

FOSFAT YATAKLARININ TEŞEKKÜLÜ ve ARANMASI

Mehmet AYAN

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ABSTRACT.—

The uses and production of phosphate, phosphote bearing minerals and rocks, formation of phosphate deposits, the ways to be followed in phosphate explorations and the geology and evaluation of phosphate deposits found in Turkey are also discussed in this article.

GİRİŞ

Dünyamızda her yıl çoğalmakta olan nüfusun artışı bir çok memleketler için önemli bir problem olarak ele alınmakta ve çok sayıda bilgin, insanların beslenmesi için yeni gıda maddeleri aramaktadır. Denizin gıda hazinesi, yosunların istikbalde insanları besliyeceği, petrol artıklarından protein yapılacağı gibi aktüel haberleri gazete sütunlarında zaman zaman okumaktayız.

İşte bundan 30 yıl kadar evvel de açlığın giderilmesi için fosfor en büyük ümit teşkil ediyordu.

Eskiden fosfat yataklarının yer yüzünde yalnız bir kaç bölgeye inhisar ettiği zannedilirdi. Son senelerde gelişen teknolojik ve jeolojik ilerlemeler fosfatın daha bol olduğunu ve istikbalde daha da bollaşacağını müjdeliler.

Bu ilerlemelerden zenginleştirme ve gübre teknolojisinde olanlar ehemmiyet taşır.

1 — Çeşitli yıkama ve flotasyon usulleriyle % 5 — 10 P_2O_5 ihtiva eden konsalide olmamış yataklardan satışa elverişli konsantreler elde olunabilmektedir (Ruhlman 1958.5.10)

2 — Son zamanlarda istihsal edilen sülfürik asite ihtiyaç göstermemekte veya daha az miktar kafi gelmektedir. Durum için daha az sülfürik asitle fosfat gübresi imâl edilebilmektedir. (Walthall 1953-S-205)

3 — Bazı fosforitlerin bilhassa fazla hidroksilopatit ihtiva edenlerin toprak eriyiklerinde ayrıştığı anlaşılmıştır. (Nötre amonyum sitratta yapılan denemede ayrışmaktadır.) Bu çeşit yataklar bir ameliyeye tabi tutulmadan öğütülerek, gübre olarak kullanılırlar. Bu çeşit fosfatın bilhassa mutedil iklim ve asit topraklarda kullanılması daha verimlidir. Buna misal Curacao adası Kuzey Afrika yataklarından bazıları (Jacob and Hill 1953 S. 336). gösterilebilir.

Fosfatın kullanıldığı yerler ve miktarları şu şekildedir :

A — Gübre sanayii % 90

1) Tabii fosfat olarak % 10 dünya istihlaki direk olarak öğütülerek toprağa verilir. Bilhassa Fas GAFSA fosfatları.

2) Süper fosfat % 60

Son seneler de daha yüksek P ihtiva eden gübre imâline gidilmektedir. % 14 P_2O_5 ihtiva eden süper artık terkedilmiş % 16 lık yerini % 18 liğe terketmiştir. Bazı memleketlerde % 20 lik süper yapılmaktadır.

3) Fosforik asit imalinde % 10

Bunun için muhtevasında demir ve Alüminyum olmayan (kil ihtiva etmeyen) fosforit kullanılır, önce H_2SO_4 ile sonra filtre edilerek tekrar H_3PO_4 ile muamele edilir.

4) Kompleks Gübreler : % 10

Attak nitrik asitle yapılır.

B — Kimya Sanayiinde % 10

1) Monokalsik ve monosodik fosfatlar baking powder'ün imalâtında.

2) Di ve trisodik fosfat halinde suların, tatlılaştırılmasında ve deterjan olarak.

3) Sodyum metafosfat olarak deterjan ve sondaj çamurlarının inceltmesinde.

4) Tetrasodik pirofosfat; deterjan olarak.

5) Metal satırlarının fosfatlanmasında monomanganik ve monozenk fosfat olarak.

6) Tripl süper fosfat olarak şeker sanayiinde suyu beyazlatıcı olarak

kullanılmaktadır.

Bütün bu maksatlarla dünyada kullanılan tabii fosfat miktarı 80 milyon ton civarındadır.

1968 yılı Dünya fosfat cevheri üretimi aşağıda gösterilmiştir.

**1968 yılı Dünya Fosfat Cevheri
Üretimi**

Amerika B. D.	37.422.000	Ocean Island	528.000
Fas	10.503.000	Christmas Island	1213.000
Tunus	3.361.000	Mısır	600.000
Cezayir	361.000	Ürdün	1.162.000
Togo	1.375.000	İsrail	850.000
Senegal	1.270.000	Komünist Ülkeler	16.210.000
Güney Afrika	1.087.000	Diğer Ülkeler	542.000
Nauru Island	2.254.000		

78.738.000 ton

Fosfatlı gübrenin kullanılmasıyla hem ekonomik olarak avantaj sağlanacak hemde bir kısım yeni araziye gübreleyerek ziraata açıp ekilen toprak yüzeyi fazlalaşacaktır.

Fosfatlı gübrenin kullanılmasıyla bazı mahsüllerdeki artma miktarı yapılan tecrübelerle göre dönüm başına şöyledir :

Buğday

Arpa 600-900 Kg. tane randıman %50-60
Yulaf ve büyük sap

Çavdar

Şeker pancarı 11-13 ton » %45-55

Patates 5-7 » » %50-60

Şarap 800-1200 litre » %50-60

Ot 2-2,5 ton » %60-70

Çeşitli Sebzelerde » %70-80

Bu listede görüldüğü üzere fosfatlı gübrenin icap ettiği şekilde kullanılmasıyla zirai alanda elde edilen artış ortalama % 50-60 fazla olmaktadır.

Memleketimiz topraklarına ihtiyacı olan gübre ve su verildiği takdirde bugün takriben ziraatten elde edilen 50 milyon TL. civarında olan gelir 75-80 milyona çıkacak ve milli gelirden bir artış olacaktır. Ayrıca bu husus göstermektedir ki memleketimiz toprakları gübrelendiği ve korunduğu takdirde 50-60 milyon insan besleyebilecek kapasitededir.

Yurdumuzun 1968 yılında yalnız fosforlu gübreye olan ihtiyacı 550 bin tondur. Bunun tutarı 42.350.000 dolar olup 420 milyon TL. sidir. Fosfata olan ihtiyaç ve önemini belirttikten sonra fosfatın tabiatta bulunuşuna göz atalım.

I. MİNERALJİ :

Arz kabuğunda mevcut belli başlı primer fosfat minerali magmatik kayalardaki Apatite'dir.

(PO ₄) ₃	Ca ₅	F	Flüor Apatite
»	Cl.		Chlor Apatite
»	OH.		Hydro ile Apatite

Karbonat Apatite (PO₄)₆ Ca₅ CO₃ H₂O Colaphanite Dahlite

Sekonder ve Alterasyon Mineralleri

- Pyromorphite 3. (P₂As₂) : 5. 3 PbO PbCl₂
Mimétése arsenik fazlalaşır.
- Vanadite 3. (V₂O₅ 3. Pb O) PbCl₂ (Variyete Endlichitedescloizite)

— Amblygonite P₂O₅ Al₂O₃ 2 Li (F.OH) % 10 kadar Li. Bunun bir nevi olan triphylite; Li. (Fe, Mn) PO₄ bileşiminde demir ve mangan ihtiva eder.

Triplite: P₂O₅ 3. RO. R. (F.OH) 2R — Fe. Mn Bazan Ca — Mg

Alüminli :

- Wavellite 2 P₂O₅ 3. Al₂O₃ 13 H₂O espesleri Crandalite, angelite
- Turquoise 2 P₂O₅ 3 Al₂O₃ CuO. 8 H₂O espesi : Calcosidenite
- Vivianite P₂O₅ 3. Fe.O 8. H₂O
- Liebethénite Cu₂ PO₄ OH
- Monazite xenotime gibi nadir toprak mineralleriyle Parsonsite,

renardit, chalcocite, autinite, monocircite gibi sekonder Uranyum minerallerinin terkibinde PO_4 mevcuttur.

Sedimanter fosfat yataklarında fosfat ekseriya tane ve nodül olarak konsantre olur. Bunlar karbonatlı hidrate Fluor apatitden teşekkül etmişlerdir. Bu nodülleri meydana getiren minerallerin incelenmesi oldukça zordur. Kriptokristalin ve izotropturlar, ayrıca birçok inpurite ve inclusion ihtiva ederler. Kriptokristalin olan cinsine Colophanite adı verilir. Bazan konkresyon ve spherolitikdir Radial structurlü olan Flüor apatite de Francolite adı verilir.

Taneler ekseriya oolitiktir. Ebatları ekseriya 1/20 mm. kadardır.

Fosforite :

Karstik kalkerlerde, etrafta az fosfat ihtiva eden formasyon veya guanolardan lesivajla gelen kalsiyum fosfat çatlaklarda birikerek fosforitleri meydana getirirler.

II FOSFATLI KAYAÇLAR

Bileşimlerinden birinin $P_2 O_5$ olduğu kayaçlara fosfat kayaçları diyoruz. Bunlar başlıca 4 kısımda toplanabilirler :

- 1 — Magmatik kayaçlar
- 2 — Denizel sedimanter kayaçlar
- 3 — Fosforun taşınması suretiyle teşekkül eden kayaçlar
- 4 — Guano'lar.

1 — MAGMATİK KAYAÇLAR :

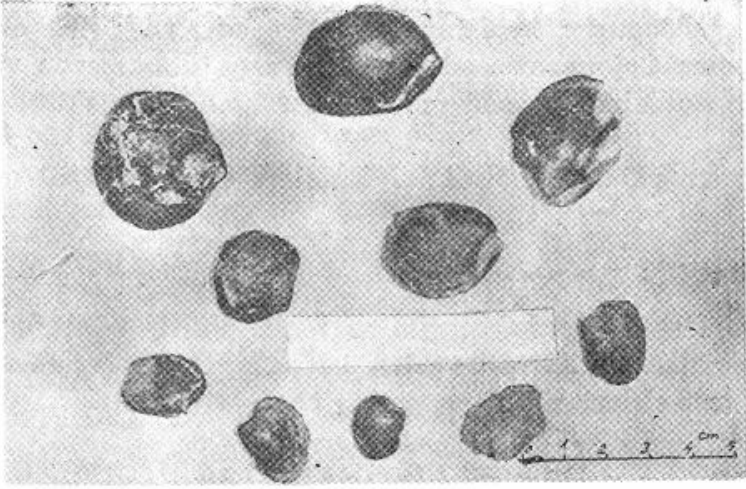
Magmadan teşekkül eden kristalin kayaçların başlıca fosfat minerali APATİTE'dir. $(PO_4) 3Ca_3 (F,Cl)$ bu minerale aksesuar olarak kristalin kayaçlarda çok sık rastlanır. Bazan, bilhassa alkalın kristalin kayaçlarda ehemmiyetli miktarda konsantrasyonlarına rastlanır ki bu halde; işletilen fosfat yatakları teşkiline imkan verirler. Canada'da Ontario da Kinton, Rusya'da Kola yarımadasında Khibine, Güney Afrika'da Pelabora'da olduğu gibi.

