

# Boksit Yataklarının Orijini ve Genel Karakterleri

Güneş CANER \*

## . ÖZET

Yer kabuğunda en çok bulunan metal olan alüminyum muhtelif silikatlardan, özellikle feldspatoidlerden elde edebilmek için şimdiye kadar pek çok tecrübe yapılmış, fakat bunların hiçbirisi henüz ekonomik bir değer kazanmamıştır. Bugün için en önemli alüminyum kaynağı halen büyük rezervler halinde bulunan boksit cevherleridir.

Bu yazıda muhtelif tiplerdeki boksit yatakları ele alınarak genel karakterleri gözden geçirilmiş, bu yatakların nasıl teşekkül ettikleri, teşekkül esnasında ne gibi safhalar geçirdikleri ve teşekkül ettikten sonra hangi olaylara maruz kaldıkları jeokimya kaidelerine göre izab edilmeye çalışılmıştır.

## RÉSUMÉ

On a tenté plusieurs fois L'extraction d'aluminium, le metal le plus abondant dans l'écorce terrestre, à partir de silicates, en particulier de feldspathoïdes. Mais, on ne sait pas encore l'en extraire économiquement et les bauxites, dont les réserves s'it encore considérables, restent les sources actuelles d'aluminium les plus importantes.

Le but de cet article est de décrire les gisements de bauxite de types différents, de donner une idée sur leur caractère général et d'expliquer leur genèse et les phénomènes qu'ils subissent pendant leur évolution par des données de géochimie.

## GİRİŞ

Alüminyum yer kabuğunda en çok bulunan element olmakla beraber en çok rastlanan bileşikler olan silikatlar gayet dayanıklı olduklarından bu bileşiklerden ekonomik bir şekilde alüminyum elde etmek bugün için henüz gerçekleşmemiştir. 1900 yıllarına kadar Grönlanddaki kriyolit ve alüminyum florürden istifade edilmiş, daha sonraları silikatlardan, özellikle feldspatoidlerden alüminyum elde etmek cihetine gidilerek İtalya'da lösit, Rusya'da nefelin. Almanya'da kil mineralleri denenmiş ve gene Rusya'da bir müddet sillimanit üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bütün bu mineraller ileri için bir kaynak niteliğinde olmakla beraber, halen büyük rezervlere sahip olan boksit cevherleri günümüzün en mühim alüminyum kaynağını teşkil etmektedirler.

(\* Maden. Yük. Müh. MTA Enstitüsü - ANKARA

## BOKSİT KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI HAKKINDA :

Gerek kimyevi bileşimine, gerek strüktürüne, gerek orijinine göre şimdiye kadar bu konuda pek çok sınıflandırma yapılmıştır. Örneğin, hidrarjilit ihtiva eden boksitler bilhassa günümüzün tropikal memleketlerinde ve genellikle erüptif veya metamorfik kayalar üzerinde teşekkül etmiş olan boksitlerdir. Böhmit ihtiva eden boksitler ise ekseriya kalker, veya dolomit gibi karbonatlı kayalar üzerinde bulunmaktadır. Böyle bir sınıflandırma, yapılabilmekle beraber mükemmel olmaktan çok uzak kalmaktadır. Zira, aynı zamanda hidrarjilit ve böhmit ihtiva eden boksitlere karbonatlı kayalar üzerinde rastlandığı gibi (Fransa'da), erüptif kayalar üzerinde de (İskoçya'da bazaltlar üzerinde) böhmit ihtiva eden boksitlere rastlanabilmektedir. Her şeye rağmen substratuma göre yapılan bu sı-

nıflandırma işletmeci için bazı pratik faydalar sağlamaktadır.

Schneiderhöhn, silikatti boksitler ve kalcerli boksitler tabirini kullanmış, fakat bu tabir bilhassa karbonatlı kayaçlar üzerindeki boksitlerin orijini konusunda tartışmalara yol açmıştır.

Substratumu teşkil eden kayaç ile ana kayacı karıştırmamak gerekir. Zira kalcer sadece substratumu teşkil etmekte olup, cevheri meydana getiren ana kayaç değildir.

Önce, boksit yataklarını substratumu teşkil eden kayaç cinsine göre ele alalım :

S itikatlı kayaçlar üzerindeki boksitler : Bunlar Lateritlerin alüminli kısımları olup genellikle erüptif veya metamorfik kayaçlar üzerinde teşekkül etmişlerdir. Bu formasyonlarda substratum ile alüminli laterit arasındaki bütün fazlar görülebilmektedir. Ana kayaçlar değişik cinslerde olabilirler. Fakat; genellikle alüminyum bakımından zengin, silis ve demir bakımından ise fakir olan kayaçlardır. Feldspat ve feldspatoidler bakımından zengin olanlar en elverişli olanlardır. Bu kayaçları şu şekilde sıralayabiliriz :

- Nefelinli siyenitler (Arkansas, Brezilya ve Gine de görülür)
- Bazalt veya doleritler (Hindistan'da, Almanya'da, İskoçya'da ve Gine'de görülür).
- Şist veya metamorfik şistler (Guyana, Gana, Gine ve fildişi sahilinde görülür).
- Grêler (Nijerya'da görülür).

