

Bölüm I

Fosfat Hakkında Genel Bilgiler

Fosfatların jeokimyasal Dağılımları ve Başlıca Mineralleri

Ahmet BÜYÜKKINACI *

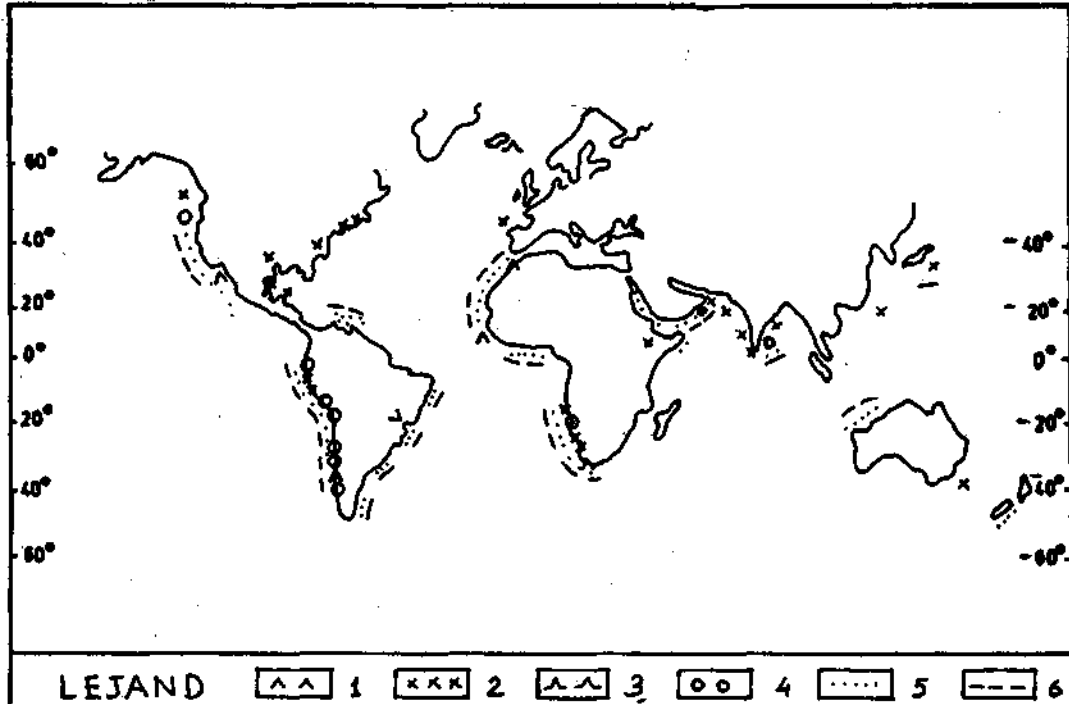
Giriş :

Arz kabuğunda dağınık vaziyette takriben % 0.081 oranında P_2O_5 mevcuttur. Granit, diyorit, gabro, peridotit gibi mağmatik kayalar % 0,5-0,05 oranında, bazı alkali kayalar ise (İjolite, turjaite) % l'rin üstünde P_2O_5 ihtiva eder. Mağmatik kayalardaki fosfat muhtevası ilmenit-manyetit muhtevası ile paralel bir yapı arzeder.

Fosfatların Jeokimyasal dağılımı :

Nehir ve Göl su'arı 0.01-0.5 PP.m. P_2O_5

ihtiva ederler. Okyanusların hemen hepsi fosfat ile doymuş durumdadır, nehirler tarafından getirilen bir miktar fosfat halen çökelmektedir. Okyanusların soğuk sularında 0.3 P.P.m sıcak sularında ise 0.01 P.P.m P_2O_5 mevcuttur. Sirkülasyon neticesinde alttan gelen fosfatça zengin sular satha doğru yaklaşırken, fiziko şimik şartlar değiştiğinden fosfat teşekkülü başlar. Fosfatça zengin sular satha dört durumda çıkar ve çökeltme vukubulur. Şekil : 1



1 — Kırmızı çamurlu sular, canlıların topluca öldüğü yerler. 2 — Canlıların topluca öldüğü yerlerle uygunluk gösteren kırmızı çamurlu sular. 3 — Kırmızı çamurlarla muhtemelen ilgisi bulunan canlıların öldüğü havzalar. 4 — Diatom havzaları. 5 — Deniz kabarmasının olduğu yerler. 6 — Fosfat sedimantasyon havzası.

* Jeoloji Yük. Müh. M.T.A. Enstitüsü, Ankara

1 — Su istikametinden saparsa veya iki su birbirinden ayrılırsa, Ekvatora doğru hareket eden ve fosfat bakımından zengin olan soğuk su koriolis ve rüzgâr kuvveti ile sıcak suyla yerini değiştirir. Sıcak su derine doğru dalarken soğuk su satha çıkar. (Sapmadan ötürü çökme)

2 — İki akıntı türbülans teşkil edecek şekilde karşılaşır.

3 — Kuzey yarım kürede «Gulf streams akıntılarının solunda, güney yarım küre'de sağında soğuk su akıntıları, Orta'da ve kuzeyde soğuk ve zıt akıntılarıyer alır. Bu bölgelerde Mekanik çökme meydana gelir.

4 — Tropikal mıntikalarda tuzlu suların hakim olduğu bölgelerde kışın suyunu soğuması, vs. sebeplerle meydana gelen akıntılarının neticesinde yine çökme meydana gelir.

Biyolojik, jeolojik, iklim, fiziko-kimyasal fosfat şartlarının teşekkül ettiği her yerde fosfat sedimente olur.

Başlıca Fosfat Mineralleri

Yapısında fosfat ihtiva eden 200'e yakın mineral mevcut olduğu halde fosfat yatağı teşkil edebilen minerallerin sayısı birkaçtır. Bunlar : Apatit gurubu mineraller, monetit, whitelockite, Brushite, Variscite, Crandallite, Millisite, Wavellite, Iaranakite'tir. Yatak teşkil edemiyen minera'ler ise Trifillit grubu, Frandelit gurubu v.s. dir. Dolayısı ile fosfat minerallerini üç guruba ayırmak mümkündür. Bunlar, aşağıda sırası ile zikredilmişlerdir .

Apatit Grubu Mineraller : İzomorf bir seri teşkil ederler ve (4) esas mineralleri mevcuttur.

- 1 — Flüor-Apatit
- 2 — Klor - Apatit
- 3 — Hidroksil - Apatit
- 4 — Karbonat Apatit

Fluor, Klor, Hidroksil Apatitlerin genel formülü: $Ca_5(PO_4)_3(F; Cl; OH)$ tir.

Apatitler ya Cl; F; OH; CO_3 şekillerinde veya bunların kombinazonları halinde bulunurlar. Bu bakımdan Klor-Fluor apatit,

Flüor-Kollofan gibi geçiş mineralleri de teşekkül eder. Tabiatte en çok fluor apatit bulunur.

Cl, F; OH apatitler yeşil, mavi, gül kırmızı, gri vs. renklerde bulunurlar. Röplasman mineralleri; Mr , Sr, Ce; SO_4 ; SiO_2 dir.

% 5-6 oranında CO_2 ihtiva eden apatitlere karbonat apatitler denir, mineralleri : Francoite : % l'den fazla fluorin ve gerekli miktarda CO_2 ihtivadır. Dahllite : bol miktarda CO_2 , az miktarda fluorin ihtiva eden karbonat hidroksil apatittir. Kollofan : fosil kemiklerinin ve fosfat muhtevasının teşkil ettiği masif, kripto kristalin bir karbonat apatittir.

Klor, flor hidroksil apatitler daha ziyade mağmatik kayalara bağlı olarak, karbonat apatitler ise sedimanter yataklara bağlı olarak teşekkül ederler.

Apatit grubu dışındaki önemli fosfat mineralleri : Fosfat kayaları ve guano'larda önemli bazı fosfat mineralleri vardır. Bunlar :

- 1 — Monetit
- 2 — Whitelockite
- 3 — Brushite grubu (Brushite, Ardealite, Weimschenkite, Cherchite)
- 4 — Variscite grubu (Variscite, strengit)
- 5 — Crandallite
- 6 — Millisite
- 7 — Wavellite
- 8 — Taranakite'tir.

Guanoların mineralojisi komplekstir. Az ayrıışmış yataklar; eriyebilir amonyum ve alkali Oxalat, sülfat ve nitrat, amonyum - magnezyum fosfat ihtiva eder. Çok ayrıışmış fosfatlar umumiyetle kalsium fosfat (meselâ; monetite veya Whitlockite) ihtiva ederler.

Glokoni'ler¹ Denizel orijinli Potasyumlu fosfatlardır. % 1 - 5 P_2O_5 ihtiva ederler.

Not : Fosfat kayaları terimi % 20'nin üzerinde P_2O_5 ihtiva eden muhtelif orijinli fosfat yataklarını, Fosforit (Phosphorite) terimi ise bir değeri ifade eder ve sadece denizel orijinli fosfatlar için kullanılır.

Bunlar dışında Trifillit grubu, Frandelit gurubu, Siklerit gurubu, Torbernit gurubu,

Plumbogummit gurubu, v.s. gibi mineraller mevcut olup %30-40 arasında P_2O_5 ihtiva ederler. Bunlar nadir olarak fosfat yatağı teşkil ederler.

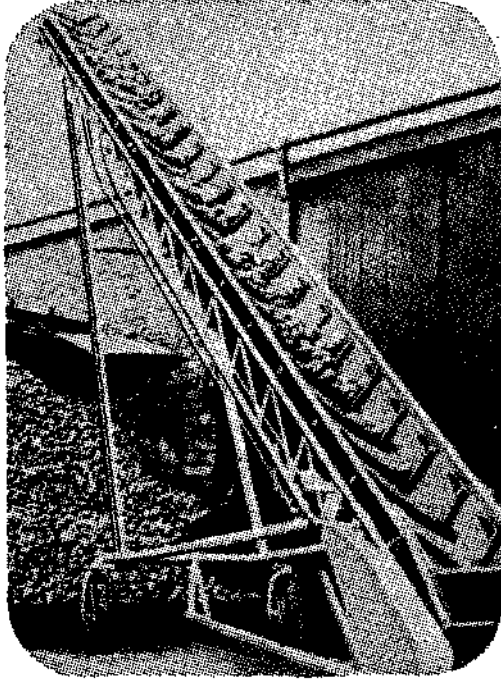
İlişkide önemli fosfat minerallerinin özellikleri tablo halinde verilmiştir (Tablo: 1).

TABLO : 1
ÖNEMLİ FOSFAT MİNERALLERİ

Mineralin Adı	Formülü ve Fosfat Muhtevası (% P_2O_5)	ZUHURLARI
Flüor Apatit	$Ca_5 (PO_4)_3 F$ 38,13 - 41,95	Rusya'da (Ural dağ-Takowaja nehri) mikaşitler içinde, Kola Peninsula'da Alkali orijinli magma, tik yataklarda
Klor Apatit	$Ca_5 (PO_4)_3 Cl$ 40,50 - 40,98	—
Hidroksil Apat	$Ca_5 (PO_4)_3 OH$ 40,21 - 42,19	isviçre'de (Hospenthal, Uri) talk şistler içinde; italya'da (Rossa) serpantinler içinde
Karbonat Apati	$Ca_{10} (PO_4)_6 (CO_3)_2$, 11,0 34,63 - 38,57	Rusya'da (Kursk'ta) nodul halinde geniş yataklar teşkil eder.
Monetit	$Ca H_2 PO_4$ 52,28	Karayıplarda denizinde Moneta ve Mona adalarında Guanoların altındaki kalkerler içinde Malaya'da fosfat yatakları içinde.
Whitlockite	$Ca_3 (PO_4)_2$ 45,68 - 45,94	New Hampshirede (Palermo madeni) hidrotermal orijinli Pegmatitler içinde, Batı Hindistan'da martinit minerali halinde fosfat yataklarında,
Brushite	$Ca H_2 PO_4 \cdot 2 H_2O$ 37,96 - 42,72	Adalarda ve kontinental fosfat yataklarında yaygın halde fakat az miktarda.
Variscite	$Al (PO_4)_2 \cdot H_2O$ 41,15 - 44,99	Yeraltında veya satha yakın yerlerdeki mağara ve çatlaklarda teşekkül eder. Almanya'da (Frankenbergin E'sij Katanga'ad (Mura - Panda)
Strengit	$Fe (PO_4)_2 \cdot 2 H_2O$ 36,29 - 38,93	Satha yakın yerlerde veya satıhta demir ihtiva eden fosfatların ayrışması ile Bavyera'da pegmatitler içinde, isveç'te Kirunavaara magnetit yataklarında.
Crandallite	$Ca Al_2 (PO_4)_2 (OH)_2 \cdot H_2O$ 25,24 - 32,60	Almanya'da (Dehrn ve Ahlbachta) lifli yapıda fosfat yatakları içinde. Bavyera'da demir yataklarında.
Millisite	$Na K Ca Al_6 (PO_4)_4 (OH)_3 \cdot 6 H_2O$ 33,8 - 34,77	Utah'ta (Fairfeld) de variscite nodülleri arasında ara tabaka halinde.
Wavellite	$Al_2 (PO_4)_3 (OH)_3 \cdot 5 H_2O$ 32,72 - 34,16	Segonder mineral olarak düşük derceli metamorfik kayalarda Alüminyumlu zuhurların çatlak dolgularında, limonit ve fosfat yataklarında bulunur. Bohemya, Fransa (Montebras)
Taranakite	$K Al_6 (PO_4)_6 (OH)_2 \cdot 18 H_2O$ 35,16 - 37,28	Alüminyumlu kayaların ve killerin Guanolarla reaksiyona girmesi, neticesinde mağara ve deniz kenarlarında meydana gelirler. Patagonya kuş koloni yatakları.

BİBLİYOGRAFİK TANITIM

1. W.A. Deer : Rook forming minerals (1967)
2. Charles Palache : The System of mineralogy (1951)
3. Geological Survey Bülten : Phosphate Deposits. (1967)
4. Jean Jung : Précis de Pétrographie.



ILANCIK

PIYASAMIZIN EN SAĞLAM, EN KALİTELİ TAŞIYICI KAYIŞLARI VENÜS MARKASINI TAŞIR

Venüs taşıyıcı kayışları, maden cevheri, kömür, taş, kum, çakıl, toprak, çürük, hububat ve benzeri malzemeleri bir taşıta yükleme veya belirli mesafelere nakil işlerinizde güvenle kullanabileceğiniz sağlam, dayanıklı, kaliteli, avrupa mali ayarında mamulüdür.



**VENÜS BAND SANAYİİ
VE TİCARET A.Ş.**

Telefon :
23 41 29 - 23 63 50

Taşıyıcı malzeme	VENÜS BAND TAŞIYICI KAYIŞLARININ ŞİMLANDIRILMASI											Çinli
	Bak. Kık. sayısı	Koruyucu bez	Bütün döşeme	Ust. Venüs. (mm)	Ust. Venüs. (mm)	Kalınlık (mm)	Kalınlık (mm)	Kalınlık (mm)	Kalınlık (mm)	En. tol. (mm)	Boy tol. (mm)	
Ağırdırıcı olmayan veya hafif aşındırıcı malzemeler (Tahıl, sebze, meyve, tahta, kuru toprak, yonga, ilet. kutular, hafif yivcelek paketleri)	2-3	-	Pamuk-pamuk ip.	1,5-2	1	6-7	1±	5±	% 5±			Hafif
Orta derecede aşındırıcı malzemeler 1- Kum, çürük, süper fosfat, çamur çakıl, çimento	3-4	-	Pamuk-pamuk ip.	2-4	1-2	7-9	1±	5±	% 5±			Orta
2 - Top. kayık toprak, kömür, söndürülmüş kireç, v.s.	4-5	Taşıyıcı - ağır işli göze var.	Pamuk - kendir pam. - san. alyaf.	3-5	1,5-2,5	8-12	1,5±	gerekli geniş	% 1			% 1±
Faça aşındırıcı malzemeler 1 - Kırılsamık kireç toprak, kömür, keskin kenarlı malzemeler, kays.	4-5	Taşıyıcı malz. - maye göze var.	Pamuk - kendir pamuk - san. alyaf. pam. - san. alyaf.	4-5	2-3	11-16	1,5±	% 1				% 1±
2 - Demir fitil, kok, kuvarz, yüksek ilet. çürük, bakır, pft, v.s.	5-7	Taşıyıcı malz. - maye göze var.	Pamuk - kendir pamuk - san. alyaf. pam. - san. alyaf.	5-7	3-4	14-20	2±	% 1				% 1±

Fosfat Yataklarının Oluşumu ve Araştırılması

İsmet UZKUT*

A — Giriş :

Atom numarası 15 olan fosfor, azot, arsen, antimon ve bizmut ile periodik sistemin 5 inci gurubunda bulunmaktadır. Bu elementlerle kimyasal yönden benzerliklere sahip olmasına rağmen, yerkabuğundaki jeokirnyasal dağılımı oldukça farklıdır.

'Oksijene olan afinitesi çok yüksek olması nedeniyle, tipik litofil elementlerden biridir. Ayrıca metalik ortamda da (demir meteoritlerinde ve erken kristalisasyonun gabro fazında olduğu gibi) siderofil eğilim gösterir (Goldschmidt, 1958).

Öte yandan fosfor, C, H, N, O vb. gibi canlı bünyelerin önemli bir elementidir ve bu özelliği ile biofil bir karaktere sahiptir. Yerkabuğunda ortalama 0,081 % fosfor bulunmasına rağmen fosfor bu özelliği ile 10. uncu sırayı alır (Wedepohl, 1967), canlıların bünyesindeki oranı genellikle 1 % in üzerindedir (Berger, 1963). Bu nedenle fosforun yalnız jeokimyasal değil, aynı zamanda biolojik bir önemi vardır.

Yer kabuğunda bulunan ve 1 % in üzerinde P_2O_5 ihtiva eden minerallerin sayısı 200 ü geçmektedir. Ancak bunlardan en önemlisi apatittir ve şu gene lformülle ifade edilir :

$Ca_5(F, Cl, OH)(PO_4, CO_3)_3$. Normal apatit olarak nitelendirilen fluor apatittir. Fluor yerine Cl veya OH geldiğinde sırasıyla Klor veya hidroksil apatit adlarını alır. Dişler ve kemiklerdeki ile Brachiopodlardan Lingula'nın kabuğundaki apatit, disroksil apatittir. Fosfat anyonu kısmen karbonat anyonu ile temsil edilirse, sedimanter fosfatlarda en önemli rolü oynayan fluor-karbonat-apatiti adını alır.

* Dr. Minerolog, M.T.A. Enstitüsü. Ankara.

Yukarıda belirtilen formülde kalsiyum.

Mg, Mn, Sr, Pb, U, Ca, Y ve diğer «nadir topraklar» fosfat anyonu da VO_4^{3-} , $ASiO_4^{5-}$ veya SO_4^{2-} anyonları ile isomorf olarak temsil edilebilir (Liebau & Koritnig, 1970).

Fosfat konsantrasyonlarının eksojenik tersirlerle alterasyonu sonucu (özellikle guano yataklarının) Brushit, Monetit,, Whitelockit, Crandallit, Wavellif, Taranakit, Millisit, Variscit, Strengit v.b. gibi mineraller teşekkül edebilir (McKelvey, 1967).

B — Fosfat yatakları ve oluşumu

Fosfat yataklarını iki grupta toplamak mümkündür :

- 1) Endojen fosfat yatakları
- 2) Eksojen fosfat yatakları

B — T Endojen fosfat yatakları

Özellikle alkali magmatizma esnasında ve nefelin siyenitlerin içinde ekonomik değerde fosfat konsantrasyonlarına rastlanır. Bunlardan en önemlisi, Kuzeyabıtı Rusya'daki Kola yarımadası üzerindeki Chibine bölgesinde bulunmaktadır.

Öte yandan «Karbonatit» adı verilen (Tuttle & Gittins 1966, Deans 1968) entrüsyonlara bağlı olarak da, son senelerde önem kazanmaya başlayan fosfat yatakları mevcuttur. Zonal bir yapı gösteren ve en dışta alkali kayaçlar, çekirdek zonunda saf kalker ve dolomitlerden meydana gelen bu «entrüsyon» larda, fosfat konsantrasyonları daha ziyade geçiş zonunda bulunur. Tenörleri 36 % P_2O_5 e yaklaşan bu tip yataklardan en önemliileri Güney Afrika, Uganda, Somali, Tanzania bölgelerinde mevcuttur.

Gerek nefeniin syenit ve gerekse kabona-
titlere bağı olan fosfat yataklarının oluşum-
ları geniş münakaşa konusudur.

B — 2 Eksojen fosfat yatakları

Eksojen alanda meydana gelen fosfatla-
ra genel olarak «fosforit» adı verilir. Fosfo-
ritleri petrografik yönden şu tiplere ayırmak-
tır (Carozzi 1960) :

Primer fosforitler :
kumlu fosforitler
killi fosforitler
glokonili fosforitler
ovolitik fosforitler
oolitik fosforitler
yumrulu fosforitler
iri yumrulu fosforitler
fosfatik tebeşir
oolitik fosfatik tebeşir
Spiküllü veya radiolaryalı fosforitler
Crinoidli fosforitler
Kemik fosforitler (Bone beds)
Kaproilitik fosforit (Pillen-Phosphorit)

Sekonder tipler :
fosfatik gre
fosfatlaşmış kalker
otochton résiduel fosforit
allochton résiduel fosforit

Şekil: 1 Pettijohn'a göre (1957) hazırlanmış ve fosforun yer kabuğundaki devri daimini ve bu alandaki çeşitli konsantrasyon safhalarını göstermektedir,. Buradan ayrıca, Carozzi (1960) tarafından belirtilen çeşitli fosforit tiplerinin oluşum safhaları da tanımlanmıştır

Adı geçen fosfat oluşumları arasında ekonomik değerde olan yalnızca sedimanter ve Guano tipindeki konsantrasyonlardır. Yazımızın konusu bu nedenle özellikle bu yatak tiplerini içine alacaktır.

B.21 Sedimanter fosfat yatakları

B.211 Aktüel fosforit zuhurları

Denizlerin birçok self bölgelerinde 30 ilâ 300 m derinliklerde fosforit oluşumlarına rastlanmaktadır. (Şekil : 2). Genellikle, bu oluşumlar, ince taneli, oolitik. küreler veya daha büyük yumrular halinde bulunurlar. Aynı bölgelerde, nadir olarak fosfatla replase olmuş kalkerlere de rastlanır.

Manganez yumrularının aksine, fosforitler, daha çok iri elemanlı sedimanlara bağı bulunmaktadır. Buradaki sedimantasyon hızı ise, manganezlerde olduğu gibi gene çok yavaşdır.

Bu tür fosfortilerin en önemli minerali kolloidal şekilde ayrılmış ve «kollophan» adı verilen Karbonat - Fluor-Apatittir. Kollofan zamanla ince kristalli apatite dönüşür. Mineralojik bileşimde ayrıca iri klastik elemanlara da rastlanır.

Aktüel fosforitlerin kimyasal bileşimi oldukça sabit bir durum arzeder (Tablo 1). P₂O₅ 22% ile 30%, Fluor 3%-3,31% arasında değişir. Bu özelliği ile aktüel fosforitler, fosil fosforitlerle ortaktır. Ayırıcı bir özellik ise, oolitik tiplere aktüel fosforitlerde daha nadir rastlanmasıdır (Mero, 1965). Örneğin, Kuzey Amerika'daki permien yaşlı «Phosphoria Formation» unda ooidler başlıca kayaç tipini teşkil ederken, aktüel fosfortilerde bu tipe çok nadir rastlanır.

TASLO : 1

Aktüel fosforitlerin ortalama kimyasal bileşimi (Mero (1965)'daki değerlerden düzenlenmiştir)

CaO: 37-47 1%
P₂O₅ : 22-30 %
CO₂ : 4 - 7 %
F : 3-3,3 '%
MeaQs : 0,4 - 9,4 %
SiQ, + MgCO₃ + H₂O : 2-21 i%

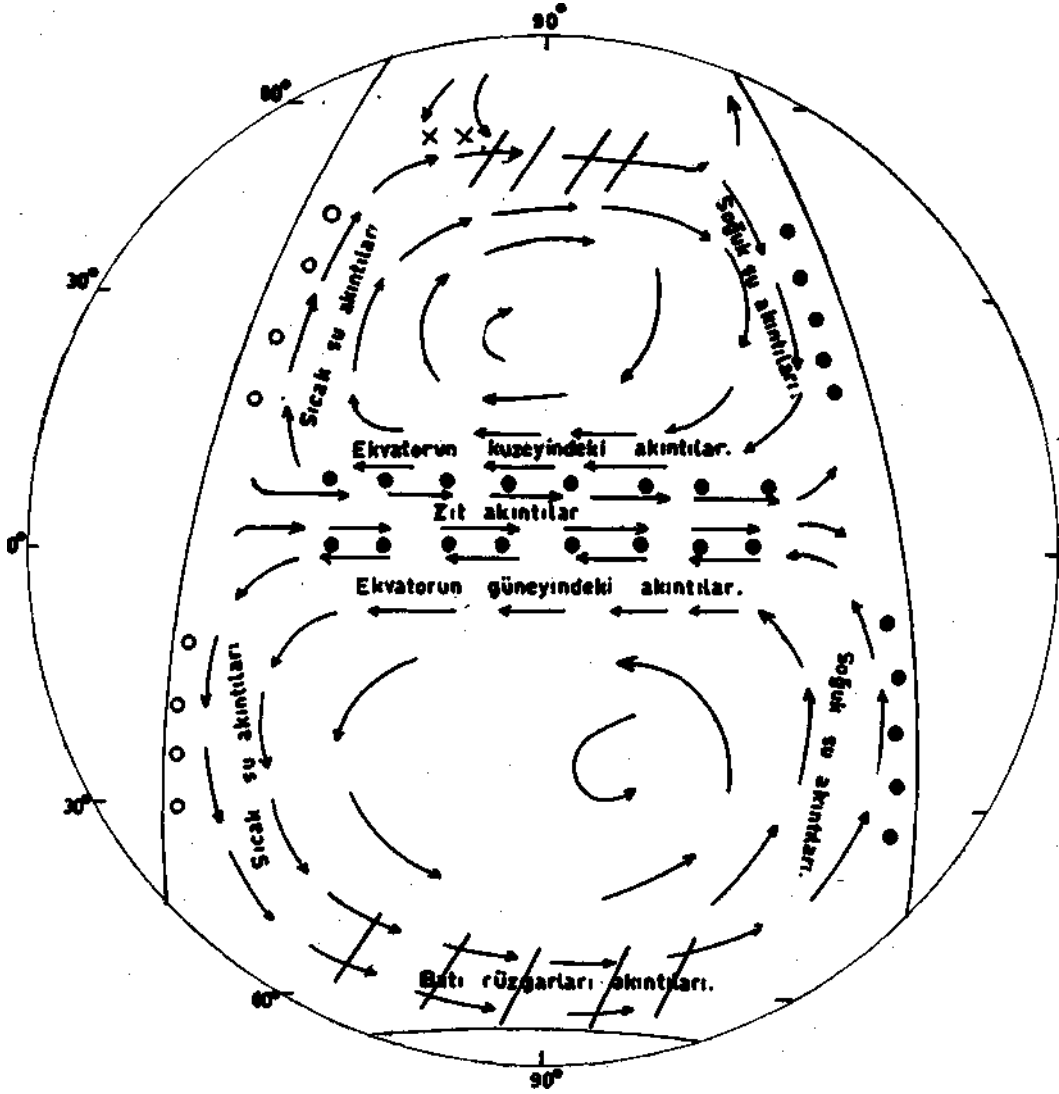
Organik madde : 0,1 - 2,3 %

'Metal oksitler öncelikle Fe, Al, Ti, Mn; U (0,001 i%) ve nadir toprakları içine almak tadır.

Fosforit jönezi için öriemli olan bir husus, —birkaç istisna hariç—ı bugünkü denizlerdeki fosforitlerin, bol fosforlu ve soğuk su akıntılarının yüzeye çıktığı ve ışığa başladığı self bölgelerinde oluşmakta olduğudur. Soğuk derin deniz suları 0,3 ppm P₀₄, sıcak ve yüzeysel deniz suları ise 30 misli daha az (0,01 ppm P₀₄) ihtiva etmektedirler (McKel-

Şekil — 2 İdeal bir Okyanusta yüzey akıntıları, besince zengin suların kabarma yerleri ve fosfat Sedimentasyonu

(See 'Fleming 1957)



LEJAND

- Suyun istikametinden saptması veya iki suyun birbirinden ayrılması suretiyle meydana gelen fosfat sedimentasyonu.
- XX İki akıntının Türbülans meydana getirmesi suretiyle meydana gelen fosfat sedimentasyonu.
- Gulf stream, Soğuk ve zıt akıntılar sebebi ile meydana gelen fosfat sedimentasyonu (Mekanik çökeltme).
- /// Suyun soğuması v.s sebeblerle meydana gelen fosfat sedimentasyonu.

vey 1967). Ayrıca kalsiyum fosfatın akıntılı deniz suyundaki eriyebilme kabiliyetinin yükselen pH ve sıcaklık ile düştüğü bilinmesine rağmen (Kramer, 1964 ve Roberson, 1966), bu husus fosforitlerin oluşumunu izah için kâfi değildir. Zira 0,3 ppm lik bir PO_4^{3-} aktivitesinde mevcut bilinen pH ve sıcaklıklarda fosforitin anorganik olarak çökmesine imkân yoktur. Hemen hemen herkesçe kabul edilen ortak husus, fosforit oluşumunun organik yollarla olduğudur. Derinlerden gelen ve fosforu bol sular, o bölgedeki organik hayata pozitif yönde tesir etmekte ve mevcut fosfor pitoplankton (Phytoplankton) ve hayvanların kabuklarında fikse edilmektedir. Canlı sayısının, fosfor konsantrasyonuna bağlı olarak aynı oranla yükselmesi sedimana karışan ölü ve bol fosfat ihtiva eden organik madde oranını da yükseltmekte ve bu suretle, dipte bulunan sedimana, diğer bölgelere nazaran daha fazla fosfat dahil olmaktadır.

