinde β yayınlayıcılar olarak kullanılırlar. Kr^{85} hem asıl gaz olması hemde düşük zehirlilikte olması bu kaynağın değerini dahada arttırır. β ve γ radyasyonlarının absorpsiyonu

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad \text{kanununa uyar.}$$

I = absorptayıcıdan geçen radyasyonun şiddeti

I_0 = absorptayıcıya gelen radyasyonun şiddeti

μ = lineer absorpsiyon katsayısı

Bu formül $I = I_0 e^{-\mu_m m_s}$ şeklinde de yazılabilir.

μ_m = kütle absorpsiyon katsayısı (cm^2/g)

m_s = birim alan başına kütle (g/cm^2)

tanım olarak $\mu_m = \mu/\rho$ ve $m_s = \rho \cdot x$ dir. Burada ρ absorptayıcı maddenin yoğunluğudur.

Bir absorptayıcı ortam içinden geçmekte olan bir radyasyonun şiddetinin yarı yarıya azalması için gerekli tabaka kalınlığına yarı tabaka kalınlığı denir. Eğer radyasyonların içinden geçtiği absorptayıcı ortamın kalınlığı bir kaç yarı tabaka değerinde ise bu formülden sapmalar gözlenir. Compton olayı sebebiyle γ radyasyonları da bu kanundan sapmalar gösterirler.

Düzgün ve homojen bir ortam ve belli bir radyasyon için μ değeri sabittir, dolayısı ile çıkan radyasyonun şiddetindeki değişimler absorptayıcı maddenin yoğunluğundaki değişimin bir ölçüsüdür. Bu etki bütün kalınlık ve yoğunluk ölçümlerinin temelini teşkil eder.

Şimdi kullanılan radyasyon kaynaklarını kısaca belirttikten sonra birinci tipteki uygulamaları görelim.

Yüksek duyarlılık elde edebilmek için kullanılan kaynağın enerjisinin absorplayici maddenin kütle/yüzey oranına uygun olması gerekir. Eğer radyasyonun madde içindeki yarı kalınlık değerleri ($0.69/\mu$) içinden geçtiği tabakanın kalınlığı ile aynı büyüklükte ise bu radyasyon, bu ölçme için uygundur. Pratikte kullanılan kaynakların yarı kalınlık değerleri yumuşak β ve C^{14} yayınlayıcılar için 2.5 mg/cm^2 (Al) değerinden, Co^{60} gibi sert γ yayınlayıcılar için 10 gr/cm^2 (Pb) değerine kadar değişir.

Yüzey ağırlığı ve kalınlık ölçerler :

Bu tip ölçerlerde cismin içinden geçen radyasyon, β radyasyonu ise iyonizasyon odaları, radyasyonu ise sintillasyon dedektörleri ile ölçülür. Kalınlık ölçerler mamullerin kontrolünde çok kullanılırlar. Bir band üzerinde geçmekte olan mamullerle herhangi bir mekanik değme olmadan yüzey ağırlığı ölçülebilir. Burada hızın yüksek olması, mamulün yüksek sıcaklıkta olması gibi diğer ölçüm metodlarında engel yaratabilecek etkilerin önemi yoktur.

Bu tip tayinler, genellikle, geçen radyasyonun ölçülmesi ile yapılır, yani dedektör ve kaynak bandın iki tarafına yerleştirilir. Bazı hallerde yansıyan radyasyondan faydalanarak da bu tayinler yapılabilir. Bu takdirde dedektör ve kaynak bandın aynı tarafındadır. Yalnız bu ikisi o şekilde yerleştirilmelidir ki kaynaktan çıkan direkt radyasyonlar dedektöre erişmesin. Bu şekilde geri saçılma ölçmeleri ile kaplama maddelerinin kalınlıkları ölçülebilir. Bir madde tarafından geri saçılmaya uğrayan β ışınlarının şiddeti, belli bir değere kadar madde kalınlığı ile orantılıdır. Bu kalınlık değeri yarı tabaka kalınlığının üç katı kadardır.

Gerek beta gerekse gamma ışınlarının geri saçılmasından endüstride kaplama kalınlıkları, boru et kalınlıkları ve kapalı boru kap vs. nin iç yüzeyindeki korozyonun dıştan ölçülmesinde istifade edilir. Örneğin T1—204 ile demir üzerinde bulunan kalay tabakasının kalınlığı $0.5—5$ mikron arasında bir duyarlılıkla ölçülebilir.

Yoğunluk ölçerler :

Kalınlık ölçerler ile, aynı kalınlıktaki maddeler için kullanılırlarsa, yoğunluk ölçmeleri yapılabilir. Bu takdirde madde içinden geçen radyasyonun şiddeti, yoğunluk ve bileşimindeki değişim ile ilgili olarak μ 'nün değişimlerine bağlıdır.

β radyasyonunun kullanılması ile laboratuvar sıvılarının yoğunlukları tayin edilebilir. Bu ölçümlerden, hidrojenin çok yüksek absorplama yeteneğinden faydalanılarak, organik maddelerdeki C—H oranını tayin etmek olanaklıdır.

Üretim tesislerinde, boruların içinde akan sıvıların yoğunluğu, γ radyasyon kaynaklarını kullanarak dıştan ölçülebilir. Bu petrol endüstrisinde çok kullanılır.

Bir diğer uygulama örneği de gazların yoğunluklarının tayininden faydalanarak sıcaklıklarının ölçülmesidir.

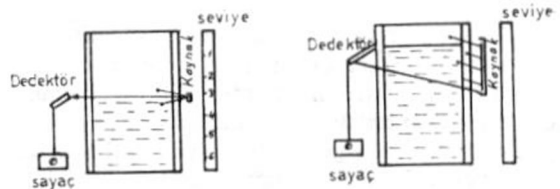
Seviye ölçmeleri ve paketleme kontrolü :

Yoğunluk ölçerlerin basit bir şekli seviye ölçme işlemlerinde kullanılır. Kaynak ve dedektör, içindeki sıvı seviyesi ölçülecek tankın iki tarafına, tam karşılıklı gelecek şekilde konur. Sıvı seviyesi, kaynak ve dedektörün hizasının altında ise belirli bir sayım okunur. Sıvının seviyesi bu hizaya gelince sayım hızında bir azalma gözlenir. Bu metodla kaynama kazanlarındaki ve kimyasal proses ünitelerindeki seviye, bunker, fırın gibi yerlerdeki katı madde seviyesi ölçülebilir.

Dedektör ve kaynak sistemi bir asansör üzerine yerleştirilerek, tankın içindeki sıvı seviyesi devamlı olarak kontrol edilebilir, veya tankın içine yüzer bir kaynak yerleştirilir ve dışardan bir dedektör ile izlenebilir.

Burada kullanılacak kaynağın şiddeti öyle seçilir ki, sıvı seviyesi kaynak ve dedektör hizasına gelince sayım hızında meydana gelecek değişiklik açıkça gözlenebilir bir büyüklükte olsun.

Bu tip seviye ölçerler paketleme kontrolünde de kullanılabilir. Paketlerin belli bir minimum seviyeye kadar dolup dolmadığı otomatik olarak kontrol edilebilir. Bu teknik sabun, deterjan ve ilaç sanayiinde, meyva suyu ve bira konservelenmesinde kullanılır (Şekil — 1).



Şekil 1-Seviye ölçülmesi

Endüstriyel radyografi ve otoradyografi :

Radyoizotopların endüstrideki en önemli uygulama yerlerinden birisidir. Emniyet faktö-

rünün önemli olduğu gemi ve uçak inşaatı, yüksek basınç kazanları ve boru imalatında radyografik muayene, malzeme ve mamulu tahrip etmeden içindeki kusurları, bozuklukları, döküm ve kaynak hatalarının bulunmasına yarar. Bu muayene metodu ile kaynak, montajda perçinin yerini almış ve ekonomik bakımdan büyük kazançlar sağlanmıştır.

Bir cismin radyografisinin alınması için, üzerine girici bir ışın (γ veya X-ışınları, nadiren β) demeti gönderilir. Cisimden geçen radyasyonun şiddeti, radyasyonun enerjisi ile birlikte cismin kalınlık ve yoğunluğuna bağlıdır. O halde farklı yoğunluk ve kalınlıktaki kısımlardan yapılmış bir malzemenin radyografisi farklı kısımları gösterir. Bunun fotoğraf filmi üzerine tesbiti «radyografi» adını alır. Bu, insan organizmasının röntgen filminin alınmasına benzer.

Radyografide en önemli etken radyasyon kaynağının seçilmesidir. Kaynağın verdiği ışınların, yeterli bir giricilik yeteneğine sahip olmaları gerekir. Muayene edilecek cisimlerin yoğunluğu arttıkça daha yüksek enerjili ışınlar seçilmeli, ayrıca kaynakların ışınlama kapasitesi de yüksek olmalıdır. Işınlama kapasitesi, belli büyüklükte ışınlama yüzeyi için mröntgen/saat veya mrad/saat olarak ölçülür ve poz süresi bu büyüklükle ters orantılıdır.