Görüldüğü gibi bu boksitlerin büyük bir kısmı tropikal mem'eketlerde bulunmaktadır. Teşekküllerinin oldukça yakın bir zamanda olduğu düşünülebilir. Bununla beraber bu boksitlerin büyük bir kısmı üçüncü zamandan bu yana uzun süren bir evölüsyon geçirmişlerdir.

Bu tip boksitlerin üzerlerinde tavan tabakalarının bulunmayışı prospeksiyon ve işletme safhaları için çok elverişli bir faktör olmaktadır. Bununla beraber teşekkülleri eski olanlar zamanla örtülmektedir. Örneğin, eosen öncesine ait kayaçlar üzerine oturmuş olan Arkansas boksitlerinin üzerleri üçüncü zamana ait kil ve kumlarla örtülmüştür.

Karbonatlı kayaçlar üzerindeki boksitler :

Bu tip boksitlere kalcer ve dolomitler üzerinde rastlanmaktadır. Fakat, bu kayaçlar üzerinde depolanmış olmaları, bu kayaçlar üzerinde teşekkül ettikleri manasında anlaşılmalıdır. Kayacın cinsi nedeni ile karstik yapıda olan bir yüzey üzerinde yerleşmiş olduklarından düzensiz cepler şeklinde bulunurlar. Silikath/kayaçlar üzerindeki formasyonlara nazaran işletmeye daha az elverişlidirler. Ayrıca, bu tip yataklarda ekseriya bir örtü tabakası mevcuttur. Bu tabakanın mevcudiyeti de bir çok yatağı bulunamaz veya işletilemez bir hale getirmektedir. Ekseriya dekapaj yapmak gerekmekte ve dekapaj kalınlığı tabiatı ile altındaki cevher kitlesinin kalınlığı ve kalitesine göre değişmektedir. Teknik bakımdan dezavantaj teşkil eden bu şartlar ancak bazen yatağın coğrafi avantajları ile telâfi edilebilmektedir. Meselâ güney Fransa'daki boksit yatakları bu örtü tabakalarının teşkil ettikleri dezavantajların yanı sıra gerek büyük endüstri merkezlerine, gerekse hidroelektrik kaynaklarına çok yakın mevkilerde bulunmaktadır.

Karbonatlı kayaçlar üzerindeki boksit yataklarına genellikle Akdeniz havzasında rastlanmaktadır. Bazı yazarlar bir Akdeniz b E | H kuşağından bahsederler. Bununla beraber BÜ kuşak dahilinde stratigrafik bakımda MD uyuşma olmadığı ve boksitlerin her tarafta aynı yaşta olmadıkları görülmektedir.

Şimdi de boksit yatakları depo edilme şekillerine göre ele alalım. Bu taktirde, genel bir deyimle otokton ve allokton olmak üzere iki tip boksit mevcuttur.

Otokton boksitler: Yerinde teşekkül eden boksitlerdir. Silikatti kayaçlar üzerinde bulunurlar. Bu formasyonlar ana kayaçlar üzerinde veya civarında teşekkül eden alüminli rezidüel konsantrasyonlardan ibaret olup jeokimya kaideleri ile kolayca izahedilebilirler.

Allokton boksitler : Teşekkül ettiği yerden alınıp taşınmak suretile başka bir yerde sedimante olan boksitlerdir. Dünyanın bir çok yerlerinde diğer sedimanlar arasında bu tip

boksit tabakaları görülmüştür. Bilhassa Rusya'da bol miktarda rastlanmaktadır. Örneğin, kumlu - killi karbonifer tabakalarının alt seviyesinde bulunan Tikhvinsk boksit yataklarının Fin - İskandinav kalkanı üzerinde teşekkül etmiş olan Lateritik materyelin taşınarak /eniden depo edilmesi neticesi meydana geldiği kabul edilmektedir. Kuzey Urallar'da bulunan Serov bölgesi boksitleri de alt ve orta devonien kalkerleri içerisinde stratifié olmuşturlardır.

Rusya'daki bu tip boksitler ile güney Fransa'daki boksitler arasındaki benzerlik nedeni ile Rus yazarları Fransa'daki boksitleri sedimanter tip olarak nitelendirmişlerdir.