2 — DENİZEL SEDİMANTER KAYAÇLAR :

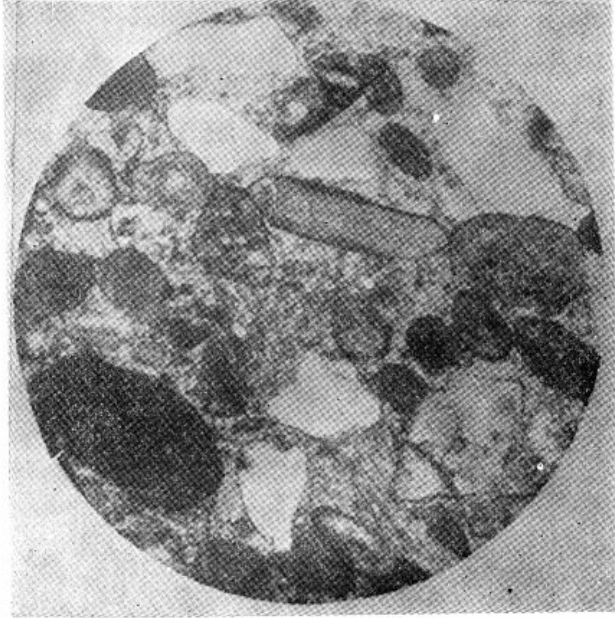
Denizel sedimanter seriler içinde münavebe eden kayaçlar içinde bazı seviyelerde yer alan fosfatlı kayaçlarda fosfat, apatit serisi mineralleri tarafından temsil edilirler. Bunlar genellikle flüorapatit $Ca_5(PO_4)_3$

F ile Hidroksilapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ arasında olup ekseriyetle bir miktar CO_2 ihtiva ederler. Colophanite bunların ekseriyetini teşkil eder.

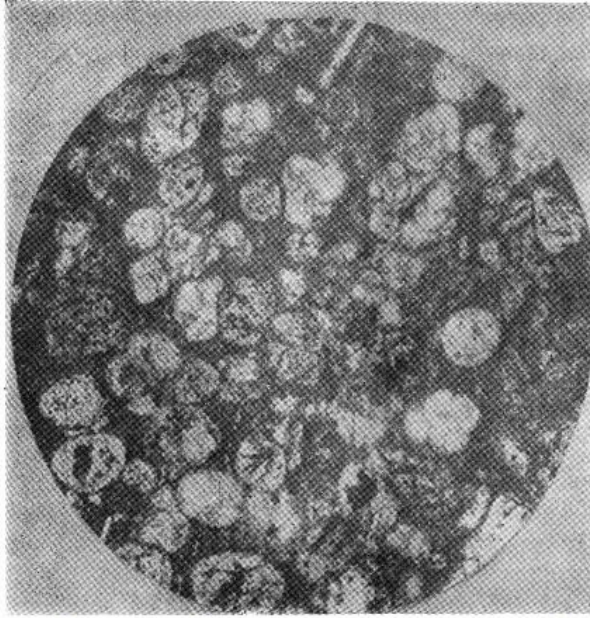
GANG : EXO-ENDO GANG



Şekil : 1 Çeşitli Fosfat Modülleri



Şekil 2 - Fosfat Nodül ve kupolitlerinin mikroskopta görünüşü



Şekil 3 - Oolitik Fosfat teşekkülünün mikroskoptaki görünüşü



Şekil 4 - Fosfat ihtiva eden bir Oolitik mikroskopta büyütülmüş hali

Fosfatlı kayaçlar umumiyetle, fosfatın büyük kısmının konsantre olduğu detritik bir kısım ile çok az fosfatlı olan başka orijinli bir gang olmak üzere 2 kısım ihtiva ederler.

L. Visse (1953) e göre 2 türlü gang vardır.

1) Exogang : Kalsiyum fosfat elemanlarının dışında kalan Steril veya çok az mineralize olan kısım. Kayacın kendisi.

2) Endogang : Mineralize olan fosfat elemanları içindeki steril kısım.

a) Fosfatlı Elemanlar :

Kalsiyum Fosfat elemanları kayaç içinde (Exogang'da) başlıca nodül, tane ve koproilit halinde bulunurlar.

1) **Nodül'ler** : Çeşitli şekil ve ebatda olup bazan yumurta büyüklüğüne kadar erişir. (Fransa'da Pireneler'de, Dinansiyende olduğu gibi) Kalker veya fosil parçalarının tamamen epigenizasyonundan meydana gelir. Mikroskobik fragmanların etrafları konsantrik olarak ince bir fosfat tabakasıyla zarf şeklinde kuşatılır. Endogang Kalsit, quartz, glokon, veya diğer fillitö mineraller, demir oksit veya pirit ve organik maddeler olabilir.

2) **Taneler** : Tane şeklinde olan fosfat elemanları 2-3 mm. kadar olabilirse de umumiyetle çok daha küçüktür. Bunlar genellikle oolit'lerdir. Oolit'ler organik bir madde parçası veya bir foraminiferin teşkil ettiği merkez etrafında konsantrik kalsiyum fosfat zarflarının çevrilmesiyle meydana gelir. Bu çekirdek kalsit, quartz veya kalker parçası da olabilir. Gine sık olarak görülen psödo oolitler oval ve sferik bir şekil gösterirlerse de konsantrik bir tekstüre sahip değillerdir.

3) **Koproilit** : Küçük silindir şeklindeki ve organik menşeli parçalar dır. Bunları bir nevi nodül gibi de farzetmek mümkündür.

a — **Endogang** : Ekseriyetle kalsit, organik madde, demir bazan quartz veya glokoniden teşekkül ederler. Tanelerin rengine tesir ederler. Endogangın çok az olduğu veya sırf kalsitten meydana geldiğinde tanelerin rengi beyaz, sarımtırak veya gri olur. Demir rengin esmer, organik maddeler de gri veya siyahımtırak olmasını sağlar. Nodül ve taneler şekilleri itibariyle çalkantılı bir denizde teşekkül ettiğini gösterirler (Nadiren breşik ve masif halde kalsiyum fosfata da rastlanır:)

b) Exogang : Exogang şimik veya detritik olarak karalardan gelen malzemenin fosfat sedimantasyonun vuku bulduğu denizde teressüp etmesiyle meydana gelir. Ekseriyetle kalker, tebeşirli kalker ve killerden müteşekkildir. Silise, detritik (quartz) veya şimik (çört, silex) halinde çok sık rastlanır.

3 — FOSFATIN TAŞINMASI SURETİYLE TEŞEKKÜL EDEN FOSFATLI KAYAÇLAR :

Karalardaki taşınma 2 kategoride mütalaa edilir :

1 — Kalsiyum fosfat bakımından zenginleşme

2 — Fosfatın minerolojik transformasyonu.

1 — Kalsiyum fosfat bakımından zenginleşme :

Zenginleşme iki şekilde vuku bulur. İlk halde : Bilhassa kalkerden meydana gelmiş gangın yıkanması (Lesivage) suretiyle elimine olmasıyla meydana gelen zenginleşme. Buna misal olarak Paris baseni senoniye-
indeki yüksek tenörlü fosfat cepleri zikredilebilir. Bunun daha yeni bir misali : Fas'ta Kfouribya bölgesinde trikalsik olarak % 75 tenöründeki işletilen cevherin endogangi kalsit olduğundan zenginleştirme mümkün olamamıştır. Fakat bir kaç yıl sonra aflöre eden bir zonda fosfat tabakalarının tabii suyla yıkanmış olan kısımlarında kalker olan endogangın büyük bir kısmının gitmiş olduğu görülmüş ve killi olan exogangın yıkanmasıyla tenör % 80 çıkarılmıştır. Fosfat yatağı eğimli bir yerde aflöre ettiğinde lesivage aynı zamanda fosfat elemanlarının da nakledilmesine sebep olur. Bu halde aşağı kotlarda zenginleşme şimik ve mekanik olarak vukuu bulur. Doğu Fransa'da Sinemurien de nodüllerin mekanik olarak birikmesiyle teşekkül eden yatağın eskiden işletildiği zikredilir.

İkinci hal fosfatın solüsyon halinde göç etmesidir. Buna misal olarak fosfatlı tabakaları katederek aşağı geçen suların tabanda yaygın bazı seviyeleri zenginleştirilmesi gösterilir. Okyanusyadaki işletilen fosfatlar guanoların lesivajından ve civarındaki kalkerin fosfatlı sularla epigenizasyonundan meydana gelmiştir. Ouercy'deki fosforitler zayıf fosfat tenörlü sedimanter kayaçlardaki fosfatın lesivajle karstik çatlaklarda birikmesinden meydana gelmiştir. (Masif - Demirci Ragıllarda olduğu gibi)

2 — Fosfatın Mineralojik Transformasyonu :

Sıcak ratıp bölgelerde tabii sular tarafından icra edilen yıkanma olayı gangı elimine ettikten maada fosfat minerallerinin de bir değişikliğe uğramasına sebep olurlar. Bu latertik tipte bir alterasyondur. Bu olayda fosfat anionu elimine olmaz. Burada apatit serisinden olan mineraller alümino-calcique fosfat olan crandallite $(PO_4)_2 Al_3 Ca(OH)_5 H_2O$ ve alümin fosfat olan augelite'e $PO_4 Al (OH)_3$ e döner. Bazan demir de ihtiva eden bileşikler meydana gelebilir. Aynı zamanda karbonatların elimine olmasıyla killi olan faz kaolinik bir hale dönüşür. Silex mütesir olarak ufanılır. Demir konsantr olur. U. Zn. Cr. Cu gibi oligo elemanların tenörleri artar. Bu çeşit zenginleşmiş fosfatların satışı zordur.