Gamma ışınları veren kaynaklar yardımıyla yapılan radyografiye kısaca gamagrafi denir. Radyografide X-ışınları kaynaklarından da faydalanılır. Fakat gamma neşreden kaynaklar daha basit, daha küçük boyutlu, dolayısı ile hafif olduklarından dar ve sıkışık yerlerde daha çok kullanılır.

Otoradyografi: Otoradyografi izci ve radyografi metodlarını birleştirir. Yani bir fotoğraf filmi bir izcinin radyasyonlarına maruz bırakılır. Örneğin, bir deneme gübresindeki kimyasal maddelerin büyümekte olan bir bitkinin bünyesinde nasıl dağıldığı araştırılıyorsa, gübreye bir fosfor izotopu ilâve edilip bitkiye verilir. Bir kaç gün sonra bitkinin yaprakları, kökü ve değişik kısımlarından alınan örnekler hassas bir fotoğraf filmi üzerine yerleştirilir. Bitkide tutulmuş olan radyoizotop fotoğraf filmi etkiler. Filmdeki tesir sahalarından kimyasal maddelerin dağılışı anlaşılır.

Radyasyonun etkilerine dayanan uygulamalar:

Nükleer radyasyonlar bir madde içinden geçerken enerjisinin bir kısmını veya tamamını kaybeder. Maddeye aktarılan enerji, katı sıvı ve gazlarda fiziksel ve kimyasal değişimler meydana getirir. Başlıcaları,

- Katıların kristal yapılarında değişimler olur.
- Sıvılarda 10^{-6} — 10^{-9} saniye yarı ömürlü radikaller teşekkül eder.
- Gazlarda eksitasyon ve iyonlaşmalar olur.
- Organik maddeler bozunur
- Polimer maddeler degradasyona uğrar. Polimerizasyon reaksiyonları bu yolla başlatılabilir.

Radyasyon tesiri ile başlatılan kimyasal reaksiyonlar:

Nükleer radyasyon pahalı bir enerji kaynağıdır ve hiçbir zaman ısı enerjisi ile teknikte rekabet edemez. Diğer metodların uygulanmadığı yerlerde veya çok az bir enerji ihtiyacı olan reaksiyonlarda bu metod kullanılabilir. Bir madde üzerinde radyasyonun kimyasal etkisi, G değeri dediğimiz bir değer ile belirlenir. Bu, absorplanan 100 eV için reaksiyona giren molekül sayısıdır. Bu G değeri ne kadar büyükse bu tekniğin kullanılması o kadar ekonomik olur. Polimer reaksiyonları bu özelliğe sahip olduklarından, radyasyonların polimer sahasında kullanılması çok elverişli görülmektedir. Radyasyonun etkisi ile ve büyük bir verimle etilen ve akrilonitril polimerleri, üstün özellikte graft ve kopolimerler elde edilmektedir. Işınlanan mamul plastikler de daha iyi özellikler kazanmaktadır. Bir monomer emdirilmiş tahta ışınlırsa, çok iyi fiziksel özelliklere sahip yeni bir malzeme ele geçer.

Son zamanlarda lastiğin vulkanizasyonu normal sıcaklıkta ve kükürt kullanılmadan yalnızca radyasyonla gerçekleştirilmiş olup, elde edilen lastik mekanik bakımdan fevkalâde dayanıklı olmaktadır.

Sentetik elyaf ve bundan dokunan kumaşlar da monomerlerle muameleden sonra ıradı ve edilmektedir. Polivinil alkol esash elyafa suya karşı dayanıklılık sağlamak için vinil polimerleri, poliamid esash olanlara statik elektriklelenme özelliğini azaltmak için metil metakrilat, dayanıklılığını arttırmak için vinil asetat monomerlerinin aşılması radyasyonla yapılmaktadır.

Radyasyonların fiziksel ve kimyasal etkileri yanında biyolojik ve biyokimyasal tesirleri de önemlidir. Belli bir dozdan sonra canlı organizmalar için zararlı olan iyonlaştırıcı ışınlar yardımıyla patojenik organizmalar, maya ve küf mantarları parazit ve haşereler imha edilebilir. İlk önce 1943 de Amerik'da, 1955 de Avrupa

memleketlerinde başlayan çalışmalar, gıdaların radyasyonla konservasyonu alanında pratik sonuçlar ortaya koymuştur.

Gıda irradyasyonu, yumrulu bitkilerde, küçülenmeyi önlemekten, et ve et mamullerinde sterilizasyona kadar değişik maksatların eldesi için yapılmakta ve doz değerleri de geniş bir aralıkta değişmektedir (5—6000 kilorad arasında).

Gıdaların radyasyonla konserve edilmesi diğer klasik metodları ortadan kaldıracak bir usul değildir. Gelecekte, konservasyon metodlarından bir tanesi olarak yerleşeceği söylenebilir. Halen Amerika'da, Kanada, Rusya ve İsraill'de ışın konservasyonuna tabi tutulmuş bazı gıdalar piyasada serbest satılmaktadır. (Patates, soğan, et ve et mamulleri, hububat vs.). Gıda irradyasyonunda kullanılan kaynaklardan, çeşitli tıbbi malzeme, bilhassa cerrahi aletlerin sterilizasyonu için de yararlanılabilir.

Radyasyonların gazları iyonlaştırmasına dayanan uygulamalar :

Radyasyonların hava ve diğer gazlarda meydana getirdiği iyonlaşma, statik elektriği yok eder. Sentetik ve suni elyaf sürtünme ile statik yük kazanır ve bu yüzden bazı sakıncalar doğar. Lifler iplik haline getirilirken, çekme ve itmeler sebebiyle aralıklar kalır, bu da dokuma hatasına sebep olur. Elektrostatik yüklenmiş lifler, havada bulunan tozları çekerler ve kumaşın görünüşünü bozarlar. Bu sakıncalar radyoizotoplar yardımı ile kolayca giderilir.

Sentetik ve suni elyaf, fotoğraf filmi, kâğıt plak vs. sanayiinde, havaya karışan organik çözücü buharları yangınlara sebep olabilir. Hava, o bölgede Sr—90 ve Tl—204 gibi radyoizotop kaynakları ile iletken hale getirilerek, bu tehlike ortadan kaldırılabilir.

II — İZCİLERİN ENDÜSTRİDE KULLANILMASI

Izcilerin kullanılması bir maddenin bir olay sırasında izlenmesini veya olaydan sonra kantitatif tayinini sağlar. Bilim ve teknikte radyoaktivite uygulamalarının çoğu bu metoda dayanır. Burada radyasyon, maddede fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana getirmekte kullanılmayıp, radyoizotopun indikatör olarak kullanılmasına yarar. Kullanılan izotop miktarı genellikle çok az olduğundan radyasyondan korruma problemi yoktur. İzlenecek olayın cinsine göre, maddi bir radyoizotop ile işaretlenir. Bu işaretleme sadece atomlara uygulanmaz çok daha büyük maddelerde işaretlenebilir. Bu işlem bazen sadece aktif ve aktif olmayan atomları karıştırmakla yapılabildiği gibi, bazen aktif

izotop moleküle radyosentez ile sokulur. İzleme metodunun avantajları, yüksek duyarlılığı, basitlik, çabukluk ve tahripkar olmayışıdır.

KİMYASAL REAKSİYONLARDA İZCİLERİN KULLANILMASI :

H³ ve C¹⁴ etiketli bileşiklerin kullanılması ile Fischertropch sentezi gibi teknik ehemmiyeti olan pekçok proses, H³, C¹⁴, P³² ile etiketli bileşikler ile organik kimya ile ilgili prosesler incelenmiş ve anlaşılabilmiştir.

İnsanlarda ve hayvanlarda farklı maddelerin metabolizmalarının incelenmesinde de izotoplar kullanılabilir. Bu incelemeler ilaç endüstrisinde de çok önemlidir.

Bu tip çalışmalara bir örnek olarak yeşil bitkilerdeki foto sentez olayını ele alalım. Bu çalışmada bitkiler C¹⁴ etiketli CO₂ ile özel serlerde yetiştirilmiş ve kısa bir zaman ultraviyole ışığa tutulmuşlardır. Bundan sonra bitkilerden çeşitli parçalar alınmış, ekstrakte edilmiş, kâğıt kromatografisi ile ayrılmış ve kromatogramın otoradyografisi alınarak incelenmiştir. Böylece karbondioksitten birkaç saniye içinde üç karbon atomlu moleküllerin sentezlendiği anlaşılmıştır. Calvin, bu çalışma ile 1961 Nobel ödülünü almıştır.

Açık kaynaklarla transport çalışmaları :

Radyoaktif izcilerin endüstride en fazla uygulama sahası bulduğu yer akış ile ilgili çalışmalardır. Akış hızı ölçmeleri tutulma zamanı tayinleri, kaçakların tesbiti akış şemasının tesbiti ve seyrelmenin tesbiti bu gruba dahildir.