Rus araştırmacıları bu tip boksit teşekküllerinin paleocoğrafya şartlarını platform veya jeosenklinallerin marjinal kısımları olarak mütalâa etmektedirler. Plâtoformlar üzerindeki boksitlerden ekseriya kömürlü sedimanlara, bu kömürlü sedimanlardan da deniz menşeli sedimanlara geçildiğini jeosenklinallerin kenar kısımlarındaki boksitli seviyelerin ise jeosenkinal formasyonunun başlangıç safhalarında çökeymiş olan transgresif serilerin alt seviyelerindeki karbonatlı sedimanlara bağlı olduğunu kabul eden bu araştırmacılar bu neticelerden enteresan prospektifeyon kaideleri çıkarmakta Ve sedimanter boksitlerin, kontinantel kitleler üzerinde teşekkül etmiş olan rezidüel otokton formasyonlar ile kömürlü sedimantar arasındaki kıyasda' aranmasını tavsiye etmektedirler.

Buraya kadar boksit yataklarının başlıca hangi prensiplere göre sınıflandırılacaklarını ve bunların genel karakteristiklerinin neler olacağını kısaca gözden geçirmiş olduk. Şimdi lateritik orijinli, yani silikatlı kayalar üzerinde otokton olarak teşekkül eden primer boksit yataklarının nasıl teşekkül ettiklerini, gerek teşekkül edinceye kadar gerek teşekkül ettikten sonra geçirmiş oldukları fazları Jeoşimik ve mineralojik bakımdan ifade etmeye çalışalım

#### SİLİKAT KAYAÇLAR ÜZERİNDE PRİMİTİF BOKSİT MİNERALLERİNİN TEŞEKKÜLÜ

Lateritik orijinli boksitlerde araştırmacıların bütün dikkatleri, kayacın yapıcı karak-

terdeki başlıca minerali olan hidrarjilit ile kaolinit üzerinde toplanmaktadır. Hidrarjilit (diğer adı ile jibsit) birinci derecede alümin felspatlar olmak üzere, plajyoklazların, kaolinitin, halloisit, hidromikaların, nontroinitin, kloritlerin, piroksen ve diğer alüminli minerallerin ayrışması neticesinde teşekkül etmektedir. Plajyoklazların alterasyonu ile hidrarjilit doğrudan doğruya teşekkül edebileceği gibi killi izotrop maddeler, kaolinit ve halloisit gibi ara mahsullerin aracılığı ile de teşekkül edebilir.

Su ile alüminyum oksit ve demir oksit arasında muntazam bir bağıntı mevcuttur. Böhmite genellikle hematit ile, hidrarjilit de götit ile birlikte bulunur. Hem böhmite, hem de hidrarjilit ihtiva eden boksitlerde hematit tenörü böhmite tenörüne bağlıdır.

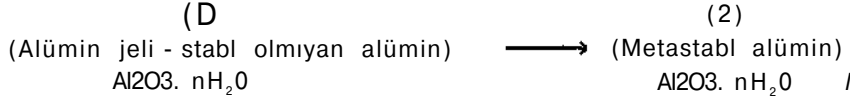
Vishniakov'a göre boksitin yapıcısı durumundaki bütün alüminli mineraller, her mineralin bir diğerinden meydana geldiği jenetik bir seri gösterirler. Bu düzen alüminli kolloidlerin zamanla değişmesi ve az stabil mineral formlarından daha stabil mineral formlarına geçilmesi şeklinde tarif edilir. Boksit içerisindeki ilk kristalin mineral daha sonra dehidratasyon olayı ile böhmite dönüşen hidrarjilittir. Böhmite ihtiva eden boksitin porozitesi bu geçişin dolaylı bir delildir. Hidrarjilitin böhmite dönüşmesi çok zaman isteyen bir olaydır. Bu nedenle, Vishriakov'a göre günümüzdeki bütün lateritler ile üçüncü zamanın laterit ve boksitleri hidrarjilitten meydana gelmişlerdir. Metamorfizma olayı bu dönüşümü süratlendirmektedir. Bu nedenle Fransa'daki «Provence» boksit yatakları kretase yaşlı olmalarına rağmen hidrarjilit - böhmite veya sadece böhmite ihtiva eden bir bileşime sahiptirler. Diaspor da metamorfizma neticesinde teşekkül etmektedir. Orijini böhmite veya hidrarjilit olabilir.

Vishniakov, alümin minerallerinin birbirini takibeden transformasyon sırasını aşağıdaki şema ile göstermiştir.