4 — GUANO'LAR

Aktüel ve eski guanoların asit fosforik imali için iyi bir kaynak olduğunu unutmamak lazımdır. Peru'da genç Guanolar % 11 P_2O_5 eski guanolar % 15 P_2O_5 ihtiva etmektedirler ve işletilmektedirler. Netice olarak magmatik kayaçlar ve taşınma ile teşekkül eden fosfatlı kayaçların haricinde önemli olan ve büyük fosfat yataklarının teşekkülüne imkan veren denizel sedimanter fosfat kayaç ve yataklarını tetkik etmek gerekir.

III — FOSFAT TEŞEKKÜLÜ VE SEDİMENTASYONU :

1 — Fosfat ve Litoloji :

Sedimanter bir basenin geçirmiş olduğu tekamül (tarihi) sakin ve basit ise bu basenin dolması sırasında teşekkül eden çeşitli fasiyeler düzenli bir sıralanma (süksesyon) gösterir.

A. Lombard bir basende yer alan fasiyelerin yukarıdan aşağı doğru olmak üzere genel bir seri olarak şunları ihtiva ettiğini tesbit etmiştir.

1 — Tuz teşekkülleri (evaporitler)

2 — Dolomi

3 — Dolomitik kalker

4 — Kalker

5 — Meta jenetik

6 — Kolloid kil

7 — İnce klastikler

8 — İri klastikler

9 — Konglomeralar

Bazı basenlerde bunlardan bir kısmı olmayabilir. Çok sık rastlanan bu hale lokal seriler denir. Bir basende genel veya lokal olsun seriler aşağıdan yukarıda doğru serideki sırayla giderse buna pozitif sekans, aksine de negatif sekans denir. Stratigrafide pozitif sekans bir transgresyona ve negatif sekans ise regrasyona tekabül etmektedir.

A. Lombard'ın serisinde, Metagenetik terimi adı altında dimanter demir yatakları ile kömür ve fosfat sedimantasyonları guruplandırılmıştır. Böyle bir litolojik sekansda fosfat kolloidal bir fasiyesle kalker fasiyesi arasında yer almış olur. Bu hal bir çok yerlerde müşahade edilmiştir. Mesela Tunus'ta Gafsa baseninde, Cezayir'de Jebel Onk da fosfat Thannetiennes marn veya killeriyle İpresien kalkerleri arasında yer alır. Florida da fosfat Miosen kalkerleri üzerinde yer alan kille birleşik olarak bulunur. Fosfatın kil ve kalker fasiyesi arasında bulunması bu maddenin aranmasını da bir klavuz teşkil eder. Fakat maalesef bu kaidenin daima tahakkuk etmesi mümkün değildir. Kuzey Afrika, Senegal ve hatta Florida killeri yakından tetkik edilirse bunların Montmorillonit ve Atapulgit minerallerinden teşekkül eden şimik menşeli killer olduğu ortaya çıkar. Bu Lombardın serisindeki kolloide diye vasıflandırdığı detritik seriden farklıdır. Binanaleyh problem bu kadar basit değildir. Netice olarak fosfatın kil, marn ve kalkerlerle olan beraberliği her yerde görüldüğüne göre bu depolanmanın orijininin etüd etmek lüzumludur.

2 — Sedimanter Kayaçların Orijinleri :

Sedimanter serilerde rastladığımız kayaçların ekserisinin kıtaların erozyonu neticesi denizlerde teressüb ederek teşekkül ettiklerini kabul etmekteyiz. Bu erozyon karaların röliyefi, iklimi ve malzemenin cinsiyle yakından ilgilidir. Bu safhada tropikal veya ekvatoryal enlemde oluşu ve toprak örtüsünün mevcut olup olmayışı mühimdir. Buna göre başlıca 3 hal mümkündür :

1 — Sıcak ve ratıp bir iklim ve sakin bir röliyef, yüzeyde nebatların ve bir toprak örtüsünün inkişafını sağlar.

2 — İklimin değişmesi, röliyefin gençleşmesi, yani yükselmesi, bitkilerin inkişafı için müsait bir peryod yaratmaz. Fakat daha önce müsait bir periyotta teşekkül etmiş olan toprak kara parçasını kaplar.

3 — İklim ve röliyef öyle değişirki, kıtanın kayaçları tamamen çıplak hale gelir ve örtü kalkar.

H. Erhart (1956) kayaç teşekküllerinde jeolojik hadiseler kadar Pédogénése'inde rol oynadığını ortaya koymuş ve sıcak ratıp bir iklim ve sakin röliyefin hakim olduğu safhaya (Biostasie), bunun aksine bitkilerin inkişafı için müsait olmayan peryoda da (Rhexistasie) adını vermiştir. En sondaki toprağın fakir olduğu safhaya da post Rhexistasie denir,

a) Biostasie :

Sıcak, rutubetli ve röliyefin tatlı olduğu peryod bitkilerin inkişafına müsait olduğundan ormanlar teşekkül ederek kıtayı kaplar. Pedologlar böyle bir peryodun lateritik tipte bir toprağın teşekkülü için müsait olduğunu ortaya koymuşlardır. Lateritik toprak ana kayacın derinine nüfuz ederek ona tesir edip dekompozisyonunu sağlar. Bu hal iki fazda olur :

a) Geç Fazı : Bu fazda alkalınler, toprak alkalınler Na, K, Mg Ca, ana sahredeki silikatların silisi ve fosfatlı minerallerdeki fosfat anionu solüsyon haline gederek yer altı sularına ve akifer naplarına karışır.

b) Yerli Faz : Aliminyum ve demir oksitler, Mn, Ti ve diğer ağır metaller, quartz, lateritik alterasyonla teşekkül eden kaolinitin yer aldığı bu fazdaki elemanlar yerinde kalır.

Biostatik periodda teşekkül eden kalın toprak tabakası ana kayacın direk erozyonuna mani olur. Gelişen bitki örtüsü hatta residuel fazda bile toprağı muhafaza eder. Bu safhada yalnız göçfazındaki elemanlar basene gelir ve bunlar dominant olur. O halde bu zonlarda teşekkül eden kayaçlar ve Al bakımından fakir SiO_2 , CaO, MgO bakımından zengin kimyasal selüsyonlardan teşekkül eder. Bu taşlar öyleyse Dolomi, kalker ve şimik orijinli silex (çört) ile Al bakımından fakir Mg bakımından zengin olan Montmorillonit $\text{SiO}_4 \text{Al}_{10} 5/3 \text{Mg} 1/3 \text{Na} (\text{OH})_2$ Sepiolite $\text{Si}_8\text{O}_{20} \text{Mg}, (\text{OH})_2 (\text{OH}_2)_4$.

Atapulгите (Kimyasal terkibi sepiolitinkine çok yakın olup Mg, ve Si, aliminyum ile ramplace olur. Sepiolitten daha aluminli ve az magne-

ziyenlidir.) gibi yeni teşekkül eden killer meydana gelir. Ca PO_4 işte bu safhada teşekkül eder. Çünkü göç eden solüsyonlarda fosfat anyonunda mevcuttur. Yalnız fosfatlı kayaçların gelişi diğer elemanlara nazaran daha az olduğundan teşekkül eden kayaçlardan miktarı diğerlerine nazaran daha azdır. Bazı kayaçların diğerlerine nazaran tercihan bazı bölgelerde muayyen zamanlarda teşekkül etmesi konusunda çok etüd ve münakaşalar yapılmıştır. Denizin PH ve Eh derecesi, suyun çalkantısının çok veya az oluşu, biojenetik hadiseler, derinlik, sıcaklık bu kayaçların teşekkülünde önemli rol oynar. Mesela kalker; organizmaların yaşayabileceği oldukça hareketli sularda depolanır. Halbuki sepiolite, atapulgite nevindeki killer aksine favnanm mevcut olmadığı hareketsiz sakin sularda teşekkül eder. Batı Afrika'daki basenlerde etüd edilen killer göstermiştir ki basenin kıyısından açıklara doğru neoformasyon killer mineralojik bir değişme gösterir. Kıyıya yakın yerde Montmorillonite, sonra atapulgite ve en son sepiolite yer alır. Horizontal olarak mevcut olan bu kil sekansı jeoşimik bir sekansa tekabül eder ve Al tenörü kıyından açıklara doğru azalarak kaybolur. Bu sekans karalardan basene gelen kimyasal solüsyonların kayaçların teşekkülüne olan tesirini göstermekte olup basenin kıyıya yakın kısımlarında su sakinse alüminli neoformasyon kil bulmak normaldir. Eğer deniz hareketliyse Al daha açıklara kadar dağılabileceğinden Montmorillonite cinsi bir mineral basenin her yerinde görülebilir. Killerin teşekkülü üzerinde bu kadar durmanın sebebi bunun sedimantasyon ve paleocoğrafik tefsirler ile fosfat ve stratiform maden yataklarının aranmasında ne kadar mühim rol oynadığını belirtmek içindir.

b) Rhexistase :

Bu periyod normal olarak biostaziye takip eder. İklim değişir ve Vejetasyonun gelişmesi durur. Ayrıca tektonik hadiselerle röliyefin yükselerek şiddetlenmesi karşısında yamaçlardaki toprak ve bitki örtüsü erode olur. Böyle olunca erozyon kayaca tesir eder ve Lateritizasyon durur. Lateritik toprağın sertleşen kısımları olan Kaolinite, quartz, demir ve alüminli maddeler ile bitki parçaları baseni doldurmaya başlar. Basende meydana gelen taşlar başlıca; gre, kum, kil, killi kumdur. Demir gelişi güzel olarak çeşitli sedimanlar içinde yer alarak killeri renklendirir, bazı

grelerin çimentolarını teşkil eder ve bazanda müstakil seviyeler halinde konsantre olarak yataklar meydana getirirler. Biriken nebatlar, üzerindeki tortu tabakaları vasıtasıyla oksidasyondan korunur ve kömür yatakları teşekkül eder.

Büyük bir basende rhexistasie olayı sonucu teşekkül eden sedimanlar tanelerinin büyüklüğüne göre sıralanırlar. Bu gronülometrik sıralanmada kıyıya yakın yerde iri taneli çakıl, gre ve kumlar yer alır. Açıklara doğru sedimanların taneleri çok daha ufaldır, en nihayetinde kaolinit zerrecikleri yer alır. Bu çeşit kil biostazi safhasındaki şimik olarak teşekkül eden magnezyumlu killerin aksine karalardan kopan çok ince zerreciklerin birleşmesiyle meydana gelen bir nevi detritik kildir.