Akış hızı ölçmeleri :

Akış hızı ölçmeleri 4 ayrı yöntemle yapılır.

1 — Peak-timing yöntemi

2 — Toplam sayım yöntemi

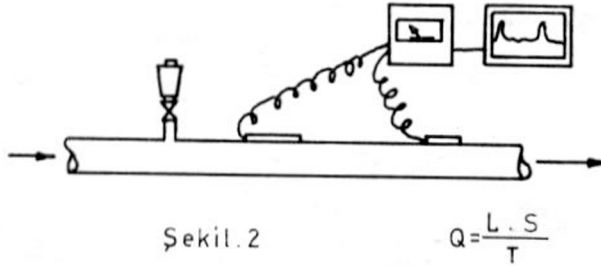
3 — Toplam ve sürekli numune alma yöntemi

4 — Seyreltme yöntemi

Şimdi bu dört yöntemi biraz etraflıca inceleyelim.

1 — Peak-timing yöntemi : Akış hızı ölçülecek olan sıvıya küçük bir miktar radyoaktif çözelti ilâve edilir. Akış yönünde belirli bir noktaya yerleştirilmiş olan sayaç radyoaktif izcinin geçişini kaydeder. Geçiş süresi ve enjeksiyon noktasıyla dedektör arasındaki uzaklık bilindiğinden lineer hız kolaylıkla hesaplanabilir; hacimsal hıza geçmek için bu değer borunun

kesiti ile çarpılmalıdır. Bu metod ile iyi bir duyarlılık elde edebilmek için iki ayrı dedektör (recorder ve ratemeter ile birlikte) kullanılmalıdır. Aktivite eğrilerinin pik noktaları arasındaki zamandan akış süresi, enjeksiyon meto-
dundan ve izcinin dağılmasındaki farklılardan gelecek hataya bağlı olmaksızın bulunur. **Şekil — 2** de yöntemin nasıl uygulandığı şematik olarak görülmektedir. Eğer iki istasyon arasındaki mesafe yeteri kadar uzunsa % 1 den daha iyi bir hassasiyet elde edilebilir. Hesaplarda izci miktarını ve sayma verisini bilmeye lüzum yoktur. Ancak, kesitin bilindiği kapalı borularda uygulanabilir.



Şekil.2

$$Q = \frac{L \cdot S}{T}$$

L = dedektörler arası mesafe
T = Pikler arasında geçen zaman farkı
S = borunun kesiti

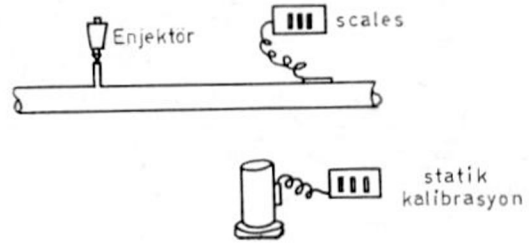
2 — Toplam sayım yöntemi : Bu yöntemde, akışkana belirli bir miktar izci ilâve edilir ve aktivite akış yönündeki bir dedektörle ölçülür. (**Şekil — 3**). Dedektör bir scaler'e bağlıdır. Akış ne kadar hızlı ise izci dedektörü o kadar hızlı geçer ve dolayısıyla scaler'deki sayım sayısı azalır. Statik bir düzenele ölçü sistemini ayarlamak suretiyle sayma verimi tayin edilir. Böylece kaydedilen sayım sayısından akış hızı şu formülle bulunur :

$$Q = \frac{N}{A.F.}$$

Q = Akış hızı
A = İlave edilen aktivite miktarı
F = Statik kalibrasyon ile tayin edilen aletin duyarlılığı
N = Scalerde kaydedilen sayım sayısıdır.

Bu yöntemin temeli şu genel ilkeye dayanır. Bir akışkana ilâve edilen izcinin miktarı integre edilmiş konsantrasyon eğrisi ile izcinin iyice karıştığı bir noktadaki akış hızının çarpımına eşittir. Scaler izci konsantrasyonu ile orantılı olan sayım hızını direkt olarak integre etmek üzere kullanılır. Pratik maksatlarla % 2 ile % 5 arasında bir doğruluk sağlanabilir. Eğer bir

Ratemeter kullanılırsa gerekli düzeltmeler yapılabileceğinden daha iyi sonuç alınır.



Şekil.3

3 — Toplam veya sürekli numune alma yöntemi : Toplam sayım yönteminin değişik bir şeklidir. Yöntemde, en az, ilave edilen izci numune alınan noktayı geçinceye kadar sabit bir akış hızında devamlı olarak numune alınır. Bir diğer şekilde izcinin geçişi süresince belirli zaman aralıkları ile numune alınır. Her iki halde de alınan numuneler iyice karıştırılıp toplam numunenin aktivitesi ölçülür.

Bu metod bugüne kadar çok az kullanılmıştır, fakat teorik olarak toplam sayım metodundan daha çekicidir, çünkü aktiflik ölçmesine uzun bir süre devam edilebilir ve ölü zaman düzeltmesi yapmaya lüzum yoktur. Miktarlar aşağıdaki bağıntı yardımı ile bulunur.

$$Q = \frac{A.F}{r.T}$$

r = toplam numune için sayım hızı

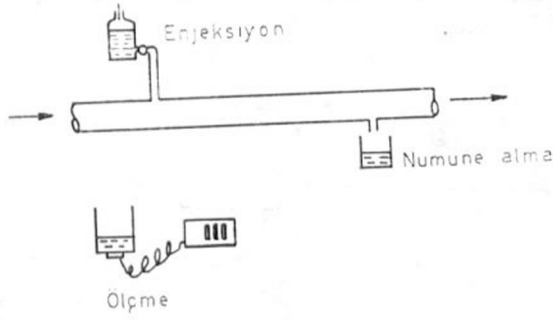
T = numune alma süresi

r.T bir evvelki formülde N' e eşittir. Hem toplam sayım metodu hem de devamlı numune alma metodu açık ve kapalı sistemlerde uygulanabilir.

4 — Seyreltme yöntemi : Yukarıdaki yöntemlerden farklıdır. Çünkü bunda izotop bir defada değil, belli bir zaman aralığında ilâve edilir. Akış yönündeki bir noktadan numuneler alınıp aktiviteleri enjekte edilen çözeltinin-ki ile karşılaştırılır. Enjeksiyon hızı q, enjekte edilen çözeltinin aktivitesi C° ve numunenin aktiviteside C olduğuna göre Q akış hızı şu formülden kolayca bulunur.

$$Q = q \cdot \frac{C^0}{C} \quad (q \ll Q)$$

Prensip, **Şekil 4**'de görülmektedir.



Şekil 4

Formül, ancak numune alınan noktada dengeye erişildi ise geçerlidir. Numune alınan noktaya bir dedektör ve rate-meter konup numune alınan sürece aktivite seviyesinin sabit kalıp kalmadığı kontrol edilebilir. Seyreltme yöntemi hem açık hem kapalı sistemlere uygulanabilen çok kullanışlı bir yöntemdir %1 den daha iyi bir hassasiyet elde edilebilir.

Radyoaktif akış hızı ölçmeleri endüstride petrol rafinerilerinde, soğutma sularının açık su kaynaklarının, su türbinlerindeki çok yüksek akış hızlarının bulunmasında kullanılmaktadır.

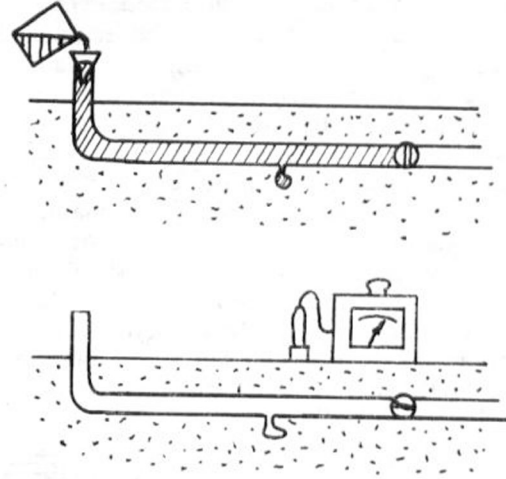
Bir tek pipe-line ile muhtelif kalitede ve muhtelif şirketlere ait petrollerin naklinde de izotoplardan faydalanılır. Kalitede bir değişiklik olduğu zaman girişte petrolde çözünen bir izotop ilâve edilir. Toplama istasyonunda izotop cinsine göre ayrı tanklara alınır. Uygun bir düzenekle, işlem otomatik olarak da yapılabilir.

Kimya mühendisliği unit operasyonlarının pek çoğunda izci tekniği uygulanabilir. Meselâ büyük bir vakum destilasyon kolonunun tepsi-lerindeki akış dağılımı gibi konular izci tekniği ile kolaylıkla izlenebilir. Filtrasyon, sıvı ekstraksiyonu, gaz absorpsiyonu ve fazların ayrılmasında da izcilerin kullanılması mümkündür.