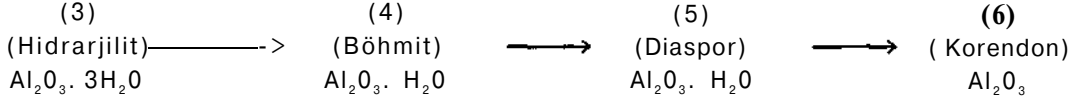
Boksit içerisinde alüminyum oksit ve hidroksitlerin teşekkül problemleri özel bir araştırma ile Beneslavskij tarafından incelenmiştir. Bu araştırmaya göre primitif boksit materyelinin kristalizasyonu sırasında SiO<sub>2</sub> aktif

bir rol oynamaktadır. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve SiCVnin birlik te bulunmaları halinde jelin yıpranması sadece Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bulunması halinden çok daha yavaş olmaktadır. Birçok boksitlerde müşahede edi

len bu olay genel olarak kristalizasyonu ve alüminyum hidroksit kristallerinin büyümesini destekliyen SiO<sub>2</sub> nin koruyucu nitelikteki aksiyonu ile izah edilmektedir.



— I. safha : diajözenez



— II. safha : tardiv diajözenez

— III. safha : dehidratasyon ve metamorfizma

Silis tenörü yüksek olan boksitler az silisli boksitlere nazaran çok daha küçük tane büyüklükleri ile karakterize olurlar. En büyük hidrarjilit ve diaspor kristalleri silis ihtiva etmeyen filon ve boşluklarda teşekkül eden kristallerdir.

Diaspor, optik özellikleri kimyasal bileşimi ve farklı özgül ağırlığı ile alüminli maddenin stabilizasyonunda bir etap teşkil etmektedir.

Boksit içerisindeki mineral formasyonları bilhassa diajözenez safhasında meydana gelmektedirler.

Tucan, üst tabakaların basıncına maruz kalan boksitlerin böhmit ve diaspor ihtiva ettiklerini, teşekkül ettikten sonra daha genç kayalar tarafından üzerleri örtülmemiş olan boksitlerin ise hidrarjilit ihtiva ettiklerini ifade etmektedir.

Böhmit ve diaspor parajonezi aşağıdaki şekillerde müşahede edilir;

a — Aynı yatağın sınırları dahilindeki diasporlu kısımlar daha az silislidirler.

b — Diasporlu boksit maddesi daha iyi kristalleşmiştir.

c — Diasporlu boksitler kalsit şeklinde daha fazla kalsiyum oksit ihtiva ederler.

d — Diasporlu boksitler genellikle daha yüksek poroziteye sahiptirler.

e — Diasporlu boksitler pirit, markasit ve melnikovit şeklinde daha az kükürt ihtiva ederler.

. Diaspor ve böhmitin teşekkülü için lüzumlu olan fiziko - şimik şartlar net olarak birbirinden ayrılamazlar. Bu şartlardaki farkları, solüsyon içerisindeki kationların tenor ve bileşimlerindeki değişiklikler, kimyevi süf pansiyon ve konsantreler içerisinde pH ve değerlerinde husule gelen değişiklikler meydana getirmektedirler.

J. De Lapparent'a göre böhmitli boksitler yatağın üst kısımlarına, tekabül etrj olup genellikle kömürlü kayalarla dürler. Böhmit, yeraltı su seviyesinde ve sulu solüsyonlar muvacehesinde hidrarjilit yer altı su seviyesinin üzerinde, diaspor ise yer kabuğunun bir kısmının çökmesi ile intrüzif bir kitlenin veya sıcak suların çıkması neticesi meydana gelen sıcaklık artışları sonunda teşekkül etmektedir.

Beneslavskij böhmitin, yeraltı su seviyesinin altındaki zonun karakteristiği olan redüktör şartlar içerisinde teşekkül ettiğini ifade etmekte ve bu fikrini suların bu ortamda daha fazla erimiş halde tuz ihtiva etmeleri ile SiCVnin solübilitésinin azalması olayına bağlamaktadır.

Boksit içerisinde bulunan kaolinit dikkit, nakrit, halloisit, profillit, serisit ve hidromikalar jenetik bakımdan büyük bir önem ta-

sımsıktadırlar. Zira, bu minerallerin büyük bir kısmı primitif boksit materyelinden teşekkül etmektedir.

Boksit içersindeki alüminosilikatların ancak cüzi bir kısmı sekonder olaylar neticesinde teşekkül eden formasyonlara ve terrijen mirerallere tekabül etmekte olup, ( $Al_2O_3-H_2O$ ) sisteminde olduğu gibi ( $Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ ) sisteminde de mineral formasyonlarını meydana getiren esas olaylar primitif kompleks jelin zamanla bozulması ve yeniden kristalleşmesidir.