Sedimana giren ve fosfat ihtiva eden organik maddenin ayrışması sonucu, sediman içindeki pH'nın üstteki deniz suyuna nazaran daha düşük olması nedeniyle fosfatın erime kabiliyeti yükselmekte ve sediman eriyiğine «interstitial water» karışmaktadır. Yapılan analizlerde, sediman eriyiği içindeki fosfat konsantrasyonunun üstteki deniz suyu konsantrasyonuna nazaran 150 misline kadar yükselmiş olması, bu varsayımı doğrulamaktadır. Bruevitsch & Saitzeva (1958), Bering denizi dibindeki sediman eriyiği içinde 2,50 - 7,48 ppm (30-90 misli zenginleşme) ve Hazar denizi kuzeyindeki sediman eriyiklerinde ise 150 misli bir zenginleşme tesbit etmişlerdir. Çeşitli sediman eriyiklerinde, Bushinski (1964) ve Müller (1969) 50-100 mislilik bir konsantrasyondan bahsederler.

Öte yandan Bushinski'ye (1964) göre, sediman eriyikleri içindeki en yüksek fosfat konsantrasyonlarına 30-300 m derinliklerde rastlanmaktadır. Ki bu derinlikler de aktüel fosforit oluşumlarının rastlandığı bölgelerdir (Mero 1965). Herhalde bu durum fosil fosfat oluşumları için de geçerli sayılmalıdır.

Özetlersek, mevcut veriler, aktüel fosfat oluşumlarının, fosfatı nisbeten bol derin deniz akıntılarında ancak endirek olarak bağlı

bulduğunu göstermektedir. Ayrıca bu verilerden, fosforit oluşumunu tayin eden, daha çok sediman içindeki fizikoşimik ve petrojenetik şartların olduğu anlaşılmış bulunmaktadır. Sedimanda organik maddelerle giren fosfat, bu maddenin ayrışması esnasında sediman eriyiğine (interstitial water) karışmakta, ya konsantrasyon fazlaşması nedeniyle kalsiyum fosfat olarak sediman-deniz suyu geçişinde ayrışmakta veya sediman içindeki kalker komponentlerini replace etmektedir (Bushinski, 1964 ve Youssef, (1965).

Aktüel fosforitlerden en iyi araştırılmış olanı Kaliforniya açıklarındaki fosforit oluşumlarıdır. Bu nedenle bu konuya biraz daha detaylı girilecektir.

D' Anglejan (1967)'nin yaptığı çalışmalara göre, fosforitli bölüm, 80 km genişliğindeki ve ancak 200 m derinliğe kadar uzanan 13.000 km² lik bir alanı kaplamaktadır. Relyef monotondur. Öncelikle ilkbaharda fosforitli bölgeye derin deniz suları ile toplam olarak 7.10¹⁶ ton P_2O_5 taşınmaktadır. Bunun ancak 3. 10⁹ tonu fitoplanktonlarla fikse edilerek sedimana ulaşabilmektedir. Yazarın yaptığı tahmine göre, bu bölgede son 0,5-1 Milyon yılda toplam olarak 1,5-3. 10⁹ Milyon ton P-A çökelmiştir.

Fosforit tanecikleri ince kum ve silt matrisi içinde bulunurlar ve irilikçe matriste aynı özelliği taşırlar. İki türlü fosforit tipine tesadüf edilmiştir :

a) Koyu renkli, hiçbir tekstür göstermeyen ve yumurta biçimli kaprolitler (irilik 0,125-0,25 mm arasında),

b) biojen menşeli ve iri fraksiyonlar içinde bulunan yumrular Bu yumruların çoğunluğu yassı biçimlidir ve brakyopod kabuklarından oluştuğu kabul edilmektedir.

En yüksek apatit oranına (15-40!) 50 ile 100 m derinliklerde rastlanır. 100 m yi geçen derinliklerde ince ve çamurlu sedimanların hakim olduğu bölümlerde apatit oranı 5 % in altına düşer.

Gene 100-200 m derinliklerde bulunan submarin eşikler üzerinde serpinti halinde kalsitin apatit ile replace olması sonucu oluş-

muş fosforit yumruları bulunur. Bu kalkerler genellikle miyosen yaşlı formainifer kalkerleridir.

Fosforit oluşumunun halen devam etmekte olduğuna dair bir emare mevcut değildir. Alınan numunede yapılan bir C^u analizi 10^5 yıllık bir yaş ortaya koymuştur.

D' Anglejan (1967), Ames'in (1959) eksperimental çalışmasına dayanarak (bu çalışma ile eriyikte bulunan en az PO_4^{3-} konsantrasyonlarının bile kalkeri replace edebileceği gösterilmiştir), kaliforniya fosforit oluşumunu, sediman erylği içinde bulunan fosfatın kalkeri replace etmesine başlamaktadır.

Etrafı fosfat ayrışımı ile çevrelenmiş silt taneciklerinin bulunması, ayrıca, doğrudan bir sakınca mevcut değildir (Tablo : 1). Kaldı ki, 0/4-9,4 % oranında bulunan metal oksitlerden de (özellikle nadir topraklar) faydalanma olanağı mevcuttur. Öte yandan fosforitlerin bulunduğu kıyı bölgeleri için taşıma problemi de ortadan kalkmış olmaktadır.

Rezervler de oldukça olumlu bir durum arzeder : Mero'ya göre (1965), denizlerimizde mevcut fosforit miktarı toplam olarak 300 milyar tonu bulmaktadır. Bu miktarın ancak 10 % işletilebileceği kabul edilse bile ortaya 30 Milyar tonluk bir rezerv çıkmaktadır ki, bu da 1970 üretimi ile dünyanın 600 senelik ihtiyacının karşılanması demektir.

Diğer yönden, halledilmesi lâzım gelen sarsılmaz teknik problemler mevcuttur. Bu konuda araştırmaların halen yürütülmekte olmasına rağmen, gerek karalardaki fosfat rezervlerinin bolluğu ve gerekse fosfat fiyatlarının düşüklüğü nedeniyle, bu rezervlerin ancak ikibin senesinden sonra değerlendirileceği kabul edilmektedir.

Bu değerlendirmeyle, dünya endüstrisinin aktüel fosforitler içinde nispeten bol olan flor ve nadir topraklara olan ihtiyacının hızla yükselmesi de geniş ölçüde etkilenecektir.

B.212 Fosil fosfat yatakları

Fosil fosfat oluşumlarına Prekambrienden Terslere kadar bütün jeolojik formasyonlarda rastlanır.

doğruya' bir fosfat ayrışmasının mevcut olduğunu göstermektedir.

Sozkonusu fosforit oluşumlarına, bugünkü deniz diplerinde Georgis'ya yakın bölgelerde (Pevear & Pilkey, 1966; Pilkey & Lu, ternauer, 1967) ve kuzeybatı Afrika kıyı şelfinde (Tooms & Summerhayes, 1968) de rastlanmıştır. Fakat bu oluşumların, daha çok tersiyer yaşlı fosforit konsantrasyonlarının römaniye olması sonucu meydana geldikleri genel olarak kabul edilmektedir.

Özellikle son senelerde, aktüel fosfat yataklarının ekonomik değeri ve değerlendirmesi hakkında çalışmalar başlanmıştır. (Mero 1965; Halbach, 1971). Esasen, kimyasal bileşim yönünden böyle bir değerlendirme için

Bu yataklar için mevcut geniş literatürden en önemli olarak Salvan (1952), Ruhlman (1958), Gimmelfarb (1965), McKelvey (1967), Zanin ,(1969)-, Bushinski (1969) ve ikinci baskısı yapılan ve «British Sulphur Corporation tarafından yayınlanan «World survey of phosphate deposits» yayınlarını zikredebiliriz.

McKelvey (1967)'e göre, fosil fosfat yataklarının çoğunluğu, jenez yönünden aktüel fosfat yatakları ile aynı olması gereken sedimanler menşelidir.

Gittikçe derinliğini kaybeden bis self zonu üzerinde soğuk ve kıyı yönünde akan derin deniz akıntıları ısınmakta ve bu esnada gelen fosforun deniz canlıları ile fikse edilip sedimantasyona dahil edilmesi ile derin denizden kıyaya doğru şırı petrografik üniteler çökelmektedir :

- Koyu renkli linyitli kil
- Fosfatik kil
- Fosforit ve dolomit
- Chert ve diatomit
- Çeşitli karbonat fazies tipleri
- Salinar çökelti ve kırmızı veya açık renkli gre ve killer.

Söz konusu sediman tipleri aynı zamandan çökeldikleri gibi yanall geçişlidirler. Sensedimenter epirojenetik olaylar nedeniyle aynı sıraya dikey yönde de rastlamak mümkündür.

En kalın ve en ekonomik fosfat oluşumlarına jeosenkinal bölgelerinde ve linyitli kil-

ler ve chertlere fazieslerde rastlanır. Bunun için en tipik örnek, Rusya'daki kambrien yaşlı Kara-Tau fosfat yataklarıdır (Bushinski, 1964).

A.B.D. de en büyük fosfat rezervlerinin bulunduğu permien yaşlı «Phosphoria Formation»unda ise fosfortiler genellikle silisli kayalara (Rex chert member) ve linyitsiz silt ve kil sedimanlarına bağlı olarak bulunur (McKelvey et al. 1959).

Aynı fazies durumlarını, Kaliforniya'daki miosen yaşlı «Monterey» formationunda (Dickens, 1966), Kuzey Alaska'daki Misisipien ve trias yaşlı formasyonlarda (Patton & Matzko, 1959). Meksiko'daki jura yaşlı La Ca ja ve La Casita formasyonlarında (Rogers et al. 1961) Peru'nun «Sechura» gölündeki miosende (Harrington et al. (1966) ve kuzey Afrika'daki kretase ve eosen yaşlı büyük fosfat yataklarında rastlamak mümkündür.

McKelvey (1967)'e göre soğuk su akıntılarının indirekt tesiri ile oluşan fosfat konsantrasyonları, genellikle koyu renkli kil ve chertlerle fazies değişimi olan fosfatik kalker ve grelerden müteşekkildir. Aynı yazara göre ekonomik değerdeki fosfat konsantrasyonları, bu tip fosfatik çökeltilerin submarin alterasyon ve yıkanması sonucu meydana gelebilir. Bu durum en bariz şekilde Florida'daki pliosen yaşlı «Bone Valley» formasyonunda (Altschuler et al. 1964), Georgia ve Florida'daki miosen yaşlı fosfat yataklarında (Sever et al. 1967), Kuzey Karolina'daki miosen yaşlı «Pungo River» formasyonunda (Kimrey 1965), Brezilya'daki Recife bölgesindeki «Graname» formasyonunda (Harrington et al. 1966) rastlanmaktadır.

Bu çeşit ekonomik değerdeki fosfat oluşumları ayrıca, yüksek fosfor getiren ırmak ağzlarında (Estuary) da meydana gelebileceği kabul edilmektedir (McKelvey, 1967). Burada da fosfor konsantrasyonunun yükselmesi, fosforit oluşumunda indirekt bir rol oynamaktadır.

Bunlardan başka, alterasyon yoluyla, résiduel ve alterasyon fosfat oluşumları da mümkündür (örneğin Florida ve Güney Carolina'daki «river pebble deposits» ve Ten-

nessee'deki «white rock» ile Bone Valley fosfat yatağının «leached zone»u).

B.22 Guano yatakları

Deniz kuşlarının ekskrementlerinden oluşan Guano yataklarına Özellikle ekvator yakınındaki sahil bölgelerinde ve adalarda rastlanır. (Aşağı Kaliforniya'nın batı sahilleri, Güney Amerika ve Afrika). Bu konsantrasyonlar genellikle birkaç yüzbin tonluk oluşumlardır.

McKelvey'e (1967) göre, taze kuş ekskrementleri 22 % N ve 4 % P_2O_5 ihtiva ederler. Ayrışma sonucu H havaya karışmakta ve artık maddede P_2O_5 oranı giderek yükselerek 10-12 % bulur. Bu alterasyon jeolojik zamanlarla gittikçe yoğunlaşarak 20-32 % lik P-A değerlerine varabilir.

Guano fosfatlarının mineralojisi oldukça karışıktır. Az ayrılmış olanlarında suda eriyebilen Amonyum ve Alkali okzalatlara, sülfatlara ve nitratlar ile çeşitli Mg-NH₄-fosfatlara rastlanır. Fosil ve şiddetli altere olmuş olanları öncelikle Kalsiyum fosfattan müteşekkildir (Örneğin Monetit ve Whitlockit).

Az yağışlı bölgelerde, Guanodaki fosfat alttaki ana kayaca taşınmakta ve burada çeşitli boşlukları doldurduğu gibi kayacı replace edebilmektedir. Aradan jeolojik zamanların geçmesi sonucu büyük kayaç kitleleri fosfatlaşabilmektedir. Batı Pasifik'teki Nauru adasında tenörü 39% P_2O_5 olan ve rezervi 90 Milyon ton olan (Hutchinson, 1950) bu tip bir fosfat yatağı mevcuttur.

Öte yandan bu çeşit oluşumların mineralojisi, alttaki ana kayacın petrografik yapısına bağlı bulunmaktadır. Ana kayaç, kalker ise, kalsiyum fosfat, silikat ise alüminyum fosfatlar meydana gelmektedir.

Bundan başka, Milattan önceki zamanlarda Göreme çevresindeki mağaralardaki güvercin artıklarından gübre olarak faydalandığı bilinmektedir.

C — Fosfat yataklarının araştırılması ve değerlendirilmesi :

C.1 Prospeksiyon

Fosfat yatakları prospeksiyonu herşeyden önce jenetik tipe göre /değişmek zorunlu-

ğundadır. Endojen yataklarda uygulanan prospeksiyon metodları Deans (1968) tarafından detaylı olarak belirtilmiştir. Guano yataklarındaki araştırmalar için de Warin (1968) in çalışmasını salık veririz. Biz, öncelikle gerek yurdumuz ve gerekse dünya fosfat üretimi için en önemli jönetik grubu teşkil eden sedimanter fosfat yataklarındaki prospeksiyon usüllerinden bahsetmekle yetineceğiz.

Sedimanter fosfat yataklarının prospeksiyon çalışmaları öncelikle şu temellere dayanmak zorundadır :

1 — Sedimanter fosfat yatakları marin bir ortamda oluşurlar. Fosfat teşekkül eden basenin açık denize açık olması gereklidir. Öte yandan, fosfat teşekkülünün karalardan gelen detritik materyalle ilişkisi yoktur.

2 — Ekonomik değerli fosfat horizonları genel olarak, sedimantasyon hızı en az olan bölümlerde meydana gelir. Örneğin Togo'daki fosfat yatağında ekonomik değerdeki bölümdaki kalınlık 10 m iken, bu diğer bölümlerde 100 m ye kadar kalınlaşmakta ve tenor de aynı oranda azalmaktadır (Slanski, 1968). Diğer bir deyimle, fosforit oluşumu için uzun zaman gerekir ve bu zaman içindeki oluşum şartlarının da sabit kalması şarttır.

3 — Buradan hareket ederek, fosforit yataklarına magmatik ve tektonik aktivitenin az ve hafif olduğu jeolojik zamanlarda rastlandığı söylenebilir. Tektonik genellikle senjönetik karakterdeki epirojönetik kırılmardan ve nadiren de mahdut entansiteli kıvrılma olaylarından ileri geçmez.

4 — Mevcut bilgiler dayanılarak, fosforit oluşumu için gerekli şartların hangi jeolojik zamanlarda ve dünyanın hangi bölgelerinde olduğu ortaya çıkarılmış bulunmaktadır. (Strakhov, 1960; Freas, 1968). Bu zamanları, genel olarak, iki şiddetli örojenez arası ve peneleşme fazları olarak nitelendirebiliriz. Fosforit oluşumu esnasında iklimin ayrıca humid olduğu ve kutuplarda da buzul kütlelerin mevcut olmadığı veya çok az olduğu kabul edilmektedir.

Sedimanter fosfat yataklarının prospeksiyonuna literatürde geniş yer verilmiştir. (Gim-

melfarb, 1962; McKelvey, 1968; Slansky, 1968; Notholt, 1968; Freas & Eckstrom, 1968, v.b.). «case history» olarak nitelendiren ve bir yatağın bulunuşundan değerlendirilmesine kadar devam eden araştırmaları özetleyen neşriyatta önemli bir yer tutar (Sheldon, 1964; Rüssel, 1968, Cathcart, 1968; v.b.).

Sedimanter fosfat yatakları prospeksiyonunda genel olarak şu sistem uygulanmaktadır :

1 — İlgili bölge hakkındaki bilinen bütün bilgi değerlendirilir (jeolojik araştırmalar, sondaj loğları, diğer madenleri ilgilendiren raporlar v.s.). Buradan fosfat oluşumuna en uygun bölgeler ortaya çıkarılır.

2 — Fosfat ümitli bölgenin büyüklüğüne göre 1/25 000 lik veya 1/50 000 lik fotojeolojik haritası yapılarak, jeolojik formasyonların yönüerv eğimleri ve tektonik yapıları ortaya çıkarılır.

3 — Fosfat ümitli jeolojik formasyonur, yönüne elik yönde, helikopter veya uçaklarla radioaktivite ölçme uçuşları yapılır ve anomaliler ißsbit edilerek jeolojik haritaya aktarılır. • (Bilindiği gibi sedimanter fosfat 50-200 ppm (Wassermann et al. 1963) arasında uranyum ihtiva ederler ve bu özellikleri ile diğer formasyonlardan ayrılırlar). Ancak radioaktivite ölçülerinin başarısı için, fosfatlı seviyenin aflöre olması gereklidir. Örtülü . fosfat horizonları genellikle hiçbir radioaktivite anomalisi vermez (Würzburger, 1968). Bu nedenle, anomaliler ortaya çıkmamış olsa dahi çalışmalara devam edilmelidir.

Öte yandan, bitümlü horizonlar da hemen hemen aynı oranda uranyum ihtiva ettikleri için, kontaminasyon tehlikesi mevcuttur.

4 — Uçuş traversleri, jeolojik haritalama ile kontrol edilir ve tesbit edilen petrografik ünitelerin P_2O_5 muhtevaları yarı kantitatif metotlarla araştırılarak haritaya aktarılır. Bu yönde en çok uygulanan ' metod «Shapiro» testidir (Roseveare, 1966).

Bu prospeksiyon çalışmaları sonucu, fosfat horizonlarının yanall yayılımı ortaya çıkarılmış ve ekonomik olarak en ümitli bölüm sınırlanmış olmaktadır. Bunu, sınırlanan bölge içindeki detay çalışmalar izler.

C. 2 — Detay etüdler

Jeolojik ve jeofizik çalışmalar sonucu ortaya çıkarılan en ümitli alanda yapılan araştırmalar iki grupta toplanır :

a) Arazi çalışmaları,

1 — Topografik harita alma

Ümitli alanın büyüklüğüne göre, bölgenin 1/10 000 veya 1/5000 lik topografik haritası yapılır. Bu gerek rezerv hesabı ve gerekse öngörülen kuyu, galeri, yarma ve sondaj yerlerinin tesbiti yönünden gereklidir.

2 — Kuyu, galeri ve yarma faaliyetleri

Bu çalışmaların amacı, sınırlanan bölge içindeki tenor ve rezerv dağılımı dekapaj kalınlığını, tesbit ederek ekonomik bir işletme plânına temel hazırlamaktır. Önce alan içinde bir dekapaj sistemi hazırlanır ve bu sisteme göre alan yarma, galeri, kuyu ve sondajlarla tahkik edilir. Kuyularla ulaşılamayacak derinlikler için sondaj yapılır. Numune miktarının düşüklüğü, masrafların yüksek olması, nedenleriyle sondaj ancak özel hallerde ve öncelikle fosfat horizonunun derinlerdeki devamlılığını tahkik için uygulanır.

Karelaaj aralığı, ilgili yatağın

- Yatak tipine
- Tektonik durumuna
- Kalınlığına ve kalınlık değişimine
- Tenörüne ve tenor değişimine
- Beklenen dekapaj kalınlığına
- Bölgedeki işçi ve enerji fiatlarına ve fosfat fiatlarına göre değişir ve bu faktörlerden hareket edilerek en optimal aralık hesap edilir.

Fosfat horizonunun derine kaçan bölüm lerini tahkik(için özellikle İsrail'de jeoelektrik metodlar da uygulanmıştır (Würzburger, 1968). Fakat elde edilen bilgilerin sıhhat derecesinin düşüklüğü ve masrafların yüksekliği nedeniyle nadiren uygulanır.

Yapılan her kuyu, yarma ve galeri için bir profil alınır ve bu profilde,

- Her petrografik ünitenin makroskopik niteliği

— Cevher kalınlığı ve yapısı

— Dekapaj kalınlığı

belirtilir ve haritaya aktarılarak koordine edilir.

3 — Numune alma

Her yarma, galeri ve kuyudaki cevherli zondan,

— Kimyasal bileşimi

— Mineralojik yapısı

— Zenginleştirme testleri yapmak gayesiyle numune alınır. Oluk numuneleri tercih edilir. 10 cm x 10 cm x seviye kalınlığı en çok tercih edilen numune boyutlarıdır.

Cevherli zon dışındaki her petrografik üniteden bir¹ numune alınarak petrografik ve mineralojik tayini yapılır.

Numune almada dikkat edilecek diğer bir husus, tabii aflörmanlar ile taze yeni kazılmış aflörmanlar arasındaki tenor farkıdır. Tabii aflörmanlarda genellikle P_2O_5 tenörü diğerlerine nazaran oldukça düşüktür ve bu sebepten, daima taze aflörmanlardan numune almak gerekir. (Özellikle sıcak ve yağışsız iklimlerde rastlanan bu durum, kapillar yoluyla SO_4 ve Na tonlarının yeryüzüne taşınması ve tenörü düşürmesi sonucu ortaya çıkmaktadır).

b) Laboratuvar çalışmaları :

1 — Kimyasal analizler : Cevherli zondan alınan her oluk numunesinin bir kimyasal analizi yapılır ve bu analizde su komponentlerin oranları tesbit edilir :

P_2O_5 , SiO_2 , Al_2O_3 , FeA , CaO , SrO , BaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , MnO , SCh , F , Cl , UA , Y_2O_3 , CO_2 , C , $H_2O \setminus H_2O$ -.

2 — Mineralojik tayinler : Her petrografik ünitenin bir mineralojik ve petrografik tayini yapılır. Özellikle cevherin mineralojik yapısı mikroskopik ve röntgenografik tayinlerle ortaya çıkarılmaya çalışılır. Bu arada dekapaj bölümünün fiziksel ve kimyasal özellikleri de tayin edilir.

3 — Elek analizleri : Cevherin tane dağılımı ve buna bağlı olan tenor değişimi, zenginleştirme için büyük önem taşır. Bu yolla

özellikle mekanik zenginleştirme için en optimal tane büyüklüğü ortaya çıkarılır ve zenginleştirme testlerinde uygulanacak kırma, öğütme ayırma ameliyeleri buna göre ayarlanır.

Elek analiz sayısı, cevherin yanal yönde gösterdiği tenor ve mineralojik değişme durumuna göre ayarlanır. Fakat her cevher numunesi için bir elek analizi en ideal olanıdır.

4 — Zenginleştirme testleri : Cevher hakkında ortaya çıkarılan mineralojik, kimyasal elek analizleri sonucuna göre en uygun zenginleştirme metodu tesbit edilir. Bu önce laboratuvar çapında, detay etüd çalışmaları sonunda pilot çapta tecrübeler çerçevesi içinde uygulanır. Söz konusu cevherin zenginleştirilmesi için en uygun kırma, öğütme ve separasyon kombinasyonu tesbit edilir. Kalker gangli fosfatlar içinde kalsinasyon metodu aynı şekilde tecrübe edilir. Flotasyon, masraflı olması nedeniyle ancak özel hallerde uygulanır (bak. Ö. Ayışkan, Fosfat cevheri zenginleştirilmesi ve Türkiye için önemi).

c) İşletme ve değerlendirme :

Arazi ve laboratuvarında yapılan detay etüdier sonucu, fosfatlı bölgedeki rezerv ve tenor dağılımı ile dekapaj durumu ve buna ilâve olarak cevherin mineralojik, kimyasal ve teknolojik özellikleri ortaya çıkarılmış demektir. Bu sonuçlar bir «fizibilite etüdü» çerçevesi içinde değerlendirilir.

Bu değerlendirmenin temeli, elde edilecek konsantrenin şu şartları taşıyacak durumda olmasıdır (Putzer, 1968).

enaz 58 % Trikalsiyum fosfat (26,6 % P_2O_5)

En çok 5 % $CaCO_3$

En çok 3 % $AlaOy$

En çok 3 % F^Cfe . Yapılan arazi ve laboratuvar çalışmalarına dayanılarak bu bileşimdeki bir konsantre için elverişli bölümler tesbit edilir ve bir işletme planına işaretleir.

Öte taraftan eldeki mevcut bilgilere dayanılarak, ekonomik bir işletmeye elverişli bir dekapaj sınırı tesbit edilerek işletme planına işlenir. «Kritik dekapaj» adı verilen bu

değerin hesaplanmasında öncelikle şu faktörler gözönüne alınır :

- Öngörülen işletme metodu,
- Dekapajdaki kayaçların fiziksel ve petrojenetik özellikleri ve dekapaj masrafları,
- Cevher kalınlığı ve tenörü,
- İşçilik ve enerji ücretleri,
- Bölgedeki nakliye ücretleri,
- Fosfat fiyatları.

Ekonomik bir değerlendirme için dayanan temel, işletme maliyetinin tüvenan fosfat fiyatının en çok yarısını geçmemesidir.

İşletmede açık işletme esastır. Yeraltı işletmesinin de uygulandığı, bilinmektedir (Mısır Tunus ve İsrail'de olduğu gibi).

BİBLİYOGRAFİK TANITIM

ALTSCHULER, Z. S., CATCHART, J. B. & E. J. YOUNG (1964): Geology and geochemistry of the Bone Valley formation and its phosphate deposits. Geol. Soc. Amer. ann. Meet., Miami Beach 1964. Guidebook, field trip 6 m 68 sahife.

AMES, L. L. (1959): The genesis of phosphate deposits. Econ. Geol., 54, S. 829-840.

BERGER, I. A. (1963): Organic Geochemistry. Symposium Publ. Div., Pergamon Press, Oxford - London - New York - Paris, 658 sahife.

BRITISH SULPHUR CORPORATION (1970). A world survey of phosphate deposits (3rd ed.). The British Sulphur Corp., Ltd., London.

BRUEVTrCH, S. V. & E. D. SAITZEVA (1958) • On the chemistry of the Bering Sea sediments. Pap. Inst. Oveanol., 26, 8 - 108.

BUSHINSKI, G. I. (1964): On shallow water origin of (phosphorite sediments. L.M.J.U. van Straaten (ed., 1964), Deltaic and shallow marin deposits, Elsevier Publ. Co., Amsterdam, kitabında sahife 62_70.

BUSHINSKI, G. I. (1969): Old phosphorites of Asia and their genesis. IPST, Jerusalem, 266 sahife.

CAROZZI, A. (1960): Microscopic sedimentary petrography. Wiley & Sons, New York - London, 485 sahife.

CATHCART, J. B. (1968): Phosphate exploration in Colombia. UN Mineral Resources Div. Series No. 32, S. 248 - 255.