Görülüyorki Rhexistasie safhası fosfat teşekkülüne imkân vermektedir.

c) Post Rhexistasie :

Rhexistasi safhasını Post-Rhexistasie takip eder. Toprak ve bitki örtüsü tamamen kalkar, erozyon anakayaca tesir ederek mevcut magmatik ve sedimenter kayaların parçaları basene taşınır. Bu faz ekseriya tektonik hadiselerin tesiriyle röliyefin gençleşmesi sırasına rastlar ve basen çeşitli detritik malzemeyle dolar. Sedimentasyon Konglomera, arkoz, psamitit gibi daha önce karalardaki mevcut kayaç parçaları ile teşekkül etmiş olur. Bu safhada da fosfat teşekkül etmez. Ancak karalarda bol apatitin konsantre olduğu veya mevcut bir fosfat yatağının parçalarının denizin içinde bir yerde birikmesiyle detritik orijinli fosfat depoları meydana gelebilir.

d) Bio-Rhexistasie hakkında düşünceler :

Yukarıda bahsettiğimiz bio-rhexistasie ideal bir şemadır. Esasında tamamen bir biostazik peryot nadirdir. Zira bazı reliyef şekillerine göre vejotasyonun devamlı olarak erozyondan korunması zordur. Biostazi peryodunda da basen bir kısım detritik sedimentasyonu kabul eder.

Bu sedimentasyon tercihen kıyı bordüründe bulunur. Meselâ bir basende şimik orijinli Montmorillonit, atapulgit, sepilolit gibi killer teşekkül ederken, basenin kıyısında detritik menşeli kaolinit, kum ve gre bulunur. Aynı hal Rhexistasie peryodu içinde varittir. Bilhassa tektonik

hadiseler sonucu vuku bulan yükselmelerde kıtaların bazı kısımlarında bitki örtüsü adacıklar halinde muhafaza edilmiştir. Böyle olunca bu kısımdan göç fazındaki iyonlar da detritik malzemeyle birlikte denizlere taşınır. Bu safhada basende detritik sediman dominant olur. Fakat bazı şimik orijinli sedimanların lateral geçişlerine veya enterkalasyonlarına rastlanır. Genellikle biostasie ve rhexistasie basene hakim olan şimik veya detritik sedimantasyon ile teşhis edilir. Bir basenin jeolojik tarihçesi mevzii bir etüdle değil basenin genel olarak komple bir etüdünün yapılmasıyla anlaşılabilir.

IV. — FOSFATIN MENŞEİ VE YATAKLANMALARI

Fosfatın menşei hakkında birçok hipotezler ortaya atılmıştır. Balık ve diğer organizmaların tabiatça toplu halde imhası, deniz dibindeki bitkilerin ölmesi ve denizdeki dengenin bozulması gibi. Bundan evvel bahsettiğimiz gibi kıtalardan biostazie peryodunda ancak fosfat gelişi vardır. Kalkerler, bazı killer ve marnlar biraz fosfatlıdır. Bu fazda karalardan denize taşınan PO_4 miktarı solüsyon içindeki mevcut diğer maddelere nazaran daha azdır. Bu az miktardaki fosfatın çok zengin fosfat yatakları meydana getirmesi güç gibi gelmektedir. Karalardan gelen fosfat basende hemen kullanılmaz ve deniz suyunda kalır. Ca, Mg gibi elementler bol miktarda taşındığından daha çabuk satürasyona uğrarlar ve kalker dolomi gibi sık rastlanan kayaların teşekkülüne imkan verirler.

Okyanusların ekseriya mütecanis bir halde olduğu zannedilir. Zira yalnız tuz, PH ve ısı bakımından hafif değişiklikler gösterir. Fakat bu sözde kalmaktadır. Çeşitli sedimanter fasiyeslerin mevcudiyeti ve aynı zamanda teşekkül etmiş değişik bileşimli sahrelerin bulunuşu, denizlerin muhtelif yerleri arasında fiziko-kimyasal özellikler bakımından farklar bulunduğunu göstermektedir. Okyanuslar incelendiğinde önemsiz gibi gözükken fiziko-kimyasal özellik bazı maddelerin teşekkül ve muhtevalarında önemli farklar meydana getirirler. Bunlardan biri de fosfordur. Tropikal bölgede satıhtaki deniz suyu ısısı $20^{\circ}C$ ve Ph miktarı 8,2 iken fosfor miktarı $0-300 \text{ mg/m}^3$ arasındadır. Sıcaklık $6-7^{\circ}$ düştüğü zaman CO_2 basıncı iki üç misline çıkar. PH miktarı 7,8 veya altına düşer.

Nitratla fosfat arasında 1/6,8 oranında bir münasebet vardır. Buna

göre denizdeki N ve P dağılışı aynıdır. Silisle N ve P arasında bir münasebet yoksa da N ve P arttıkça silikat da artar.

Deniz suyunda biriken fosfat hemen çökelmez, basenlerde biostatik devrede şimik olarak teşekkül eden kalın mağneziyen killi marnlı serilerde çok az veya hiç fosfat bulunmaz. Kalın çört serilerinde de durum aynıdır. Bütün bunların teşekkülleri sırası süresince göç safhasında, karalardan denize doğru fosfat aniyonu gelişini devam etmekte ve deniz suyundaki fosfat rezervi artmaktaydı. İşte deniz suyunda artan bu rezerv büyük fosfat yataklarının teşekkülüne imkan vermiştir. Fosfatlı seviyelerle, basendeki normal sedimanter seviyelerden kil, marn, gre, çört arasında mühim fark vardır. Bunlar arasında kıtalardan direk olarak gelen materyel ile şimik olarak teşekkül eden malzeme arasında zıt olan oluşum durumu fosfat aramalarında esaslı rol oynayan bir unsurdur.

FOSFATIN YATAKLANMASI :

Kazakovun, Rusya fosfatları üzerine yaptığı çalışmalar sonucunda 1937 yılında ortaya koyduğu teori, fosfat teşekkülleri teorileri içinde müşahadelere en çok uyanıdır. Kazakova göre denizin derinliğiyle orantılı olarak fosfatın erimesi arasında bir fark vardır. Buna göre deniz suyundaki PO_4 miktarı birkaç yüz metre derine doğru gidildikçe devamlı olarak artar. Yani ısı ve PH azaldıkça CO_2 tenörü arttıkça fosfatın deniz suyundaki erimesi artar. Deniz dibindeki akıntılar sebebiyle derindeki bu çeşit sular satha doğru yaklaşık 200-500 m. arasındaki derinliğe gelince PH ve ısı değişir. Fosfat sürsatüre olur ve çökelmeye başlar. Azot ve fosfatın mevcut olduğu sular genellikle canlı hayat için elverişli olan sulardır. Bundan dolayı çökelmenin bir kısmı biyolojik olur. Fakat çökme esas itibariyle şimiktir. Çöken fosfat genellikle foraminifer, organik parça veya kalker parçasını epigenize eder ve etrafını sarar. Fakat direkt $Ca PO_4$ çökmesinde varittir. $Ca PO_4$ ile kalker arasında yakın bir jeoşimik akrabalık vardır. Kurumbein ve Garrels diagramının Sig. 1. tetkikinde bu iki maddenin depolanma şartlarının birbirine yakın olduğu görülür. Fosfatın çökeldiği hareketli ve sıcak deniz, organizma ihtiva eden kalkerin de çökmesine elverişlidir. Yine Kazakova göre derinlerden gelen fosforlu bol miktarda Kalsiyum bi karbonat da getirir ve bu da sığ yerde daha sıcak ortamda CO_2 in kaybolmasıyla ayrılarak kalkerini meydana getirir. Kazakov suyun yukarı çıkışı sırasında kalkerin fosfattan önce teşekkül ettiğini kabul

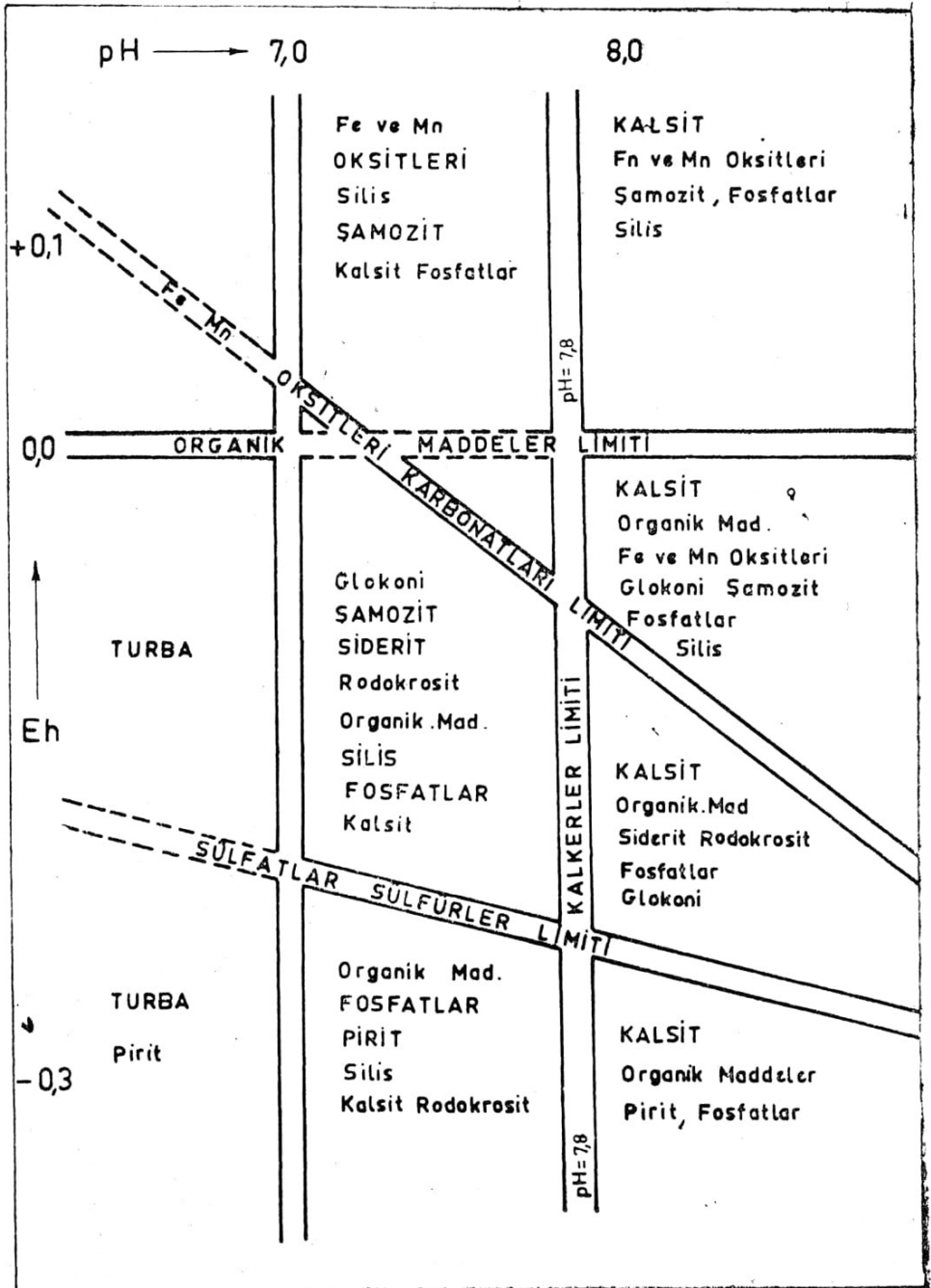


Fig 1. Krumbein ve Garrels (1952) Diagramı

eder. Bu hal Senegal ve Togo da işletilen fosfatın derin deniz istikametine doğru kalkere dönüşümüyle doğrulanır. Fakat U.S.A. permien fosfat yataklarında bunun aksi görülür. Bu halde bunu izah edebilmek zordur ve kalkerin çift orijinli olduğunu kabul etmek gerekir. Zaten kalker-fosfat arasındaki bu yakınlık, zengin tenörde fosfat yataklanmalarının teşekkülüne mani olmaktadır. Çünkü kalker sedimantasyonun beslenmesi fosfat elemanlarına nazaran çok daha kolay ve boldur.