Al ve Si arasındaki bağıntı nedeni ile, primitif alüminosilisi jelin yeniden kristalleşmesi sırasında mevcut olan  $SiO_2$  'nin tamamı kaolinit - halloisit grubu minerallerini veya profilliti meydana getirecek şekilde  $Al_2O_3$  ile birleşir. Geriye kalan  $Al_2O_3$  ise diğer bağımsız minerallerin teşekkülünde kullanılır. Boksit içersinde primitif silisyum oksit minerallerinin bulunmadığı görülmektedir. Ancak SiQi tenorunun yüksek olduğu bazı şartlarda kalseduan, kuvarsit ve opal teşekkül edebilmektedir.

Jfeoksit içersinde geniş çapta kendini gösteren diajenetik ve epijenetik transformasyonlar, primitif alüminosilikatların değişmesi aynı mineral formlarının ikinci jenerasyon Jarak teşekkül etmeleri ile neticelenirler. İkinci jenerasyon formasyonları boksitlerin yeniden oluşması ile Von bulmaktadır. Bu olay  $Al_2O_3$  ve  $SiO_2$  oranlarının kantitatif bakımdan değişmesi ile tesbit edilmiştir. Böyle bir değişim ani bir  $SiO_2$  artışı veya  $SiO_2$  miktarı değişimsiz  $Al_2O_3$  miktarının azalması ile meydana gelebilir.  $SiO_2$  artışı halinde yeraltı suları tarafından getirilen  $SiO_2$  yarı stabl haldeki serbest alümin mineralleri ve boksit içersinde genellikle mevcut olan kristalleşmemiş primitif amorf madde ile reaksiyon haline geçerek kaolinit ve halloisit formasyonlarını meydana getirir.  $Al_2O_3$  miktarının azalması halinde ise bazı organik asitleri ihtiva eden yeraltı suları,  $Al_2O_3$ 'ün sürüklenmesini, elemanların yeniden guruhlanmasını ve kaolinit halloisit gibi gene aynı alüminosilikatların teşekkül etmesini temin ederler.

İkinci jenerasyon alüminosilikatlarının dağılımı iki ayrı morfolojik tipde olmaktadır.

Bunlardan birisi yüksek poroziteli kayalarda eşit bir şekilde dissimine olmuş diğeri de çatlaklı kayalarda filonlar şeklinde dissimine olmuşlardır.

Schwartz'a göre  $Al_2O_3$  ve  $SiO_2$  nin pıhtılaşmaları küçük bir pH aralığında (4,5-5,2) olmaktadır. Kuvvetli asit veya alkalın solüsyonlarda genellikle pıhtılaşma olmamaktadır. Solüsyonlar içinde bulunan sülfürik ve karbonik asitler kaolen teşekkülünü kolaylaştırmaktadırlar. Kaolinit ve halloisit grubu mineralleri genellikle böhmit ile birlikte bulunurlar. •

Boksitler prensip olarak kaolinitli killerle nadiren de halloisit!! killerle birlikte bulunmaktadır. Boksitlere bağlı olan killer genellikle boksitler ile aynı orijine sahip olup ekseriya boksitden, formasyon ortam ve şartları bakımından ayırıldıkları primitif depunun bir fasiesi şeklindedirler. .

Lateritik tip yataklardaki killer bazı araştırmacılar tarafından boksit içersindeki erüptif taşların transformasyonu sırasında teşekkül eden ara formasyonlar bazıları tarafından ise boksitin yeniden silisleşmesi neticesinde teşekkül eden formasyonlar olarak kabul edilmektedir.

Drenaj olayı ve solüsyonların pH değerleri boksit teşekkülünde çok mühim rol oynayan iki faktördür. Aktif bir drenaj ve nötr veya alkalın bir pH değeri ile boksit, zayıf bir drenaj ve asit bir pH değeri ile ise kaolen teşekkül etmektedir.

Kaolinit  $Al_2O_3$  Bidrarjilit olayının dönüşebilir olması münakaşa konusu olmaktadır. Fakat, hidrarjilitin  $SiO_2$  ile reaksiyonu neticesi kaolinitin teşekkül etmesi ancak solüsyonun % 0,001 den daha fazla  $SiO_2$ , ihtiva etmediği hallerde mümkün olmaktadır.

Kimyevi bileşimleri ve mineralojik özellikleri bakımından boksit ve kil arasında bulunan geçiş formasyonları muhtelif şekillerde teşekkül etmektedirler. En genel şekil kimyevi alterasyon olup bu sırada aşağıdan yukarıya veya bazı hallerde yukarıdan aşağıya doğru cereyan eden desilisifikasyon olayı bu ara formasyonları meydana getirmektedir.

Ayrıca, bu kili formasyonların sedimentasyon yolu ile teşekkül etmeleri de oldukça yaygın bir olaydır.

Alüminin açığa çıkması : Geniş çaptaki bu alüminin birikimleri ancak kuvvetli bir kimyevi alterasyon neticesi alüminosilikatların serbest oksitler halinde ayrışması ile gerçekleşir.