- D'ANGLEJAN, B. F. (1967): Origin of marine phosphorites off Baja California, Mexico. *Marine Geology*, 5, s. 15 - 44.
- DEANS, T. (1968): Exploration for apatite deposits associated with carbinatites and pyroxenites. U. N. Mineral Resources Div., Series No. 32, S. 109-118.
- DICKERT, P. F. (1966): Tertiary phosphatic facies of the Coast Ranges. E. H. Bailey (1966): *Geology of Northern California*, California Div. Mines and Geol. Bull., 190, sahife 289-304.
- FREAS, D. H. (1968): Exploration for Florida phosphate deposits U. N. Mineral Resources Div. Series No. 32, s. 187 - 200.
- FREAS, D. H. & ECKSTROM, C. L. (1968): Areas of potential upwelling and phosphorite deposition during Tertiary, Mesozoic and late Paleozoic time. U. N. Mineral Resources Div., Series No. 32, s. 228 - 238.
- GIMMELFARB, B. M. (1962): Fosforit nedir, nerede ve nasıl aranır (rusca). *Gosgeolteohisdat*, 2. Baskı, Moskova, 19 sahife. (1965): *Sovyetler Birliği'ndeki fosforit yataklarının Nedra*, Moskova, 307 sahife.
- GOİDSCHMIDT, V. M. (1958): *Geochemistry*. Oxford at the Clarendon Press, 730 sahife.
- HALBACH, P. (1971): *Konkretionaere Bodenbildungen als nutzbare Mineral-rohstoffe im Meer. Bergbau - Wiss.*, 18, s. 221-227.
- HARRINGTON, J. F., WARD, D. E. & V. E. McKELVEY (1966): Sources of fertilizer minerals in South America, a preliminary study. U.S. Geol. Surv. Bull., No. 1240, 66 sahife.
- HUTCHINSON, G. E. (1950): The biochemistry of vertebrate excretion. *Amer. Mus. Nat. Hist. Bull.*, 96, 554 sahife.
- KIMREY, J. O. (1965): Description of the Pungo River formation in Beaufort County, North Carolina. N. Carolina Dept. Conserv. Develop. Div.)Miner. Resources Bull., 79, 131 sahife.
- KRAMER, J. R. (1964): Sea water saturation with apatites and carbonates, *Science*, 146, s. 637-638.
- LIEBAU, F. & S. KORITNIG (1970): Phosphorus. K. H. Wedepohl (1970), *Handbook of geochemistry*, volume II - 2.
- McKELVEY, V. E. (1967): Phosphate deposits. Contributions to economic geology. U.S. Geol. Surv. Bull., 1252 - D, s. 1 - 21.
- MsKELVEY, V. E. (1968): Successful new techniques in prospecting for phosphate deposits. U. N. Mineral Resources Dev. Series No. 32, S. 207-211.
- McKELVEY, V. E. et al. (1959): The Phosphoria Park City and Shedhorn formations in the Western Phosphate Field. U.S. Geol. Surv., Prof. Pap., 313 - A, s. 1 - 47.
- MERO, J. L. (1965): The mineral resources of the sea. Elsevier Publ. Co., Amsterdam, 312 sahife.
- MÜLLER, G. (1969): Diagenetic changes in interstitial waters of holocene Lake Constance sediments. *Nature*, 224, s. 238 - 239.
- NOTHOLT, A. J. G. (1988): Phosphate exploration techniques. U. N. Mineral Resources Dev. Series No. 32, S. 214-228.
- PATTON, W. W. & J. J. MATZKO (1959): Phosphate deposits in Northern Alaska. U.S. Geol. Surv., Prof. Pap., 302 - A, s. 1 - 17.
- PETTIJOHN, F. J. (1957): *Sedimentary rocks*. Harper & Broth., New York, 718 sahife.
- PEVEAR, D. R. & O. H. PILKEY (1966) : Phosphorite in Georgia continental shelf sediments. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 77 s. 849-858.
- PILKEY, O. H. & J. L. LUTERNAUER (1967) : A (North Carolina shelf phosphate deposit of possible commercial interest. *Southern Geol.*, 8, s. 33-51.
- PUTZER, H. (1968): *Industrie - Minerale. A. Bentz & H. J. Martini (1968), Lehrbuch der angew. Geologie Bd. 2, Tl. 1, F. Enke, Stuttgart, kitabından.*
- ROBERSON, C. E. (1966): Solubility implications of apatite in sea water. *Geol. Surv. Res. 1966 kitabından. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 550 - D, *β*. 178-185.
- ROGERS, C. L. et al. (1961): Meksika fosfat yatakları (ispanyolca). *Mexico Consejo Recursos Nat. no Renovales Bol.*, 56, 322 sahife.
- RUHLMANN, E. R. (1958): Phosphate rock pt. 1; Mining, beneficiation and marketing. U.S. Bureau of Mines Inf. Cire, 7814, 33 sahife.
- RÜSSEL, R. T. (1968): Discovery of major phosphate deposits in NW Queensland, Australia. U. N. Mineral Resources Dev. Ser. No. 32, s. 241 - 248.

- SALVAN, H. (1952): Phosphates. **Géologie des gîtes minéraux marocains** notes et mémoires, No. 57. Div. des Mines et de la Géol. du Maroc, s. 283-320.
- SHAPIRO, L. (1952): Simple field method for the determination of phosphate in phosphate rocks. *Amer. Miner.*, 37, S. 341-342.
- SEVER, C. W. et al. (1967): Phosphate deposits of south central Georgia and northcentral Florida. Georgia Dept. Mines, Min. Geol., S. Georgia Minerals Prog. Proj. Rep. No. 7, 62 sahife.
- SHELDON, R. P. (1964): Exploration of phosphorite in Turkey. - A case history. *Econ. Geol.*, 59, S. 1159-1175.
- SLANSKY, M. (1968): General rules for prospecting for sedimentary phosphates. U. N. Mineral Resources Dev. Series No. 32, S. 211 - 214,
- STRAKHOV, N. M. (1980): Climate and phosphate accumulation. *Econ. Geol. USSR*, Nos. 1-2, s. **1.13**.
- TOOMS, J. S. & C. P. SUMMERHAYES (1938) : Phosphatic rocks from the Northwest African continental shelf.
- TUTTLE, O. F. & J. GITTINS (1966): Carbonatites. Wiley & Sons, London, 460 sahife.
- WARIN, O. N. (1968): Deposits of phosphate rock in Oceania. U. N. (Mineral Resources Dev. Ser. No. 32, s. 124-132.
- WASSERMANN, M. et al. (1968): Recherches concernant l'état de santé des travailleurs des mines de phosphates de la zone tropicale et subtropicale. Proc. XIV. internat. Congr. Occup. Health Madrid.
- WEDEPOHl, K. H. (1967): Geochemie. Sammlung Göschen, Bd. 1224 -1224 b, 220 sahife.
- WÜRZBURGER, U. (1968) : A survey of phosphate deposits in Israel. U. N. Mineral Resources Dev. Ser. No. 32, s. 152 -165.
- YOUSSEF, M. T. (1965) : Genesis of bedded phosphates *Econ. Geol.*, 60, s. 590 - 600.
- ZANIN, Y. N. (1969) : Geology of the phosphate crusts of weathering and associated phosphate deposits.

FOSFATIN TARIM İÇİN ÖNEMİ

Akgün AYOENİZ *

A. GENEL BİLGİLER

1 — Tarımın İnsanlık ve Ülkemiz için Önemi :

Tarım; insanları» beslenmesi için gerekli bitkisel ve hayvansal besinlerin, donanımı için gerekli ham maddelerin, barınması için gerekli kerestenin, ısınması için gerekli yakıtın en iyi bir şekilde üretim ve temin yollarını gösteren bir bilim olarak yaşantıma ve mutluluğumuzla doğrudan ilgili bulunmaktadır.

Bitkilerde bulunan plastidler, renk maddeleri, ya da kromatofor denen : kloroplast, kromoplast, lövkoplast yardımı ile güneş enerjisinin tesbit edilmesi günümüzde mevcut enerjilerin büyük kısmına da kaynak olmaktadır. Gerçekten, bunun sonucu olarak havanın CQ/nin indirgenmesi ile elde olunan organik maddenin büyük kısmını oluşturan karbon (C) hayvansal yakıt (Tezek) bitkisel yakıt(Odun, odun kömürü) ve mineral yakıt (Kömür, linyit, petrol..) esasını teşkil etmekte; bitki bünyesinde ışın enerjisinin kimyasal enerji haline çevrilmesiyle oluşan organik madde ya doğrudan odun olarak yakılmakta, ya hayvana yedirilerek posası tezek yapımında kullanılmakta, ya da toprak altında kalarak metamorfize olmak suretiyle kömür ve petrol yataklarını oluşturmaktadır.

Ülkemizde tarım kesimindeki üretim düşüklüğü sonucu, mevcut nüfus kâfi derecede beslenmemekte, ihracat : değil gelişmiş ülkeler, Libya, İran, Irak, Mısır, İsrail ve Yunanistan'dan da düşük bulunmakta (1); üstelik her yıl nüfusumuza katılan 1 milyon kişinin doyurulması ve bu kesimden yararlanarak kalkınmamızın sağlanması gerekmektedir.

* Doç. Dr. A. Ü. Ziraat Fakültesi öğretim Üyesi.

D.i.E. kayıtlarına göre % 75, FAO kayıtlarına göre % 85 i tarımsal bünyeli olan ihracatımız, ithalatımızı karşılayamamakta ve ithalatımızın yarısı sanayi ham maddesini ya da montaj asılı endüstrimizin yedek parça ihtiyacını karşılamakta kullanılmaktadır (2).

Ülkemizde ekili alan sınırları zorlanmış bulunmaktadır. Verim ise: şiddetli erozyon, teksel tarım, binlerce yıldır sömürülme ve toprağa hiç bir şey katmama sonucu şiddetle düşmüştür. Bugün Batı Avrupa ülkeleri, dönümden 400 kg civarında veya daha fazla buğday ürünü alırken, biz halâ 100 kg civarında ürünle yetinmekteyiz (3). Bu durumda, tarımsal üretimimizi artırmada çıkış yolu verimi artıracak tedbirlerin alınması olmaktadır.

Bütün canlıların yaşamasında ana besin maddesi olan bitki, (İnsanlar hayvan ve bitkileri yiyerek, et yiyen hayvanları da ot yiyen hayvanları yiyerek dolaylı yoldan bitkiye muhtaçdırlar). topraktan kökleriyle sömürdüğü bazı bitkibesin maddelerini (N-P-K-Ca-Mg-Fe* S-Mn-Zn-B-Cl-Cu) yine topraktan aldığı sudaki (H-O)ve havadan aldığı (C-O) ile güneş ışığı enerjisinden yararlanarak birleştirmek suretiyle inorganik maddelerden çok kompleks organik maddeleri oluşturan bir biyolojik laboratuvarıdır.

Görüldüğü gibi : bitkinin gelişmesi için, sudan havadan ve topraktan alınan ve varlığı kaçınılmaz olan element adedi sınırlı olarak 16 dan ibarettir. C-H-O-N-P-K-Ca-Mg-S-Fe Mn-Mo-Zn-B-Cl-Cu'dan ibaret bu maddelerden herhangi birinin bulunmayışı veya yetersiz

bulunuşu, gelişmeye zarar vermekte, önlemek-
te, ürünü düşürmektedir.

Bu laboratuvarın ihtiyacı olan maddeler-
den hava ve güneş ışığı genellikle bol oldu-
ğundan bir sıkıntıya sebe polmamakta; ama
su ve bitkibesin maddeleri bitki gelişmesini
sınırlandıran etkenlerin başında olarak her
yerde ve her zaman ağırlığını göstermektedir.

Aslında bitki bünyesini oluşturan madde-
lerin çok büyük kısmı su ve organik madde-
den ibaret bulunmakta ve bunların tümü he-
men yalnız dört elementden (C-H-O-N) oluş-
maktadır. Bu dört elementden, azot hariç
tutulursa, ilk üçü olan (C-H-O) hava ve sudan
alındığından bizi pek fazla ilgilendirmemek-
te, ancak azot ile kuru maddenin % 10-20'
sini oluşturan külde bulunan mineral madde-
ler (P-K-Ca-Mg-S-Fe-Mn-Mo-Zn-B-Cl-Cu) top-
raktan alınmak zorunda olduğundan bizi şid
detle ilgilendirmekte, gerek ortam, gerekse in-
sanın buna girişimleri sonucu üzerinde büyük
değişmelere sebep olmakta, olabilmektedir.
Bunlardan son 7'si (Fe-Mn-Mo-Zn-B-Cl-Cu) de
bitki bünyesinde çok az bulunduğundan :
«Minör», «Mikro» veya «Treys» element ola-
rak adlandırılır ve genellikle toprakta yeter
oranda mevcuttur. Geriye : N-P-K-Ca-Mg-S
elementleri kalmaktadır. (S) hemen bütün
gübrelerin anyonunda bulunduğu ve bir kıs-
mı yağışlarla havadan sağlandığından, Ca ve
Mg ise ülkemiz gibi kireçli topraklarda ihti-
yaçtan çok fazla bulunduğundan, diğer ülke-
lerde ise tip ve uygulama şekli değişik oldu-
ğundan sorun olmaktan çıkmakta, ya da ayrı
olarak düşünülmektedir. Bu durumda ana bit-
kibesin maddelerinden yalnız üçü olan, N-P-
K: bitki bünyesinde en yüksek oranda bu-
lunması, buna karşılık toprakta kolayca sö-
mürülen şekilde, yeterli olarak bulunmama-
sı nedenleri ile bitki besin maddelerinden en
fazla ihtiyaç duyulanı olmaktadır. Bir fikir
vermek üzere tahılın ortalama terkibi 1 nu-
maralı tabloda gösterilmiştir (4).

Bu sebeple, ihtiyacın karşılanması için
kullanılan ticaret gübreleri, en önemli bitki
besin maddesi olan N-P-K üçlüsünden : bir,
birkaç veya üçünü kapsar ve değerlendirilme-
si de bu kapsamlara göre ayrılır.

TABLO: 1

Ortalama olarak tahılın kapsadığı element
miktarları

Element	Kapsam (%)
Oksijen	44.4
Karbon	43.6
Hidrojen	6.2
Azot	1.5
Potasyum	0.9
Fosfor	0.2
Kalsium	0.2
Magnezyum	0.18
Demir	0.18
Kükürt	0.17
Silisyum	0.17
Klor	0.14
Alüminyum	0.11
Manganez	0.04
Diğerleri	0.9

Ülkemiz gibi sıcak ve kurak iklimi olan
bölgelerde oluşan ve kil kapsamı yüksek olan
topraklarda potasyum da yeterli oranda bu-
lunduğundan, toprakta açlığı duyulan ve ila-
vesi gereken, sorun olan, bitkibesini hemen
yalnız azot ve fosfora inhisar etmektedir.

3 — Toprakların Bitkibesin Maddelerin-
ce Fakirleşme Nedenleri :

Dünyada ve ülkemizde ekilebilen toprak-
ların sınırlı olması ve bunların hemen hepsi-
nin işlenmekte bulunması, buna karşılık nü-
fusun devamlı olarak artması; gerek artan nü-
fusun ihtiyacını karşılamak, gerekse mevcut
standartlara göre beslenmeyen milyonlarca in-
sanı yarı aç durumdan kurtarmak sorunları
ile bizi karşı karşıya bırakmaktadır. Unut-
mamak gerekir ki : bundan yalnız 28 yıl son-
ra 2000 yılında Dünya ve Türkiye iki katı nü-
fusu doyurmak zorunda kalacaktır.

Halbuki, erozyon, entansif tarımla sömü-
rülme, yıkanma gibi nedenlerle işlenen top-
raklar yıldan yıla daha da zayıflamakta, fa-
kirleşmekte ve ihtiyar Dünyamız bugünün yü-
künü zor taşımaktadır.

Gerçekten erozyon sonucu yalnız Misisisipri Nehri ile bir yılda taşınan toprak miktar 730 milyon tonu bulmaktadır. Yalnız Amerika Birleşik Devletlerinde erozyonla yıllık bitkibesin maddeleri kaybı : 92173000 ton N-P-K-Ca-Mg'a eşitir (5). Erozyonla kolayca kayba (uğrayan, kayaların yüzünü örten bu ince toprak tabakasının 2.5 cm lik bir kısmının oluşabilmesi için en iyi şartlarda dahi 250-1000 yıla ihtiyaç bulunduğu göz önünde tutulursa, sorunun önemi kendiliğinden anlaşılır.

Aynı durumu, her yıl bitkilerle sömürülerek topraktan uzaklaştırılan bitkibesin maddelerinde de görmekteyiz. FAO kayıtlarına göre Dünya tahıl üretimi 1970 yılında 1197534000 tondur (3). Tahıl ürününün 100 kg'mı ile topraklan ortalama 1.2 kg P₂O₅ sömürülmektedir. Bu durumda yalnız tahıl ürünü ile topraktan uzaklaşan P₂O₅ miktarı 14.4 milyon tondur. Diğer ürünlerde düşünülürse bu rakkamın nerelere varacağı kolayca saptanabilir.

4 — Artan Nüfusu Besleyebilmek için Sınırlı Olan Ekilebilir Alanlarda Verimliliği Yükseltme Zorunluğu ve Gübrelemenin Bundaki Yeri :

Toprağın verimliliği medeniyetlerin doğmasına ve gelişmesine yardımcı bulunduğu gibi, toprağın : Erozyon, sömürme, yıkanma ve çoraklaşma gibi nedenlerle fakirleşmesi de pek çok medeniyetin yıkılması sonucunu doğurmuştur.

Ülkemizle yakın ilişkileri bulunan ülkelerde 1968 yılı istatistiklerine göre, buğday ve arpa üretimi ile verimi 2 numaralı tabloda verilmiştir (6).

Tabloda görüldüğü gibi : Türkiye'de verim, diğer ülkelere oranla çok düşük bulunmaktadır.

Tarım verimin artırılmasında : Kesimin bilgili kılınması, toprakların yeterli ve düzenli olarak dağıtılması, sulama, mekanizasyon, iyi tohumluk, mücadele, yeni teknikler, yeterli kredi gibi çeşitli yollardan yararlanı-

TABLO 2

1968 yılında bazı ülkelerin gübre tüketimi, buğday ve arpa ekiliş alanları ile üretim ve verimleri

Ülkeler	Gübre tüketimi (Kg/Ha)	B u ğ d a y			A r p a		
		Alan (1000) Ha	Ürün (1000) Ton	Verim (Kg/Ha)	Alan (1000) Ha	Ürün (1000) Ton	Verim (Kg/Ha)
Batı Almanya	378	1464	6198	4230	1330	4974	3740
Doğu Almanya	283	570	2377	4170	595	2121	3560
Fransa	167	4090	14985	3660	2781	9139	3290
İngiltere	253	978	3469	3550	2401	8271	3440
Norveç	211	5	16	3270	176	621	3530
Japonya	384	322	1012	3140	316	1021	3230
Mısır	122	594	1518	2560	49	121	2470
Bulgaristan	133	1060	2549	2410	402	807	2010
Yugoslavya	62	2012	4363	2170	312	450	1440
İsrail	113	102	175	1710	45	25	540
Yunanistan	71	1100	1561	1420	329	465	1410
Türkiye	11	8352	9603	1150	2730	3560	1300
Amerika	77	22636	42898	1920	3980	9211	2340
Rusya	29	67231	93393	1390	19353	28804	1490
Kanada	21	11907	17686	1490	3576	7084	1980

maktadır. Ancak, birim alandan elde olunan randımanın, yani verimin artırılmasında gübreleme diye adlandırdığımız, bitkibesin maddeleri ihtiyacının karşılanması, giderilmesi ise : Diğer bütün etkenlere eş olarak % 50 oranında etkili olmaktadır.

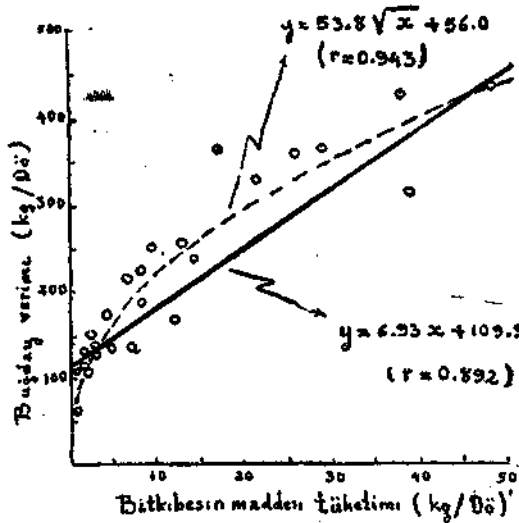
2 numaralı tabloda ayrıca 1967/68 ürün yılında çeşitli ülkelerce işlenen topraklara dönüm başına kullardan etkili madde tutarı verilmiştir.

Tabloda görüldüğü gibi, toprağa uygulanan gübre miktarı arttıkça dönümden alınan ürün yani verimde artmaktadır.

Tabloda belirtilen ve ülkemizle yakın ilişkileri bulunna ülkelerin : x = dönüme uygulanan etkili bitkibesin maddesi tutarı (kg), y = buğday verimi (kg/Dö.) arasında yaptığımız korelasyon hesabı : Korelasyon katsayısı ($r = 0.892$) ölen, çok belirgin bir uyarlığın bulunduğunu ve ilişkinin :

$y = 6.93x + 109.9$ şeklinde denklemlenebileceğini, parabolik ilişkinin ise, daha yüksek korelasyon katsayısı ($r = 0.943$) ile:

$y = 53.8 \sqrt{x} + 56.0$ bağlantısını gösterdiğini ortaya koymuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Gübreleme ile buğday verimi arasındaki doğrusal ve parabolik ilişkiler.

Bu durum, tarımda verim ile gübreleme arasındaki ilişkinin ne kadar yakın olduğunu açık olarak göstermekte, verimin artması için : Gübrelemenin şart olduğunu ve

gübre tüketimi arttıkça üretimin de buna bağlı olarak artacağını ispatlamaktadır.

Toprakta verimliliğin sağlanmasında, fosforlu gübrelerin diğer gübreler arasında yeri ise bütün uluslarca açık ve seçik olarak bilinmektedir. Çok eskiden beri sömürüldüğü, gübrelenmediği ve kireç gibi bağlayıcı etkenler nedeni ile ülkemiz toprakları için fosfor daha da büyük önem taşımaktadır.

Bu nedenledir ki : Fosforlu gübre üretimimizde ve özellikle tüketimimizde, son yıllarda hızlı bir gelişme görülmüştür. Çalışmalar bu gelişmenin önümüzdeki yıllarda daha hızlı oluşacağını göstermektedir.

Ancak çiftçinin bilgisizliği, ülkede gerekli ön çalışmaların daha önce yapılmamış bulunması ve yeni yeni yapılmakta olması gibi sebeplerle, ham maddesi ülkemizde bulunmayan veya henüz ekonomik olarak işletilemeyen, bu nedenle de 100 milyon dolara yakın gübre ithalatımızda büyük bir yer tutan fosforun; ithali, üretimi ve tüketiminde çeşitli aksaklıklar görülmekte, pek çok sorunla karşılaşmaktadır.

Bitkiler ve dolayısıyla tüm tarım için önemi bu kadar büyük olan fosforun topraktaki ana kaynağı ve gübre için ana materyali fosfat olduğuna göre, fosfatın tarım için önemi kendiliğinden ortaya çıkar.

5 — Tarımsal Kazanç Gübreleme İlişkileri :

Bu durumu yalnız verimde değil tarımsal kazançta da görmek Vnümkündür. Yakından ilgili olduğumuz ülkelerde tarımsal kazanç ile gübre tüketimi, birlikte olarak 3 numaralı tabloda toplanmıştır (7).

1965 yılı istatistik kayıtları esas alınarak hazırlanan tabloda da görüldüğü gibi : İşlenen topraklara hektar başına gübre (Etkili madde toplamı olarak) tüketimi gelişmiş ülkelerde 100 kg'mın üzerine çıkmakta hattâ bazı ülkelerde 500 kg'ma yaklaşmaktadır. Buna mukabil Türkiye'de uygulama ancak 6 kg dır. Buna bağlı olarak gelişmiş ülkelerde tarım kesiminde birey başına isabet eden gayri safi hasıla bazen 1000 doların üzerinde olduğu halde ülkemizde ancak 100 dolar dolayında oluşabilmektedir.

TABLO 3

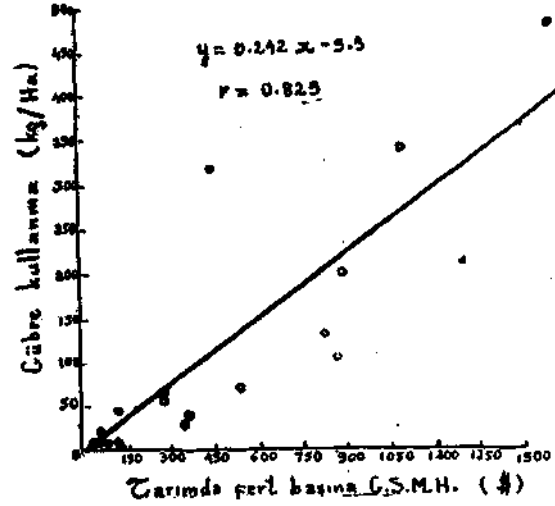
Yakından İlgili Olduğumuz Ülkelerde,
Tarımda Birey Başına Gayri Safi
Hasıla ve Gübre Tüketimi

Ülkeler	Tarımda birey başına G.S.H. (\$)	Etkili madde toplanti olarak gübre tüketimi (kg/Ha)
Belçika	1587	474
B. Almanya	1082	343
Japonya	346	321
İngiltere K.	1280	208
Norveç	892	200
Fransa	816	131
İsrail	867	100
İtalya	529	70
Yunanistan	277	65
Yugoslavya	272	55
Lübnan	114	48
Kıbrıs	359	44
İspanya	325	38
Suudî Arabistna	66	18
Türkiye	127	6
Hindistan	62	5
Pakistan	58	5
Suriye	80	3
Irak	116	1

4 numaralı tabloda belirtilen ve ülkemizle yakın ilişkileri bulunan ülkelerde işlenen alanların hektarına kullanılan gübrelerin etkili madde miktarları tutarı ile, dolar olarak tarımda birey başına gayri safi hasıla arasında yapılan korelasyon hesabı ikisi arasında 0.001 seviyesinde çok belirgin bir uyarılığın bulunduğu, ve bu uyarılığın: $x =$ birey başına tarımsal G.S.H. (\$), $y =$ işlenen alan başına kullanılan gübredeki etkili madde tutarı (kg/Ha) olarak :

$y = 0.242x - 5.5$ şeklinde denklemleneceğini tesbit etmiş bulunmaktayız ;(8) (Şekil 2).

Bu durum, tarımsal nüfusun mutluluğu ile yakından ilgisi bulunan gayri safi hasılanın artışında gübrenin rolünü açık olarak göstermektedir.



Şekil 2. Gübre tüketiminin, tarımda birey başına gayri safi hasıla üzerine etkisi.

Ülkemiz gibi halkının 2/3 ü tarım kesiminden geçimini sağlayan, ihracatının 3/4 ü tarımdan karşılanan, mal üretiminin 2/3 ü tarımsal bünyeli olan, ekonomisi tarıma dönük ve kalkınması için çıkışı tarım kesimine bağlı ülkelerde, düşük verimi yükselterek üretimi artırmak, kalkınmayı hızlandırmanın temel sorunu olmaktadır.

B. FOSFORUN BİTKİLER İÇİN ÖNEMİ

1 ^- Bitki Bünyesini Oluşturan Fosforlu Bileşikler :

Bitki bünyesinde cereyan eden fizyolojik olayların en önemlilerinde rol alan organik bileşik veya komplekslerin hemen hepsi fosfor kapsar.

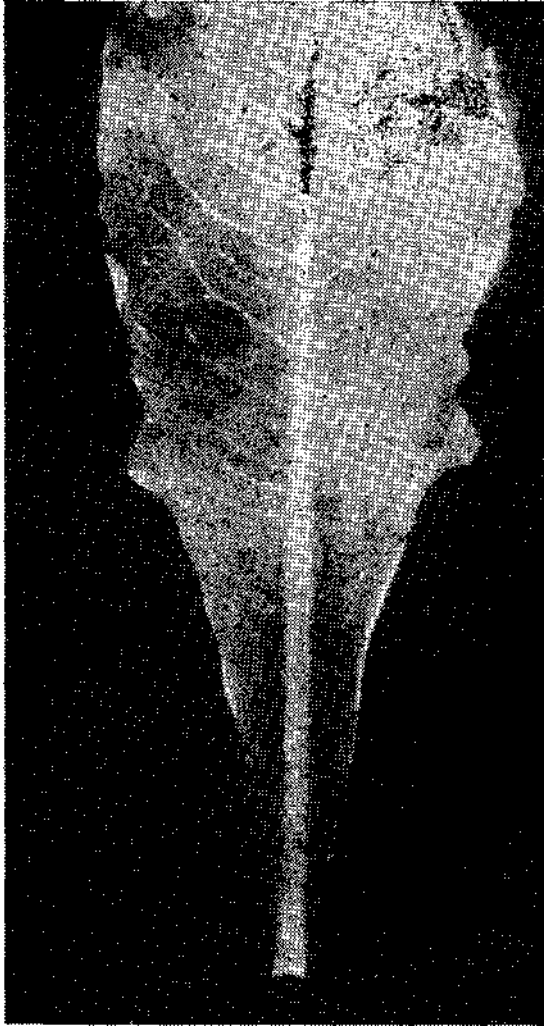
Güneş enerjisinin, kromotoforlar yardımı ile bitkiler tarafından atomların bünyesinde tutulması, bağ enerjisine, kimyasal enerjiye dönüşümü ve böylece su ve karbondioksitten organik bileşiklerin yapılması, yani : «Fotosentez» in son izah şekli olan «Elektron Akış Teorisi» ne göre olayda en büyük rolü olan ADP (Adenosin-dî-fosfat) ve ATP (Adenosin-tri-fosfat) birer fosfor bileşiği olduğu gibi; elde olunan bileşiklerin, özellikle kültür bitkilerinde yakılmaları, Krebs'in : «Sitririk Asit Halkası» ve «Pirüvik Asit Halkası» na göre GDP (Guanosin-di-fosfat) ve GTP

(Guanosin-tri-fosfat) a ihtiyaç göstermekte; şekerlerin sentezi : ÜDP (Uridin-di-fosfat) ve UTP (Üridin-tri-fosfat) ile olabilmektedir (9).

Azotun biyolojik fiksasyonunun ancak ADP ve ATP yardımıyla olabileceği anlaşılmaktadır (10).

Hücrenin canlı kısmının temelini teşkil eden protoplazmayı oluşturan proteinlerin sentezi de bir fosfor bileşiği olan RNA (Ribonukleik-asit) yardımı ile olmaktadır (11). Yeni araştırmalar RNA ile genlerden proteinlerin yapıldığı protoplazmaya emirler geldiğini açıklamış bulunmaktadır. i

Yukarıda açıklandığı gibi, en önemli hayat olayları olan organik maddenin yapımı,



Şekil 5. Bir maral yaprağında fosforun dağılışı (Otoradyogramın fotokopisi)

şekil ve yer değiştirmesi ve yakımı ancak fosforlu bileşikler yordamı ile mümkün olabilmektedir.