Okyanuslarda yapılan aktüel sedimantasyonun tetkiki neticesinde muhtelif derinliklerden alınan numunelerden yeni fosfat yataklarının bilhassa W kıyılarında teşekkül ettiği ve etmekte olduğu öğrenilmiştir. Kazakovun yükselen deniz akıntıları nazariyesine uygun olarak, fosfata deniz suyunda bilhassa az derin yerlerde rastlanmıştır. 2000-3000 m. derinde de depolanmaya rastlanmışsada bunun teşekkülü deniz dibinde sıcak ve soğuk su akımlarının karşılaşma noktalarıyla ilgili olabilir. Okyanuslardaki aktüel etüdler Kazakovun fikirlerini doğrular. Fosfat yataklarının teşekkülüne imkan veren kaynak derin denizlerde erimiş olarak bulunan fosfatlı solüsyonlardır. Ekseriya fosfat yataklarında deniz akıntılarının izleri müşahade edilir. Mesela Fas'ta lokal olarak entrecroise stratifikasyona rastlanır, sık sık görülen oolitik tekstür çalkantılı denizin karakteristiğidir. Kazakovun bu derin deniz suyundaki fosfatın yükselmesi suretiyle çökeldiği teorisi bir çok bilgin tarafından tetkik edilmiş ve bazı değişiklikler yapılmışsa da umumi hatları farklı değildir. Etüdler daha ziyade deniz suyunun yükselmesi veya kabarması üzerinedir.

Okyanuslardaki sirkülasyon güneşin sıcaklığından mevsimlere göre atmosferdeki hava sirkülasyonundan ve dünyanın hareketinden ileri gelmektedir. Bir okyanusta akıntı sistemi her yarım kürede bir yarım küre meydana getirir. Kutupta soğuyan sular doğu yönden ekvatora gelir. Ekvatorda ısınan sularda W yönünden kutuplara gider. Bu durumda fosfat bakımından zengin sular 4 durumda satha yaklaşır.

1) Akıntıların sahilden uzaklaştığı veya iki akıntı kolu birbirinden ayrıldığı zaman sahildeki sıcak su açığa doğru ayrılırken kutuptan gelen soğuk su onun yerini yükselerek alır.

2) İki akıntının karşılaşmasıyla bir karışma meydana geldiği zaman.

3) Kutuplara doğru giden akıntının W kenarı boyunca.

4) Kışın tropik bölgelerden gelen fazla tuzlu suyun çökeldiği ekvatorlardan uzak kısımlarda.

Dünyanın çok kuru bazı bölgelerinde rutubetli hava çölleri meydana gelebilir. Bu çöllerin kenarlarındaki sular fosfat bakımından zengin sulardır. Bu sulardaki bitkiler su yüzüne kadar yükselirler (Kızılmed).

İklim, biyolojik ve jeolojik olaylarda denizin derin kısımlarının yükselmesinde rol oynayan etkenlerdir. Bu gün denizlerde kabarma karalarının W kıyılarında görülmekte ve denizin dibinde bulunduğu bilinen bütün fosfat yataklarının muhtelif kabarma bölgesinde buldukları görülmektedir.

V — FOSFATLA İLGİLİ FASİYESLER :

Ca PO₄ çeşitli litoloji ve fasiyeslerde görülebilir. Batı Moritanide Kambiyen tabanındaki konglemeralarda fosfat nodülüne rastlandığı Dars ve Sougy tarafından söylenmiştir. Pirene Dinansiyeninde fosfat nodülüne Paris basenindeki Albien kumlarında da fosfat konkresyonlarına rastlanır. Fakat hakiki manadaki fosfat yataklarında Ca PO₄ ye bağlı fasiyesler az değişiktir. Batı Afrikadaki fosfatlar şimik bir sedimantasyon mahsulü olan kalker, kil (atapulgit montmorillonit) silex, çört ile birlikte tezahür ederler. U.S.A. Meksika İsrail ve Kolombiya'da da fosfat silex ve çört formasyonlarıyla birlikte bulunurlar.

Kimyasal tortul orijinli kayaçları iki kısımda gruplandırabiliriz :

1) Fosfat ile çok sıkı olarak beraber bulunan kayaçlar: Bunlar fosfat tabakalarının gerek taban ve gerekse tavanında veya interkalasyon halinde veyahut gangında yer alan kayaçlar olup genellikle kalker, Montmorillonit ve Glokonit ihtiva eden formasyonlarıdır.

2) Fosfatın, yalnız tavan ve tabanda bulunan veya enterkalasyon halinde olan (nadiren gang da) kayaçlar: Bunlar kil (Atapulgit), çört ve silextir.

VI — FOSFATLI SEVİYELERLE STERİL FORMASYONUN MUKAYESESİ

a) Kalınlığın Lateral Değişimi :

Birçok jeologlar fosfat bakımından zengin olan seviyelerin müsait jeolojik formasyonların az kalın olan zonlarında yer aldığını belirtirler. H. Salvan bunu Fas'ta göstermiştir. Ayrıca Togo'da Üst Lütesyene ait 10 m. kalınlığındaki fosfat seviyesi, SE ya doğru formasyonun kalınlaşarak 100 m.yi bulduğu yerde mineralizasyon önce diffüze hale gelir ve bilahare kaybolur. Senegal'de de fosfatlı formasyon kalınlaştığı vakit steril olmaktadır. Kalınlığın azaldığı zonlarda bazı stratigrafik seviyeler çok incelererek kaybolur ve lakünler meydana gelir. Büyük fosfat konsantrasyonu kalınlığın en az olduğu yerde değil fakat hemen yakınında teşekkül etmektedir.

b) Fasiyesin Lateral Değişimi:

Bu konudaki müşahadelerin neticeleri şöyledir :

Stratigrafik kalınlığın azaldığı istikamette fosfat yerini laküner veya kumlu, killi detritik bir sedimantasyona bırakır.

Kalınlığın arttığı istikâmette fosfattan sonra biraz fosfatlı kalkere rastlanır. Bilahare bu da yerini kil ve marnlara terkeder. Bu istikamette fosfat formasyonu çabucak kesilebilir ve yerini kil, marn, çört ve tebeşirli kalker gurubuna bırakabilir. Kalınlığın arttığı istikamette fosfatlı formasyon hemen kesilebilir ve kalın olan tarafa doğru mineralizasyonda bir dilüsyon (seyrelme) yoktur. Bu da fosfat prospeksiyonunda önemli bir noktadır. Zira mevzii steril olan bir seri lateral olarak hemen fosfatlı bir seviyeye geçebilir.

VII — FOSFAT VE TEKTONİK :

Tektonik büyük yatakların teşekkülünde pek rol oynamaz ama İsrail'deki yatakların sedimantasyonuyla ilgisi olmuştur. (Bentor 1953) İsrail'deki Üst Kampaniyen yaşlı fosfatlar senklinal plilerinde teşekkül etmiştir. Antiklinallerde fosfat azalır veya yoktur. Epirojenik hareketlerle deniz dibinin yükselmesi ve alçalmasıyla senklinal diplerinde fosfat teşekkülüne imkan veren akıntılar gelişmiş ve fosfat çökmesine imkân vermiştir.

VIII— FOSFAT VE STRATİGRAFİK DEVİRLER :

Birinci zamandan yakın zamana kadar olmak üzere çok değişik yaşta fosfat seviyelerine rastlanır.

Permien, U. S. A.

Jurasik, Meksika

Üst Kretase, İsrail

Alt Eosen, Kuzey, Afrika

Orta Eosen, Senegal Togo

Miosen, Peru

Pliosen, Florida.

Yaş faktörü dünya ölçeğinde birleştirici bir bağ teşkil etmez. Fakat rejyonel mikyasta bir çok yataklar aynı zamanda teşekkül etmiş olabilirler :

Mesela : Senegal, Togo, Mali fosfatları aralarında 3.000 km. mesafe olmasına rağmen Lütasyon yaşlıdır. Türk ve İsrail fosfatları bir kısım K. Afrika fosfatları Üst Kretase Kampaniyen yaşlıdır. Kuzey ve Batı Afrika fosfatları az farkla alt ve orta eosen yaşlıdır.

IX— FOSFAT PROSPEKSİYONUNDA DİKKATE ALINACAK HUSUSLAR :

şimdiye kadar fosfatların teşekkülünü, fasiyelerini, stratigrafik değişimlerini, tektonik ve yaşlarını inceledik. şimdi fosfat aramalarında ehemmiyet verilmesi icabeden hususları tetkik etmek faydalıdır.

Steril formasyonlarla fosfatlı formasyonların orijinlerinin zıt olması fosfat aramaları için en iyi bir kılavuz teşkil eder. Bundan önce steril malzemenin direkt olarak kıtalardan geldiğini, fosfat yataklarının ise deniz suyunda birikmiş fosfatlardan teressüp ettiğini biliyoruz. Aynı süre içinde steril sedimantasyon fosfatlı sedimantasyondan daha fazla teşekkül eder.

Fosfat yatağı araması aynı zamanda sedimanter basenlerin müsait bölgenin aranmasını ve bunun jeolojik tarihçesinde fosfat teşekkülü için müsait zamanın aranmasını ve aynı basende steril malzemenin bol olarak mevcudiyeti halinde müsait olmayan zamanın ve bölgenin aranma-

sını icap ettirir. Bir fosfat yatağının teşekkülü direkt olarak bu şartlara bağlı olduğundan bu hususların detay olarak incelenmesi lazımdır.