Subaerien alterasyon sırasında alüminosilikatların ayrışma imkanları kaolinitin ve alüminyum, silisyum serbest hidroksitlerinin teşekkül imkânları deneylerle tesbit edilmiştir. Bu gurup araştırmacıya göre feldspat ve mikaların alterasyonu sırasında önce kaolini t ihtiva eden maddeler teşekkül etmektedir. Feldspatlar üzerinde geniş çapta kaolinit psödomorflarına rastlanması, mikaların muskovit, illit, monotermit ve kaolinit gibi muhtelif safhalara dönüşmesi bunun bir delili olmaktadır. Kaolinitin daha sonra serbest oksitler haline dönüşmesi ise gerek sadece sülfürik asit gibi kuvvetli reaktiflerin tesiri ile, gerekse canlı bir organizmanın iştiraki ile olmaktadır. Yani kaolinitin ayrışması ve alüminin migrasyonu, alterasyon kabuğundaki piritin oksidasyonu ile teşekkül eden sülfürik asitin iştiraki ile olmaktadır. Bu da boksitin teşekkülü için substratum içerisinde geniş sülfürleşme zonlarının meydana gelmesini gerektirir.

Diğer taraftan canlı organizmaların alüminosilikatların ayrışmasındaki mühim rolüne değinen Vernadsky, kaolen çekirdeğinin kimyevi kuvvetlerle bile güçlükle ayrışan endotermik bir bileşim olmasına rağmen biyosimik faktörlerin tesiri ile kolayca ayrıştığını belirtmiştir.

Bilhassa rutubeti seven, mesela Lycopodiaceae gibi bazı bitkilerin alümini biriktirme kapasiteleri, L. S. Berg (1945)'e bu bitkilerin kalıntılarının boksitin orijinini teşkil edebilecekleri fikrini vermişti. Kaolinit moleküllerinin biyolojik faktörlerin iştiraki ile bozma imkanları bugün kabul edilen bir gerçek olmuştur.

Bir başka gurup araştırmacıya göre alüminosilikatların alterasyonu sırasındaki hid-

rolitik ayrışmalar neticesinde hakiki alümin ve silis solüsyonları teşekkül etmektedir. Önce bir kation (K, Na, Ca) ihracı olmakta, sonra alüminosilikat ionları serbest alümin ve silise ayrılmakta ve meydana gelen solüsyonlar birbirlerine tesir ederek kaolinit gibi alüminosilikatlı yeni kompleksler meydana getirmektedirler.

Bazı araştırmacılar tarafından ince toz haline getirilmiş adüer'in muhtelif pH değerlerindeki solüsyonlarla muamelesi esasına göre yapılan deneyler, asit veya alkalın solüsyonların tesiri altındaki alterasyon sırasında, alüminosilikatlar içerisinde bulunan alümin ve silis arasındaki bağların tamamen koptuğunu göstermiştir. Nötr bir ortamda ise böyle bir ayrışma çok zayıf kalmaktadır.

Alümin solüsyonlarının karakteri ve migrasyon şartları Alüminosilikatlar'ın ayrışması neticesi ortaya çıkan alüminin migrasyonu, ancak moleküler veya koloidal solüsyonlar halinde mümkün olmaktadır. Bununla beraber alümin solüsyonlarının hepsi boksit teşekkülüne elverişli olmayıp, -troSardan sadece  $Al_2O_3$  tenörleri  $SiO_2$  ienörleri (birkaç misli olanlar fen az 2,8 misli), yani verilen bir pH değeri için saturasyon halirtî yakın olanlar bir önem taşımaktadırlar. Alümin tenörü, silis tenörüne yaklaşık olan  $Al_2O_3/SiO_2$  oranında pozitif yüklü olan bütün -jalminyum ionları negatif yüklü  $qJap^{silis}$  ionları tarafından tutulacaklardır. \*.\*

Netice olarak bir alüminosilikat sentezi husule gelecek ve solüsyonun pH değeri tesiri ile alümin tenörü fazla ise boksitti bir kil, değilse kaolinitli veya hidromikalı bir madde çökelecektir.

Alümin ve silisin solubilité diagramı incelendiğinde ancak pH değeri 4'ün altında olan solüsyonlarda  $Al_2O_3/SiO_2$  oranının standart boksitlerdeki orana tekabül ettiği ve 3,9 pH değeri ile solüsyonlar içerisindeki bu oranın en zengin boksit türleri için istenen orandan bile daha fazla olabileceği görülmektedir.