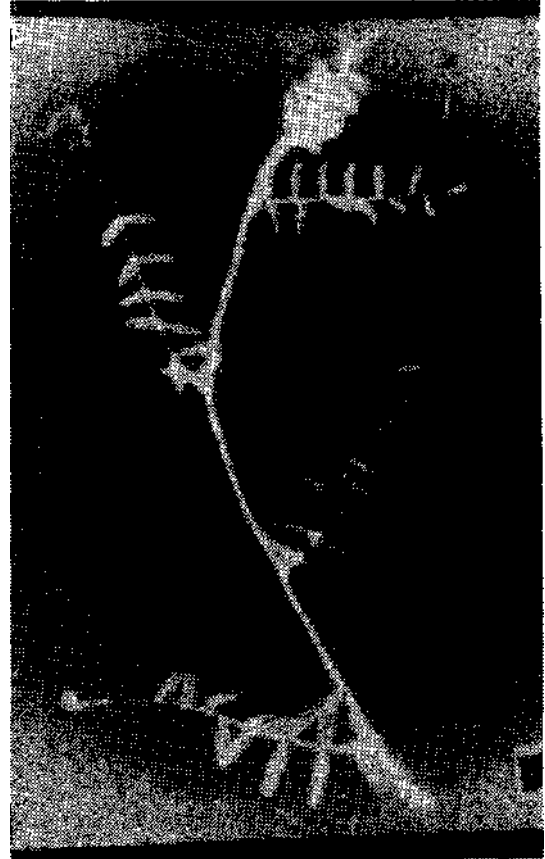
2 — Fosforun Bitki Bünyesinde Dağılışı ve Hareketi :

Fosfor, bitkideki pek çok hayatsal olaya katıldığından bitkinin her tarafında bulunmaktadır. Ancak fotosentez ve enzimatik rollerinden dolayı : Yaprak ve genç kısımlarla tohumlarda ve diğer generatif organlarda daha fazla toplandığı görülmektedir.

Bu konuda bir fikir vermek üzere, P³² ile etkilenmiş fosforla gübrelenen bitkilerin otoradyogramlarından bazı örnekler alınmıştır (Şekil 3, 4).

3 — Bitkilerin Fosfor Kapsamları :

Bitkilerin fosfor kapsamları : Toprak çeşidi, bitki çeşidi, gübreleme durumu bitki kısmı, bitki yaşı gibi pek çok etkene göre değişiklik gösterir.



Şekil 4. Etimesgut toprağında yetiştirilmiş bir fiğ bitkisinde fosforun dağılışı . (Otoradyogramın küçültülmüş fotokopisi)

4 numaralı tabloda çeşitli bitkilerin kapsadığı, en düşük ve en yüksek P dozları gösterilmiştir (PsA olarak) (14).

TABLO 4

Çeşitli Tarım Ürünlerinin Fosfor Kapsamları

Ürün çeşidi	Analiz edilen kısım	Fosfor kapsamı (%)	
		Düşük	Yüksek
Tahıl	Dane	0.15	0.60
Arpa	Sap	0.04	0.60
Mısır	Dane	0.20	0.80
Yulaf	Sap	0.04	0.40
Baklagiller	Yaprak	0.05	0.20
Yonca	Dane	0.15	0.50
Çayır-üçgülü		0.10	0.50
Soya fasulyesi		0.20	0.30
Bakla		0.50	1.10
Sebze ve Meyvalar		0.30	0.80
Pancar	Kök	0.10	0.60
Lahana	Baş	0.10	0.80
Patates	Yumru	0.10	0.50
Elma	Yaprak	0.10	0.20
Elma	Yaprak	0.02	0.10
Kiraz	Yaprak	0.10	0.70
Şeftali	Yaprak	0.10	0.50

Tablo 5 ise pamuk bitkisinin değişik kısımlarının fosfor kapsamları arasındaki farkları açık olarak göstermektedir (P_2O_5 olarak) (15).

TABLO 5

Pamuk Bitkisinin Çeşitli Kısımlarının Fosfor Kapsamları Arasındaki Farklar

Bitki kısmı	P kapsamı (%)	Sömürülen P (kg/Ha)
Kök	0.49	2.27
Sap	0.59	7.55
Yapraklar	1.19	12.77
Şif	0.48	3.62
Çiğit	1.27	15.50
Lif	0.10	0.56
Toplam		41.97

4 — Bitkilerin Fosforu Sömürmeleri :

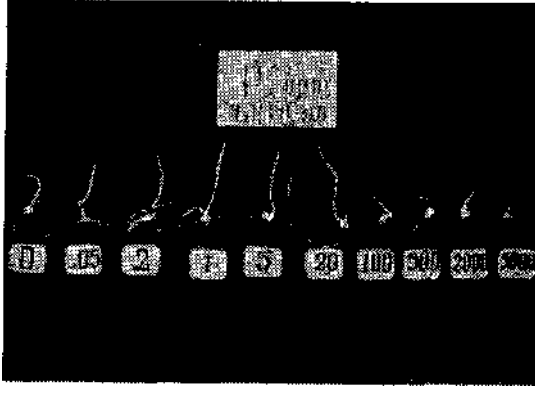
Bitkiler bünyelerinin yapımında bu kadar büyük önem taşıyan fosforu kökleri Vasıtasıyla topraktan sömürme zorundadırlar. Aslında uygun şartlar temin edilirse, bitki yaparak, dal ve gövdesi ile de fosfordan yararlanabilir. Ancak doğal şartlarda fosfor yalnız toprakta bulunduğundan bitki de yalnız kökleri vasıtasıyla fosforu olabilmektedir. Bu sömürme işleminde yalnız bir kaç mikron boyundaki kılcal borular rol almaktadırlar. Toprakta bu kökler daha ziyade 20 cm lik üst toprak tabakasında toplanmış bulunmaktadırlar. Buna karşılık bitki çeşidi ve diğer etkenlere bağlı olarak köklerin metrelerce derinlere gidebildiğine ve buralarda da kılcal kökler hasıl edebildiklerine sık sık rastlanmaktadır.

Fosforun topraktan sömürülebilmesi için toprakta bitkiye elverişli şekilde, belli oranda, çözünür vaziyette bulunması, diğer maddelerle arasında belirli bir dengenin kurulmuş olması; nem, sıcaklık, havalanma, organik ve inorganik komplekslerin, reaksiyonun uygun bulunması, sömürmeyi güçleştiren etkenlerin olmaması gerekir. Bu dengenin her hangi yolla her hangi etkende bozulması sömürmenin durması ya da zararlanma (Toxicité) ya sebep olabilir.

Bitkiler fosforu sömürmeye, tohumlar henüz çimlenmeden, su alarak şişince başlanmaktadır.

Bitkilerin çimlenebilmeleri için fosfor konsantrasyonunun belirli değerler arasında bulunması gerekmektedir. Diğer etkenlerin girişimi olmadığı zaman: 0.2-20 ppm P çimlenmeyi olumlu olarak etkilemekte, bu değerlerin ve özellikle 100 ppm'den sonra çimlenme yavaşlamakta, zarar görmektedir (17) (Şekil 5).

Bitkilerin fosforu topraktan sömürme süreleri, çeşitli etkenlere bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Bitki köküne enjekte edilen P^{32} 5 dakika sonra toprak üstündeki kısımlara erişemediği halde, 20 dakika sonra toprak üstü kısımlarda da aktivite bulunduğu görülmüştür (18).



Şekil 5. Mısır tohumlarının çimlenmesine fosfor dozunun etkisi.

Aslında diğer etkenlerin girişimi ve sağladığı dengenin bulunmadığı durumlarda çok küçük fosfor dozları dahi bitkiler için zararlı olmaktadır.

6 numaralı şekilde, kum kültüründe, yalnız değişik dozlarda fosfor çözeltisi ile yetiştirilen mısır bitkileri görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi : 0.5 ppm'lik fosfor gelişmeyi olumlu yönden etkilediği halele, bunun üzerindeki : 1.25, ve 5 ppm dozları, toksik tesir ederek, gelişmeyi geriletmiştir.

Bunlardan bağlı fosfor : İnorganik ve organik bileşikler halinde bulunmakta ve bitki bunlardan yararlanamamaktadır.

Toprakta bulunan belli başlı inorganik bağlı fosfor bileşikleri 6 numaralı tabloda gösterilmiştir. Bunlar alkali reaksiyonda daha çok kalsiuma bağlı apatit formu (19), asit reaksiyonda daha ziyade Fe ve Al bileşikleri şeklindedirler (20).

Cetvelde görüldüğü gibi çözünmeyen fosfor bileşiklerinin teşekkülü toprağın reaksiyonu ile yakından ilgilidir.

Organik bağlı fosforları ise daha ziyade: Fitin ve türevleri, nukleik asit ve fosfo-lipidler teşkil ederler.

Toprakta bulunan total fosfor miktarı genellikle 250-1500 ppm arasında değişir (19). Pek çok toprakta bu değer : 500-1000 ppm dir. Amerika ortalaması olarak verilen değer 640 ppm dir (21).

Ülkemizde yapılan analizler, bizim toprakların fosfor kapsamlarının da aynı seviyeler-

TABLO 6
Toprakta Bulunan İnorganik, Bağlı Fosfor Bileşikleri

Bileşik	Formülü	Not
Vivianit	$Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	Asit reaksiyon, kum ve milde
Vavelit	$Al_3(OH)_a(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$	» » » » »
Varissit	$Al(OH)_2H_2PO_4$	» » » » »
Strengit	$Fe(OH)_2H_2PO_4$	» » » » »
Flor-apatit	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$	Alkali reaksiyon, kireçli, killi'de
Karbonat-apatit	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$	» » » » »
Hidroksi-apatit	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2$	» » » » »
Oksi-apatit	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaO$	» » » » »
Tri kalsiumfosfat	$Ca_3(PO_4)_2$	» » » » »

C. FOSFORUN TOPRAKTA BULUNUŞ ŞEKİLLERİ, MOBİLİZASYON VE FİKSASYONU

1 — Fosforun Topraktaki Formları ve Miktarları :

Toprakta bulunan fosforun esasını çeşitli fosfatlar teşkil eder. Toprak fosforu : Bağlı fosforu, mübadil fosfor, erimiş fosfor olmak üzere çeşitli çözünürlük derecelerinde olarak total fosforu teşkil ederler.

de olduğunu, hattâ çoğu zaman oldukça yüksek değerler verdiğini göstermiştir. Bunda şüphesiz topraklarımızın organik orijinli yüksek kireç kapsamı ve yüksek kil muhtevası birinci derecede etkili olmaktadır.

Toprakta bağlı olan fosfor bileşikleri yanında, toprağın inorganik kompleksleri olan kil mineralleri ve organik kompleksleri olan hümüs tarafından yüzeyde tutulmuş



Şekil 6. Kum kültüründe yetiştirilen mısır bitkisine fosfor koyuluğunun etkisi.

olan ve diğer bir anyonla değişmeye hazır, ya da çözültüye geçebilen ve «Mübadil fosfor» adını verdiğimiz bir grup fosfor daha bulunmaktadır. Bunlar inorganik ve organik komplekslerde, bağlı olarak bulunmayan, ancak bu komplekslerin iyon mübadele gücüne bağlı olarak yüzeyde tutulan yüzey fosforu ya da değişebilir «Mübadil-exchangeable» teşkil etmektedirler. Bunların miktarı total fosforun yanında pek küçük kalmaktadır. Bitkiler köklerinin anyon değiştirme gücüne bağlı olarak bu fosfordan yararlanmaktadırlar.

Toprakta bulunan üçüncü tip fosfor kaynağı ise : erimiş «Soluble» fosforlu bileşikler, fosfat iyonlarıdır. Bu fosfor gurubu, daha

çok, suda kolayca eriyebilen mono ve dihidrojen fosfat iyonları ile serbest ya da çözünebilir katyonlu fosfat iyonlarından ibaret fosfor kaynağını teşkil etmektedir. Miktarı genellikle çok küçük olarak 0.25 ppm'den daha azdır. I

Bitki özellikle erimiş fosforu; yeter nemin ve uygun diğer koşulların bulunduğu durumlarda kolayca alabilir. Bitkiler mübadil fosfordan da yararlanmaktadırlar. Bu sebeple, bitkilerce alınabilen fosfor olan : erimiş ve mübadil fosfor bizi, total miktardan çok daha fazla ilgilendirmektedir.

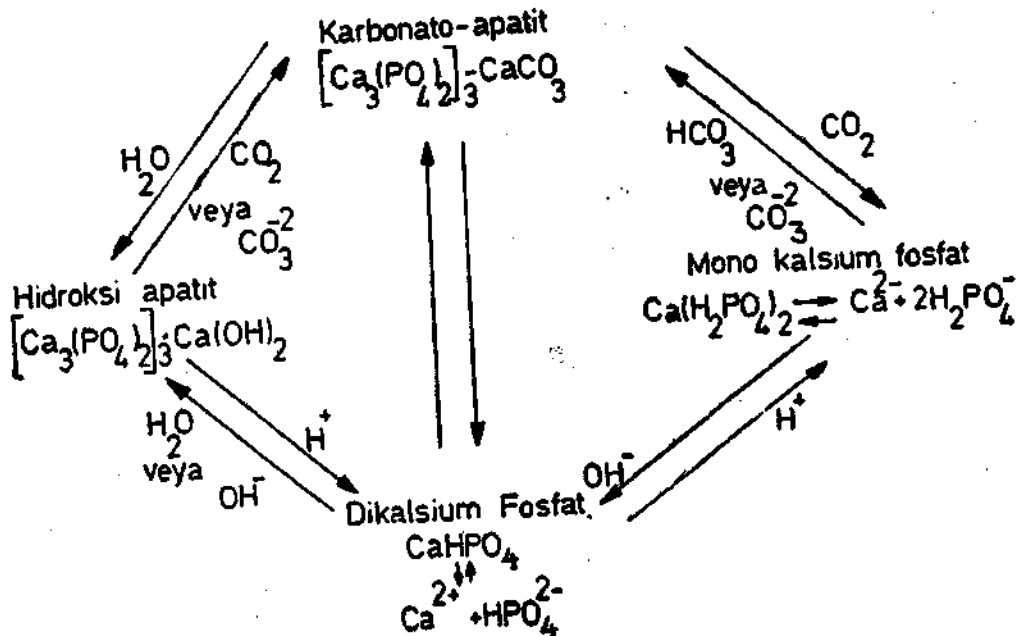
2 — Fosforun Mobilizasyon ve Fiksasyonu :

Toprakta bulunan çözünmesi güç fosforlu bileşiklerle, fosfor, «Mübadil fosfor» ve çözülmüş, erimiş fosfor iyonları arasında :

Total.....".....Mübadil.....Erimiş
şeklinde

ortama göre teşekkül eden bir denge bulunmaktadır. Bu dengeye göre bu gruptan birinin artıp eksilmesi diğer grupları etkilemektedir.

Ülkemiz gibi, CaCO_3 kapsamı yüksek ve alkali reaksiyonlu topraklara sahip ülkelerde fosforun mobilizasyonu ve fiksasyonunda en önemli rolü kalsiyum almakta, ve fosfor, çeşitli apatit formları halinde bağlanmaktadır (22) (Şekil 7).



Şekil 7. Kireçli topraklarda fosforun değişimi.

Toprakatki fosforun çözünmesine, toprağın total fosfor kapsamı, gübreleme durumu, yağışlar ve nem muhtevası, işleme tarzı ve toprağın havalanması, toprağın bünyesi, CaCO₃ kapsamı, kil kapsamı ve kil minerallerinin cinsi, organik madde kapsamı, sıcaklık, profil derinliği, toprağın reaksiyonu gibi pek çok faktör etkili olmaktadır.

Toprakta total fosfor arttıkça, çözünen fosfor artmakta, çözünen miktar gübreleme ile yükseltilebilmekte, nem fosforun çözünmesine, özellikle ülkemiz gibi kurak iklimli bölgelerde, etki yapan en önemli etkenlerden biri olmakta, bünye kabalaştıkça çözünme ko-

laylaşmakta, kil kapsamı arttıkça fiksasyon kolaylaşmakta, organik madde kapsamının artması çözünmeyi kolaylaştırmakta, çözünen fosfor özellikle profilin üst tabakalarında toplanmakta, havalanma ve sıcaklık çözünmeyi teşvik etmektedir. Bunların yanında özellikle pH ve CaCO₃ fosforun mobilizasyon ve fiksasyonuna şiddetle etki yapmaktadır.

Radyofosfor kullanarak yaptığımız bir araştırma, fosforun bağlanması üzerine CaCO₃ kapsamının ne kadar şiddetle etkili olduğunu göstermiştir (23) (Tablo: 7) ve (Şekil 8).

TABLO : 7

CaCO₃ ün Fosforun Bağlanması Üzerine Etkisi.

Ölçülen P³² Aktiviteleri ile Toprağın % CaCO₃ Muhtevaları Arasındaki İlişkiler

I. % 0-20 CaCO₃ Seviyelerinde:

1- Kireçde:

$$\text{Log } \frac{A^X}{A} = 18,1 \text{ CaCO}_3$$

2- Toprakda:

$$\text{Log } \frac{A^X}{A} = 4,5 \text{ CaCO}_3$$

3- Toprakla kireç arasında:

$$\text{Top } \frac{A^X/A_n}{A_0/A_0} = \text{CaCO}_3 \frac{A^X}{A} + \left[\frac{\% \text{ CaCO}_3 + \text{CaCO}_3 A^X/A}{\text{CaCO}_3 A^X/A + (\text{Top } A_0/A_0 - \text{CaCO}_3 A^X/A)} \right]^3$$

II. % 20-75 CaCO₃ Seviyelerinde:

(Toprakla kireç arasında)

$$\text{Top } \frac{A^X}{A} = \text{CaCO}_3 \frac{A^X}{A} + \left(\text{kirecin serbestlik } \frac{A^X}{A} - \text{Top } \frac{A_0}{A_0} \right)$$

A^X - Standardın aktivitesi

A - Çalkandıktan sonraki çözeltinin aktivitesi

A₀ - Toprağın % CaCO₃ seviyesinde katılan çözeltinin aktivitesi (Yalnız CaCO₃)]

A₀ - % 0 alınan

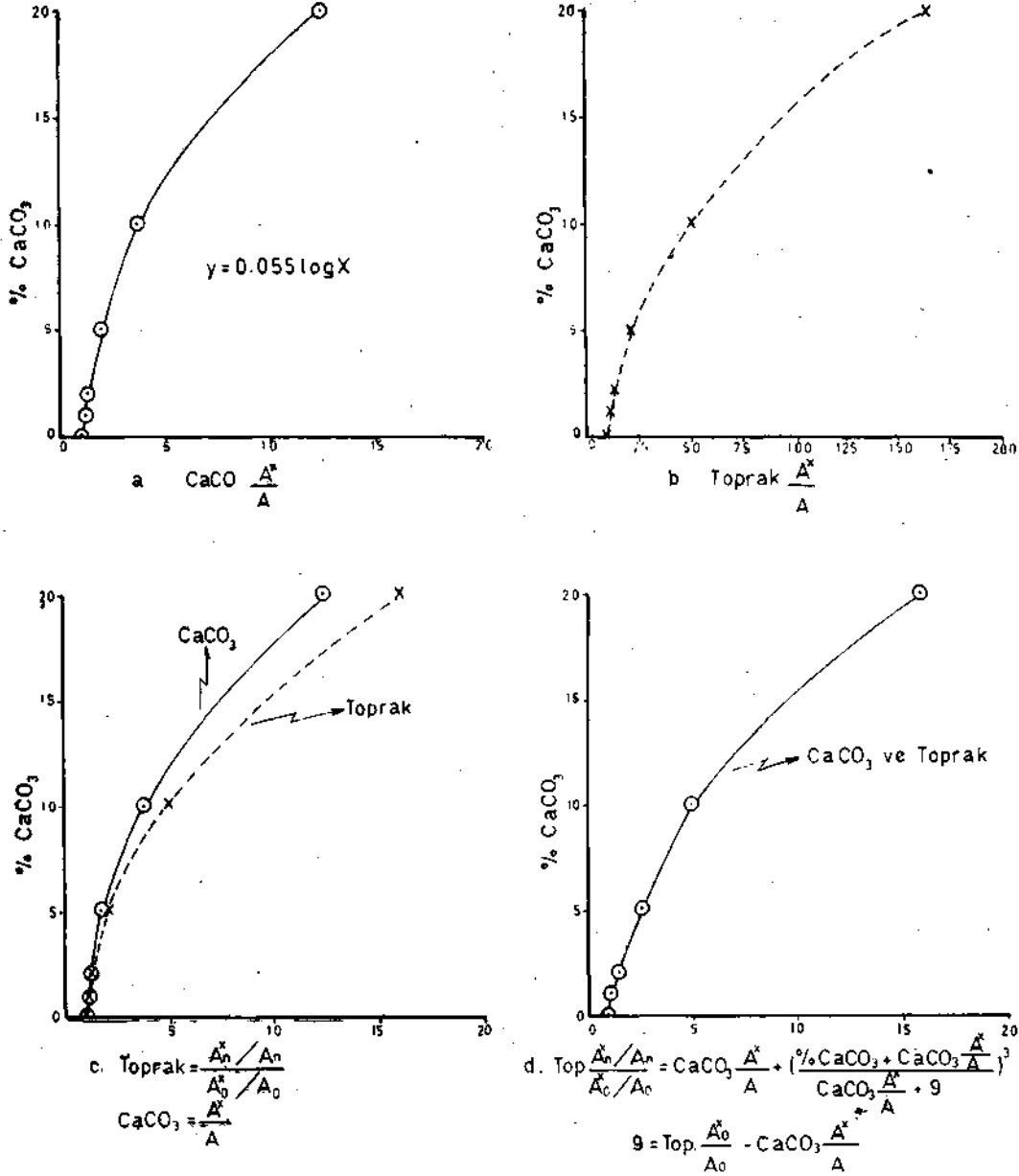
A_n - % n katılan (Toprağa)

A_n - % n alınan

9 numaralı şekilde ise, CaCO₃ oranına bağlı olarak çözültide mevcut fosforun bağlanan kısmı görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, fosforun bağlanan kısmı CaCO₃ % sine i bağlı olarak logaritmik bir eğri göstermektedir.

10 numaralı şekilde ise reaksiyonun fosforun mobilizasyon ve fiksasyonu üzerine etkisi görülmektedir.

11 numaralı şekilde ise, uygulama dozuna bağlı olarak, kaolinit minerali, tarafından tutulan fosfor miktarları görülmektedir (24)



Şekil 8. Radyofosfor kullanarak yapılan araştırmada ölçülen F'' aktivitele ile toprağın % $\text{Ca}(X)_3$ muhtevaları arasındaki ilişki.

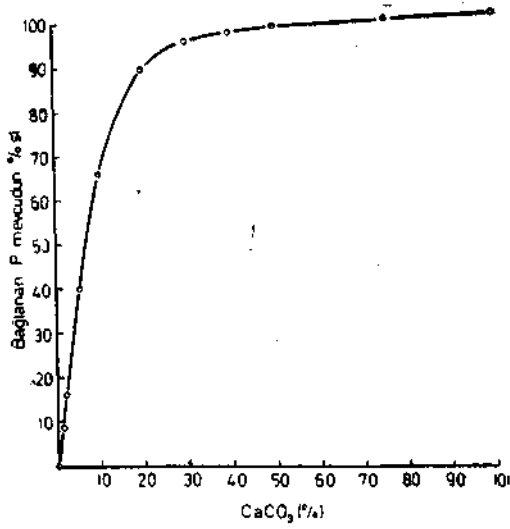
Ç. FOSFOR AÇLIĞI VE ARAZLARI

1 — Açlık Nedenleri :

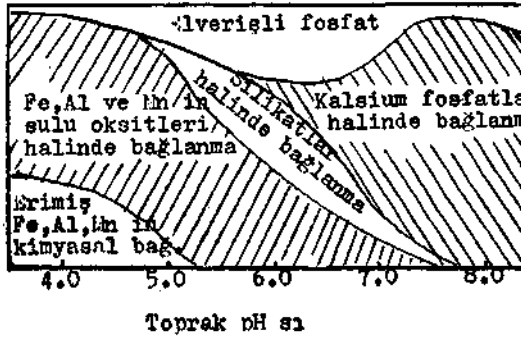
Topraklarımız pek çok nedenlerle fosfor bakımından fakirdirler. Bu teebepile de 27 milyon hektar civarında olan işlenebilir alanların 1/3 ünü oluşturan 9 milyon hektarı nadasa bırakılmakta, yani 18 milyon hektarlık kısmı teşkil eden alanlardan ancak iki yılda bir ürün alınabilmektedir.

İşlenen alanların hepsi tarıma elverişli değildir. 900000 hektar tuzlu alkali arazi 54000 hektar bataklık-sazlık, 35000 hektar kurutulmuş turbiyer ve ekzibelerden, 2444300 hektarlık drenajlı alandan, fosfor kapsamı uygun da olsa, diğer etkenler düzenli bir şekilde bulunmadığından ürün alınmamakta, ya da çok düşük ürün alınabilmektedir.

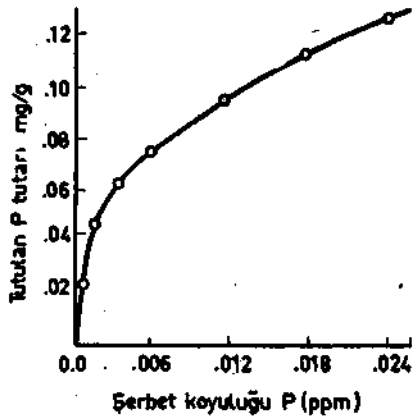
Toprakta diğer etkenler nedeni ile fosfordan yararlanamama yanında fosfor açlığına :



Şekil 9. CaCO₃'ün fosforun bağlanmasına etkisi.



Şekil 10. Reaksiyonun fosforun mobilizasyonu ve fiksasyonu üzerine etkisi.



Şekil 11. Kaolinit mineralinde fosforun tutulmasına çözültü koyuluğunun etkisi.

aşırı sömürme, gübrelememe, yıkanma, erozyon gibi çeşitli etkenler sebep olmaktadır.

Gerek erozyon gerekse ülkemizin ilk yerleşim alanlarından biri olması nedeni ile çok eski zamanlardan beri tarıma alınması ve devamlı olarak sömürülmesi toprağımızı fosfor bakımından fakir ve verimsiz kılmıştır.

Türkiye'nin hemen her bölgesi fosfor bakımından fakirdir. O kadar fakirdir ki : bulunan değerler, diğer ülkeler için tanınan sınır değerlerinin de bir hayli altında kalmaktadırlar.

Tarımın ilk olarak uygulandığı ülkelerden biri olan ülkemizde : binlerce yıldır ekin ekilmesi, bitkiler tarafından fosforun sömürülmesi ve ürünle uzaklaştırılması; buna karşılık toprağa hemen hiç bir şey ilave edilmemesi sonucu oluşan bu durumu gayet olağan saymak gerekir.

Ülkemizde ticaret gübresi kullanmağa yeni yeni başlanması; yalnız bitkibesin maddes kaynağı olarak değil, toprağın bünyesi ve organizmaları için de önem taşıyan ahır gübresinin, tezek olarak yakılması topraklarımızı bu kaynaktan da mahrum bırakmaktadır

Ülkemizde fosfor açlığının temel nedenlerinden biri de erozyondur. İşlenen topraklarımızın yarısında şiddetli ve çok şiddetli erozyon bulunmakta, ayrıca 6 milyon hektar alan da orta derecede erozyon etkisinde kalmaktadır (25).

Erozyon, yüz-ölçümüne oranla yükseklikleri gayet fazla değişiklikler gösteren, bu nedenle de eğimi çok fazla olan ülkemiz toprakları için büyük önem taşımaktadır. Gerçekten, sözgelışı Amerika B.D.'nde en yüksek alanlar olan «Rocky Mountain» lerin en yüksek tepesi bizim Ağrı dağından daha alçaktır. Yine A.B.D.'nde yükseklik doğudan - batıya muntazam olarak arttığı ve sonra azaldığı, yani binlerce Km'de yalnız bir iniş ve çıkış bulunduğu halde, ülkemizde kuzey-güney doğrultusunda bu iniş ve çıkış bir kaç yüz Km'de iki defa olmaktadır. Bunun sonucu : eğim fazla, aşınma, erozyon kolay olmaktadır.

Yağış rejiminin bozuk olması ve ilk yerleşim alanlarından olduğundan ormanlarının kesilmiş bulunması bu sebeple de su rejiminin bozuk olması Türkiye'de erozyonu kolaylaştıran ve fosfor kaybını çabuklaştıran nedenlerdendir.

Şüphesiz bunlar*, bilgili bir tarımın uygulanmaması, erozyonu önleyici toprak-korumaya tedbirlerinin alınmamış olması, akar suların düzene sokulmamış bulunmasını da katmak gerekir.

2 — Sömürme Güçlükleri :

Topraklarımızın fosfor bakımından fakirliği, yalnız erozyon ve mevcut fosforun yetersizliğinden ileri gelmemektedir. Çeşitli diğer etkenler de fosforun topraktan sömürülmesini güçleştirmektedirler.

İşlenen topraklarımız genellikle, ya derin değildir, ya da toprağın derin tabakaları istenilen bünyede değildir. Bunun sonucu, pek çok bölgede bitkinin yararlanabileceği toprak tabakası, bir iki karışı geçmemektedir. Toprakta bulunan fosfor yeterli de olsa, toprak miktarı az olduğundan gelişme tam olmamaktadır.