1) Fosfat için müsait olan bölgeler :

Fosfat depolanması basenini kolaylıkla derin denize açıldığı bölgelerde olur. Kazakova göre fosfat 50-200 m. derinlikte diğerlerine göre biraz daha derinde teressüp eder. Öyle ise en müsait bölgeler derin denize en yakın olan yükselmiş zeminlerdir. Kıta platolarının bordürleri, hatta basenin bordür kısımları müsait bölgeler teşkil ederler.

2) Fosfat için müsait zaman :

Fosfat depolanması için müsait zamanın aranması iki şekilde olur:

a) Paleoseanografik kriterler :

Fosfat bakımından zengin suların derinlerden sathı doğru hangi zamanda geldiğini doğrudan doğruya tesbit etmek paleoseanografik zor bir problemdir. Bu tayin direkt olarak lokal strati grafik seriler içinde yer alan fosfat zuhurlarının yaşlarının tesbit edilmesiyle yapılabilir.

b) Sedimentolojik kriterler :

Fosfat ihtiva eden akıntıların çeşitli zamanlarda sedimentasyona müdahale ettikleri birçok misallerde görülür. Fakat ekseriya sedimentasyon basenine yakın denizde karalardan uzun süre fosfatın gelmesiyle sudaki fosfat potansiyelinin arttığı anlar sedimentasyon için müsait ortamı teşkil eder.

Bu birikme uzun süren biostazi periyodunda vuku bulur. Şöyle bir periyod basen içinde bol miktarda şimik sedimentasyonun mevcudiyeti ile karakterize olur. Kalker, çört, neoforme kil gibi. Bu da müsait zamanın tayini için steril sedimentasyonun etüd edilmesinin ehemmiyetini göstermektedir. Bu etüdün detaylı ve hassas olması, killerin mineralojik etüdülerinin yapılarak detritik veya şimik menşeli olanların tayin edilmesi lazım gelir.

Killerin etüdü bize şu hususların aydınlanmasına yardım eder :

1 — Biostazi periyodunda fosfatın denize gelmesi anında denizde iki hal mevcut olabilir.

a) Deniz çalkantılıdır. Fosfat ceryanlarla hem uzaklara taşınır hem

de diğer yandan kalker fasiyesi tarafından hemen kullanılır. Böyle halde fosfat yatağı teşekkülü ihtimali artar.

b) Eğer deniz sakin ise, ortam magneziyen killerin teşekkülüne imkan verir. Bunların terkibine çok az fosfat karışabilirse de fosfatlı solüsyonlar derin sulara doğru kayarlar. Çörtler de killer gibi aynı hadiseyi ifade ederler.

2 — Bol steril bir sedimantasyonun mevcudiyeti halinde müsait bölgeler :

Karalardan denizlere gelen detritik malzeme ağırlıklarına göre sıralanarak denizin çukurluklarına doğru sürüklenirler. Subsidans zonları en çok sedimanın biriktiği yerlerdir. Karalardan eğimle inen kıyı kesimlerinde büyük parçalar kalır ve diğerleri daha ileri mesafelere giderler. Fakat böyle bir ortamda karasal sedimanın en az birikebileceği yer ise deniz dibinde mevcut olabilen dom şeklinde bir yüksek zemindir. Böyle müsait bir zonun tesbiti paleosenografik, stratigrafik ve strüktürel etüdüleri icabettirmektedir.

4 — Bol steril sedimantasyonun mevcudiyeti halinde en müsait zaman :

Karalardan gelmekte olan detritik malzeme kıtaların yükselmesiyle fazlaşır. Bu sefer erozyon şiddetlenir ve zamanla rölyef tatlılaşır. Bu anda detritik ve steril malzeme asgarî hale gelmiş olur ve PO_4 anyonu denize doğru göçe başlar. Bu arada denizde greler üzerinde kalker ve kil tabakaları teşekkül edebilir. Senegal'de glokonili fosfatlar üzerine fosfat serisi gelmiş ve müteakiben detritik silis gelişi kalker transisyonunu bozmuştur.

Netice olarak steril sedimantasyon peryodunun en az olduğu zaman ve detritik sedimanda geçişin mevcut olup olmadığını anlamak lazımdır. Fosfat aramalarında sedimantoloji ilminin yardımı çok büyüktür. Bunun için hassas stratigrafik ve paleocoğrafik etüdüler yapılarak paleontoloji, mikropalenotoloji, sediman petrografisi devamlı olarak tetkik edilir.

X— ARAMALARDA JEOFİZİK METOTLARIN KULLANILMASI :

1 — Radyometrik metod : Bütün sedimanter kalsiyum fosfatlar de-

ğışık miktarlarda Uranyum ihtiva ederler. Bu miktar % 0,001 ile 0,002 H_3O_8 arasında değişir. Pasifik Adaları ve G. Karolinada : 0,054 $U_3 O_8$ Senegalde ise tonda 100 gr. Uranyum mevcuttur. Mardin Mazıdağı fosfatları % 0,0006 ile 0,0145 $U_3 O_8$ ihtiva eder.

Fosfat yataklarında Uranyum kısmen sekonder zenginleşmeyle meydana gelir. Genellikle Uranyum tenorunun artışı fosfatlı kayacın porozitesiyle ilgilidir. Bu özelliklerinden dolayı fosfatlı formasyonların sintilometre ile tesbit edilmesi mümkündür.

2 — Jeolojik formasyonların değişen kalınlıklarının etüdü fosfat aramalarında önemli rol oynar. Bazı bölgelerde bunu jeofizik usullerle tesbit etmek mümkündür. Sismik pahalı olduğundan pek tatbik edilmez. Gravimetri tefsirlerindeki güçlük bakımından tavsiye edilmez. En uygunu elektrik sondajlarıdır.

XI— TÜRKİYE'DE FOSFAT ARAMALARI

Memleketimizde 1964-65 yıllarında yapılan fosfat prospeksiyon ve aramalarında çeşitli devirlere ait muhtelif fosfat emarelerine rastlanmıştır. Prospeksiyondan önce fosfat için müsait bölgelerin tesbiti için Türkiye jeolojisine kısaca bir göz atmak faydalı olur.

Memleketimizin en eski sahrelerinin çekirdeğini teşkil eden metamorfik kristalen şistler stratigrafik durumları dolayısıyla Prekambriyen devrine dahil edilirler. Silür ve Devon tabakalarının diskordans olarak örttüğü bu masifler şunlardır : Istranca, Menderes, Bolu, Ilgaz, Kırşehir, Ceyhan ve Bitlis masifleridir.

Bu masifler arasında teşekkül eden jeojeosenklinaller orta paleozoikten itibaren değişik klastik, detritik, pelajik ve zoolen karakterli binlerce metre kalınlığı bulan teressubatla doldurulmuştur. Bu jeosenklinallerle muhtelif basenlerin sedimantolojik etüdüleri fosfat prospeksiyonu için çok büyük önem taşır. Bu etüdüleri yapmak uzun senelere ve kuvvetli bir jeolog kadrosuna ihtiyaç gösterdiğinden öncelikle memleketimizde en büyük transgresyon hadiselerin vuku bulunduğu Permien ve Üst Kretase havzalarının ele alınarak önce kaba ve hızlı bir prospeksiyona tabi tutulması uygundur. Hatta bir çok yerlerde istikşaf ve test için radyometrik

uçak prospeksiyonu tatbik edilmesi faydalı olabilir. Ayrıca bir çok yerlerde yapılmış olan petrol sondajlarının loglarının incelenmesi aramalara ışık tutabilir.

Stratigrafik sıraya göre memleketimizde en eski fosfat oluşumlarına İstanbul karboniferinde rastlanmıştır. Siyah şeyller içinde nodüller halinde bulunan fosfatın tenörü $\% 15 P_2O_5$ civarındadır. Modüller az olduğundan ekonomik bir değer taşımazlar. Yatağan civarında Permian Mezozoik kalkerlerinde birkaç fosfat nodülüne rastlanmış ve Gördes civarındaki aynı yaşlı kristalize kalkerlerde $\%5 P_2O_5$ ihtiva eden yerler mevcuttur.

Üst Kratese formasyonlarında, Kilis, Mazıdağı, Mardin ve Adıyaman'da, Mardin Akraz köyünde Paleosen ve Trakyada Oligosen yaşlı bahlıklı seri içinde fosfat oluşumlarına rastlanmıştır. Yakın zamanda İnhisar mağarasında guanolar, Denizli civarındaki Neojende ve Beşikdüzünde Eosen formasyonlarında fosfat konkresyonları mevcuttur. Bunların en önemlileri SE Anadolu'da bulunmuş olan yataklardır.

Güney Doğu Anadolunun jeolojisi ve mevcut sedimanter havzalar :

A — Bitlis Metamorfik Masifi

Paleozoik yaşlı kristalen masif Basra körfezinden itibaren gelen İran ve Irak Subsidans havzalarını kuzeyden çevreleyen Zagros dağlarının bizdeki devamıdır. Arkeen, Kaledonien Hersinyen ve Alp Orogenik fazlarıyla iltivalanmıştır. Masif güneydeki sedimanter havzanın Paleozoik, Mezozoik ve Senozoik devirlerinde kara sınırını teşkil eder.

B — Orogenik Fliş zonu

Bitlis masifi güneyinde orojenik hareketlerle mütesir olarak teressüp eden sedimanlar bu grupta toplanır. İltivalar sonucu faylardan yükselen ultrabazik intruzyonları müteakiben Üst Krateseden sonra hızlı sedimentasyon başlamasıyla flişler teşekkül etmiştir. Bu formasyonlar fosfat için müsait değildirler.

C — Sakin Sedimentasyon Bölgesi

1 — Diyarbakır Cizre Subsidans havzası Umumiyetle paleozoikten Pliosene kadar devamlı bir teressubat arz eder. Kambriyen : Volkanik erüpsiyonlar, gre, konglomera, killi gre ve kalker. Silüriyen : Gre, kuvar-

sit. Karbonifer : Gre, killi marn, kömür. Permiyen : Gre, marnlı kalker, kalker ile temsil edilirler. Mezozoik havzada umumiyetle kalker fasiyesindedir. Trias : greli kalker. Alt Kretase: zoojen kalker, marnlı kalker, dolomitli kalker, Üst Kretase, marnlilite ve çörtlü tabakalardan müteşekkildir. Tersiyer formasyonları ön çukurda bütün seviyeleriyle mevcuttur.