Alümin bakımından zengin solüsyonların ( $Al_2O_3/SiO_2 > 3$ ) meydana geldiği kafi dere-

cede asit olan böyle bir ortam alterasyon kabuğunun üst seviyelerinde, herşeyden önce kimyevi ve biolojik alterasyon olaylarının geniş-çapta cereyan edebileceği asit topraklarda meydana gelmektedir.

Bu alümin solüsyonlarının çökelme havzalarına doğru migrasyonları, ancak pH değerlerinin muhafaza edilmesi halinde mümkün olmaktadır. Kimyevi tesirleri yüksek olan asit solüsyonlar etraflarındaki kayalarla kolayca reaksiyon haline geçip nötralize olacaklarından, asitliklerini muhafaza edecek şekilde taşınabilecekleri yerler, genellikle, kısa mesafede olacaktır.

Asit solüsyonları nötralize edecek en yüksek kapasiteye sahip olan kayalar kalker ve dolomitler olup en az aktif olanlar ise killi şistler ve kuvarslı kayalardır.

Solüsyonların bileşimleri : Alüminyum-hidroksitlerin jönezi boksiti meydana getiren diğer bileşenlerinkinden ayrı olarak mütaâlâ edilmemelidir. Alümin gibi demirde halikî "solüsyonlar., halinde taşınmakta, fakat Jfaemir oksitler ancak 3'ün altındaki pH değerleri ile solübl hale gelmektedirler.

Demirin iki valanslı olarak migrasyonu-*m-Mu* düşünmek zordur. Zira hava ile olan en kısa bir temasta bile üç valanslı hale geçerek çökebilir. Alüminyum gibi demirde en muhtemel taşınma şekli pedaloglar tarafından «asit topraklardan üç valanslı metal oksitlerin ihracı» olarak yorumlanan organo-mineral bileşiklerindeki taşınma şeklindedir. Üç valanslı metal oksitleri organik asitlerle anionlar kısmında olduğu gibi katiohlar kısmında da demir ve alüminyumun mevcut olabileceği bir takım kompleksler meydana getirirler. Suda kolayca eriyebilen bu kompleks tuzların teşekkülü, alterasyon esnasında zayıf bir hareket kabiliyeti ile ayrılan üç valanslı metal oksitlerinin profil içersinde ne şekilde yer değiştirdiklerini göstermektedir.

Alüminyum ve demirin migrasyonu aynı zamanda asit ve alkalın ortamda eriyebilen makromoleküllü organik asitlerle meydana getirdikleri kompleks bileşenler halinde de

mümkündür (mesela fülvik asitler ile). Ayrıca, suda eriyebilen bu organik asitler alüminyum ve demir oksitlerin hidratları ile serbest halde koloidal solüsyonlar (kompleks tuzlar) meydana getirebilirler. Solüsyonlar içindeki koloidal organik madde miktarı daima alüminyum ve demir hidroksit miktarından fazla olduğundan, koloidal organik maddeler daima bu hidroksitleri koruyucu durumda olacaklardır. Bununla beraber, bu koloidal organik maddelerin muhafazası altında muhtelif killi partiküllerin yer değiştirebileceği nazarı itibara alınır ise bu koloidal solüsyonlardan itibaren yabancı killi maddeler tarafından çok az kirletilmiş olan boksit teşekkülleri gibi bir çökeltinin meydana gelmesi ihtimalinin az olduğunu düşünmek gerekir.

Koloidal solüsyonların üç valanslı metal oksitlerfiin migrasyonundan ikinci derecede rol oynadıkları sanılmaktadır. Titanında böyle metalo-organik kompleksler şeklinde taşınması mümkündür.

Muhtelif yataklardan alınan numunelerle boksitin mineralojik bileşimi üzerine yapılan études, boksit içindeki yüksek titan tenorunun titanyum ihtiva eden cüzi miktarlardaki mineral artıkları ile izah edilemeyeceğini göstermiştir. Titan genellikle jel halinde bulunmaktadır. Beneslavskij tarafından yapılan etüdlere göre titan ihtiva eden mineraller boksit içersindeki jelin yeniden kristalleşmesi sırasında teşekkül etmişler ve titanın büyük bir kısmı boksit içersine üç valanslı metal oksitleri ile birlikte girmiştir.

Titanın toprak içersinde, bilhassa maden kömürü havzalarının alüminli topraklarında biriktiği bilinmektedir. Bunun yanında organik maddelerin titan üzerinde hareket kabiliyetini arttırıcı bir tesir icra ettikleri ve titanın, solüsyonlar içersinde alüminyum ve demirin metalo-organik bileşikler ile birlikte taşındığı sanılmaktadır.