Topraklarımız ormansızlık, binlerce yıldır işlenme, ve sıcak-kurak iklimimiz nedeni ile organik maddece fakirdir. Bu sebeple iyi bir fosfor kaynağı, diğer bitkibesinleri, deposu, mikroorganizma yatağı, ve bünyeyi düzeltici bir aracıdan yoksundur. (

Ülkemizde toprakta bulunan bitkiye elverişli fosforun sömürülmesini güçleştiren en önemli etken nem yetersizliğidir. Nemin toprakta, özellikle, bitkilerin geliştiği devrede yeterince bulunmaması, toprakta fazla miktarda bulunsada dahi fosforun alınamaması sonucunu doğurmakta ve aslında fosfor bakımından zengin olan toprakları dahi verimsiz kılmaktadır.

Topraklarımızda kireç, genellikle çok yüksektir. Bunun sonucu olarak, fosfor toprakta fazla miktarda bulunsada dahi bitkiye yarar-

lı olamamaktadır. Gerçekten topraklarımızın total fosfor kapsamaları oldukça yüksek olduğu halde bu ve benzeri nedenlerle bitkiye yararlı olan, elverişli olan miktarlar, diğer ülkelerin bazan onda birinden de düşüktür.

Kurak ve sıcak iklimimiz nedeni ile, topraklarımızın kil kapsamaları ve iyon mübadele kapasiteleri de yüksektir. Bu özellik de çeşitli yollarla sömürülebilme üzerine etkili olmakta, fosforun tutulması ve bağlanması ortam hazırlamaktadır.

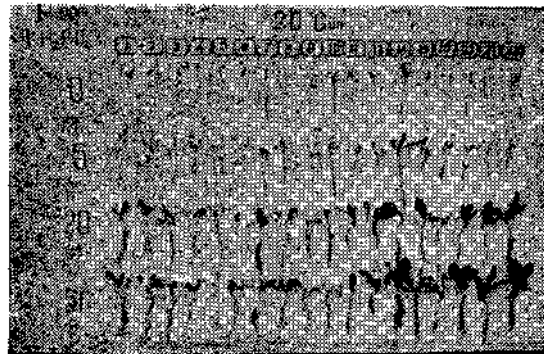
Toprakta diğer bitkibesin maddeleri, özellikle azotun yeterli ve dengeli miktar ve şekilde bulunmayışı, ahır gübresinin toprağa verilmeyışı ve sodik etki yapan bazı iyonların toprakta fazla oranda bulunması da fosforun sömürülmesini güçleştirmektedir.

3 — Açlık Arazları :

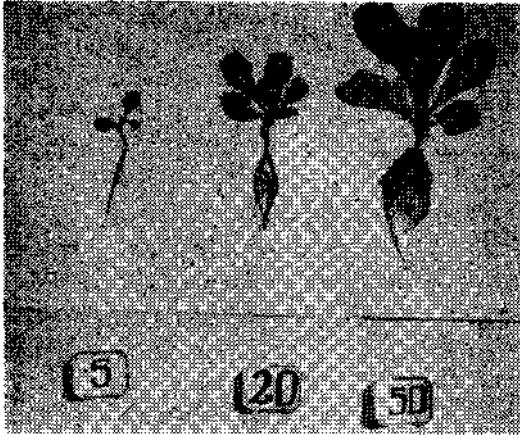
Fosforun, toprakta, bitkiye elverişli olarak yeter oranda bulunmayışı, ürünün tutar ve kalitesi üzerine etki yapmaktadır.

Fosfor açlığı yüzünden ürün, açlık derecesine göre, azalmakta; hattâ bazen hiç ürün alınamamaktadır.

Güney-doğu Anadolu'dan alınan topraklarda yetiştirilen marul bitkilerinin kuru maddeleri 50 ppm P ile gübrelenince ortalama 3.37 katı artmıştır (16) (Şekil 12, 13). Şe-



Şekil 12. Fosfor açlığının marulun gelişmesi üzerine olumsuz etkisi.



Şekil 13. Marul ürününün fosfor açlığı nedeni ile düşüşü (Gübrelenmemiş bitki ölmüştür. Uygulanan fosfor dozu yükseldikçe ürün miktarı artmaktadır).

kilde görüldüğü gibi, yalnız fosfor ihtiyacının karşılanması ile ürünü katlarına çıkarmak mümkün olmaktadır.

Aynı durumu diğer ürünlerde de görmek mümkündür. Gerçekten : 1962 - 64 yıllarında Ceylanpınar D.Ü.Ç.'nde 9 ppm P ile gübreleyerek floransa buğdayında % 33, 11 ppm P ile gübreleyerek akbaşak buğdayında % 44 fazla ürün almak mümkün olmuştur (16).

Haran toprağında yapılan ve 5000 ppm'e kadar fosforla gübrelenen ve marul yetiştirerek uygulanan bir araştırma ise, marulun fosfor kapsamının 7 katından fazla artışla 1440 ppm'den 10210 ppm'e çıktığını göstermiştir (16). Bu durum fosforun kalite üzerine etkisinin ürün miktarından daha fazla olduğunu göstermektedir.

Fosfor açlığının her bitkideki görünümü farklı olmakta, bitki rengi bazen koyulaşmakta, bazen açılmakta, ve arazın şiddetlendiği durumlarda yapraklar kurumağa başlamakta ve bitkiler ölmektedir.

D. FOSFOR İHTİYACININ TAYİNİ

1 — Bitkilerin Fosfor İhtiyacının Tayini :

Toprağın kompleks yapısı, bünyesi, iyon değiştirme gücünde olan organik madde ve kil minerallerinin farklı bünye ve dozda bulunması, Fe ve Al muhtevası, pH'sı gibi faktörler toprakta bulunan total fosforla, mü

badil ve erimiş fosfor arasında belirli bir dengenin kurulmasına sebep olmaktadır. Bitki köklerinin iyon değiştirme gücü, bitkisel faaliyet neticesi köklerden çıkan CO₂'in toprak suyunda erimesiyle meydana gelen karbonik asit, bitki hücrelerinde bulunan lipoidler, köklerin doğrudan doğruya katı fazdan iyon değiştirebilme (Contact exchange) kabiliyetleri, fosfat iyonunun bir anyon olarak bütün anyonlar ve katyonlarla karşılıklı münasebetleri, fosforun toprakta tutulması (Fixation), katılan fosforun sonraki tesirleri (Residual effect), çözünmesi (Mobilisation) gibi faktörler, bitkinin alabildiği fosfor miktarı üzerine etkili olmaktadır.

Bu sebeplerle fosfor ihtiyacının tayini gerçekten güç olmaktadır. Ancak güç de olsa, ülkemiz koşulları, bunu başarmamızı zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde tarımsal verimin artırılması için ekonomik bir gübreleme şarttır. Ekonomik gübreleme için ise, uygulanacak dozun, en yüksek yararlanma yüzdesini sağlayacak oranda yapılmasının rolü büyüktür.

Genellikle bitki ve toprağın gübre ihtiyacının tam olarak tesbit edilememesi, gübrenin; çeşit, uygulama zamanı, uygulanış şekli ve özellikle dozunun, doğru ve iyi bir şekilde seçilmemesi; verim artışının sınırlanması, bazı zararlanmalar ve özellikle gübre israfı sonucunu doğurmaktadır.

Bitkinin fosfor ihtiyacının karşılanabilmesi, her şeyden önce bitkinin mevcut şartlar altında fosfor ihtiyacının tayinine bağlı bulunmaktadır. Bu maksatla bir çok bilim adamı, bugüne kadar çok sayıda araştırma yapmış ve yine çok sayıda metod geliştirmiştir. Yalnız, bilim alanındaki yeni buluşlar tarımsal alanda da yeni tedbirlerin alınmalarını; alınacak yeni tedbirler ise mevcut metodlarda önemli modifikasyonların yapılmasını, veya yeni metodların geliştirilmelerini gerektirmektedir. Metod seçilirken dikkat edilecek hususlar ise, doğru sonuç vermesi, mümkün olduğu kadar geniş* uygulama alanı bulması, her yerde ve her zaman çalışma imkânı sağlanması ve sonucun süratle alınmasını temin

etmesi, uygulanmasının basit, kolay ve aynı zamanda ekonomik olmasıdır.

Bir metod bu faktörlerden ne kadar fazlasını kapsıyorsa o nisbette kusursuzdur. Bu güne kadar bu maksatla geliştirilmiş metodlar maalesef yukarıda sayılan esaslardan ancak bir kısmına olumlu cevap verebilmektedirler. Bu durum ise bu alanda çalışanları idealden uzak tutmakta dolayısıyla konunun üzerinde devamlı olarak çalışmak zorunda bırakmaktadır.

Bugün toprakların fosfor bakımından verimliliklerinin tayininde hemen bütün metodlarda uygulanan, fosfor ihtiva eden çözeltilerdeki fosforun analizi, hemen hemen aynı esasa dayanmaktadır. Yüzyılımızın sür'at ve hassasiyetine ayak uyduramıyarak demode plan gravimetrik metod bir tarafa bırakılacak olursa, fosfor tayininde, kolorimetrik, elektrofotometrik spektrofotometrik ve benzeri metodlar kullanılmaktadır.

Öte yandan bitkide yapılan fosfor tayinlerinde doğrudan doğruya total fosfor miktarının tesbiti istendiğinden bu yollarla tayinde bir güçlük karşılaşılmamaktadır. Fakat topraktaki tayinlerde, ister istemez, çözelti kullanmak zorunda kalınmakta bu ise sınırı tayin edilemeyecek sayıda çeşitli çözücülerle karşı karşıya gelmek zarureti ortaya koymaktadır.

Fosfor ihtiyacının tayininde kullanılan metodlar aşağıdaki faktörleri esas olarak çalışmaktadırlar :

- 1 — Toprak,
- 2 — **Bitki,**
- 3 — Bitki-besin maddesi ilişkisi
- 4 — Toprak-bitki ilişkisi,
- 5 — Toprak-bitki-ortam ilişkisi,

Toprağı esas alan çalışma şeklinde; bitki besin kaynağının toprak olduğu, dolayısıyla bunun incelenmesi sonucunda toprakta alınabilir besin maddeleri miktarının ve buna bağlı olarak da bitkinin besin maddeleri ihtiyacının tayin edilebileceği esası üzerinden yürünmektedir.

Bu düşünce şüphesiz doğrudur da. Ancak bu yolda daha numune alınır ve çalışmaya hazırlanırken, toprağın tabii özelliklerinden uzaklaşma da başlamaktadır. Bu esnada rutubet, sıcaklık ve bunların değişimleri, besin maddelerinin mobilizasyonu, kaybı veya değişimleri ile yakından ilgili bulunmaktadır.

Bu sebeple toprak numunesi alınarak yapılan bütün çalışmalarda, sırasıyla: numunenin temsil gücü, numunedeki değişiklikler; numune üzerinde çalışılırken: tarla toprağında meydana gelen değişiklikler, alınabilir besin maddeleri tayinindeki güçlük, gibi faktörler üzerinde önemle durulmalıdır.

Toprak numunesinin alınmasından sonra, bunlarla çalışmaya hazırlanırken, ilk üç faktörle ilgili olarak ortaya çıkması muhtemel hataların minimuma indirilmesi için büyük bir çaba göstermek zarureti vardır. Dördüncü faktör ise, sonu gelmeyen ve gelmeyecek olan çalışmaların yapılmalarını gerektiren bir niteliktedir.

Bitkinin, topraktan doğrudan doğruya temas ile alabildiği bitkibesin maddeleri miktarlarının sınırlı olması, bunların büyük kısmının toprak suyunda erimiş olan tuzlardan sağlanması, araştırmacıları; toprakta, suda erir, besin maddesi miktarını tayine zorlamıştır. Yalnız, bu maksatla yapılan araştırmalar, bunun faydalı olduğunu, ancak bitkilerin alabildikleri bitkibesin maddeleri miktarlarının bundan da farklı olacağını göstermiştir. Çünkü, bir yandan bitki bünyesinin anyon ve kasyonlara yataklık yapan kompleks özelliği ve iyon mübadele gücü, öte yandan da toprakta bulunan inorganik kil mineralleri ile organik tabiattaki hümüs kolloidlerinin adsorpsiyon ve mübadele güçleri gibi faktörler, bitkinin, suda eriyen miktarların çok üstünde bitkibesini alabilmesine imkân vermektedirler.

İşte bu durum dikkate alınarak, toprakla mübadele edilebilir, bağımsız, çözünebilir bitkibesin maddeleri tayin edilerek, alınabilir haldeki besin maddelerini tesbit yolları araştırılmıştır. Bu yolla tayin yapabilmek için çözelti şarttır. Topraktaki alınabilir bitkibe-

sin maddesi çözültisi elde etmek için de çözücü kullanmağa mecburiyet vardır. Bu ise tabii durumdan ayrılmaya ve aynı zamanda birçok yan etkilerle karşılaşılmasına sebep olmaktadır.

Bu bakımdan; çözücünün cinsi, dozu, nisbeti, reaksiyonu, temas süresi ve hızı birer problem olarak ortaya çıkmakta ve toprağın diğer besin maddeleri muhtevası, reaksiyonu, ihtiva ettiği organik madde miktarı, fiziksel bünyesi, kireç muhtevası ve buna benzer faktörlerin etkileriyle belli bir toprak için uygun olan çözücü, diğerleri için elverişli olmamakta, bu ise birçok hallerde yanlış sonuç alınmasına yol açmaktadır.

Gerçekten, pratikte bu maksatla hazırlanmış yüzlerce çözücü bulunmasına rağmen, bu çözücüler gerekli çalışmalar yapılmadan kullanıldıkları takdirde, yanlış sonuçlar vermek tedirler.

Toprağın bitkibesin maddeleri ihtiyacının tayininde toprak yerine o topraklarda yetiştirilen bitkilerin ele alınmaları da incelenerek denenmiştir.

Bu çalışmalarda, bitkilerin besin maddeleri noksanlıklarında gösterdikleri araz veya toprakta alınabilir bitkibesin maddesi miktarları arttıkça, bitki tarafından alınabilen besin maddesi miktarlarının da artacağı, düşüncesi temel olmuştur. Bu düşüncede gerçek payı büyüktür. Buna dayanarak ya bitkilerde ortaya çıkan araza bakılmakta ve bitki dokuları incelenmekte, veya bitkilerden alınan numuneler analize tabi tutulmaktadır. Ancak topraktaki alınabilir bitkibesin maddesi miktarı ile bitki tarafından alınan miktar arasındaki ilişki üzerine çeşitli faktörlerin; örneğin: bitkinin çeşidi, bitki aksamı, bitkinin yaşının, etki yaptıkları göz önünde bulundurulacak olursa; bu alandaki çalışmalarda yalnız toprak veya yalnız bitki ile değil, her ikisini aynı zamanda ele alan metodlar üzerinde çalışmanın daha doğru olacağı kendiliğinden ortaya çıkar.

Gerçi su ve kum kültürleriyle yapılacak denemelerde bitki ile besin maddeleri arasındaki karşılıklı etkinin incelenmesi imkânı

mevcut ise de, burada toprağın kompleks yapısı dikkate alınmadığından, elde olunan sonuçlar pratiktekinden çok farklı bulunmaktadır.

Bu sebeple toprak ve bitki ilişkilerini esas alan çeşitli biyolojik metodlar geliştirilmiştir.

Bu metodlarla çalışırken, toprağın fosfor ihtiyacının tayininde ya, Sekera metodundaki gibi mikroorganizma kullanılmakta, veya Neubauer, Mitscherlich ve Jenny metodlarında olduğu gibi kültür bitkileri yetiştirilmektedir.

Bizzat kültür bitkilerinin dahi fosfor alımı bakımından aralarında büyük farklar gösterdikleri düşünülürse, mikroorganizma kullanılmak suretiyle yapılan çalışmalardan elde olunan sonuçların hakikate yakınlık derecesi kendiliğinden ortaya çıkar.

Kültür bitkileri yetiştirilerek yapılan çalışmalarda, Neubauer metodunda olduğu gibi, fosfor sömürme gücü yüksek bitkiler (Çavdar) yetiştirilerek bunlar analiz edilmekte, ve böylece deneme bitkisinin yetiştirildiği toprakta mevcut, alınabilir fosfor miktarı hakkında hüküm verilmekte, veya Jenny ve Mitscherlich metodlarında olduğu gibi: toprağa muhtelif miktarlarda fosfor ilâve edilmekte ve bitkilerin bunlara karşı gösterdikleri reaksiyonun derecesine dayanılarak denemeye alınan toprağın ihtiyacı tesbite çalışılmaktadır.

Gerek Neubauer, gerekse Jenny ve Mitscherlich metodları, bu gün de, diğer metodlarla elde olunan sonuçların doğruluklarını kontrolde, dolayısıyla bu sonuçların pratik bakımdan değerlerinin tesbitinde, standard metod olarak kullanılmaktadırlar. Yalnız bu metodlardan Neubauer metodu, uygulanabilmesi için sıra -dışında, ısı sabit özel büyütme yerlerine ihtiyaç göstermekte, Jenny ve Mitscherlich metodları ise 100 kilograma yakın veya bunun üstünde toprak numunesinin kullanılmasını gerektirmektedirler. Ayrıca bu metodlarla çalışılırken denemelerden sonuç alınabilmesi uzun bir zamana ihtiyaç göstermektedir (Jenny metodu için 1.5-2 ay, Mitscherlich metodu için 3-3.5 ay).

Önemli olan diğer bir husus da, biyolojik karakterdeki diğer metodlarla olduğu gibi, bu metodlarla da çalışılırken yalnız 20 cm lik toprak tabakasının dikkate alınması, dolayısıyla toprağın profil özelliğinin incelenmemesidir. Yalnız 20 cm derinlikteki toprağın bitki beslemedeki önemi büyük olmakla beraber bugünkü bilgilerimiz, daha derin tabakaların, bitki köklerinin ulaşabildikleri derinliklerin, incelenmesini zorunlu kılmaktadır. Gerçekten de, bu maksatla yapılan ve sonuçları yayınlanan (26) çalışmalarımız da bunun doğruluğunu açık olarak ortaya koymuş bulunmaktadır. Buna yalnız toprağın fosfor muhtevasının tayini bakımından değil, aynı zamanda fosforun alınmasında etkisi olan diğer faktörlerin, bu etkilerinin tesbiti bakımından da ihtiyaç hasıl olmaktadır.

Toprak verimliliği alanında son yıllarda geliştirilmiş olan «A» değeri metodunun uygulanabilmesi için radyoizotopların çalışmalarına zaruret vardır. Radyoizotoplarla yapılan çalışmalarda ise, gerek insan sağlığı ve gerekse ekonomi yönünden, bunların dozlarının mümkün olduğu kadar düşük tutulmaları gerekmektedir. Bu ise ancak denemelerde yine mümkün olduğu kadar az miktarda toprak kullanılmasıyla sağlanabilir.

Toprağın fosfor ihtiyacının tayininde kullanılan yolların en emini şüphesiz bitki - toprak ve ortam arasındaki ilişkileri en iyi bir şekilde tesbite imkân veren tarla denemeleridir. Yalnız çok fazla masraf, zaman ve aynı zamanda emek isteyen bu metodla elde olunan sonuçlar, iklimdeki değişiklikler sebebi ile yıldan yıla büyük farklılıklar göstermekte ve bir çok hallerde muhtelif yıllara ait deneme sonuçlarını birbirleriyle mukayeseye imkân hasıl olmamaktadır.

Fosfor ihtiyacının kolay ve doğru olarak tayini için geliştirmiş olduğumuz metodda ise, sırasıyla: (a) 10-100 g gibi (seyreltilmiş profil ortalamasında 1 -2 g) çok az miktardaki toprak numuneleriyle çalışılabilmekte, (b) (15-30) gün içerisinde sonuç alınabilmesi mümkün olmakta, (c) toprağın profil özelliği incelenebilmekte, (d) sera veya büyütmeciliklerinde çalışılabilmekte, (e) daha ha-

sat yapılmadan bitkilerin gelişim farkları ve dış görünüşlerinden toprağın fosfor ihtiyacı hakkında kaba bir fikir edinilebilmekte, (f) kök yıkaması herhangi bir buharlaşmaya meydan vermeden kolayca ve canlıyken yapılabilmekte, (g) diğer bir çok metodlarda olduğu gibi azotla gübrelemeye ihtiyaç duyulmamakta, (h) randomizasyon kolayca uygulanabilmekte, (i) gelişme anındaki her türlü kontrol kolayca yapılabilmekte, (j) zaman, para ve emekte sağlanan ekonomi yanında doğru sonuç alınabilmektedir.

Metod ile, ayrıca, toprakta mevcut alınabilir fosfor miktarının tayini yanında toprağın ihtiyacı olan fosfor miktarının tesbiti, fosforun o topraktaki tesir değeri, mahsulde ve sömürülen fosforlardaki artışı, bütün topraklarda, doğru olarak tayin etmek mümkün olmaktadır (16).

Ülkemizde fosfor ihtiyacını tayin için yapılan araştırmalar topraklarımızın gayet fakir olduğunu ve bitkilerin fosforlu gübrelere şiddetle cevap verdiği, respons gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu konuda, Güney-doğu Anadolu topraklarında yapılan araştırmalardan bir kaç örnek 14-15 numaralı şekillerde gösterilmiştir.

2 — Çeşitli Ürünlerle Sömürülen Fosfor Miktarları :

Her ürünle, yetiştirilen bitki çeşidi vs *ürün* miktarına bağlı olarak farklı miktar da fosfor topraktan sömürülmektedir.

Bitkilerin fosfor ihtiyaçları türlerine göre büyük değişiklikler göstermektedir. Fosfor ihtiyacı giderilirken bu durumun önemle göz önünde tutulması ve gübre ihtiyacının ona göre sayıştırılması gerekir.

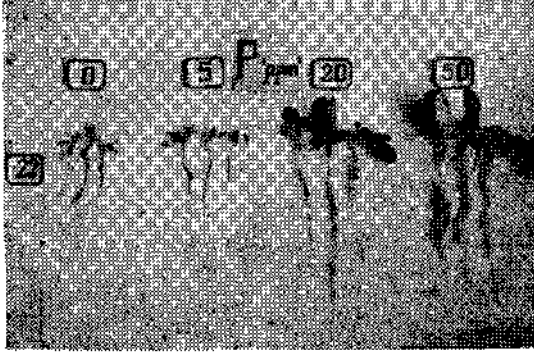
Aynı amaçla, belli başlı ürünlerle bir yıl da dönümden sömürülen fosfor miktarları ise 8 numaralı tabloda toplanmıştır (14).

8 numaralı tabloya göre 250 kg dane ve 450 kg sap için sömürülen P_2O_5 miktarı 3.0 kg dır. Bu 100 kg dane için 1.2 kg P_2O_5 yapar. Ülkemizin binlerce yıldır ekildiği düşünülür ve topraktan yalnız 1000 defa ürün alındığı öngörülürse, yılda dönüme 100 kg

TABLO 8

Belli Başlı Ürünlerle Bir Yılda Dönümden Sömürülen Fosfor Miktarları

Ürün çeşidi	Dönümden alınan ürün miktarı (kg)	Sömürülen PA>(kg)
Tahıl		
Buğday	250 kg dane, 450 kg sap	3.0
Arpa	240 » » 320 » »	2.0
Çavdar	200 » » 400 » »	3.0
Yulaf	240 » » 360 » »	2.5
Mısır	5000 » hasıl	5.0
Çayır otu	600 » ot	3.0
Baklagil		
Bakla	240 » dane, 360 kg sap	4.0
Bezelye	200 » » 200 » »	3.0
Yonca	800 » kuru ot	5.5
Kırmızı tirfil	600 » » »	3.0
Sarı lupen	180 » dane, 250 kg sap	3.0
Endüstri bitkileri		
Şeker pancarı	4000 » baş, 2000 » yaprak	6.0
Hayvan pancarı	5000 » baş, 1500 » yaprak	5.0
Tohumluk pancar	300 » tohum, sapı ile	4.0
Tütün	200 » yaprak, 400 kg sap	3.0
Şerbetçi otu	100 » çiçek, 300 kg yaprak, 400 kg bitki	3.0
Keten	60 » tohum, 60 kg kavuz; 500 kg lif sapı	3.0
Kolza	200 » dane, 500 kg sap	6.0
Sebzeler		
Lahana	7500 » yeşil baş	6.0
Yaprak lahana	2000 » yaprak	3.5
Brüksel lahanası	600 » gül	6.0
Patates	2000 » yumru, 800 kg yaprak	4.0
Marul	2500 » baş	2.0
Ispanak	2000 » yaprak	3.5
Domates	4000 » meyve	1.5
Havuç	3000 » kök	4.0
Soğan	3000 baş	3.5
Bağ-bahçe ürünleri		
Bağ	1000 » yaş üzüm, 600 kg yaprak ve dal)	3.0
Meyve ağaçları	Çeşitli	5.0



Şekil 14. Diyarbakır - Geyik toprağının fosfora gösterdiği respons.



Şekil 15. Fosfor kapsamları fark topraklara artan dozlardaki fosforlu gübrenin etkisi (Gübrelenmemiş bitkiler arasında toprağa göre büyük farklar olduğu halde 50 ppm seviyesinde bitkiler bemen aynı büyüklükte olmuştur).

buğday ürünü ile 1000 yılda topraktan 1200 kg P_2O_5 uzaklaştırılmış olur. Bir dönüm 2000000 kg toprak olarak kabul edilirse bu miktar 2620 ppm fosfora eş olur. Bu değer toprakların jortalartta fosfor kapsamlarının tümünün iki katından daha fazladır. Bu se-

beple topraklarımızın fosfora fazla ihtiyaç göstermelerini gayet olağan saymak gerekir

Aslında toprağa katılacak olan fosfor miktarı sömürülen miktardan kat kat fazla olmak gerekir. Bitki toprağa katılan fosforun, birinci yılda, ancak % 10-30 undan yararlanabilmektedir. Sömürme güçlükleri, fiksasyon gibi diğer nedenlerle ihtiyaç miktarı, sömürülen miktarın çok üzerindedir.

Buna karşılık gerek Dünyanın diğer ülkelerinde, gerekse ülkemizde, toprağa gübreye katılan miktar, sembolik kalmaktadır. Sözge lişi, Dünyada 1970 yılında toprağa uygulanan fosforlu gübrelerin tümü, buğday üretimi ile topraktan sömürülen fosforu ancak karşılayabilmektedir. Gerçekten, daha önce de açıkladığımız gibi : bu yıldaki buğday ürünü : 1197534000 tondur (3). 100 kg dane için 1.2 kg P_2O_5 kullanıldığına göre bu miktar ürün ile topraktan uzaklaşan P_2O_5 miktarı 14.4 milyon tondur. Aynı yıl Dünyanın tüm P_2O_5 tüketimi ise 17.9 milyon tondur (3). Görüldüğü gibi, tüm fosforlu gübre uygulaması, yalnız buğday ürünü ile uzaklaşan miktarı karşılamaktadır. Bitkinin ilk yılda kullanılan fosforlu gübrenin ancak % 10-30 undan yararlanabileceği hesaba katılırsa; ilave edilen bütün fosforlu gübre ile, yalnız buğdayın fosfor ihtiyacının dahi karşılanamayacağı kendiliğinden ortaya çıkar.

Ülkemizde durum daha da bulanıktır. 1970 buğday üretimimiz 10 milyon tondur. Bununla topraktan 120000 ton P_2O_5 sömürülmüş olmaktadır. Aynı yıl tüm P_2O_5 tüketimimiz ise 169489 tondur.

E. FOSFOR İHTİYACININ GİDERİLMESİ - FOSFORLU GÜBRELER

1 — İhtiyacın Giderilmesinde Kullanılan Fosforlu Gübreler, Uygulama Tarz ve Yolları :

Topraktaki fosfor açlığını gidermek veya bitkilerin fosfor ihtiyacını karşılamak üzere, organik ve inorganik tabiatlı fosforlu gübreler kullanılır. Kemik ve türevleri hariç tutulursa, organik tabiatlı gübrelerde fosfor genellikle düşüktür. Kemik ve türevleri ise %

17-30 arasında P_2O_5 kapsarlar (14) (Tablo 9).

İnorganik tabiatlı fosforlu gübrelerin ana materyalini ise fosfatlar teşkil etmektedir.

10 numaralı tabloda, inorganik orijinli olan fosforlu gübreler (Çöktürülmüş kemik hariç) ve fosfor kapsamı görülmektedir (14). Özellikle çok etkili nesne kapsayan gübrelere her gün bir yenisi katılmaktadır.

Pek çok nedenlerle toprağa katılan gübrenin ancak belirli bir miktarından bitki yararlanabilir; bir kısmı bağlanır, bir kısmı ertesi yıllarda yarıyışlı olur, diğer bir kısmı ise yıkanır. Buna karşılık daha önceki yıllarda verilen gübrelerin sonraki tesirleri de o yıl etkisini belirli bir oranda gösterecektir. Gübre verilirken bu durumların hesaba katılması gerekir (14).

İhtiyacın giderilmesinde her şeyden önce ihtiyaç miktarının doğru olarak tayin edilmiş bulunması gerekir. Bunun yanında, bitki çeşidi, kök gelişim alanı, toprağın bağlayıcı, çözücü ve bozucu diğer etkenler, kullanılacak gübre çeşidi, (miktarı ve gübrenin kullanılış tarzı üzerine etki yapmaktadırlar.