Kaçakların bulunması :

Kaçakların bulunmasında izotop uygulaması, prensip olarak, gaz veya sıvı halinde boruya konulan radyoaktif maddenin, basınç uygulanması ile boruda hareket ettirilmesi ve kaçak bulunan yerlerdeki sızmaları dedektörle tesbit etmektir. Su borularındaki kaçakların bulunmasında, anorganik tuzları halinde en çok kullanılan izotoplar Cl^{38} , Na^{24} ve Br^{82} dir

(Şekil 5).



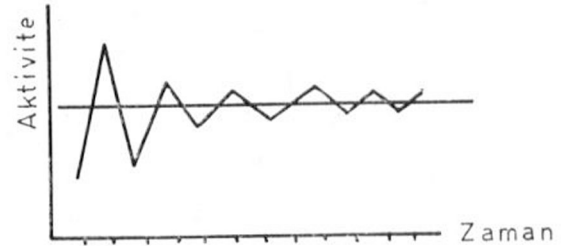
Şekil 5

Kaçakların tespiti

Karıştırma çalışmaları :

Teknikte maddelerin homojen bir şekilde karıştırılmaları önemli bir iş olup genellikle uzun zaman alır. Karıştırmalarda optimum koşulların saptanmasında radyoizotoplar kolayca uygulanır. Bu işlemlerin kontrolü, kimyasal yolla da yapılabilir, ancak, devamlı olarak alınan numunelerin uzun analizlere tabi tutulması gerekir.

Karıştırılan ortama uygun bir radyoizotop ilâve edilerek, belirli aralıklarla alınan numunelerin aktivitesi ölçülür. Numuneler aynı aktiviteyi gösterdikleri an, karıştırma tamamlanmış demektir (Şekil 6).



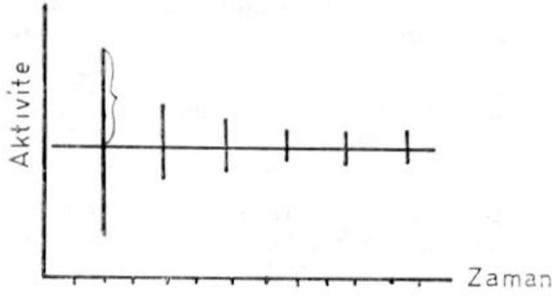
Karıştırma zamanının tespiti

Şekil 6

İstatistik açısından bu yöntem sakıncalı olabilir. Bu amaçla daha uzun zaman aralıkları ile fakat her defasında çok sayıda numune almak suretiyle daha doğru sonuçlar elde edilebilir. Her grup numune için ortalama aktiflik hesaplanır ve aşağıdaki formül yardımıyla standart sapma bulunur.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Burada x'ler tek değerler, $\bar{x}$ ortalama değer ve n numune sayısıdır. Bulunan bu s değerleri yardımıyla **Şekil — 7** deki gibi bir grafik çizilir. Standart sapma sabit kaldığı zaman karıştırma tamamlanmış demektir ve bu da grafikten bulunur.



Şekil. 7

Bir sabun tozu fabrikasında yarım kilo maddeyi 400 kg tozla karıştırmak için, yarım saatlik bir işlem uygulanırken, radyoizotoplar yardımıyla karıştırmanın 3 dakikada tamamlandığı anlaşılmıştır.

Karıştırma işlemlerinin çok önemli olduğu çimento sanayiinde Na^{24} izotopu ve aktiflenmiş çimento, cam istihsalinde Ba^{140} izotopu kullanılmaktadır.

Aşınmada ve madde transferinde izotop uygulanması :

Radyoizotopların çok küçük miktarlarının bile rahatlıkla tayin edilebilmesi özellikle bu tip uygulamalarda önemlidir.

Aşınma : Makine endüstrisinde kullanılan kesici aletlerin aşınması ekonomik açıdan çok önemlidir. Konvansiyonel metodlarla aşınmanın ölçülmesi bu tip aletlerin uzun müddet kullanılarak denenmesini gerektirir ve ancak bundan sonra bir sonuç alınabilir. Halbuki radyoizotoplar yardımıyla bu iş çok daha kısa bir zamanda gerçekleştirilebilir. Kesici alet bir reaktörde ısıtılır, çeşitli çalışma şartlarında denenir ve elde edilen talaşlardaki aktivite ölçülür. Burdan aletin ömrü kolaylıkla tayin edilir.

Bilyalardaki ve makinelerin kayan kısımlarındaki aşınma da yukardaki gibi tayin edilebilir. Bu parçalar aktive edilir ve çeşitli şartlarda kullanılır. Yağlama maksadıyla kullanılan gres yağına geçen aktivite tayin edilir.

Bu tip uygulamalar çok fazladır ve örnekler çoğaltılabilir.

Madde Transferi : Örneğin amonyağın katalitik oksidasyonunda katalizör olarak kullanılan platin-iridyum alaşımındaki azalma Ir^{192} izotopu kullanılarak tayin edilebilir. Buna benzer şekilde çeşitli proseslerde kullanılan katalizörlerin durumları ve azalmanın hızı tesbit edilebilir.

Korozyon : Korozyon konusundaki araştırmalarda radyoaktif izciler çok geniş uygulama imkânı bulmuşlardır. Örneğin bir demir parçasının yüzeyi elektroliz ile Fe izotopu ile kaplanır ve koroziyon çözeltilerle temasta bırakılır. Sonra yüzey otoradyogramlanır. Bir oksit tabakası oluşumunda bu tabakanın vereceği absorpsiyon sebebiyle, bu bölgelerde daha az bir kararma meydana gelir. Korozyon yoluyla aşınma nedeniyle kararmamış bölgeler meydana gelir.

Metallurjide izci tekniğinin uygulanması :

Metallurjide izci tekniğinin uygulanması çok değişik karakterde dalları olan geniş bir konudur. Bu uygulamalardan birkaç örnek vermekle yetineceğim.

ağırlım incelemeleri : Çeşitli maddelerin difüzyonla metaller içindeki dağılımı otoradyografi yoluyla incelenebilir. Metallerdeki kendi kendine difüzyon olayı ise sadece bu teknikle incelenebilir.

Fosfor, kükürt, arsenik, niobium gibi elementlerin erimiş çelikte curuf arasındaki dağılımları ve uzaklaştırma hızları izleme tekniği ile araştırılmıştır. Ayrıca izciler ferrokrom gibi alaşım yapıcı bir bileşenin ergimiş bir kütleye ilavesinden sonra dengeye varmak için gerekli zamanın tesbitinde de kullanılmışlardır.

Bundan başka çelikte zararlı etkileri görülen Pb gibi safsızlıkların mikroskopik dağılımları da izleme tekniği ile elde edilebilir. % 0.004 gibi çok düşük konsantrasyonda bulunan Pb safsızlığının dağılımı Pb^{210} izotopu ve otoradyografi tekniği ile incelenmiştir.

Çelikte bulunabilecek metalik olmayan safsızlıkların kaynaklarının bulunmasında da izci tekniğinden yararlanılır. Bu safsızlıkları verebilecek çeşitli kaynakların ayrı ayrı etiketlenmesi ve incelenmesi yoluyla bu çalışmalar yapılabilir.

Radyoizotoplardan enerji elde edilmesi :

Radyoizotopların endüstriye uygulanması ile direkt bir ilgisi olmamakla birlikte, bu konudan da kısaca söz etmek yararlı olacaktır.

Radyoizotoplardan güç elde edilmesi iki kısımda incelenebilir. Birincisi, güç reaktörlerinden büyük ölçüde elektrik enerjisi eldesidir. Artan enerji ihtiyacı karşısında bilhassa doğal enerji kaynakları fakir olan memleketler zorunlu olarak atom enerjisinden fayadanma yolunda gitmektedirler. Son yıllarda yurdumuzda da bu konuda çalışmalar yapılmakta olup nükleer enerji santrallerinin yapılması plana alınmıştır.

İkinci olarak radyoizotoplar, küçük bataryaların yapılmasında kullanılmaktadır. Bu bataryalarda radyoizotopların yayınlamış oldukları ışınların enerjisi termoemiyon veya termoelektrik yollardan biri ile elektrik enerjisine dönüştürülür. Uzun yarı ömürlü radyoizotopların seçilmesi ile bu bataryalar bakıma muhtaç olmaksızın yıllarca enerji vermeye devam ederler. Bu özellik, feza araçları, okyanuslardaki deniz fenerleri, kutuplardaki meteoroloji

istasyonları gibi devamlı olarak insanların bulunmayacağı bölgelerdeki enerji ihtiyacının karşılanmasında çok önemlidir.

KAYNAKLAR:

1. Radioisotope Techniques, Ralph T. Overman and Herbert M. Clark, McGraw-Hill, New York, 1960
2. Nuclear and Radiochemistry, G. Friedlander, W. Kennedy, J.M. Miller, John Wiley and Sons, Inc., 1949
3. Industrial Uses of Large Radiation Sources. Conference proceedings, Salzburg, 27 - 31 May 1963.
4. Radioisotopes and Their Industrial Applications, H. Piraux, 1964.