Paleosen :Kırmızı konglomera, gre, kumlu kil.

Eosen : Hakim olarak resifal kalker.

Oligosen : Regresif karakterli konglomera.

Miosen : Sıcak deniz favnalı, tebeşirli jipsli kalker.

Pliosen : Konglomeralar ile temsil edilir.

2 — Mardin Urfa Yükselimi :

Bitlis masifi güneyindeki teressübat havzasının ortasında geniş bir mıntıkada stratigrafik boşluklar kendini bariz olarak gösterir. Paleozoik kambriyen ve silür tabakaları doğrudan doğruya Alt ve Orta Kretase marnlı ve dolomitli kalkerlerle diskordans olarak kaplıdır. Bu serinin üst kısımlarında çört serileri kalker ve kalker marn arasında yer alır.

Üst Kretase : Kalker, marn ve tebeşirli kalker.

Paleosen : Teşebirli marn ve çört tabakaları.

Eosen : Resifal, dolomitik ve çörtlü kalker.

Miosen : Zoojen, jipsli tebeşirli kalkerden müteşekkildirler.

Bu kolonda Orta ve Üst Kretase fosfat teşekkülüne müsait sedimanlar olarak mütalaa edilir. Ürdün ve İsrail'de fosfatlar Turonien Mestriştien formasyonları arasındadır.

Mazıdağında rastlanan fosfatlar da bu seriler içinde yer alırlar.

3 — Gaziantep Sedimentasyon Havzası :

Bu saha bir yandan Mardin, Urfa yükselimi diğer yandan Rif ölü deniz hattıyla sınırlanır. Gaziantep bölgesinde yalnız Afrin vadisine Jürasikten Miosene kadar kesit görülebilir. Sahanın diğer kısmı Eosen ve Miosen yaşlı sıcak deniz faunalı resifal kalkerle kaplıdır.

1 — MARDİN MAZIDAĞI FOSFATLARI :

Jeoloji: Güneyde Paleozoik üzerine diskordans olarak gelen Orta ve

Üst Kretase formasyonları Mardin antiklinalini teşkil eder. Umumiyetle kalker fasiyesinin hakim olduğu bu devir şu ünitelere ayrılır :

Alttan itibaren :

1 — Areban Ünitesi

2 — Şehşap »

3 — Derdere Ünitesi

4 — Karababa - Derdere Ünitesi

5 — Karababa Ünitesi 1.2.3. e ayrılır. 1 ile 2 arasında Taşıt 3 de Kasrık fosfatları yer alır.

6 — Karaboğaz Ünitesi

7 — Kermav Ünitesi

a) Taşıt fosfat horizonu

Taşıt Ünitesi Karababa 1 ve 2 arasında yer alır. Fosfatlı taşıt seviyesi 0-12 m. arasında değişen bir kalınlık gösterir. Sarı ve kırmızı renkli ince taneli detritik bir kil Taşıt ünitesinin kaidelerini teşkil eder. Kilin nevi kaolinittir. Kalınlık 0-1 m. arasındadır. Bu kil sahanın SE sında Mahlebik civarında mevcut değildir. Taşıt formasyonunun fosfatlaşmış kısmı 16,5 m. dir Tenör SE doğru artmaktadır. Burada fosfat organik materyal, balık dişleri reptil omurga parçaları (bu da gösterir ki kıyı pek uzak değil) ile organik nodül ve oolitlerden teşekkül eder. Taşıt izopak haritasına bakılırsa Mahlebik'de büyük bir eşik EW istikametinde ve N ile NW da küçük eşiklerle saha senkinal ve çöküntülere bölünmüştür. Eşikte Taşıt fosfat, seviyesi kalınlığı azalır. Senklinallerde kalınlık artar. Buradaki küvetlerde bitümlü maddeler de toplanır. Ölen balık artıkları sürüklenerek çukurlarda birikir. Bir kısmı akıntılarla fosfat yataklarına doğru dağılır. Fakat fosfat sedimantasyonu eşige yakın yerde daha iyi inkişaf etmiştir. Oolitik ve nodüler fasiyesi Mahlebik tarafında gelişmiş ve tenör artmıştır. Bütün bunlar gösteriyorki sahadaki fosfat sedimantasyonunu, Mahlebik köyü civarında teşekkül eden eşik kontrol etmiştir.

b) Kuracık Kasrık fosfat horizonu:

Bu seviye Taşıt seviyesinin üzerindedir. Karababa 3 içinde yer alır. Kalınlığı 100 m. kadardır. Burada fosfatlı kalkerler üzerinde çört seviyeleri, silisleşmiş lümaşelli kalker ve oolitik fosforit seviyeleri yer alır.

Bazan % 23 P_2O_5 çıkan tenör ortalama % 10 - 15 P_2O_5 olup kalınlık 2,5-3 m. civarındadır.

Akraz fosfat seviyesi : Mardin'in SW de Âkraz köyü yakınındadır. Seviye Germay altındaki Danien-Mestriştiyen formasyonlarında yer alır. Kalınlığı 1-3 m. arasında değişen bu fosfatlı seviyenin tenörü ortalama % 10 P_2O_5 civarındadır. Fosfatlı seviyenin endogang'ında hematit ve glonoki mevcut olup gre görünüşündedir.

MAZIDAĞI FOSFAT SEVİYELERİ PALECOĞRAFYASI :

Albien - Aptienden sonra Senomaniyende şimik kalker teşekkül etmiştir. Sedimanların fasiyesi, kalınlığı fosfat muhtevası yükselmelerle çöküntü tesirinde kalmıştır. Muhtemel epirojen bir yükselmeye daha Taşıt sedimantasyonu sırasında deniz akıntıları safhasına girmiştir. Bu akıntılar iki sisteme aittir.

1) Karalardan moloz getiren sıcak satıh akıntıları :

Birinci akıntılar ince taneli, killi, materyel getirir ve eşik hatları arasındaki çöküntüde eşik yakınında iri taneli kumlu kalkerler teşekkül etmiştir. Bu sahada havalanma dolayısıyla oksidasyon olmuş sarımtırak renk hakim olmuştur. Aksine çöküntülerde redüksiyon şartları hakim olduğundan burada organik bitümlü maddeler teşekkül etmiş ve balık artıkları birikmiştir. Anorganik fosfat sedimantasyonu SE daki büyük eşğin yükselmesine bağlı olarak teşekkül etmiştir. Açık Tetis denizinden soğuk su akıntıları burada sıcak akıntılarla karşılaşır, ısınma ve PH in 7.8 altına, Redoks potansiyelin 0,25 mili voltun altına düşmesiyle fosfatların ayrışarak çökmesi başlamıştır. Taşıt sedimantasyonun sonuna doğru teressübat şartı fosfat jönezi aleyhine değişmiş ve Karababa 2 serilerinde şimik karbonat teşekkülü hakim olmuştur. K. 3 sedimantasyonu başlangıcında fosfat için müsait bir şart tekrar başlamış ve Taşıt devri eşik sahası kuzeye Mahlebikten Evcilere doğru yer değiştirmiştir. Buna rağmen yükselmiş Evciler kesiminde şartlar fosfat teşekkülü için çok elverişli değildir.

2 — Adıyaman Karababa dağı fosfat yatakları :

Karababa dağı Adıyamanın 40 km. SSW da Fırat kenarında ekseni WWN - EES olan 8-10 km. uzunlukta bir antiklinaldir. Bunun N flankı

15° yatım göstermesine rağmen S flankı dik yatımlı olup Bozova fay hattıyla sınırlanmıştır. Karababa dağında N den S ye doğru şu formasyonlar görülür :

Alt Eosen Paleosen : 250 m. kalınlıkta beyaz tebeşirli marn, marnlı kalker, ve yer yer çört tabakaları.

Mestriştiyen : Tebeşirli marn, marn ve çört bantlarına sık sık rastlanır. 200-300 m. kalınlıktadır.

Kampamiyen : 75 m. kalınlıkta olan marn ve kırmızı marnlı kum tabakalarından ibarettir.

Santoniyen : Beyaz renkli lite, az tebeşirli marnlardan ibaret olup 150-300 m. kalınlıktadır.

Türonien : 25 35 m. kalınlıkta ve aralarında 10 cm 1,5 m. kadar fosfat tabakaları bulunan çört serileri mevcuttur. Bu seri Karababa dağının yalnız S flankında bulunmaktadır. Fırata doğru büyük bir fay hattıyla sınırlanır. Fakat nehrin güneyinde de bir miktar devam etmesi muhtemeldir.

Senomaniyenle Türoniye arasındaki çörtlerle enterkale bulunan fosfat teşekkülleri antiklinalin güneyinde 3 km. kadar uzanır. Tenörü % 10 - 15 P_2O_5 civarında olup rezervi mahduttur Bozova fosfat seviyesi aynı horizonta aittir. Fakat Adıyaman Pembeli köy fosfat seviyesi Kasrık horizonun üzerinde yer alır.

3 —Kilis Yatakları:

Antep'in güneyinde Afrin vadisinde Eosenden Kretaseya kadar bir çok stratigrafik kesit görülür. Burada Orta Kretaseyle Üst Kretase masif kalkerleriyle marnlı seriler arasında 3 seviye halinde fosfat tabakaları mevcuttur. Afrin vadisinde, Orta Kretase kalkerleri 3 antiklinal yapar. Kuzeydeki 2 antiklinalinde zayıf bir kaç fosfat zonu tesbit edilmiştir. Kilis Hassa yolu üzerindeki Damrik antiklinde antiklinalin N flankında 18. km. uzunlukta değişik tenör ve kalınlıkta 3 fosfat tabakası mevcuttur. Bundan alınacak bir stamp şöyle görülür :

Stratigrafik Seri İçindeki Fosfat Seviyelerinin Yeri

Fosfatlı seviyeler	Log.	Hakim fasiyes	Lokal stratigrafi	Genel stratigrafi
		Kalk	Midyat	LUTESIEN
Ardıyman-Birecik		Kalk ± dolomitik Becirman kalker ve dolomitik kalker Gercüş marnları	Becirman (W) Gercüş (E)	ALT EOSEN PALEOSEN
Akras		Kumlu marn ve marnlı kalker	Üst gormav	
		Marn	Alt Gormav	DANIEN — MAESTRISIEN
		Karabogaz marn ve kalkerli marnları	Karabogaz (W)	
		Raman kalker	Raman (E) 100 m	SENONIEN
Sapnat_Kuracak? Kufrak	Kilis			
	Pembeli Köy (Ardıyman)			
	Kesrik			
		Çörtlü kalker	Karababa 3 0-3 m	
		Bol çörtlü kalker ± do- lomitik kalker	Karababa 2 80-90 m	TURONIEN
		Kalk dolomitik		
Tasit		Kalk ± dolomitik Lümaşel	Karababa 1 30-50 — 15 m	
		Kalk ± dolomitik	Karababa-Derdere 100-200 m	SENOMANIEN
		Dolomitik kalker	Derdere 200-300 m	
		Kalker + kalk dolomit Gre_kit_konglomera	Sehşap 50-250 m Araban 130 m	APTİEN-SENOMANIEN
		Kalk ± dolomitik	Dadaş	SİLURIEN

- 1) Fosfat tabakasının tavanı senoniyen yaşlı plaket kalker.
- 2) 1.70 m. yeşil kahverengi glokonili fosfat % 9-15 P_2O_5
- 3) 2.05 m. kalınlıkta gri renkli kalker.
- 4) 1.10 m. açık kahverenkli fosfatlı kalker, burada balık dişleri ve bitüm de mevcuttur. Tenör % 5-10 P_2O_5
- 5) 13.5 m. koyu renkli çört bandlı beyaz gri kalker.
- 6) 1.75 m çok az fosfatlı kalker.
- 7) 0.90 m. kahverenkli nodüllü fosfat tenörü % 12-18 P_2O_5
- 8) Gri kristalize turoniyen masif kalker.