Toprağın veya bitkinin gübre ihtiyacı karşılanırken; toprağın bünyesi, yapısı, cinsi ve fosfat kapsamı, toprak işleme tarzı, ziraat sistemi, nem ve sulama durumu, sıcaklık, ürün sayı ve aralığı, topraktaki kil mineraleri miktarı ve cinsi, $CaCO_3$ ve organik madde kapsamı, bitki cinsi, bitki yaşı, münavebe durumu ve önceki gübrelemeler gibi pek çok faktör göz önünde tutulmalıdır.

Gübreler, cinsine, ziraat sistemine; ihtiyaç derecesine ve ortam koşullarına göre; katı, sıvı, gaz olarak uygulanabilmektedir. Veriliş zamanı bakımından ekimden önce, ekimle birlikte, ekimden sonra kullanılabilir. Toprağa tatbik; yüzeye serpererek, toprağa karıştırarak, sıra kenarlarına, sıra ortalarına> yada belli derinliklere banda verilebilir, is-

TABLO 9

Organik Tabiatlı Bazı Fosfor Kaynaklarının Fosfor Kapsamları

Çeşidi	Fosfor kapsamı P_2O_5 (%)
Bitkisel Olanlar	
Buğday kepeği	2.69
Pamuk çekirdeği küspesi •	3.05
Keten küspesi	1.62
Susam küspesi	3.27
Ayçiçeği küspesi	2.15
Haşhaş küspesi	3.17
Ahır gübresi (Kuru toz)	1.0- 2.0
Kümes gübresi (Kuru toz)	2.0- 3.0
Gübrelikte	3.0-13.0
Çöplükte	1.0- 3.0
Balık artıkları (Kuru)	4.0- 8.0
Adi kanalizasyon suyu	1.0
Lağım	2.5- 4.0
Kan tozu	0.3- 1.5
Kemik tozu	17.0-30.0
Ham kemik	15.0-20.0
Kaynamış kemik	18.0-22.0
Buharda işlenmiş kemik	20.0 - 24.0
Tutkalı ayrılmış kemik	22.0 - 27.0
Boynuz ve tırnak tozları	5.0- 5.5
Guano	10.0-12.0
Balık guanosu	17.0

tenen derinliğe enjekte edilebilir. Çeşitli uygulamalarla toprağa karıştırıldığı gibi; sulama suyuna katılarak, yapraklara püskürterek yada gövdeye enjekte ederek de kullanılabilir.

TABLO 10
Fosforlu Gübreler ve P_2O_5 Kapsamları

Çeşidi	Etkili madde kapsamı (%)		
	N	P_2O_5	K_2O
Tek. Etkili Nesne Kapsayanlar			
Kaya fosfatı	—	25.0-35.0	—
Adi süperfosfat	—	16.0-20.0	—
Dubl-trabl veya tripl süperfosfat	—	40.0 - 50.0	—
Tomas fosfat	—	5.0-20.0	—
Çöktürülmüş kemik	—	40.0	—
Kalsium metafosfat	—	50.0 - 65.0	—
Kolloidal fosfat	—	18.0-23.0	—
Florsuzlaştırılmış fosfat	—	27.0-33.0	—
Ergitilmiş fosfat	—	Değişik	..
Çok Etkili Nesne Kapsayanlar			
Potasyum metafosfat	60.0	60.0	40.0
Monoamonyum fosfat	11	60	0
Diamonyum fosfat	21	53	0
Amonyaklaştırılmış süperfosfat	3	16	0
Nitratlaştırılmış süperfosfat	5-6	16-17	0
Ammo-Phos A	11	45-48	0
Ammo-Phos B	16,5	20	0
Ammo-Phos-Ko	12	24	12
Nitrophoska	15	30	15
Leunaphos	20	20	0
Leunaphoska	10	10	13

2 — Fosforlu Gübre Tüketimi :

Belli başlı ülkelerin fosforlu gübre tüketimleri il numaralı tabloda toplanmıştır (3)

Tabloda görüldüğü gibi, Türkiye geniş arazisine rağmen, tüm fosforlu gübre tüketimi bakımından; Çekoslovakya, Yeni Zelanda, Güney-Afrika ve Bulgaristandan da sonra gelmektedir.

Türkiye'de tarımsal nüfusun çokluğu ve ekili alanların genişliği göz önüne alınırsa, tarımda birey başına fosforlu gübre kullanma ve işlenen alanda hektar başına tüketim olarak daha da gerilerde kaldığımız kendiliğinden anlaşılır. (Tablo 12).

Tabloda görüldüğü gibi 1965 sayımı sonuçlarına göre (31) Suudî Arabistan dahî

birim araziye bizim 3 katımız gübre kullanmakta, Lübnan'da bu değer 8, Yunanistan'da 11 katımıza çıkmaktadır. Benzer durumları 1967 yılı istatistiklerinde de görmek mümkündür.

3 — Fosforlu Gübre Üretimi :

Fosforlu gübre üretiminde üzgünüz ki, tüketimden de geri kalmış bulunmaktayız. Bu nedenle, talebi karşılamak üzere, her yıl önemli oranda döviz kullanmak zorunda kalmaktayız. I

Dahilde ürettiğimiz fosforlu gübrelerin ana ham maddesi olan fosfat ve sülfürik asit temini ise, başlı başına bir sorun olmaktadır.

TABLO 11

Bellibaşlı Ülkelerde Fosforlu Gübre Tüketimi ve Üretimi (100)

Ülke	Tüketim. (100 Ton P ₂ O ₅)			Üretim (1000 Ton P ₂ O ₅)		
	67/68	68/69	69/70	67/68	68/69	69/70
A.B.D.	40400	41688	41774	4992	4552	4721
Rusya	16970	17480	19160	1867	1934	2071
Fransa	15052	15874	16812	1309	1374	1400
Batı Almanya	7879	7810	8566	834	905	914
Japonya	6653	6970	6894	710	763	745
İngiltere K.	4643	4470	4604	430	436	433
Hindistan	4382	2960	3150	207	213	224
Kanada	3789	3800	3200	489	510	450
İtalya	4645	4700	4862	553	554	540
Avustralya	8800	8900	8300	960	952	792
İspanya	3505	3891	4065	328	357	375
Bulgaristan	2604	2920	2560	—	—	—
Brezilya	1658	2141	2366	—	—	—
Türkiye	1322	1817	2006	35	46	44
Yugoslavya	1775	1594	1827	—	—	—
Macaristan	1580	1762	1820	—	—	—
Romanya	1352	1405	1800	165	182	221
Belçika	1280	1300	1560	501	571	616
İsveç	1288	1394	1392	—	—	—
Danimarka	1197	1240	1273	—	—	—
Avusturya	1314	1136	1191	—	—	—
Meksika	1100	1221	1188	—	—	—
Yunanistan	1051	1165	1146	—	—	—
Hollanda	1057	1039	1076	251	273	275
Pakistan	432	528	500	—	—	—
DÜNYA	166187	172758	179454	17206	17466	18161

TABLO 12
Çeşitli Ülkelerde Tarımsal Birim Alana ve Tarımda Kişi Başına İsbet Eden
P₂O₅ Miktarları

Ülkeler	Tarımsal nüfus (Milyon)	İşlenen alan (1000Ha)	Tüm gübre tüketimi (kg/Dö.)		P ₂ O ₅ tüketimi (1000 ton)	Tarımda P ₂ O ₅ Kişiyeye (kg)	P ₂ O ₅ tüketimi Alana (kg/Dö)
Ortak Pazar							
B. Almanya	4.55	8179	34.3	34.3	857	188.4	10.48
Belçika	0.58	1646	47.4	52.9	156	26.9	9.48
Fransa	7.66	19816	13.1	13.6	1681	219.5	8.48
Lüksemburg	—	135	14.2	14.0	7	—	5.19
Hollanda	—	2260	24.0	25.5	108	—	4.78
İtalya	12.40	15195	7.0	7-4	486	39.2	3.20
Diğer ülkeler							
Japonya	23.69	5684	32.1	38.4	689	29.1	12.12
İsrail	0.31	411	10.0	11.3	14	45.2	3.41
A.B.D.	11.70	176440	6.4	7.7	4177	357.0	2.37
Kanada	1.77	43404	1.3	2.0	320	180.8	0.74
S. Arabistan	3.10	373	1.8	2.7	3	9.7	0.80
Sınır ülkeleri							
Bulgaristan	3.69	4558	6.2	10.5	256	69.4	5.62
Yunanistan	4.59	3851	6.5	7.1	115	25.1	2.99
Rusya	73.27	224300	2.3	2.9	1916	26.1	0.85
Iran	12.19	11593	0.1	—	30	2.5	0.26
Suriye	2.88	5861	0.3	0.4	8	2.8	0.14
Irak	3.69	7496	0.1	0.1	4	1.0	0.05
Türkiye	22.72	27753	0.6	1.1	201	8.8	0.72
DÜNYA	1745.00	1406000	2.8	3.4	17945	10.3	1.28

TABLO 13

Türkiye ve Yunanistan'ın Son Yıllardaki Gübre İthalatları (Milyon \$ olarak)

Yıllar	1964	1965	1966	1967	/1968	1969
Türkiye'nin gübre ithalatı						
Kaba	1.31	1.31	1.91	1.54	1.84	1.81
İşlenmiş	4.60	17.83	28.16	37.09	47.69	52.41
Toplam	5.91	19.14	30.07	38.63	49.53	54.22
Yunanistan'ın gübre ithalatı						
Kaba		.04	.26	2.00	3.31	1.53
İşlenmiş	21.57	21.64	14.68	13.40	6.32	7.34
Toplam	21.57	21.68	14.94	15.40	9.63	8.87

Belli başlı ülkelerde fosforlu gübre üretimi 11 numaralı tabloda gösterilmiştir (3).

Tabloda görüldüğü gibi üretimde diğer ülkelerin çok gerilerinde kalmaktayız. Bunun sonucu olarak, gübre ithalatına ödediğimiz döviz miktarı 1969 yılında 1.81 milyon hammadde, 52.41 milyon işlenmiş gübre (olmak üzere 54.22 milyon doları bulmuştur.

Sorunun çözümü için üretimin mümkün olan hızla artırılması ve tüketimi karşılayacak seviyeye çıkarılması gerekmektedir.

13 numaralı tabloda ise ülkemizde son yıllarda gübre ithalatı için ödenen para Yunanistan'la mukayeseli olarak verilmiştir (1).

Görüldüğü gibi Yunanistan'da dahi gübre ithali için ödenen döviz yıldan yıla azalarak sembolik bir seviyeye düştüğü halde, bizde artış devam etmekte ve buna rağmen talep karşılanamamaktadır.

F. TALEP PROJEKSİYONU

Türkiye'de bugünkü hayat standardının gayet düşük olduğu ve nüfusun büyük bir kısmının yarı aç bulunduğu hepimizce bilinmektedir. Şüphesiz, bunu önlemek ve ulusumuzu açlıktan kurtarmak ilk ödevimiz olmaktadır. Ancak, yılda bugün için 1 milyon dolayında artan, ileride bu artış hızı daha da büyüyecek olan, fazla nüfusu beslemek bundan da önemli bir sorun olmaktadır.

Nüfusda >% 2.5 luk çoğalma hızının değişmeyeceği öngörülürse, 1970 de 35.2 milyon olan nüfusumuz, 1975 de 40.0; 1980 de 45.3; 1985de 51.5; 1990da 58.5; 1995de 66.4; 2000 yılında 75.3 milyona erişecektir. Görüldüğü gibi 30 yılda nüfus artışı iki katından fazla olmaktadır (Tablo 14).

Beslenme derecesi ve hayat standardının değişmeyeceği ve sınırları zorlanmış ürün alınan alanların sabit kalacağı öngörülerek hazırlanan 18 numaralı tabloda artan nüfusumuzu besleyebilmek için her yıl verimde sağlamamız gereken artış, ve bunu sağlayabilmek için gereken gübre miktarı, buğday esas alınarak ve sayışmada : FAQ 1967/68 yılı kayıtlarını esas alarak, gübre-verim ilişkisinde daha önce bulduğumuz :

Buğday verimi (kg/Dö.)

$$= 53.8 \quad \sqrt{\text{Ticaret gübresi etkili madde tutarı}} + 56.0$$

$\frac{é}{\text{Ticaret gübresi etkili V madde tutarı}} - j - 56.0$ denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Tabloda görüldüğü gibi artan nüfusu besleyebilmek için, bugün dönüme 115 kg dolayında olan verimi, 1980 de 155; 1990 de 199 ve 2000 yılında 225 kg'a çıkarmamız zorunlu olmaktadır.

Bunun için, bugün dönüme 1.0 kg dolayında olan, dönüme gübreleme ile katılan etkili madde miktarları toplamını, 1980 de

TABLO 14

(Ürün alınan alan 27.33 milyon Ha)

Yıl	Nüfus (Mil.)	Verim (kg/DÖ)	Gerekli gübre etkili maddesi (kg/Dö)		P ₂ O ₅ ihtiyacı (Ton)	Fosfat ihtiyacı (1000 Ton)	
			Tüm	P ₂ O ₅		% 20 lik	i.% 30 luk
1970	35.2	121	1.46	0.73	199509	998	668
1971	36.1	124	1.59	0.80	218640	1093	732
1972	37.0	127	1.74	0.87	237771	1189	796
1973	38.0	130	1.90	0.95	259635	1298	869
1974	39.0	133	2.04	1.02	278766	1394	933
1975	40.0	136	2.22	1.11	303363	1517	1016
1976	41.0	139	2.37	1.19	325227	1626	1089
1977	42.0	143	2.62	1.31	358023	1790	1199
1982	47.7	163	3.96	1.98	541134	2706	1813
1987	54.2	184	5.66	2.83	773439	3867	2590
1992	61.5	209	8.07	4.04	1104132	5521	3699
1997	69.8	237	11.29	5.65	1544145	7721	5173
2000	75.3	255	13.69	6.85	1872105	9361	6271

3.33; 1990 da 7.08; 2000 yılında 13.69 kg'a çıkarmamız gerekmektedir. Pek çok ülke bugün, bizim 2000 yılında kullanmak zorunluğunu belirttiğimiz miktarın kat kat üzerinde gübre kullanmaktadır.

Ülkemizde özellikle son yıllarda, kullanılan ticaret gübrelerinin, etkili madde miktarlarının yarısını fosforlu gübrelerin oluşturduğu ve bu oranın değişmeyeceği öngörülürse 1970 de dönüme 0.73 kg olan P₂O₅ tüketimimiz, 1980 de 1.70; 1990 da 3.54; 2000 yılında 6.85 kg'a çıkması kaçınılmaz olur.

Buna göre 1970 de 200 000 ton dolayında olan P₂O₅ tüketimi, muntazam olarak artışla, 1980de 46410; 1990da 967482; 2000 yılında 1 872 105 tona çıkacaktır.

Bu miktarlar için, gerekli fosfor tutarları ise % 20 ve % 30 etkili madde kapsadığına göre ayrı ayrı verilmiştir.

Kullanılacak fosfor, % 20 etkili madde kapsadığına göre bugün bir milyon ton dolayında olan talep, 1980 de 2.3 milyon; 1990 da 4.8 milyon ve 2000 yılında ise 10 milyon tona yakın olarak 9.4 milyon tona erişecektir. % 30 etkili madde kapsadığına göre ihtiyaç, 1980 de 1.5 milyon ton; 1990 da

3.2 milyon ton; 2000 yılında 6.3 milyon ton fosfat olacaktır.

Bu durumda, yalnız nüfus artışından dolayı kabarcak olan fosfat ihtiyacı 1972 - 1982 yılları arasında % 20 etkili madde kapsadığı zaman 18 milyon ton; % 30 etkili madde kapsadığı zaman 12 milyon ton olmaktadır.

Daha önce de belirttiğimiz gibi, bu rakamlar, hayat standardının sabit kalacağı öngörülerek hazırlanmıştır. Yarı aç olan ve millî geliri gayet düşük bulunan halkımızın bu durumunu sürdürmesine hiçbirimizin gönlü razı olamayacağına göre, plan dönemlerinde öngörülen % 4 ve % 7 kalkınma hızı esas alınarak yapılan sayışimler 15 numaralı tabloda verilmiştir. Bu durumda ihtiyacımız olan gübre miktarı, 14. tabloda belirtilenden çok daha fazla olmakta, 1972-82 yılları arasındaki 10 yıllık dönemde P₂O₅ ihtiyacı, % 4 üretim artışında 6 milyon, % 7 üretim artışında 16 milyon tona çıkmakta; buna bağlı olarak % 20 lik fosfat ihtiyacı, % 4 üretim artışında 31 milyon ton, % 7 üretim artışında 78 milyon ton; % 30 luk fosfat ihtiyacı, % 4 üretim artışında 21 milyon ton, % 7 üretim artışından 52 milyon ton olmaktadır.

TABLO 15
Gelecek 10 Yılda, % 4 (a) ve % 7 (b) Üretim Artışı Öngörüldüğüne Göre Gerekli P₂O₅
ve Fosfat Miktarları (27 Milyon Ha. İşlenen Alan)

Yıllar	Verim (kg/Dö.)		Gerekli gübre etkili maddesi (kg/Dö.)				P ₂ O ₅ ihtiyacı (1000 Ton)		Fosfat ihtiyacı (1000 Ton)			
	(a)	(b)	Tüm		P ₂ O ₅		(a)	(b)	% 20 lik		% 30 luk	
			(a)	(b)	(a)	(b)			(a)	(b)	(a)	(b)
1972	136	157	2.22	3.53	1.11	1.77	299.7	477.9	1499	2390	1004	1601
1973	141	168	2.50	4.33	1.25	2.17	337.5	585.9	1688	2930	1131	1693
1974	147	180	2.92	5.29	1.46	2.65	394.2	715.5	1970	3580	1320	2399
1975	153	193	3.24	6.50	1.62	3.25	437.4	877.5	2187	4390	1465	2941
1976	159	207	3.65	7.90	1.83	3.95	494.1	1066.5	2471	5335	1656	3574
1977	165	221	4.12	9.42	2.06	4.71	556.2	1271.7	2781	6359	1863	4261
1982	201	310	7.29	22.28	3.65	11.14	985.5	3007.8	4928	15039	3302	10076

Tarımda verim, verimde gübreleme, gübrelemede fosforun ve fosforlu gübrelerde ise ana materyal olan fosfatın rolü açık olduğuna göre, bu konuda her şeyden önce fosfat sorununu çözmek zorundayız, Bunu yaparken, millî olmağa ve dolayısıyla kendi olanaklarımızı en iyi bir şekilde değerlendirmeye mecbur olduğumuzu unutmamalıyız.

G. SONUÇ

1. Ülkemizde mal üretiminin 2/3 ü, miU lî gelirin 1/3 ü, ihracatın 4/5 i, halkımızın 2/3 ünü teşkil eden tarım kesimi tarafından sağlanmaktadır. Bu sebeple üretimin artması, millî gelirin yükselmesi, halkın mutlu kılması, dış ödemeler dengesinin düzelmesi tarım kesimindeki gelişme ile yakından ilgili bulunmaktadır.

2. Ülkemizde işlenen topraklar, doğal sınırları zorlayacak seviyeye çıkarıldığından, tarım kesiminde üretimin artırılması ancak verimin yükseltilmesi ile mümkün olabilecektir. Yarı aç olan halkımızın yeterince beslenmesi ve her yıl nüfusumuza yeniden katılan bir milyon dolayındaki kitlenin yaşayabilmesi için bunu sağlamağa mecbur bulunmaktayız.

3. Tarımda verimin artırılması, verimli çeşitler kullanma, sulama, uygun ziraat tekniği, mekanizasyon, mücadele, yeterli kredi gibi çeşitli tedbirlerin yanında, özellikle, uygun ve dengeli bir besleme ile mümkün olabilmektedir.

4. Tarımın temel ürünü olan bitki, bünyesini oluşturmak için varlığı kaçınılmaz olan 16 elementden 13 ünü topraktan sömürmek zorundadır. Bu elementlerin bitkiler tarafından sömürülebilmesi için toprakta bulunmaları kâfi gelmemekte, diğer etkenlerle birlikte, bitkibesin maddelerinin yeterli ve dengeli bir şekilde ve bitkilere elverişli olarak bulunmaları da gerekmektedir. Bu elementler arasında fosfor müstesna' bir yer işgal etmektedir.

5. Dengesiz nem, fazla $CaCO_3$, fazla kil gibi etkenler, yeterli ve dengeli olsa da fosforun bitkilerce sömürülmesini önlediği gibi, aşırı sömürme, yıkanma, erozyon, yetersiz

profil, uygun olmayan bünye ve pH, düşük organik madde gibi yan etkenler bu elementin bitkiler tarafından yeterince sömürülmemesi sonucunu doğurmakta, böylece topraklar fakirleşmekte, verim düşmektedir.

6. Verimi artırmada, bitkibesin maddesi ihtiyacının karşılanması, gübreleme, diğer bütün etkenlere eş olarak % 50 oranında etkili olmaktadır. FAO kayıtlarından yararlanarak yaptığımız korelasyon hesapları, gübrelemeyle verim arasında :

Buğday verimi (kg/Dö) =
53.8 VGübre etkili maddesi (kg/Dö)+56.0 bağlantısının bulunduğunu göstermiştir. Buna bağlı olarak, tarımsal gayri safi hâsıla ile gübreleme arasında da iyi bir korelasyon bulunmakta ve ilişki :

Buğday verimi (kg/Dö) =

Tarımsal G.S.H. — 5.5

—————şeklinde

0.242

denklereleştirmektedir.

7. Gübreleme konusunda fosfor açlığının giderilmesi en önemli yeri almaktadır. Fosfor, erozyon, yıkanma ve özellikle aşırı sömürme nedenleri ile topraktan uzaklaşmakta ve bitki bu nedenle açlık arazları göstermektedir. Ekonomik bir gübreleme için önce ihtiyacın doğru tâyini gerekmekte, sonra mevcut koşullara en uygun gübreyi sayıştırarak, en uygun miktarda, zamanda ve tarzda uygulamamız icap etmektedir.

8. Fosfor ihtiyacı için ülkemizde kullanılan fosforlu gübre miktarı diğer Ülkelerin yanında cüce kalmakta; bu, verimin düşük olması sonucunu doğurmakta; üretimimiz bundan da düşük olarak tüketimi karşılamamakta ve döviz kaybına sebep olmaktadır.

9. Topraklarımızın ve bitkilerimizin fosfor ihtiyacını temin için her şeyden önce fosforlu gübre üretimini artırmağa ve tüketimi karşılamağa mecburuz.

10. Bunu yapabilmek için fosforlu gübrelerin ana ham maddesi olan fosfor sorununu çözmeye mecburuz. Aksi takdirde, tüketimi karşılayacak kuruluşlara sahip olsak

dahi, fosfat yüzünden dışa bağlı kalırız ve geniş çapta döviz kaybına duçar oluruz. Unutmamak gerekir ki, bu ülkenin nüfusunu mevcut standartlara göre besleyebilmek için gelecek 10 yıl içinde ;% 20 etkili madde kapsayan 18 milyon ton, ya da >% 30 etkili madde kapsayan 12 milyon ton fosfata ihtiyaç bulunmaktadır. Üretimde % 4 gelişme öngörülürse, ,% 20 likten 01 milyon ton, % 30 luktan 21 milyon ton; % 7 gelişme öngörülürse, % 20 likten 78 milyon, ,% 30 luktan 52 milyon ton fosfat temini zorunlu olmaktadır.

11. Bu soruna çözüm bulmağa ve bunu yaparken millî olmağa mecburuz. Fosfat ihtiyacını bir an önce, varlığını değerli ilgililerden öğrendiğimiz, kendi kaynaklarımızda karşılamak, ve derhal üretime geçerek tüketimi karşılamak bu konuda tek çıkar yol olmaktadır.

REFERANSLAR

1. FAO, Trade yearbook -1970, V. 24, 1971.
2. AYDENİZ, A. : Ekonomimiz ve tarımın yeri, Verimlilik Dergisi. Mart 1972.
3. FAO, Production yearbook -1970, V. 24, 1971.
4. EVLİYA, H. : Kültür bitkilerinin beslenmesi, 1964.
5. BENNET, H. H. ve CHAPLİN, W. R. : Soil erosion a national menace, U.S. Dept. Ag. Circ, 33, 1928.
6. D.I.E., İstatistik cep yıllığı -1969, 1970.
7. FAO, The state food and agriculture -1970.
8. AYDENİZ, A. : Tanmimiziâa verimlilik ve üretim düşüklüğü nedenleri, A. Temel nedenler, Verimlilik Dergisi, Mart 1972.
9. MEYER, B. S., ANDERSON, D. B., ve BÖHNİNG, R. H. : Introduction to plant physiology, 1961.
10. HARDY, R. W. F. ve D'EUSTACHIO, A. J. : Biochemist see new nitrogen fixation path Chemical and Engineering, Nisan -1964.
11. HURWITZ, J. ve FÜRTH, J. J. : Messenger RNA, Scientific lAmerican, 206/2, Şubat-1962.
12. PAZUR, J. H. ve IWEYMOUTH, P. : Laboratory experiments in radioisotopic methods, 1963.
13. PORTER, J. R. : Bacterial Chemistry and physiology, 1948.
14. AYDENİZ, A. : Toprak verimliliğinde sayışım yolları, Z. F. Yayın No : 432, 1970.
15. AYDENİZ, A. : Pamuğun gübrenmesi, (Basılmamış).
16. AYDENİZ, A. : Toprağın fosfor ihtiyacının tayininde kullanılacak yeni bir biyolojik metod, habiltasyon tezi, 1966.
17. CHESNIN, L. ve AYDENİZ, A. : The effect of phosphorus in germination, 1964. (Mimogram).
18. AYDENİZ, A. : Toprak verimliliği alanında radyoizotoplarla yapılan araştırmalar ve bu tekniğin sağladığı faydalar, Z. F. Yayın No : 409, 1970.
19. BUCKMAN, H. O. ve BRODY, N. C, The nature and properties of soils, 1960.
20. Rhodes, Soil Fertility, 1963 (Mimogram).
21. BLACK, C. A. : Soil - plant relationships, 1957.
22. BEAR, F. E. : Chemistry of the soil, 1960.
23. AYDENİZ, A. : CaCO₃ - fosfor ilişkileri, I. kalsium karbonatın fosforun tutulmasındaki rolü, Z. F. Y. 18/3 - 4, 1969.
24. LOW, P. F. and BLACK, C. A. : Reaction of phosphate With kaolinite, SoilSci., 70, 1950.
25. ÜNER, N. : Toprak - su Genel Müdürlüğü'nün politikası, nedir? Toprak - su Genel Md. 1967.
26. AYDENİZ, A. ve TANJU, ö. : Profil derinliğinin toprağın azot, fosfor ve Süreç kapsamı üzerine etkisi, Z. F. Y. 20/1, 1970.
27. U. S. Dept. of Agr. Prewar World production and consumption of plant foods in fertilizers, No : 593, 1946.
28. T. B. P. ve A.D.B., Trends in turkish agriculture, 1968.
29. T. B., P ve E. A. D. B., Tarımsal girdiler ve fiatları . 1960 - 71, 1971.
30. D. I. E. : Tarım istatistikleri özeti -1970, Yayın No : 632, 1971.

Fosfat Cevheri Zenginleştirilmesi ve Türkiye İçin Önemi

Özer AYIŞKAN *

1. GİRİŞ:

Fosfat cevherlerinin çok düşük kıymetlerine rağmen (8 -10 \$/t) Dünyada senede yaklaşık 50 milyon tonu bulan miktarı zenginleştirilmeye tabi tutulmaktadır. Zenginleştirmenin hedefi istihsal edilen ham maddenin ekonomik bir değer kazanmasını veya kıymetinin artırılması sağlamaktır. Nitekim her cevherin içerisindeki steriller taşıma ve fabrikasyon masraflarını artırmakta, belirli bir istihsal için çok daha büyük tesisleri gerektirmektedir.

Fosfat cevherlerinde üstelik bu sterillerden bazıları (alüminyum ve demir oksitleri, organik material, karbonatlı mineraller gibi) sonraki işlemlerde, bilhassa gübre fabrikasyonu sırasında etki göstermektedir, ve satış cevherlerinde belirli limitin altında olmaları aranır.

II — Zenginleştirme açısından fosfat cevheri tipleri :

Fosfat cevheri yatakları Rusyadaki KOLA ve güney Afrika'daki PELABORA' gibi birkaç yatak haricinde diğerleri tamamen sedimantlerdir. Dolayısıyla burada özellikle sedimantler tip cevherler üzerinde duracağız.

Fosfat zenginleştirmesinde gang'tan ayrılacak eleman fosforit olarak adlandırdığımız fosfatlı tanelerdir. Yapıları yatağın teşekkül şartlarına göre son derece değişik olan fosforitler cevher zenginleştirme yönünden büyük önem taşır. Zira fiziksel zenginleştirme metodlarıyla yetinildiği halde, en ideal rnetod tatbik edilse dahi ancak fosfatlı, tanelerin içerisinde girmemiş olan dış gang ayrılabilen, elde edilecek konsantre tenörleri en fazla fos-

foritin ihtiva ettiği fosfat yüzdesi kadar olabilecektir.