50. YIL SANAYİ KONGRESİ TEBLİĞLER VE TARTIŞMALAR

3 - 8 Eylül 1973 tarihleri arasında Odamız tarafından düzenlenen «50. Yıl Sanayi Kongresi» beşyüze yakın delege tarafından izlenmiş, Türkiye'de yayınlanan 50 kadar gazete ve dergide kongre süresince ve daha sonra 500 den fazla haber ve fıkra yayınlanmış, birçok makalede Kongre tebliğlerine atıflar yapılmıştır.

Kongreye tebliğci olarak 26 bilim adamı, sanayici ve meslektaşımız katılmış ve aşağıdaki konuları işlemişlerdir :

- 1) TEKNOLOJİ TRANSFERİNDE GÖZETİLECEK HUSUSLAR,
- 2) SANAYİLEŞME (Tarihsel Gelişimi, Kimya Mühendisliğinin Yeri, Cumhuriyetin 50. Yılında Kimya Sanayii).
- 3) KİMYA MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ (Kimya Mühendisliği ve Kimyagerlik Öğretim Programları, Sanayici Gözü İle Kimya Mühendisliği Eğitimi Sanayideki Eğitim Sorunu),
- 4) ORTAK PAZAR (AET ve Kimya Sanayii, AET Karşısında Sanayimizin Durumu),
- 5) TEŞVİK TEDBİRLERİ (Yatırımlar, Teşvik Sorunu),
- 6) ENERJİ SORUNU,
- 7) BOR — BORAKS,
- 8) PETROL ve PETROKİMYA (Teklif İsteme, Proses Kompüterleri, Lineer Programlama ve Petrol Rafinaj Sanayiindeki Uygulamaları).

Kongrede sunulan tebliğler ve tartışmalar daha sonra bir kitap halinde toplanmıştır. 3000 adet basılan bu kitap tükenmek üzeredir. İkinci baskı yapma olanağı bulunmadığından bugüne kadar bu kitabı edinmemiş sayın meslektaşlarımızın bir an önce odamıza başvurmaları gerekmektedir.

«50. YIL SANAYİ KONGRESİ — TEBLİĞLER ve TARTIŞMALAR» kitabı 516 sayfa olup, sayın üyelerimiz için 35.— TL. dir.



Kimya : 153

BİLİYORSUNUZ KI,

**KİMYASAL ÜRÜNLERİNİZİN
KALİTESİ**

KİMYA MÜHENDİSLERİ ODASI

" Kalite Belgesi,,

**İLE BELGELENİR. AYRINTILI BİLGİ İÇİN ODAMIZA
BAŞVURUNUZ.**

TARİK İŞ

BU BANYODA

**kaplanmıyan yerler
OLABİLİR**

fakat...

FİRMAMIZCA ÜRETİLEN

TESİSLERDE

ASLA....

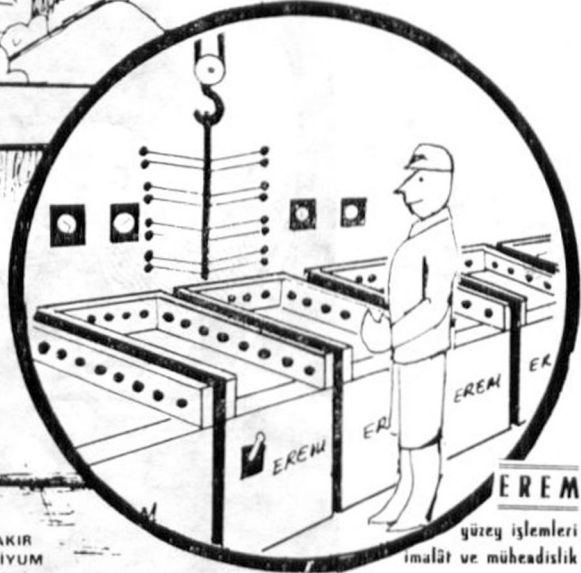
plants and processes for chemical and electrochemical surface treatment for all industrial purposes.

anlagen und verfahren zur chemischen und zur galvanischen oberflächenveredlung für alle betriebsaufgaben.

Alüminyum eloksali
Renklendirme
Fosfatlama
Yağ alma
Sert krom kaplama tesisleri
Galvanizasyon tesisleri
Döner dolaplar

KROM-NİKEL-BAKIR
ÇİNKO-KADMIYUM
kaplama tesisleri

bu bir TÜRKAL endüstri mühendislik kuruluşudur



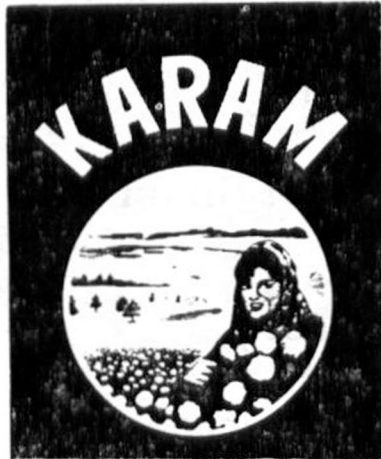
EREM

güney işlemleri
imalat ve mühendislik

Atatürk Bulvarı - Emin Yörük Köyü Şişli
Adres : Sırtlar Altköy Sokak 11-A, Ankara
Tel: 16 1196 16 22 23

Kimya : 158

K A R A M



KARAM Rafine yemek yağı

- Kokusuz'dur
- Bütün yemeklerinizde
- Tatlılarınızda

KARAM Extrokslon küspe'si

KARAM Linter pamuğu

- A kalite'sinde
- B kalite'sinde

KARAM Kuşbaşı pamuğu

KARAM Çiğit kabuğu

KARAM Külçe soapstock'u

KARAMEHMETLER YAĞ SANAYİ ve TİCARET A.Ş.

Fab. Tarsus 1156 - 1299 - Bürolar Mersin 1914 Ankara 11 8251

Kimya : 185

Kalite şart olunca

MERCK Sanayi kimyevî maddeleri

Kimyevî maddelerde özel hususiyetlerin şart olduğu bütün sahalarda.

Selectipur®

Elektroteknik sanayii ve
Transistör – Diod imalâtı
için özel kimyevî maddeler

Patinal®

Yüksek vakumda buhar kaplaması
için buharlaştırma maddeleri

Fotopur®

Film ve foto tekniği için
kimyevî maddeler

Suprapur®

Araştırma ve geliştirme için
üstün saflıkta kimyevî maddeler

Optipur®

Optik ve elektro – optik sistemlerde
kullanılan tek kristallerin imâli
için kimyevî maddeler

Iriodin®

Plastik maddeler ve laklar için sedef
pigmentleri
Dekoratif kozmatikler için sedef
pigmentleri

Müessir maddeler

Eczacılık ve kozmatik sanayii için

Sanayi kimyevî maddeleri

MERCK

E. Merck, Darmstadt
Batı Almanya

Türkiye mümessilliği:
Alfred Paluka
ve Şeriki Koll. Şti.
Ekemen Han Kat 1
Kabataş – İstanbul
Tel. 44 05 58 – 44 15 59

Prospektüslerimizi isteyiniz

KLINGER

Vanaları

- KLINGER vana özel elastiki ringleri sayesinde YÜZDE YÜZ sızdırmazdır.
- KLINGER vanayı tekrar yeni olarak kazanmak için, zamanla sadece bir çift sızdırmazlık ringini değiştirmek kafidir.
- KLINGER vana kullanan işletmelerin büyük bir vana tasarrufu vardır.
- KLINGER vananın özel konstrüksiyonu metalik aşınmayı tamamen ortadan kaldırmıştır. Kullanıldığı işletmelerde vana tamirat işçiliği gerekmemektedir.
- KLINGER vananın bakımı çok basittir.
- KLINGER vananın basınç kaybı sitli vanalara nazaran daha azdır.