Tabakalar 35-40° N ye yatımlıdır. Uzunluk 18 km. olup 3-4 km. sonra 3 km. üzerinde kalınlık azalır, sonra düzeler.

1969 1970 çalışma mevsiminde Antakya Yayladağı civarında tesbit edilen glokonili % 5-8 P_2O_5 tenöründeki fosfat seviyesi Kilis yataklarına tekabül eder,

Urfa Birecikte : Eosen Becirman kalkerleri içerisinde fosfat konkresyonlarına rastlanmıştır. Modüller % 15-20 P_2O_5 ihtiva ederse de ekonomik değildir.

Mazıdağı fosfatları rezerv ve tenör durumu :

Mazıdağı fosfatlarının rezervi ve tenörünü tesbit için bir miktar sondaj yapılmıştır. Bunlardan bir kısmı rezerv tahkik, diğer bir kısmı da istikşaf sondajı olarak yapılmıştır. Fosfat tabakaları 1-6,5 m. arasında kalınlık göstermekte ise de ortalama tenör % 10.8 P_2O_5 ve kalınlık 1,16 m, olarak hesap edilmiştir. Sahanın işletme yönünden kısmen açık ve büyük kısmı da yeraltı işletmesi şeklinde işletilebileceği düşünülererek saha 18 bloka ayrılmış ve bir dekapaj izopak haritası yapılarak iktisadi olabilecek cevher kalınlık dekapaj limiti her blok için münferiden hesaplanmıştır. Açık işletme de Dekup cevher oranı 1/1 ile 1/4 arasında değişmektedir.

Fosfatın zenginleştirilmesi:

Mazıdağı fosfatlarının tenörleri görülüyorki düşüktür. Süper fosfat imali için % 30 P_2O_5 çıkarılması icap ettiğinden bunların zenginleştirilmeleri iktiza etmektedir.

Fosfatın zenginleşmesi, çörtlü fasiyeste olması halinde flotasyonla

mümkün olmaktadır. Kalkerli fosfatlarda gangla fosfat arasında densite farklı olmadığından normal usullerle flote etmek mümkün olmaz.

Kalkerli fosfatlar genellikle direk kalsinasyona tabi tutularak zenginleştirilmektedirler. Fakat bu halde cevherin CO₂ muhtevası limitinin %20 civarında olması gerekmektedir. Halbuki Mazıdağı fosfatlarında bu rakkam % 30 civarında olduğundan direk kalsinasyonun hem maliyeti yüksek hemde fazla CO₂ çıkışı basıncı yüzünden bir kısım fosfatın gang tarafından tutulmasına sebep olacaktır.

Mazıdağı fosfatlarının zenginleştirilmesi hususunda esas etüdler Doç. Dr. P. Blazy tarafından yapılmıştır, ilk merhalede CO₂ ni 20 civarına indirmek için bir ön zenginleştirme tatbik edilmiştir. Bunun için ters flotasyon metodu geliştirilmiştir. Bu metod Flüo - metasilikatların reaktif ve taloilsin kollektör olarak 7-9 Ph derecelik bir ortamda kullanılması esasına dayanır. Usul ilk defa denendiğinden M.T.A. Enstitüsü tarafından metodun patenti alınmıştır.

Zenginleştirmede takip edilen yol :

Fosfat cevheri kırılarak öğütülür, ızgara ve hunileri takiben Mültisiklon'dan geçirilerek Flotasyona gönderilir. Flotasyon Flüo - metasilikat ve kollektör ilavesi ile 3 zamanda yapılarak gang'ın kısmen ayrılması ve tenörün bir miktar yükselmesi sağlanır. Bundan sonra mamul kalsinasyona, onu takiben de yıkamaya gönderilir. Su israfını önlemek için yıkamada kolon pülse cihazı kullanılır. Kirecin süttten ayrılması CO₂ tesiriyle Ca CO₃ in çökelp suyun saflaşması şeklinde olur.

Bütün bu zenginleştirme tesisi için 100 milyon TL. Madencilik kısmı için de 50 milyon TL. olmak üzere yatırım yalnız konsantre cevher istihsalini kapsamak üzere 150 milyon TL. civarında hesab edilmiştir. (1967 yılı rayiçlerine göre)

Mazıdağı bölgesinde 250 milyon tonu bulan düşük tenörlü fosfatların tenor, rezerv ve kalınlık durumu şu şekildedir :

P ₂ O ₅ tenörü %	Rezerv milyon ton	Ortalama kalınlık (m)	Ortalama tenör %	Toplam Rezerve göre % si
15 den fazla	—	—	—	—
14 » »	2	0,75	15	0.8
13 » »	8,1	1,24	13,4	2,7
12 » »	39,5	0,83	12,6	16,0

11 » »	122,8	1,17	11,5	48,0
10 » »	223,6	1,23	11,0	87,0
9 » »	242,3	1,21	10,8	94,0
8 » »	259,6	1,16	7,98	100,—

Yapılan hesaplara göre yılda 250-300 bin ton konsantre cevher işleyebilecek kapasitede bir tesis de kısmen açık işletmeyle işleyebilecek 40-50 milyon tonluk % 11 P_2O_5 tenöründeki bir kısımdan istihsal edilecek konsantre cevherin tonu 200,— TL. civarında olabilecektir.

İthal edilmekte olan fosfat gümrük vergisinden muaf olup maliyeti 14 dolar civarında olduğundan Mazıdağı fosfatlarının şimdilik ithal malı fosfatla rekabet etmesi mümkün görünmemektedir. Ancak maksat nihai mamul olan süper fosfat imal etmek olduğundan, Ergani Bakır madeninden bacalardan çıkan kükürtlü gazlardan çok ucuza sülfirik asit istihsalı mümkün olduğundan Diyarbakır'da süper fosfat imal edilmesi halinde mamulün ithal malı fosfatla yurdun diğer yerlerinden imal edilen süper fosfatla fiat mukayesesinin yapılması faydalı olur. Netice az farkla yerli fosfatın aleyhine bile olsa; döviz tasarrufu bölge kalkınması ve bazı sosyal davaların halli maksadiyle bunun gerçekleşmesi mümkün olabildiğinden pilot çalışma ve etüdlere değer.

Yugoslavya'da düşük tenörle (% 10 civarında) fosfat cevherlerinin kıymetlenendirilmesi üzerinde çalışılmaktadır. İsrail'de % 18 P_2O_5 tenöründeki fosfat cevherleri işletilebilmektedir. Son senelerde; Annales de Mines 1967 Decembre V. XII-815. sayfada. ayrıca World Mining, mecmuasının July 1967 sayısının 71. sayfasında belirtildiği gibi Peru'nun kuzeyinde Sechura bölgesinde tesbit edilen % 9-10 P_2O_5 ihtiva eden fosfat yataklarını işletmek için Kanada'dan Midepsa firması etüdlerini geliştirmek için pilot tesis kurmuş ve İngiliz Kolombiyasındaki Texada Mines Limited ile Peru'daki Minera Bayovar firmaları 25 milyon sterlin yatırım yaparak sahilden 30 km. içeride yer alan bu düşük tenörlü fosfat yataklarından yılda 1 milyon ton fosfat cevheri istihsal etmek üzere teşebbüse geçmişlerdir.

Bu durumda yurdumuzun Mazıdağı bölgesinde yer alan düşük tenörlü fosfat yataklarından faydalanma çarelerinin aranması yolundaki çalışmalara devam edilmesi yerinde ve faydalı olacaktır.

B İ B L İ Y O Ğ R A F Y A

- Beer H . Geologische Untersuchung der phosphatvorkommese Westlich Derik im
Vilayet Mardin.
M.T.A. Rapor Ankara 1965.
- Blazy P . Valorisation de gisement de phosphate de Mazıdağı Nancy 1965.
- Eray N . Mazıdağı fosfatlarının; değerlendirilmesi.
M.T.A. Rapor 1966.
- Kazakov A. V. Faciès de la phosphorite et genèse des phosphorites 17 è Cong.
Géo. İnt. 1937 Leningrad.
- Mc. Kely. V. E. Domestic phosphate Deposits
Academic press. İnc. 1953 New-York.
- Monciardini C. Contribution à l'étude de la sédimentation Phoshatéo ex Turquie.
B.R.G.M. yayınlanmamış rapor 1965.
- Sheldon R. Reconnaissance for phosphate in Turkey.
Publication of the Mining Assistance comission Ankara 1957.
Mining Assistance comission Ankara 1957.
- Tolun N. Stratigraphy and tectonics of SE Anatolia.
İst. Üniv. Fen Fakült. Mecmuası seri B. Cilt XXV Sayı 3-4 ,1980.
- Şlansky, M. (1964) : Généralités sur la Sédimentation phosphatée et la recherche du
phosphate. Bulf. B.R.G.M. No : 1.
- Bayraktar, S. (1966) : Mardin Mazıdağı Kasrık Fosfat Yatağı Jeoloji Raporu. M.T.A.
Enst. Rapor No: 4130.
- Bayraktar, S. (1966) : Mardin Mazıdağı, Taşıt Kasrık Akras Fosfat Yatakları
Sondaj ve Hafriyat Etüdüleri Raporu. Cilt: I, II, III, IV, V, VI, VII. M.T.A.
Enst. Rapor No: 4070.