Dolayısıyla sedimantler fosfat cevherlerini özetle aşağıdaki şekilde guruplandırabiliriz.

a) Oolitik fosfat cevherleri : gang olarak serbest kuars tanelerini ihtiva etmektedirler. Misal : Florida ve Taiba cevherleri. Zenginleştirmeleri prensip olarak teknik problemler göstermez, yıkama ve flotasyon işlemleri sonucu tatmin edici zenginlikte konsantrelere ulaşılabilir.

b) Yüksek yüzdede kalsit, dolomit ve ankerit gibi karbonatlı mineraller ihtiva eden fosfat cevherleri : Bu tip cevherlerde silis gang olarak ikinci plâna düşmüştür. Kalsit veya karbonatlar bazen fosforitlerin üstlerini kaplar ancak hiçbir zaman fosforit içerisinde girmez (fas cevherleri) .

c) Yüksek yüzdede kalsit ihtiva eden ve kalsitin bir kısmı fosforitler içerisinde girmiş olan cevherler (Ürdün ve İsrail cevherleri. Türkiye'nin Taşit yatağı cevheride bu guruba dahil edilebilir).

d) Fosforitlerin içerisinde büyük çapta silis ve karbonat enklüzyonları bulunan cevherler. (Bu tip cevherler şimdilik hiç bir ülkede işletilmemektedir).

Sayılanlar dışında cevher* zenginleştirme açısından gang minerallerinin niteliğine bağlı olarak killi, glakonili, jipsli, demirli v.s. gibi diğer bazı cevherlerden bahsetmek mümkündür.

* Dr. Yük. Müh. M.T.A. Enstitüsü Ankara.

III. Zenginleştirme metodları :

Fosfat zenginleştirmesinde tatbik edilebilecek metodlar ayrılacak gang'in karakterine bağlı olarak hayli çeşitlidir. Ancak cevherin çok düşük fiatı göz önünde tutulursa zenginleştirme masraflarının kabul edilebilir limitleri aşmaması, dolayısıyla ucuz metodların tatbik gereği ortaya çıkar. Bu nedenle fosfat zenginleştirilmesinde uygulanabilecek metodlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

1) Siklonlarla, kuru veya ıslak ayırma ile ince kısmın (şlamın) atılması : Cevherdeki kil gibi sterillerin veya bağlayıcı çimento maddesi gibi az fosfatlı kısımların şlam şeklinde atılmasıdır. Yoğun bir karıştırma işleminin takiben hava veya su akımı ile ayrılma sağlanır.

Çeşitli tesislerde bu tarz çalışma büyük çapta uygulanmaktadır. Meselâ Cezayir'in KOUİF cevherinde ince kısım (— 100 mikron) pnömatik ayırıcılarla atılmakta tenor % 28 den % 30 P_2O_5 'e çıkarılmaktadır. Tunus'un METALAOÛİ ve MİDİLLA, Togo'nun KPEME, Fas'ın SİDİ DAOÛİ cevherlerinde ise ayırma hidrosiklonlarda yapılmakta ilk ikisinde % 30-31, son ikisinde % 35-36 PA lik konsantreler elde edilmektedir.

2) Gravimetrik ayırma : Kuars'ın özgül ağırlığı 2,65 kalsitin 2,71, dolomitin 2,85, fosforitin ise yapıya bağlı olarak 3,2 ilâ 2,8 arasında değişmektedir. (Togo fosforitleri 3,0, Fas «Luis-Gentil» 2,95, Tunus fosforitleri 2,85 yoğunluğundadırlar. Yoğunluğu 2,6 ya kadar düşen kuarstan daha hafif fosforitler dahi tespit edilmiştir).

Bu nedenlerle gravimetrik ayırmanın (ağır mayi ayırması, ağır ortamda ayırma, jig ve sallantılı tabla ayırmalarının) ancak müsait yapıdaki cevherlere uygulanması mümkündür. Rusya'da KARATAU cevherinin ağır mayi T.B. E. kullanılarak ayrılmasına çalışıldığı bilinmektedir. Bunun haricinde gravimetrik ayırmanın büyük çapta tatbik edildiği, tesisler azdır.

3) Tane büyüklüğüne göre ayırma : Cevherin petrografik karakterine göre çok etkili metod olabilir. Zira bazı cevherlerde fos-

foritler belirli bir büyüklükte olmakta, kır-maya dahi ihtiyaç göstermeden yapılacak elemelerle kuars, kil, kalker gibi gangtan rahatlıkla ayrılabilen veya nispeten zenginleşebilmektedir.

Tane iriliğine göre ayırma dünyada çok çeşitli aletler kullanılarak geniş çapta uygulanmaktadır. Meselâ Fas'ın KHOURİBGA tesislerinde günde 20 000 ton cevher 15 mm. ye elenmektedir, gene Fas'ın LOUİS-GENTİL tesislerinde eleme 6 mm. ye, Tunus'un M'DİLLA ve METLAOUİ tesislerinde 3,4,5, mm. lere ve Florida'da 14,7 ve 1 mm. ye elemeler yapılmaktadır.

4) Manyetik ayırma : manyetik hassaya dayanarak bilhassa demirli gangin atılmasında kullanılan bir methodtur. Satış cevherinde Fe O -f Al_2O_3 ün % 1,5 i aşmaması istenmektedir. Bu nedenle Togo'nun KPEME tesislerinde cevher yıkanıp şlamı atıldıktan sonra 300 mikronun üzerindeki taneler kurutulup yüksek şiddetteki elektromanyetik ayırmaya tabi tutulmaktadır.

5) Elektrostatik ayırma: Cevhere öğütmeyi takiben kuru halde elektrik verilmesi ve sonra bir elektriki alanda (champs électrique) elektriği tutma hassasına dayanılarak ayrılmasıdır.

Metod silisin fosfattan ayrılmasında başarılı olmuştur. Kalker ve fosfatın ayrılması ise halen etüd edilmektedir. Bu methodla müspet sonuç alınabilmesi için cevherin atrisyon şeklinde yıkanması, şlamın atılmasından sonra kurutulularak işleme tabi tutulması gereklidir. Dolayısıyla method pahalıdır, ve şimdilik ancak pilot çapta denenmektedir. Floridada Pİ-ERCE tesislerinde 9 elektrotluk Johnson tipi 2 aletle saatte 15 ton cevher işliyecek bir pilot tesis kurulmuştur. Elektrotlar arasındaki 15 000-17 000 voltluk gerilim sayesinde konsantre tenörü % 33 ten % 35 P_2O_5 'e çıkarılmaktadır.

6) Flotasyon : Dünyada üretilen fosfat cevherinin en büyük kısmı flotasyon yoluyla zenginleştirilmektedir. Ancak fosfat'ın kuars-tan ayrılmasını sağlayan bu teknik gangin karbonatlı olması halinde kullanılamamaktadır. Kalsit ve fosfatın endüstriyel çapta flotasyon yoluyla ayrılması problemi henüz çözülmüştür.

TABLO 1

Muhtelif Ülkelerin Fosfat Satışlarına Ait Teklif Ettiği Fiatlar ve Bilinen Navlunlar

Ülke	Cevherin tenörü	Fab. limanda	im şartı.	i ^a t *	Bilinen navlun \$	Toplam fiat \$
Tunus	;% 30 P ₂ O ₅	Sfax gemide		7,90	3,45	11,35
Fas	ı% 32,5 P ₂ O ₅	Kazablanka, gemide		10,00	4,0	14,0
U.S.A.	[% 33 P ₂ O ₅	Tempo veya jackson	•will vasıtada	7,25	7,5	14,75
Ürdün	% 32,5 P(A	Akabe, gemide		10,4	3,0	13,4
İsrail ¹	j% 32,5 P ₂ O ₅	Haffa vasıtada		10,0	2,5	12,5
Mısır	% 29,6 P ₂ O ₅	iskenderiye		9,2		

Dünyadaki en önemli fosfat flotasyon tesisleri olarak aşağıdaki tesisler sayılabilir.

KOLA (Rusya) Mağmatojen oluşumlu Apatit-Nefelin karışımı bir cevherleşmedir. Tenörü yaklaşık % 25-26 P₂O₅'tir. 80 meşe öğütmeyi takiben yağ asitleri ve sodyum silikat kullanılarak ı% 38 P₂O₅'lik konsantreler elde edilmektedir.

FLORİDÂ (U.S.A.) Floridadaki hemen bütün fosfat tipleri flotasyonla zenginleştirilmektedir. Kullanılan sistem cevherlere göre değişmekle birlikte esasta aşağıdaki iki operasyondan ibarettir.

1) İri tanelerin flotasyonu; 0,5- 1,5 mm. lik taneler tamburlarda kondisyona tabi tutulduktan sonra sallantılı masada Humphreys spralinde veya bandlar üzerinde flote edilir.

2) 0,5 mm. den ince taneler şlamı atıldıktan sonra (-75 mikron) yağ asitleri, petrol asitleri, petrol ve soda kullanılarak yüzdürülür.

Bu şekilde elde edilen ön konsantreler sülfürik asit ve su ile yıkanarak satırları temizlendikten sonra ka'yonik kollektörler (aminler) kullanılarak ikinci bir flotasyonla silisin ayrılması sağlanır.

Yaklaşık % 29 P₂O₅'lik şlamı atılmış cevherlerden bu yolla % 36 P₂O₅'lik konsantreler elde edilir.

TAİBA (Senegal) Cevher çubuklu değirmenlerde 0,8 mm.'ye kırılıp, (-40 mikronluk kısmı) şlamı hidrosiklon ayırmasıyla atılır. 0,8-0,3, ve 0,3-0,04 mm.'lik kısımlar

ayrı ayrı flotasyona tabi tutulur. Kullanılan reaktifler Taloil, Gazoil, Sodyum hidroksit ve sodyum silikattır.

7) Kalsinasyon ve yıkama : Buraya kadar saydığımız metodlarla fosforitlerin ihtiva ettiğiinden daha yüksek tenörde konsantreler elde etmek mümkün değildir. Ayrıca cevherin gangında Karbonat mineralleri varsa bahsedilen metodlarla tam olarak ayrılamamaktadır. Bu tip cevherlerle tatminkâr bir zenginleştirme ancak tanelerin kalsinasyon sonucu kimyasal değişmeleri ile elde edilebilir.

Kalsinasyon işlemi 700-900°C arasında değişen sıcaklıklarda klâsik döner fırınlarda (KHOURİBGA ve FLORİDA) veya fludize tip fırınlarda (DORR Batı U.S.A. fosforları) yapılmaktadır.

Kalsinasyon sırasında ilk olarak organik material yanarak kaybolmakta sonra kalsit bozularak CQ2 uçmakta ve CaO şekline geçmektedir. Şu halde kalsinasyon sonrası CaO ve fosfatın birbirinden ayrılması gerekir ve bu iki şekilde gerçekleştirilebilir.

a) Kalsine cevherden CaO'in pnömatrik olarak ayrılması

b) Yıkama (siklon ayırması veya ters akım yıkaması) ile Ca(OH)₂ şekline çevrilierek bünyeden atılması.

Tunusun M'DİLLA tesislerinde 15 ilâ 20 ton/saat kalsine cevher hidrosiklonlarda yıkanarak tenörü % 31'den 34 P₂O₅'e yükseltilmektedir. İsrail'de NAGEV'de yılda 30 000

tonluk bir pilot kalsinasyon tesis $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin dekantasyon tarzında ayrılma esasına göre kurulmuştur. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ayırmasının ters akım sistemine göre yıkama ve kimyasal tretman şekillerinde yapıldığı DEJEBELONK ve KHOURIBGA tesislerinde yüksek tenörlü konsantrelere erişildiği bilinmektedir.

8) İlâve işlemler : Yukarıda sayılanlar dışında fosfat cevherlerinin zenginleşti ri l meleri sırasında önemli sayıda ilâve işlem tatbik edilmektedir. Özet olarak bazıları : Kırma, öğütme, filtre etme, kurutma v.s.

IV — Zenginleştirmenin ekonomik yönü :

a) Fiat durumu :

Fosfat fiatları özellikle cevherin P_2Q_5 veya BPL muhtevasına göre tesbit edilmektedir. (1 BPL % Ca_3P_0_4)₂ olarak tenörü göstermekte ve % P_2O_5 olarak tenorun 2,185 kat sayısı ile çarpılmasıyla bulunmaktadır.

Fosfatlı gübre hammaddesi olarak kullanılacak satış cevherlerinin en az % 47 P_2O_5 ihtiva etmeleri gereklidir. Kuzey afrika cevherleri BPL olarak fosfat ihtivalarına göre % 56-60-64-72,5 lik 4 kategori halinde satılmaktadır.

Satış cevherinde yüksek P_2O_5 muhtevası yanında aranılan vasıflar aşağıında sıralanmıştır.

— Halojen ihtivası :

%F ihtivası %4 ten az olmalı % 4,5'u geçmemelidir.

% Cl ihtivası % 0,03 ten az olmalı % 0,06 yi geçmemelidir.

— Karbonat ihtivası : CO_2 % 1,2-1,5 ci varında olmalıdır.

— Demir + Alüminyum oksit tenörü : $\text{FeaOs} + \text{Al}_2\text{Os}$,% Tin altında olmalı % 1,5 ü aşmamalıdır.

— Nem muhtevası % 4'ü aşmamalıdır.

• — Organik materialin % Tin üstünde olması istenmez.

Bunların yanında satış cevherlerinden aranan vasıflardan biri de tane iriliğidir. %90 1 100 meş'lik elekten geçen cevher super-fosfat fabrikasyonu için idealdir. Bu şartlardaki satış cevherleri için çeşitli ülkelerin teklif ettikleri fiatlar ve teslim şartları tablo 1 de çıkarılmıştır.

b) Zenginleştirme maliyetleri :

Kuru ayırma : Kuru olarak ayrılabilmesi için cevherin en fazla % 4 nem ihtiva etmesi gereklidir. Halbuki çöldeki yataklardan dahi istihsal edilen cevherler ;% 6 - 7 nem gösterirler dolayısıyla bir ön kurutma işlemi cevherin kırılmasını takiben yapılarak nem % Te düşürülür. 0,3 mm. nin üstündeki ayırmalar özel eleklerde 0,09 mm. nin üzerindeki ayırmalar ise hava separatörlerinde yapılmaktadır.

Kuru ayırma metodlarında ara mahsul olmayıp artıkla birlikte atılmaktadır. Dolayısıyla işlemin randımanı düşüktür. Konsantrenin ağırlık randımanı % 50, tesis yatırımı 35-40 TL/yıllık konsantre tonajı, 10 kwh/t enerji ihtiyacı bazlarına^ göre, 250.000 ton konsantre/yıl kapasiteli böyle bir tesiste konsantrasyon masrafları 25 - 30 TL/ton konsantre tahmin edilebilir.

Islak ayırma : Gene eleklerde ve siklonlarda yapılmaktadır. Ancak ayırmayı takiben sudan ayırma ve kurutma gerekmektedir. Konsantre ağırlık randımanı % 65, tesis yatırımı 67,5-75 TL yıl konsantre, konsantre ton başına 2,5 m³ su, 10-15 kwh enerji kabulleriyle 250.000 ton konsantre kapasitesindeki tesiste konsantrasyon masrafları 40-50 TL tahmin edilebilir.

Flotasyon : Öğütme, klasifikasyon, deşlamaj/ karıştırma, flotasyon, filtre ve kurutma işlemlerini gerektirir.

Gene 250.000 ton konsantre üreten tesiste; % 65 ağırlık randımanı, tesis yatırımı 100 TL/ton yıl konsantre, konsantre tonu başına ihtiyaç 3 m³ su ve 10-20 kwh enerji kabullerine göre Konsantrasyon maliyeti ,70-80 TL/ton tahmin edilebilir.

Kalsinasyon ve yıkama : Kırma, ince kısmı atma, kalsinasyon, yıkama, şlamın atılması.

süzme ve kurutma işlemlerini gerektirir. Konsantre ağırlık randımanı % 65, tesis yatırımı 200 - 220 TL/ton konsantre başına ihtiyaç 5 m³ su 36 - 40 kwh elektrik, kalsinasyon ve (kurutmalar için 700.000 KCal ısı bazlarına göre; 250.000 ton konsantre kapasiteli bir tesiste konsantrasyon masrafları 120-130 TL/ton konsantre tahmin edilebilir.

Yukarıda belirtilen tahmini konsantrasyon masrafları muhakkak ki, ham cevherin zenginliğine, (konsantrasyon ağırlık randımanına) ve kurulacak tesisin kapasitesine, yerine bağlı olarak çok büyük çapta değişecektir. Ancak burada % 30 luk konsantrenin CİF değeri olarak kabul edilebilecek 200 TL. ile karşılaştırılarak, en iyi şartlarda dahi zenginleştirme masraflarının ekonomik yönden ne derece önemli olduğunu göstermek isteğiyle belirtilmiştir.

Zenginleştirme masrafları yanında konsantre maliyetine etki eden önemli bir faktörde konsantrenin ağırlık randımanı veya kaç ton ham cevherden bir ton konsantre elde edilebileceğidir. İşletme ve taşıma masrafları dolayısıyla konsantre maliyetini büyük çapta arttıracaktır.

V — Türkiye "çin fosfat cevherlerinin önemi :

V/a) Fosfat cevheri ihtiyacımız:

Memleketimizde fosfat cevheri özellikle fosfatlı gübre fabrikasyonunda ham madde olarak kullanılmakta ve bu günkü halde hemen tamamen ithal yoluyla temin edilmektedir.

İkinci 5 yıllık plân hedeflerinde ön görülen ve şimdi inşaları hemen hemen bitmiş olan tesislerin imalata geçmeleri ile ham fosfat cevheri ihtiyacı çok büyük miktarlarda artacak, ithal yoluyla karşılanması için gerekli döviz harcamaları dış ticaret dengemizi önemli oranda etkileyecektir.

Tablo 2 de görüleceği gibi Türkiye'nin önümüzdeki 10 yıl içerisindeki ham fosfat cevheri ihtiyacı 24 milyon ton karşılığı (13,5 \$/ton GİF fiatı üzerinden) 327,9 milyon \$ veya 4.919 milyon TL. dir. Türkiye'nin toplam maden ihracatı, (satılan her nevi cevherden elde edilen miktar; 1970 te 425, 1971 de 632 milyon TL.) ile mukayese edildiğinde dolar olarak ödenmesi gerekli miktarın temin güllükleri ve problemin önemi ortaya çıkmakta-

TABLO 2
Fosfat Kayası Talep Projeksiyonu (1972-1982)

Tesisin adı	1972	1973	1974	1975	1976	1977	Miktar ton 1982
Karabük De. - Çe.	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
Yarımca	70.000	160.000	320.000	320.000	320.000	320.000	320.000
İskenderun	115.000	160.000	320.000	320.000	320.000	320.000	320.000
Samsun 1.	355.000	355.000	355.000	355.000	355.000	355.000	355.000
Samsun II.	83.000	250.000	366.000	366.000	366.000	366.000	366.000
Mersin	166.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000
Elazığ	127.000	190.000	190.000	190.000	190.000	190.000	190.000
Bandırma	32.000	64.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
Gemlik	—	—	83.000	166.000	250.000	250.000	250.000
Toplam talep	950.500	1.431.500	2.013.500	2.096.500	2.180.500	2.180.500	3.054.500
Değer Milyon TL.	192,0	289,2	406,8	423,6	440,6	440,6	617,2

Kaynak : Türkiye'de Gübre Sanayii, 1071.

Devlet Planlama Teşkilâtı Yayın No. DPT : 1028 .IPD : 311

Kaynakta verilen ihtiyacın değerlendirilmesinde fiat, 13,4 \$/ton., 15 TL. = 1 \$ bazlarıyla, 202. TL./ton olarak alınmıştır.

dır. Oysaki tablo 2 de teferruhatı ile görülebileceği gibi ihtiyaç bir projeksiyon olmaktan ziyade kurulmuş ve kurulmakta olan fabrikaların ham maddeleri olacağı yönünden bir gerçektir, ve fabrikaları kapatmaktan başka yolla bu ihtiyaçtan vaz geçilemez.

Şu halde yegane çıkar yol ihtiyacın en kısa zamanda ve en efektif tarzda yurt içi kaynakları ile karşılanması imkânlarını araştırmaktır. Bunun biran evvel yapılmasının gereği tablo 2 de görülmektedir. Probleme çözüm getirmede gecikilecek her yıl memleketimizin 400-450 milyon TL/yıl döviz kaybına sebep olacaktır. Şimdiden, tesislerin kurulması için geçecek (en az 1972 ve 1973 seneleri) seneler kaybedilmiş sayılabilir. Genel politika olarak problemin önemi göz önünde tutularak çok aktif bir çözüme gitmek zorunluğu içinde bulunmaktayız.

Kanımızca ayrıca tablo 2 ye çeşitli yıllarda direkt gübre olarak kullanılabilir ham fosfat cevherleri ilâve edilmelidir. Asitte nispeten fazla eriyen fosfatlı cevherlerin öğütmeyi takiben direkt gübre olarak toprağa atılması «Hiper fosfat» Dünyanın bütün ülkelerinde bilinmekte ve geniş ölçüde tatbik edilmektedir. Misal olarak Paris'teki Rono fosfat şirketi Tunus'un GAFZA yatağına ait fosfat cevherini senede yaklaşık yarım milyon tön direkt gübre olarak satmaktadır.

Tarafımızdan Türkiye Taşıt yatağına ait fosfat cevheri ile Gafza cevheri mukayese edilmiş, aynı mineralojik yapıda oldukları tespit edilmiştir.

Dolayısıyla bir kısım cevherimizin, (mineralojik ve kimyasal yapılarını bozmadan) fiziksel zenginleştirme metodlarıyla elde edilecek konsantreleri öğütüldükten sonra doğrudan toprağa verebilir kanısındayız. Bu tip kullanılışın bilhassa asit topraklarda etkili olduğu bilinmektedir.

Yurdumuzun Karadeniz sahillerinde asit karakterde (pH 4,5-5) 400.000 hektar kadar sahamız mevcuttur. Genellikle mümbit olan bu topraklarımızın, bazı ziraat uzmanlarımız kireçleme ile pH sınırını arttırılmasını, yıkamaya karşı korunmasını istemektedirler. Fosfat cevherlerinin direkt kullanılmasına müsait olan bu topraklar, bu tip uygulama ile aynı zamanda yıkanmaya karşı korunmuş olacaktırlar.

Sonuç olarak Fosfatlı gübre fabrikalarımızın ihtiyacı olan senede yaklaşık 2 milyon ton civarındaki konsantre veya kullanılabilir fosfat ihtiyacımız yurt içerisinde karşılanabilir kanısındayız. Ancak alışlagelmiş olan usûl; çıkartılan cevherin hemen fabrikaya şevki, fosfat cevherlerimizden beklenemez. Cevherlerimizde az veya çok bir zenginleştirme işleminin uygulanması gerekecektir.

Fosfat cevheri yatakları sedimanter şekküllü olup genellikle büyük sahalar kaplamaktadır. Cevherleşme bu büyük saha içerisinde yapı ve gang karakterleri bakımından büyük farklılıklar gösterir. Ayrıca aynı yataktaki farklı seviyelerdeki cevherlerin tamamen farklı karakterlerde olabilecekleri göz önünde tutulursa aynı yatak için dahi birden fazla zenginleştirme prosesine gidilebileceği ortaya çıkar.

Bu nedenlerle Memleketimizin bu çok mühim ihtiyacının karşılanmasında, farklı proseslerle çalışacak en az birkaç zenginleştirme tesisi gerekebilecekte. Bu sonuç ise ilk tesisin kuruluşuna giderken «Acaba en rantbal tesisi mi yapıyorum?» sorusunda yardımcı olacak, probleme bir an önce çözüm getirmekte etkili olacaktır.

Kurulacak her tesis, Türkiyenin bu büyük problemine belirli ölçüde çözüm getirecektir.

Fosfat Cevherleri - Değerlendirilme ve Fabrikasyonları

Özer AYIŞKAN *

Dünyada istihsal edilen çok yüksek tonajdaki fosfat cevherlerinden sadece çok küçük bir kısmı herhangi bir fabrikasyona tabi tutulmaksızın kullanılabilir.

Önemli kısmı kimyasal işlemleri baz olan fabrikasyonlar sonucu ancak, yaşantımızda faydalandığımız maddeler haline sokulmaktadır.

Fabrikasyonda kullanılan temel metodlar üç bölüm halinde özetlenebilir.

1 — Yüksek sıcaklıklarda karbon ile redükleme

2 — Bir veya daha fazla asitle işleme tabi tutma

3 — Silis, sodyum tuzları, magnezyum mineralleri veya az miktarda fosforik asit ilâvesiyle yüksek sıcaklıklarda kalsine etme

Bu değişik metodlarla fosfat cevherlerinden üretilebilecek maddeleri ise aşağıdaki 5 grupta toplamamız mümkündür.

1 — Elementer Fosfor

2 — Fosforik asit

3 — Fosfatlı Gübreler

4 — Fosfat Tuzları ve diğer fosforlu bileşikler.

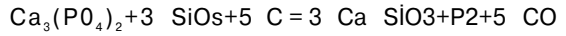
Fosfor ve fosforik asidin bazı direkt endüstriyel kullanışları olmakla birlikte genellikle diğer maddelerin fabrikasyonunda ham madde olarak kullanılmaktadırlar.

1 — Elementer Fosfor Fabrikasyonu :

Fabrikasyonda muhakkak ki, çeşitli metodlar, bilhassa fırın cinsine bağlı olarak, kullanılabilir. Ancak esasta prensip hepsinde aynıdır. Kalsiyum fosfat terkiptindeki fosfatlı

cevherin katık maddesi olarak silis ve karbon ilâvesiyle yüksek sıcaklıklarda dekompoze edilmesi ve elementer fosforun elde edilmesi esasına dayanır.

İşlemi aşağıdaki basitleştirilmiş kimyasal denklemle ifade etmemiz mümkündür :



Dikkat edilecek husus kok şeklinde verilen karbonun tam redüksiyonu sağlayacak, silisin ise fosfat cevherinden açığa çıkacak tamamını cüruf şekline sokabilecek miktarlarda ilavesidir.

Elementer fosforun endüstriyel kullanım sahaları oldukça dardır ve başlıca aşağıdaki gruplarda toplanabilir.

1 — Askeri gayelerle (Yangın bombalarında)

2 — Haşarat öldürücü zehir olarak

3 — Bakır kalay gibi bazı metallere katılarak alaşım elde etmekte

4 — Fosfor sulfit halinde kibrit imalinde*

5 — Fosforik asit imalinde

2 — Fosforik Asit Fabrikasyonu :

Fosforik asit iki metodla üretilir.

1 — Elementer fosforun oksidasyonu ve elde edilen mahsulün hidratasyonu,

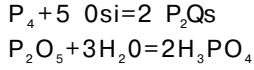
2 — Fosfat cevherinin sülfirik asitle dekompozisyonu ve eriyiğin katı kısımdan ayrılması.

2/1 — Elementer fosfordan fosforik asit elde edilmesi :

İki basamaklı bir fabrikasyon sonucu gerçekleştirilir. Birinci basamakta fosfor oksit-

* Dr. Yök. Müh. M.T.A. Enstitüsü - Ankara.

leştirilerek P_2O_5 şekline sokulur. İkinci basamakta su ile etkilendirilerek fosforik asit üretilir. Bu işlemlere tekabül eden formüller aşağıdaki eşitliklerle özetlenebilir.



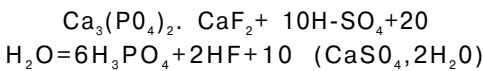
İşlemin fabrikasyonunda sıvı haldeki fosfor buhar çekimli paylayınlar ile silindirik şekilli oksitleme odasına gönderilmektedir. Burada $1000^\circ C$ 'in üstündeki sıcaklıkta hava ile karıştırılarak oksitlenmektedir. Oksitleme odası aside mukavim refrakter malzemenin yapılmakta ve genellikle yer seviyesinin altında olmaktadır. Husule gelen P_2O_5 gazı odadan emilerek sıcaklığın yaklaşık olarak $200^\circ C$ 'a kadar düşürüldüğü soğutma odasına verilmekte ve ton asit maliyeti 70 \$ civarında olmaktadır.

Süspansiyon halde fosforik asit ihtiva eden soğuk gazlar ise çöktürme odalarına verilerek asit ihtivaları alınmakta artıklar atmosfere atılmaktadır. Bu metodla %75-85 H_3PO_4 konsantrasyonunda asit elde edilebilmekte ve ton asit maliyeti 70 \$ civarında olmaktadır.

2/2 — Islak metod adı verilen doğrudan fosfat cevherlerinden hareketle asit fosforik fabrikasyonu.

Elamanter fosfor imalatında kullanılan ve son yıllarda büyük gelişim kaydeden elektrik fırınları, bu ikinci metodu eski metod haline sokmuş olmakla birlikte bilhassa fosforlu gübre imalatında kullanılacak fosforik asit üretiminde hala büyük çapta kullanılmaktadır.

Fabrikasyonun esas asgari % 30 - 32 P_2O_5 ihtiva eden fosfat cevherine sülfirik asit ile etki edecek fosforik asit elde etmektir. İşlemin formülü aşağıdaki şekilde özetlenebilir.



Görüldüğü gibi işlem sonucu fosforik asit yanında jips ve uçucu flüorin bileşikleri gibi mahsüller de elde edilmektedir.

Ancak eşitlikte hidrofluorik asit olarak belirttiğimiz bileşik esasta teşekkül eder etmez

ilk ortamda mevcut olan silis ile birleşerek hidrofluosilik asit bonun bozulumu sonucu ise (SiF_4) silis tetra florid teşekkül ederek gaz halinde kaçar.

Bu gazın su ile reaksiyonu neticesi fluosilik asit ve jel halde silis teşekkül edecektir ki,

Fluosilik asit süzmeyi takiben satılabilir veya çeşitli tuzlar haline sokularak değerlendirilebilir.