**Emniyetli
Ekonomik
Sağlam
Vana için
KLINGER**

KLINGER vanalarını:

ND 16 (16 atü), ND 40 (49 atü) ve ND 64 (64 atü) basınçlara mutehammil, DIN 1691'e uygun GG-20 dökme demir, DIN 1745'e uygun GS-C25 elektro çelik döküm ve DIN 4408'e uygun (Cr-Ni-Mo) Özel paslanmaz çelik döküm malzemelerden: Buhar, hava, amonyak, akaryakıt, her türlü asit ve kuvvetli bazlarda kullanılmak üzere;

- Düz tip vana
- Y tipi vana
- Köşe tipi vana
- Manometre musluğu
- Pislik tutucu

türlerinde, FLANŞLI, DİŞLİ ve SOKETLİ olarak NW 15'den NW 200'e kadar çeşitli çaplarda seri olarak imal ediyoruz



YAKACIK MAKİNA FABRİKASI Döküm, Valf Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Fabrika: Ankara Asfaltı Kartal-İST. Tel. Fab: 53 40 73 - Buro: 45 46 20 - Mağaza: 44 33 71

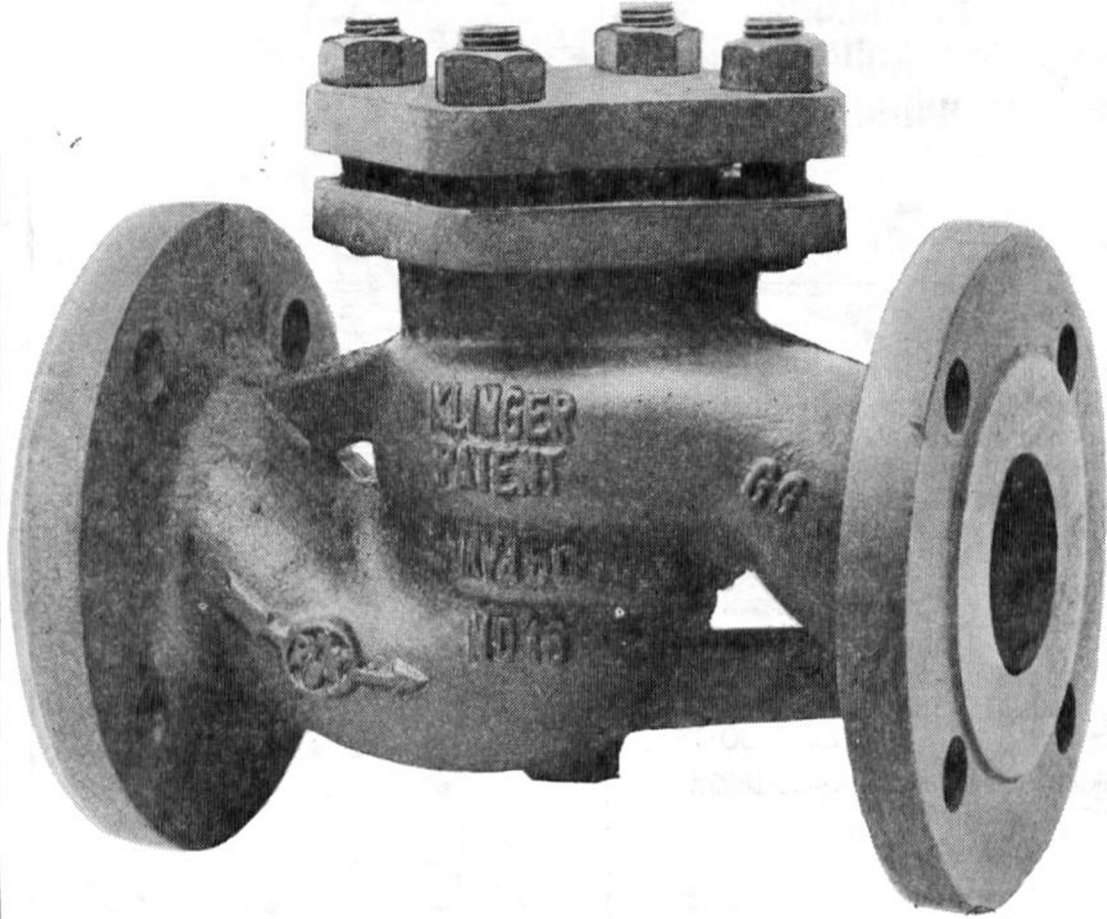
KLINGER

Cek Valfleri

- Özel elâstiki ringleri sayesinde YÜZDE YÜZ sızdırmazdır.
- Sessiz ve sıhhatli çalışır.
- Baskı yaylı olduğundan her pozisyonda güvenle kullanılabilir.
- Özel konstrüksiyonu sayesinde bütün iç-parçaları, hiç bir takım kullanmaksızın kolayca çıkarılıp temizlenebilir.
- Yedek parçası bol ve bakımı kolaydır.

KLINGER çek valflerini

DIN 1691'e uygun GG-20 dökme demir, DIN 17245'e uygun GS-C 25 elektro çelik döküm, DIN 4408'e uygun (Cr-Ni-Mo) paslanmaz çelik döküm malzemelerinden: buhar, hava, her türlü asit ve bazlarda kullanılmak üzere, Flanşlı ve Dişli, ND 16-ND 40-ND 64 basınç kademelerinde, -20°C 'dan +300°C çalışma sıcaklığına kadar ve çeşitli çaplarda seri olarak imal ediyoruz.



YAKACIK MAKİNA FABRİKASI Döküm, Valf Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Fabrika: Ankara Asfaltı Kartal-İST. Tel. Fab: 53 40 73 - Büro: 45 46 20 - Mağaza: 44 33 71

KLINGER

Seviye Göstergeleri

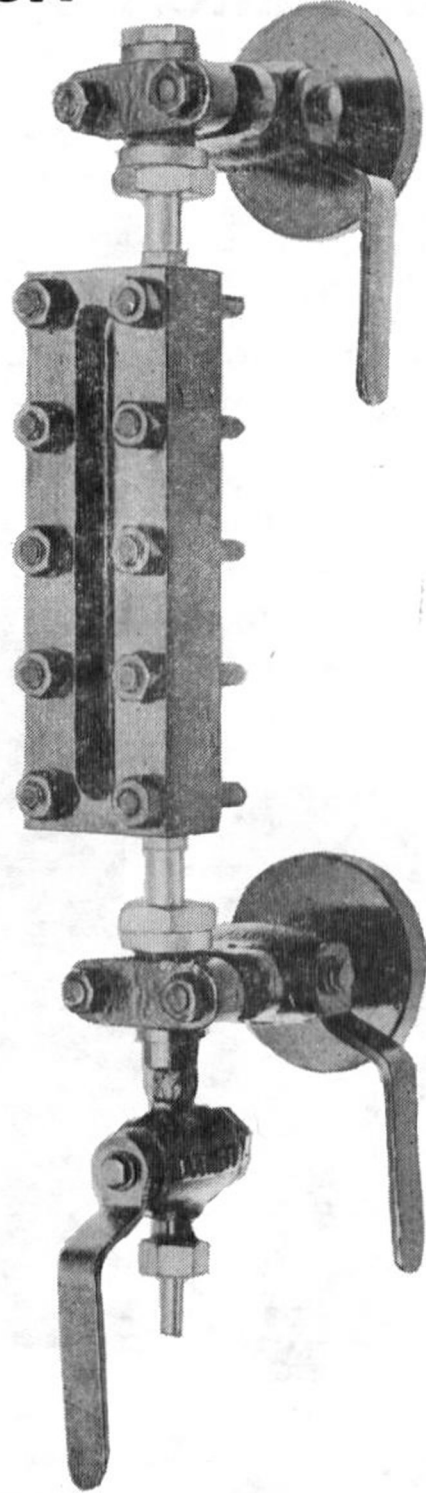
**Yurt kalkınmasına
kaliteli mamullerimizle
katkıda bulunuyoruz.**

Gaz borulu, su borulu buhar kazanlarında ve her türlü basınçlı kaplarda yegane emniyetle kullanabileceğiniz 50 yılı aşkın bir tecrübenin eseri olan

KLINGER seviye göstergelerini yurdumuzda imal ediyoruz. Seviye göstergesi ile ilgili her türlü probleminizi halletmek için tecrübeli teknik personelimiz emirlerinize hazırdır.

Buhar tesisleri için : 32atü 236°C
Diğer akışkanlar için: 218 atü 100°C
: 130atü 400°C

(Yukarda yazılı basınç ve sıcaklıklara kadar dayanıklıdır.)



YAKACIK MAKİNA FABRİKASI Döküm, Valf Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Fabrika: Ankara Asfaltı Kartal-İST. Tel. Fab: 53 40 73 - Büro: 45 46 20 - Mağaza: 44 33 71



1970 YILININ BAŞARILI İHRACATÇISI
ROCHE MÜSTAHZARLARI SANAYİ LTD. ŞTİ. WE

1972 YILININ BAŞARILI İHRACATÇISI
ROCHE MÜSTAHZARLARI SANAYİ LTD. ŞTİ. WE

İHRACATTA İKİ YIL MADALYA KAZANAN YEGANE İLAÇ FİRMASI

ROCHE

ROCHE MÜSTAHZARLARI SANAYİ LIMITED ŞİRKETİ



**daha yüzlerce
boya çeşidi ile**

**SİZLERE
Daha
RENKLİ
BİR DÜNYA
YARATIYOR**

Mobil SHC

ilk ve tek sentetik motor yağı.



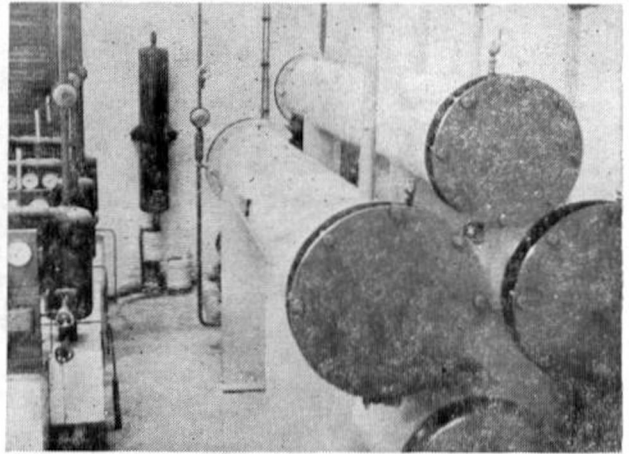
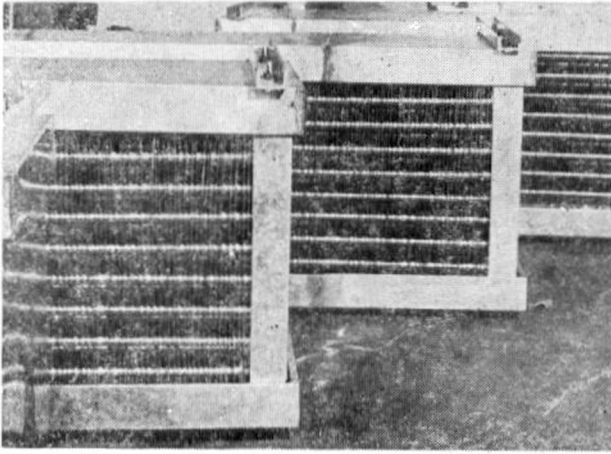
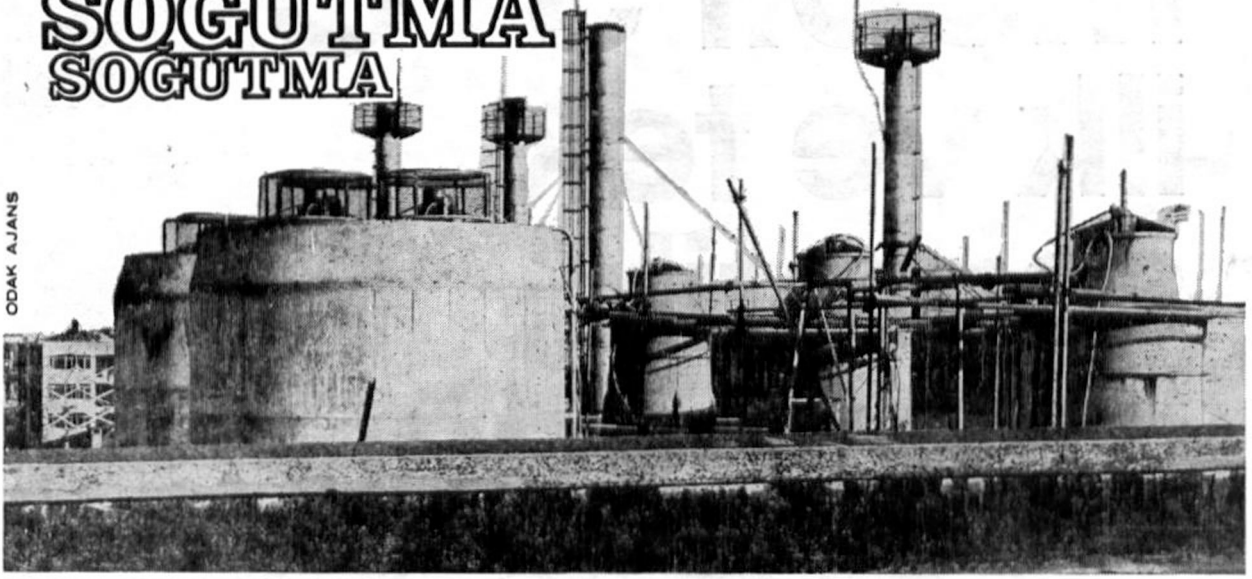
İnsan yapısı
değişmez
molekülleriyle
Mobil SHC,
yüksek viskozite,
düşük ısıda ...
hareket kolaylığı,
sürekli yüksek
yağ basıncı,
daha az
aşınma,
yağ sarfiyatında
ekonomi ve
oksidasyona karşı
direnci sağlar.

reklam moran 2841

Mobil

SOĞUTMA SOĞUTMA SOĞUTMA SOĞUTMA

ODAK AJANS



FABRİKAMIZDA, KONDANSÖRLER, SU VE HAVA
SOĞUTUCULARI, SU SOĞUTMA KULELERİ,
ELEKTRİK KUMANDA TABLOLARI, BUZ TESİSLERİ
VE BÜTÜN YARDIMCI AKSAMI İMÂL EDİLMEKTEDİR.

E **EMAK**[®]
MÜHENDİSLİK KOLLEKTİF ŞİRKETİ

MERKEZ : İlk Belediye Cad. 8. Tünel KARAKÖY - İST. TEL. 45 54 83 - 49 93 65

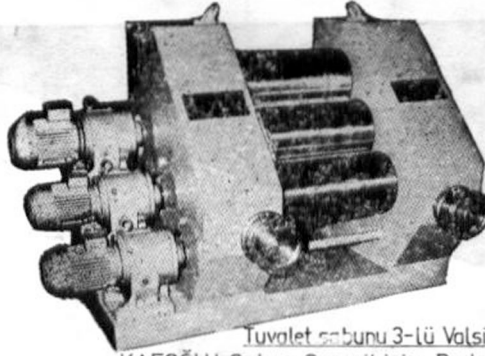
FABRİKA : OTO SANAYİ SİTESİ D. 52 LEVENT - İSTANBUL

TEL. 64 24 26

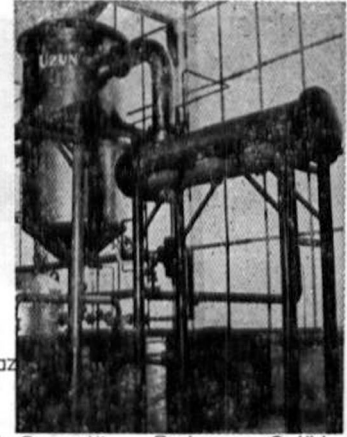


Kristalizasyon

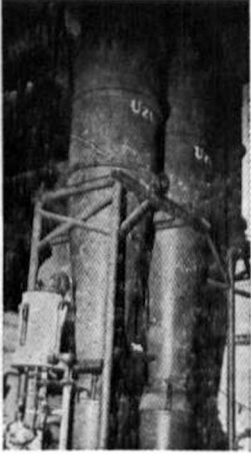
Valsi
ALEMDAR Kimya Endüstrisi A.Ş. için,
Paslanmaz Çelikten imal edilmiştir



Tuvalet Sabunu 3-Lü Valsi
KAFOĞLU Sabun Sanayii için, Paslanmaz
Çelikten imal edilmiştir



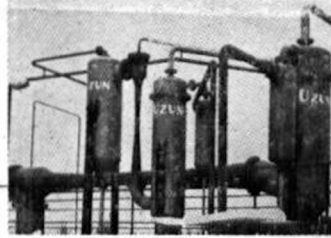
Separatör Paslanmaz Çelikten
ALEMDAR Kimya Endüstrisi A.Ş.
Yağ Parçalama Tesisi için, imal edilmiştir



İki Kademeli Siklonlar Grubu
ALEMDAR Kimya Endüstrisi A.Ş.
Vakumlu kontnu sabun tesisi
için imal edilmiştir
Borometrik kondenser ve
Vakumlu soğutma grupları
ALEMDAR Kimya End. A.Ş. için
imal edilmiştir

UZUN

KİMYA VE GIDA SANAYİİ CİHAZLARI VE MAKİNELERİ İMALİ



ÇELİK VE PASLANMAZ ÇELİKTE
Vakumlu Konsantrasyon cihazları (Evaporatörler)
(Süt, Domates salçası, Meyve suları ve Gliserin için)
Vakumlu Kristalizasyon cihazları

Taz Ayırıcılar
(Siklonlar)

Phömatis
Karveyerler

Kristalizasyon
valsleri -

Kurutma
valsleri

Sterilizasyon
Çakıvaları

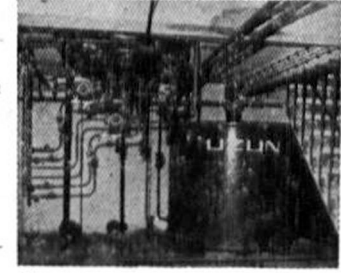
Vakumlu Kurutucular
Kurutucular ve Kurutma Tesisleri
Hidrojenasyon Otoklavları
(Yağ Asitleri ve Nötrleştirme Yağları için)
Yağ Sanayii için Vakumlu Beyazlatma, Koku Gi-
derme ve Soğutucu Cihazları