Fabrikasyonun detayı özetle aşağıdaki şekilde verilebilir. %60-66 B. lik konsantre sülfirik aside zayıf fosforik asit ilâve edilerek fosfat cevheri ile karıştırma tanklarında işleme tabi tutulur. Ters akım sisteminde çalışma ile cevherin tam dekom pozisyonu sağlanır. Elde edilen fosforik asit filtrelerde süzülerek jips ve diğer artıklardan ayrılır. Bu şekilde elde edilen ve % 30-32 H_3PO_4 ihtiva eden aside mamul asit (Production Acid) denilir. Fosfatlı gübre imalatında kullanılabilmesi için bunun buharlaşmalarla konsantre edilerek % 70-75 H_3PO_4 ihtiva eder hale sokulması gereklidir.

Yüksek kaliteli fosfatlı gübre imalinde ise daha konsantre fosforik aside ihtiyaç olabilir. İyi kontrol edilen bu tarz fabrikasyonda temizlemeler sonucu fosforik asit konsantrasyonu %94-96'ya kadar yükseltilebilir.

Bu tarz fosforik asit imalinde kullanılan, fosfatlı cevherlerin kalsiyum karbonat, demir ve alüminyum bileşikleri ihtivaları önemli ölçüde! sarfedilen sülfirik asit miktarını artırır.

Fosfat cevheri içerisinde ekseriya % 0.07 ila % 0.40 oranda değişen vanadyum (V_2O_5) ve % 0.015 U_3O_8 'e varan uranyum mevcudiyeti bilinmektedir.

Uranyumlu ve vanadyumlu bileşikler fosforik asit fabrikasyonu sırasında asitte erimekte ve solüsyona geçmektedirler. Hidrometalurji yolu ile (organik solüsyonlara alınarak) bu elemanların yan ürün olarak kazanılması mümkündür.

Birleşik Amerika'da bu yolla 1957 senesinde 3,1 milyon fosfat cevherinden 468 ton uranyum üretilmiştir.

Islak metotta % 85'lik ton fosforik asid imalat masrafları 48 dolar civarındadır.

Fosfatlı Gübreler :

Fosfatlı gübreler çok geniş bir mamul madde listesini içine alır. Bunlardan bazıları toprağa sadece fosfat ihtivaları için verildiği halde diğerleri Azot - Fosfat ve Potasyum elemanlarından ikisini hatta üçünü içerisine alan eriyebilir tuzlardır.

Dolayısıyla fosfat cevherlerinden hareketle üretilen fosfatlı gübreleri özetle aşağıdaki gruplarda toplayabiliriz :

- 1 — Suda eriyebilen fosfatlar
- 2 — Sitrat çözeltisinde eriyebilir fosfatlar
- 3 — Sitrat çözeltisinde eriyemeyen fosfatlar,

3/1 — Suda eriyebilir fosfatlar :

Çok yüksek erime yetenekleri dolayısıyla tarımda en fazla aranan mamullerdir.

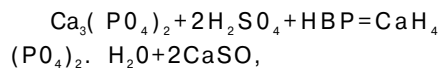
Özetle normal süperfosfat, konsantre süperfosfat (triple fosfat) Amonyum fosfat, potasyum fosfat, amonyum ve potasyum ikili tuzlarından teşekkül eden fosfatlar ve eriyebilir fosfat - nitrat tuzlarının karışımı olarak benimsenebilirler.

Normal Süperfosfat

Eriyebilir P₂O₅ yüzdesi 18-22 arasında değişen bir monokalsiyum fosfat karışımıdır.

100 kısım öğütülmüş ve % 32 P₂O₅ ihtiva eden fosfat cevherine 85 kısım % 55 B lik sülfirik asit katılması karışımın şiddetle karıştırılması ve din'endirilmesi şeklinde elde edilir.

Reaksiyon formülü aşağıdaki şekilde özetlenebilir :



Husule gelen yan mahsüller ve reaksiyonları ıslak metotta fosforik asid fabrikasyonunda bahsedilenlere benzerdir.

Konsantre Süperfosfat (Triple fosfat) :

Normal süperfosfattan daha yüksek (%25 ila % 48) eriyebilir PsOs ihtiva eder.

Fosfatlı cevhere sülfirik asit ve fosforik asit karışımı ile atak yaparak¹ (veya triple fosfat için sadece fosforik asit ile etkileyerek elde edilir)- Reaksiyon formülü,

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ şeklinde özetlenebilir. Fabrikasyon şekli yaklaşık olarak süperfosfat imalindekinin aynıdır.

Amonyaklaştırılmış Süperfosfat :

Belirtilen her cins süperfosfat bazı serbest asit veya monokalsiyum fosfat gibi asit karakterde tuz ihtiva etmektedirler. Bunların belirli miktarda amonyakla birleştirilmesi, mahsülün eriyebilen P,A yüzdesini düşürmeden mümkündür.

Süperfosfat imali sırasında hesaplanan miktarlarda amonyum veya azot gazı karıştırma odasına verilerek istenilen gerçekleştirilebilir. Bu durumda husule gelecek reaksiyonlar :

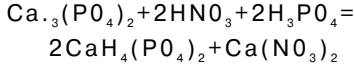
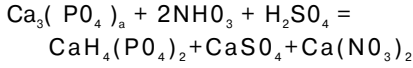
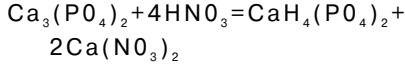
Normal süperfosfat imalinde;
 $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca SO}_4 + 2 \text{NH}_3 = 2\text{CaHPO}_4 + (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Triple fosfat imali sırasında;
 $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 = \text{CaHPO}_4 + (\text{NH}_4)_2 \text{H}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ olarak ve nihayi gübreler fosfor yanında azot da ihtiva edecektir.

Fosfatlı ve Nitratlı Gübreler :

Fosfat cevherlerine sülfirik asid yerine tamamen veya kısmen nitrik asitle atak yapılarak elde edilirler. Elde edilecek mahsülün fosfat yanında -azot ihtiva etmesi avantajlı bir durum sağlar. Fakat bu tip prosete nihayi mahsul yanında kalsiyum veya amonyum nitrat elde edilmektedir ki bu bileşikler hidroskopik karakterleri dolayısıyla gübrelerde istenilir maddeler değildir, bilhassa kalsiyum nitrattan mümkün olduğu ölçüde kaçınılmalıdır (Amonyakla yeniden işleme almak gibi).

Proses'in reaksiyon formülleri kullanılan asit karışımlarına göre aşağıdaki şekilde özetlenebilir :



Eriyik haldeki gübreler :

Bilhassa son yıllarda Amerika Birleşik Devletlerinde fosfat, Nitrat ve Potasyumun eriyik haldeki karışımları gübre olarak kullanılmaktadır.

3/2 — Sitra Çözeltisinde Çözünebilen Fosfatlar :

Suda erimeyen bileşiklerdir. Tarımsal değerleri laboratuvarında amonyum sitratın nötr çözeltisinde erime kabiliyetleri olarak tespit edilir.

Yüksek organik materyel ihtiva eden ve asit topraklarda bilhassa etkindirler. Ve bilhassa toprağa verildikten sonra suda eriyebilir fosfatlar gibi hızla erimez hale dönüşmeleri dolayısıyla avanatjlıdır.

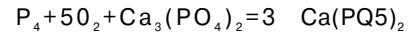
Bu gruba kalsiyum ve potasyum metafosfatlar yüksek sıcaklıklarda kalsine edilerek fluoru uçurulmuş fosfat cevherleri ve dikalsiyum fosfatlar girmektedir.

Metafosfatlar :

Kalsiyum metafosfat $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$ %58-60 P_2O_5 ; ihtiva eden çok yüksek zenginlikte bir gübredir.

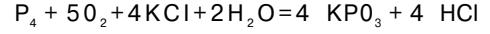
Fosfat cevherlerinin P_2O_5 buharları ile yüksek sıcaklıklarda işleme alınması ile imal edilir.

Çok ince öğütülmüş cevher elamanter fosfor ile birlikte yanma odalarına enjekte edilir. Çok fazla hava basılarak, fosfor okside hale getirilir 1000°C'nin üzerindeki, sıcaklıklarda fosfat cevheri fosfor oksitle reaksiyon verir.



ve kalsiyum metafosfat husule gelir.

Potasyum metafosfat ise aynı reaksiyona fosfat cevheri yerine potasyum klorür alınması ile elde edilir. Ancak şimdilik endüstriyel olarak gerçekleştirilememiştir.



Dikalsiyum Fosfat :

Fosforik asidin monokalsiyum fosfat ve kireç ile nütürleştirilmesi sonucu elde edilir çok pahalı olması dolayısıyla gübre olarak pek fazla kullanılmamaktadır.

Ancak fosfat cevherine nitrik veya kloridik asitle atak yaptıktan sonra husule gelen P_2O_5 'in amonyakla tretmanı sonucu da elde edilebilir. Amonyaklaştırılmış süperfosfatlarda belirli oranda dikalsiyum fosfat mevcuttur.

«

Fluor'u Uçurulmuş Fosfat Cevherleri :

Fosfat cevherlerine silis ile birlikte fosforik asit veya bunlardan birinin katılması takiben su buharı ihtiva eden (ortamda 1400- 1600°C ta kalsinasyonu sonucu elde edilirler.

Fluorun bu şartlarda uçması sonucu elde edilen mahsul gübre olarak kullanılabilir efsaftadır. Ancak alkale topraklarda iyi netice vermemesi ve oldukça pahalıya mal olması dolayısıyla büyük oranda kullanılmamaktadır.

3/3 — Sitrat Çözeltisinde Çözünemeyen Fosfatlar :

İnce öğütülmüş fosfatlı cevherler çok önemli miktarlarda doğrudan toprağa verilmektedir. Bu cevherler suda veya amonyum sitrat çözeltisinde hemen yok denecek bir çözünürlük gösterirler. Ancak toprağa gereken dikkatle verildiklerinde uzun vadede *e bilhassa asit topraklarda çok iyi sonuçlar verirler.

4 — Endüstriyel olarak kullanılan fosfat tuzları ve diğer fosforlu bileşikler :

Ekseriya yüksek saflıkta kimyasal bileşik-

1er olan bu grup üzerinde fazlaca durmayacağız.

Ancak çok değişik terkiplerdeki bu bileşikleri aşığıdaki grumlarda toplamamız mümkündür :

- inorganik Fosfatlar
- Kalsiyum Fosfatlar
- Amonyum Fosfatlar
- Sodyum Fosfatlar
- Fosfor klorid, sülfid ve penta oksitleri
- Fosforun organik bileşikleri.

BİBLİYOGRAFİK TANITIM

- ANTAKÎ, V. N.: Production of Elemental Phosphorus - Min. Eng. Vol. 9, 1957 p.p. 339 - 341.
- HIGNET, T. P.: Nitric Acid Acidulation of Phosphate Rock Ohem. Eng. Vol. 58, No. 5, 1951 pp. 166-169.
- SHOELD, M. et al.: Rock-Acid Ratio in Superphosphate Manufacture Ind. Eng. Chem. Vol. 41, 1949, pp. 1334-1337.
- TENNESSEE VALLEY AUTHORITY : Development of processes and equipment for production of phosphoric acid. T.V.A. Chem. Eng. Rept. 2, 1948 143 p.p.
- WILLIAM, H. WAGGAMAN, E. ROBERT RUHLMAN : Phosphate Rock Processing and Utilization Burau of Mines Information Circular. IC 7951.



İzmir Milletlerarası Fuarında
STANDIMIZI ZİYARET EDİNİZ

EO-2621 MODEL HİDROLİK EKSKAVATÖR

- karayolu ve demiryolu inşaatında
- bayındırlık işlerinde
- konut siteleri inşaatında
- sulama kanallarının açılmasında

kuvvetli küreği sayesinde size umduğunuzu verecektir.

Her maksat elverişlidir.
Askiyla kaldırma imkânı sağlar.
Yük taşır.
Dizel motorludur.
Komple hidrolik kumandadır.

ÇEKME KEPÇESİ 3 m'ye kadar derinlikteki kuyu, hendek ve çukur.
kazmak için

KISKANÇLI KEPÇE gerek hendekleri ve kuyu tipindeki çukurları kazmağa,
gerekse küçük parçalar halindeki maddeleri yükleme
ve boşaltma işlerine mahsus

YÜKLEME KEPÇESİ hafif maddeleri hazırlamağa ve yüklemeğe muhsus

TEMİZLEME MESAFESİ - 4.9 m.

SEYİR HIZI - saatte 20 km'ye kadar

1335

İhracatçı :



Türkiye müracaat adresi :

SSCB TÜRKİYE TİCARET MÜMESSİLLİĞİ

Atatürk Bulvarı No. 106

Yeni şehir ANKARA,

Telefon : 12 16 80

(Başm : 51718)

Fosfat Kimyası, Kullanılış Alanları ve Süperfosfat

Erol BERKER*

Giriş

Hernekadar fosfat doğada geniş miktarda mevcut isede oksijene olan büyük ilgisinden dolayı asla serbest halde bulunmaz, bileşik halde bulunur.

Yeryüzünde yaşayan bütün canlıların hava, su ve besin maddelerini mutlak suretle ihtiyaçları vardır. Toprak üzerinde yaşayan bitkilerin, toprağa kök salarak tutunabilmesinden büyüyüp gelişmeğe ve ürün verebilmesine kadar, topraktaki besin maddelerinden faydalanmaları icab eder ki, bu besin maddelerinin en önemlisi fosfor ve fosforlu bileşiklerdir. Ancak şurası muhakkaktır ki : Topraktan bitkilerin tükettiği besin maddeleri tekrar toprağa verilmezse, seneler sonra bu topraklar fakirleşmeğe, çoraklaşmağa mahkum olur ve ne ticcede de üzerinde yaşayan bitkilerin beslenemez ve ürün veremez hale gelirler. İşte fosforlu gübreler, yani süperfosfat, bu mahsuru ortadan kaldırmak için kullanılır.

Fosfat kimyası

Kimyada fosfatlar, fosforik asitin tuzu veya esterleri olup ya madeni ve organik kökenlidirler veya sanayii ürünüdürler. Madeni fosfatlar, kaya fosfatlarından elde edilir. Bunun için kayalar önce karbondioksit yüklü sıcak sularla eritilirler, sonra fosfat çeşitli yollarla çökeltilir.....

Organik menşeli fosfatlar ise şöyle meydana gelirler : Bitkiler, ilk kayalardan oluşan topraklardaki fosforu tüketirler. Bu nebatları

yiyecek ve fosforu deniz suyundan temin eder. suda yaşayan hayvanlar, fosforu vücutlarında depo ederler. Bu canlıların ise biriktirmiş oldukları dışkı kadavralarının, organik maddelerin çürüyerek yok olması sonucu büyük fosfat yatakları teşekkül eder. İşte bu tip yataklar, organik menşeli fosfat yataklarıdır.

Tabii fosfatların değişikliğe uğramasından meydana gelen amonyum fosfat ile demirin deformasyonundan meydana gelen fosfatlar ise sinai fosfatlardır.

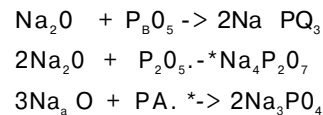
Bileşimlerinde fosfat kökü bulunan bileşiklere fosfat denildiği malumdur. 3 çeşit fosforik asit, 3 çeşit fosfat kökü meydana getirir. Bunlar sıra ile :

1. (P₀₃) = Meta fosfat
2. (PiA) = Piro fosfat
3. (P₀₄) = Orto fosfat.

Bunlardan meydana gelen tuzlar ise :

- a). NaPO₃ = Sodyum meta fosfat
- b). Na₄P₂O₇ = Sodyum piro fosfat
- c). Na₃P₀₄ = Sodyum orto fosfattır.

Fosfatlar, fosfor pentoksit ile (P₂O₅) metal oksitlerin ya da hidroksitlerin birleşmesiyle oluşabilirler. Metal, metal oksit veya hidroksitler, uygun asitlerle birleşirse yine fosfatlar meydana gelir.



* Jeolog, M.T.A. Enstitüsü - Ankara.

Fosfatlar içerisinde en önemlisi orto fosfatlardır. Bunlar H_3PO_4 formülüyle gösterilen fosforik asitin tuzlarıdır. Ancak orto fosforik asit 3 değerli bir asit olduğu için, 3 cins fosfat oluşabilir. Şöyleki :

1. $NaOH + H_3PO_4 \rightarrow H_2O + NaH_2PO_4$
Mono sodyum fosfat
2. $NaOH + NaH_2PO_4 \rightarrow H_2O + Na_2HPO_4$
S i sodyum fosfat
3. $NaOH + Na_2HPO_4 \rightarrow H_2O + Na_3PO_4$
Trisodyum fosfat

Doğada yalnız PO_4^{3-} iyonu taşıyan tersiyer fosfatlar veya bunların türevleri bulunur. Bunlar Mg, Ca gibi 2 değerli (Ca, Mg) metallerinin yapmış olduğu basit veya bileşik tuzlardır. Kuzey Afrika'da bulunan fosforit bir trikalsiyum fosfattır ve $Ca_5(PO_4)_3Cl$ veya $Ca_5(PO_4)_3F$ şeklinde gösterilebilir. Tabiatda bulunan bir başka fosfat. Guano adını alan kuş dışıklarının binlerce sene birikmiş ve bozunmuş yığınlarıdır. Buna bazı Büyük Okyanus adalarında rastlanır. Bileşimi fosforite yakındır.

Fosfat kayacı terimi (deyimi) çok genel bir terimdir. Daha çok ticarî fosfor cevherleri için kullanılır. Bunun katı bir kimyasal kompozisyonu yoktur, ancak genel olarak apatit gurubundaki fosfor minerallerini ihtiva eder. Fosfat kayalarının çoğundaki fosfor mineralleri, apatit gurubu içinde toplanır ve $Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$ formülü ile temsil edilirler. (F, Cl, OH) köklerinin hepsi Flor, Klor veya Hidroksil iyonundan ibaret olabilir. $(PO_4)^{3-}$ kökünün yerini kısmen küçük miktarlarda da olsa VO_4 , AsO_4 , SO_4 veya CO_3 alabilir. Yine kalsiyumun yerini ufak miktarlarda da olsa bir çok elementler alabilir. Magnezyum, manganez, stronsiyum, kurşun, sodyum, uranyum, seryum ve itriyum gibi. Saf olmayan bileşikler demir (limonit gibi), kil, alüminyum florür, silis (kuvars) ve kumtaş» ihtiva eder.

Fosfat kayaları nodüler fosfatlar, rezüid el fösfatik kalkerler, fosfat damarları, konsolide veya unkonsofide fösfatik sedimanlar halinde teşekkül ederler. En çok bilinen apatit mineralleri Flor=Apatitdir ki yeryüzünde geniş bir dağılıma sahiptirler. Nispeten küçük

mineral yatakları, diğer yabancı maddelerle karışmamış halde olanları ise, fosfat kayaları olarak sınıflandırılır. Bunlarda dünyanın her yerinde geniş çapta yayılmışlardır (Rusya'da olduğu gibi).

Fosfatın kullanıldığı alanları :

Dünya üzerinde birçok kullanma alanı mevcut olan ve gün geçtikçe ehemmiyeti biraz daha artan fosfatın başlıca kullanıldığı sahalar: Gübre sanayii (% 90) ve kimya sanayii (% 10) dur. Fosfatın gübre sanayiinde kullanılışının % 60 mı süperfosfat, % 10 unu fosforik asit ve % 10 unu ise komple/ gübrelerin kullanışı teşkil eder.

Fosforun elementer durumu ve kombine şekli, gerek zirai ve gerekse endüstri sahalarındaki kullanılışında oldukça farklıdır. Hernekadar gübre haricindeki kullanılışı da mühim ve talepler her gün daha da artmakta ise de, bugün için fosfatın endüstriyel değeri bunun gübrelerde kullanılma ihtiyacına bağlıdır. Gübre sanayiinde en büyük talep, Triple veya konsantre süperfosfat içindir. Bunun haricinde, amonyumlu fosfat, Amonyum sülfat fosfat, Mono ve Diamonyum fosfat, Amonyumlu süperfosfat, Magnezyum Amonyumlu fosfat, Kalsiyum Meta fosfat ve Kalsiyum fosfat kayacı gibi diğer fösfatik gübre materyallerine olan ihtiyaçta her gün biraz daha artmaktadır.

Fosforun kimya endüstrisinde en geniş kullanılma sahasını deterjanlar teşkil eder. Bunlarda bilhassa sodyum - tripolifosfat, tetrasodyumpirofosfat ve sodyummetafosfat'tır. Ayrıca monokalsik ve monosodik fosfatlar backing powder imalatında; Di ve trisodikfosfatlar suların tatlılaştırılmasında; Sodyum metafosfatlar sondaj çamurlarının inceltmesinde kullanılır. Keza metal satırlarındaki erimez fosfat tuzlarının etrafında koruyucu bir tabaka meydana getirmede metal satırlarını cilalama ve parlatırında, fosforik asit banyolarda elektro cilalamada ve değişik satırlan bir Nikel - Fosfat alaşımı ile kimyasal kaplamada (Demir, çelik vs.) kullanılır.

Fosfor hayvanların ve kümes hayvanlarının beslenmesinde de önemli çapta kullanılır. Çünkü hayvanların gıdasızlığı, doğrudan doğ-

rüya onların beslenmesi için gereken düşük fosfor muhtevası noksanlığından ileri gelir. Bu gayeler için kullanım, ortalama % 3 oranındadır. Diğer gayeler için kullanım yaklaşık olarak % 10 civarındadır. Bunlar arasında : İri fare zehirleri imali, hafif alkollü içkiler, kibritler, diş macunu, dişçilik maddeleri, plâstikler ve traş kremleri imalinde, barutların fırında pişirilmesinde, Bone porselen imalâtında, su yumuşatıcıları, tekstil boyaları, cam imalinde, haşerelerin imhasında, fotoğraf filimleri ve kimyevî maddeler imalâtında, petrol rafinerisinde, ipek fabrikalarında ve şeker sanayiinde de kullanılır. Keza, askeri maksatlar için ve tetra etil piro fosfat gibi (TEPP) sinir bozucu zehirli gazların imalinde de kullanılmaktadır.

Nebati gübre elementi olanak fosforun yerini tutan bir diğer madde yoktur. Mamafih çelik imalâtında istihsal edilen fosfatlı gübre, büyük fosfat kayacı yataklarına sahip olmayan ülkeler için önemli bir zirai fosfor kaynağıdır. Keza kemik tozları ve Guano'lar da fosfor muhteviyatları sebebiyle kullanılmaktadırlar.

Fosforlu bileşiklerin, en önemli kullanıma sahası gübre yapımıdır. Bunun haricinde yiyeceklerde, sentetik deterjanlarda-ve yangın söndürme aletleri bileşiminde de kullanılır. Bunların yerini 'oda külü, boraks, sabunlar ve diğer bileşikler alabilir. Bunlar basit gübre olmayan ürünler olarak, fosfatlı sentetik deterjanlar yerine kullanılabilir. Buna benzer olarak şap, pişirme fırınlarında toz haline getirmede bir maya olarak mono kalsiyum fosfat mono hidrat yerine kullanılır.

Fosforlu gübreler Ve elde edilişleri :

Primer - normal (Simple) süperfosfat :

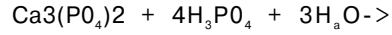
Bilindiği üzere süperfosfat; tabii fosfatların, Sü'firik asit (H_2SO_4) ile reaksiyonu sonucu elde edilen ve içinde % 14-20 oranında su ve sitratta çözünür fosfor pentoksit (P_2O_5) ihtiva eden kimyasal gübreye denilmektedir. Bunun ihtiva ettiği suda ve sitratta eriyen % P_2O_5 göre, türleri bulunmaktadır. Bünyesinde kalsiyum sülfat ($CaSO_4$) olduğundan, primer kalsiyum fosfat oranı süperfosfatta pek yüksek değildir.

Triple süperfosfat :

Triple süperfosfat, tabii fosfatların fosforik asit ile (H_3PO_4) reaksiyonu sonucunda elde edilen ve içindeki suda ve sitrattaki çözünür fosfor pentoksit (PaOs) miktarı, % 43-50 oranında olan kimyasal gübreye denir. Triple süperfosfat toz ve taneli (granule) hallerinde bulunur ve fosfata fosforik asit etki ettirilmeyle meydana gelir.

Normal süperfosfatla, Triple süperfosfatın yapıları aynıdır. Aralarındaki başlıca fark: Triple süperfosfatın, Primer kalsiyum fosfatın tamamını ihtiva etmesi ve % P_2O_5 oranının, yaklaşık olarak primerden 3 misli daha fazla olmasıdır.

Tersiyer kalsiyum fosfat, $Ca_3(P_2O_7)_2$, suda ve sitratta erimediğinden bitkiler tarafından assimile edilemez. Bunların suda eriyebilen bir bileşik haline getirilmesi için, zengin fosforitler, fosforik asit ile (H_3PO_4) reaksiyona sokulurlar. Şöyleki :



$3CaH_4(P_2O_7)_2 \cdot H_2O$ (Primer Kademe) Ancak tri kalsiyum fosfat tabiatla saf halde bulunmaz, kalsiyum fluorür $Ca_3(P_2O_7)_2CaF_2$ veya kalsiyum klorür $Ca_3(P_2O_7)_2 \cdot CaCl_2$ halinde bulunur. Ayrıca içerisinde Alüminyum oksit, Silis, Karbonat, Sülfat, kriyolit (Cryolite) = Na_3AlF_6 , az miktarda Sodyum, Potasyum, Titan, Çinko, Bakır, Magnezyum, Krom, Vanadium ve Uranyum mevcut olduğundan, yukarıda yazılı esas fonksiyon yanında bu yüzden birçok yan reaksiyonlar meydana gelmektedir.

Yan reaksiyonlardan teşekkül eden CO_2 , HCl, HF ve H_2S gibi korozif (Corrosive = Çürütücü, aşındırıcı, yıkıcı) gazların meydana gelişi asit sarfiyatına büyük ölçüde tesir eder. Ayrıca yukarıda teşekkül eden esas reaksiyon yanında çoğu zaman aşağıdaki reaksiyonda husule gelirken bu arzu edilmeyen bir reaksiyondur.

$Ca_3(P_2O_7)_2 + H_3PO_4 \rightarrow 3CaHPO_4$ (Sekonder kademesi). Bu reaksiyonda görüldüğü gibi 1 mol fosforik asit ile, 1 mol fosforitin reaksiyona girmesi neticesi sekonder kademesinde kalınmaktadır. Bu nedenle fosforitin toz haline getirilerek reaksiyon hızının art-

tirilmesi icap eder. Netice olarak denilebilir ki : Suni gübre yapımında reaksiyon hızına tesir eden bütün faktörlerin etüd edilmesi icap eder.

Görülüyorki süperfosfat imalâtında H_2SO_4 ve H_3PO_4 esas iki başlangıç maddeleridir. Halen dış ülkelerden alınan fosforik asitte, asit oranffın % 72-80 arasında olması ve ihtiva ettiği P_2O_5 oranının % 50 den aşağıya düşmemesi istenmektedir. Zira yüzdesi yüksek asitlerle yapılan ameliyeler, düşük yüzdeli asitlerle yapılan ameliyelerden çok daha fazla faydalar sağlamaktadır.

Fosfatta, P_2O_5 oranı yüksek olsa dahi (% 32-33) direkt olarak kullanmak imkânı yoktur. Çünkü P_2O_5 yüzdesi yüksek olmasına rağmen, bunun suda çözünürlüğü çok azdır. Suda çözünmeyen fosfat ise toprakta bitkiler tarafından assimile edilememektedir. Bu nedendirki fosfat, H_2SO_4 veya H_3PO_4 kullanılarak suda çözünür hale getirilmekte ve neticede de suda çözünür P_2O_5 oranı % 43-50 ye yükseltilmektedir.

Triple süperfosfat, basit süperfosfata oranla daha fazla suda çözünme kabiliyetine haiz olduğundan, daha çok tercih edilmektedir.

Sonuç :

Süperfosfatın bu denli ehemmiyet arz ettiği zirai bir ülke olan Türkiye'de, çok cüzi

sayılabilecek derecede süperfosfat fabrikaları mevcuttur. Bunlar : Kocaeli - Yarımca, Hatay - Iskenderun, Mersin, Bandırma, Elazığ ve Samsun'da bulunmaktadır. Bunların bir kısmı faaliyette »diğerleri ise faaliyete geçmek üzeredir. Ayrıca Karabük-Demir Çelik tesislerinde de H_2SO_4 ile süperfosfat imal edilmektedir. Ne varki, Türkiye'nin yıllık süperfosfat ihtiyacı, faaliyette bulunan fabrika? larımızın mevcut kapasiteleri ile mukayese edildiğinde, Türkiye'nin ihtiyacına cevap verebilecek imkanlara sahip olmadıklarını ortaya koymaktadır. Bu da her sene milyonlarca dolar döviz kaybına sebebiyet vermektedir.

Netice olarak diyebiliriz ki, Önce, Türkiye'de, mevcut ham fosfat yataklarının değerlendirilmesi yanında yeni fosfat yataklarının da bulunması cihetine gidilmelidir. Buna paralel olarak diğer önemli bir husus da, faaliyette bulunan fabrikalarımızın yeni tesislerle kapasitelerinin arttırılmasına, yeni fabrikalar kurulmasına ve kurulan fabrikaların en kısa zamanda faaliyete geçme imkânlarının araştırılmasına çalışılmalıdır. Bu hususlar gerçekleştirildiği takdirde, randımsız, bilinçsiz ve iptidai şekilde tarım yapılmasının önüne geçilmeli ve iyi bir gübreleme sistemi tatbik edilmelidir.