Boya, Tuvalet Sabunu, Çikolata ve Kakao için
Ezici Valsler

Her nevi Basıncı Kaplar, Reaktörler, Destilatörler

Yük. Mak. Mühendisi HASAN UZUN

Büro: Tersane Caddesi İzsol Han No:26 Karaköy-İstanbul Tel: 49 82 45-5
Atelye: Oto Sanayi Sitesi Ergun Sok. No:23 4. Levent-İstanbul Tel: 642820



Karıştırıcı
HACI ŞAKIR Sabun ve Gliserin Sanayii A.Ş.
Gliserin Tesisi için imal edilmiştir



DAMLIYA
DAMLIYA
GÖL OLUR

TÜRKİYE  **BANKASI**

paranızın.. istikbalinizin emniyetidir

Kimya : 177

Kimya : 145

Teknikcam® CAM LABORATUVARI MALZEMELERİ

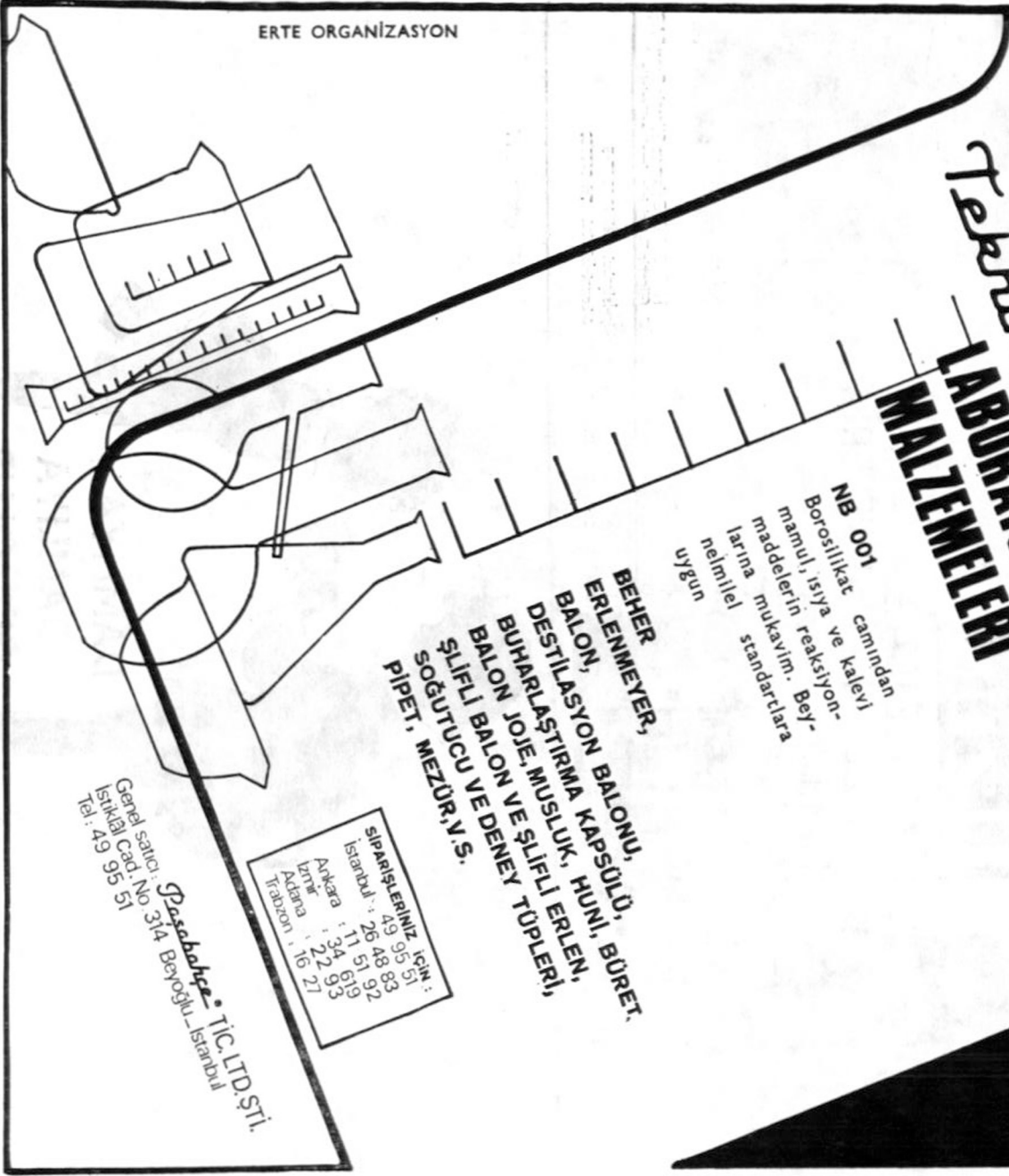
NB 001
Borosilikat camından
mamul, ısıya ve kalemli
maddelerin reaksiyon-
larına mukavim. Bey-
nelmillel standartlara
uygun

BEHER
ERLENMEYER,
BALON,
DESTİLASYON KAPSÜLÜ, HUNİ, BÜRET,
BUHARLAŞTIRMA KAPLAK, HUNİ, ERLER,
BALON JOJE, MUSLUK, ŞİFLİ ERLER,
ŞİFLİ BALON VE DENEY TÜPLERİ,
SOĞUTUCU VE DENEY
PIPET, MEZÜR, V.S.

SİPARİŞLERİNİZ İÇİN:
İstanbul : 26 48 83
Ankara : 11 51 92
İzmir : 34 619
Adana : 22 93
Trabzon : 16 27

Genel satıcı: **Pasabahçe® TİC. LTD. ŞTİ.**
İstiklal Cad. No. 314 Beşiktaş - İstanbul
Tel: 49 95 51

ERTE ORGANİZASYON

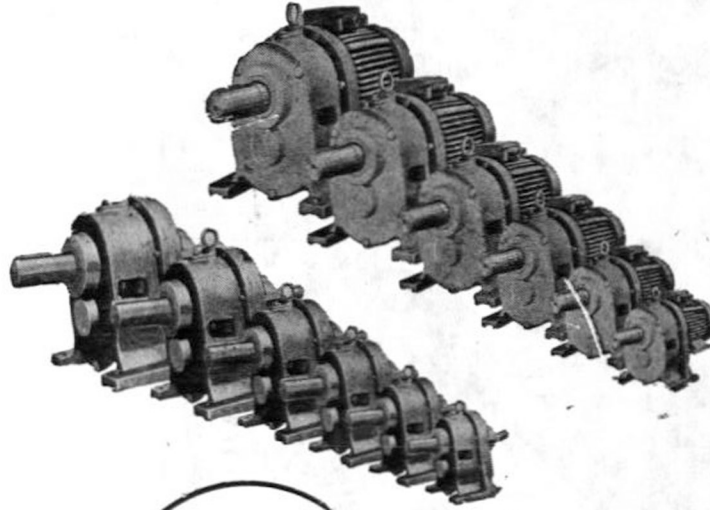


TÜRKİYE ŞİŞE VE CAM FABRİKALARI A.Ş.

Pasabahçe® - Çayyolu® - Taşköprü® - Teknikcam® - Cam elyaf®



camda ünder



**BİR YIL
GARANTİLİDİR**

REDÜKTÖRLERİ

HER TÜRLÜ SANAYİ TESİSİ İÇİN

**0,5 HP gücünden 100 HP güce
10 d/d dan 400 d/d ya kadar
220/380 Volt
REDÜKTÖRLÜ Elektrik
Motorları ve Motorsuz
REDÜKTÖRLER
hazır olarak
stokumuzda mevcuttur**

Makina Mühendisi

ZARE BEDEYAN

Azapkapı Talaşçılar Sok. 4 Karaköy Tel: 44 52 95 - 44 27 70

YATIRIM YATIRIM YATIRIM

Bu gün Türkiye'de
herkesin konuştuğu tek kelime...
Bükelimede düğümlenen memleketimizin
kaderine, firmamız da YATIRIM MALLARI
imalatı ile yardımcı olmaya çalışmaktadır.

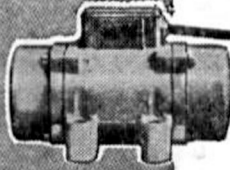
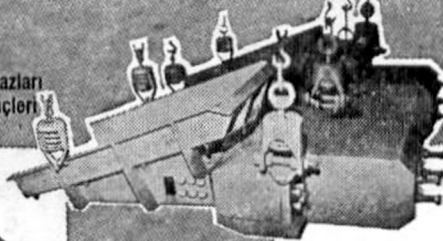


İMALAT PROGRAMIMIZ:

- a) Elektromagnetik ve mekanik titreşimli besleyiciler
- b) Magnetik separatörler
- c) Silo vibratörleri
- d) Titreşimli elekler
- e) Otomatik numune alma cihazları
- f) Elektro magnetik hurda vinçleri



ENTERNASYONAL
TİCARET VE MÜHENDİSLİK BÜROSU



Lütfen Katalog İsteyiniz

KUMBARACI YOKUSU 22/2 KARAKÖY İST.
TELEF. 49 41 75