Alüminyum ve titan solüsyonlarının teşekkül şartlarının müşterek olacağı, titan ve alüminyum miktarları arasındaki direkt bağlantı ile görülmektedir. Bununla beraber bu müşahede sadece izole olmuş yataklar için

geçerlidir. Zira, boksit içerisindeki titan tenoru aynı zamanda boksitin bütün bileşenlerinin kaynağı olan alüminosilikatlı ana kayalarındaki titan tenörüne bağlıdır. Bazen alümin bakımından fakir olan boksitlerin, alümin bakımından zengin olan boksitlere nazaran daha fazla titan ihtiva ettikleri görülmektedir.

Netice olarak, alüminin migrasyonu için elverişli olan şartların aynı şekilde demir ve titanın migrasyonu için de elverişli olduğunu ve bu üç bileşenin migrasyonunun muhtemelen aynı kompleks solüsyonlar vasıtası ile olduğu söylenebilir..

Çökeltme şartları : Alüminyum, demir ve titanın organojen metalik bileşiklerinin kompleks asit solüsyonları genellikle pH ve Eh değerlerinin değişmesi halinde kolayca tahrip olmakta ve üç valanslı metal oksitleri pıhtılaşarak çökeltmektedir. Silise gelince, solüsyon içerisindeki negatif yüklü iyonları, alüminyumun pozitif yüklü iyonları tarafından yakalanarak kaolinit formasyonlarını meydana getirmektedir.

Dijenez olayı : Çökeltme safhasında sadece kimyasal bileşimi ile karakterize olan bir boksit maddesi teşekkül etmekte, bunun yanında bütün strüktür ve tekstür özellikleri daha sonra koloidal primer maddenin kaynağı haline gelmesi sırasında ortaya çıkmaktadır.

Pizolitik strüktür, mineralojik bileşim, breşik yapı gibi bütün bu özellikler, gerek organik maddelerin ayrışması ile, gerek tedrici su kaybı, gerekse jelin yeniden kristalleşmesi ile oksido - redüksiyon potansiyelinin lokal olarak değişmesi esnasında depo halindeki kitle içerisinde meydana gelen dağılım sonucunda kazanılmaktadır.

Silikatlı kayalar üzerindeki lateritik boksit yataklarının nasıl teşekkül ettiklerini gördükten sonra şimdi de karbonatlı kayaların karstik yapıları yüzeylerinde depo edilmiş olan boksit yataklarını ve bunların orijini hakkında ortaya atılmış olan çeşitli hipotezleri gözden geçirelim.

## KARBONATLI KAYACI ÜZERİNDEKİ KARSTİK BOKSİTLER :

Bu tip yataklar ilk defa 1821 yılında Berthier tarafından Fransa'daki Baux kasabası civarında bulunmuştur. Alüminyum ve demir hidroksitlerden teşekkül etmiş olan bu yataklar alüminyum oksit olarak bötimit, diaspor, nadiren hidrarjilit "ve bir miktar korendon, demir oksit olarak hematit, götit ve nadiren manyetit, ayrıca kaolinit, rütil, anataz, minör eleman olarak ta vanadyum, skandiyum, gallium, flor ve fosfor ihtiva etmektedirler.

Genel olarak bütün Akdeniz bölgesi boksitleri karstik tipde olup limanlara yakın oluşları dolayısı ile coğrafi bakımdan elverişli şartlara sahiptirler. İspanya, Yugoslavya, Yunanistan, Fransa ve Türkiye gibi memleketlerde görülen bu boksitlerin yaşları orta trias ile orta eosen arasında değişmektedir.

Bu boksitlerin orijinleri hakkında bu güne kadar çeşitli hipotezler ortaya atılmış olup bunların başlıcaları 4 ana grupta toptanmaktadır.

- 1 — Hidrotermal hipotez,
- 2 — Lateritik-alluvial hipotez,
- 3 — Kati otoktoni -elüvial hipotezi,
- 4 — Rölatif otoktoni hipotezi.

Şimdi sıra ile bunları görelim :

Hidrotermal hipotez : -En eski hipotez olup 1857 de Caquand, 1869 da Daubrée, 1870 de Fabre ve 1880 de Callot tarafından ortaya atılmıştır. Bütün bu yazarlara göre bu yataklar hidrotermal kaynaklar ile gelen demir alüminatların karstik yüzeylerde boksit şeklinde çökeltmesi neticesi meydana gelmekteydiler. Bu hipotez daha sonra çürütülerek tamamen terkedilmiştir.

Lateritik-allüvial hipotez: Hidrotermal hipoteze itiraz eden M. Dieu l afâ t 1881 yılında lateritik hipotezi ortaya atmıştır. Bu hipoteze göre karstik boksitler granit, gnays gibi formasyonların alterasyonu ile meydana gelen özel sedimanların alüminli ve demirli kısımlarının su ile uzaklara sürüklenip çökeltmesi neticesi teşekkül ediyorlardı. Bu hipo-



tez 1924 yılına kadar Lapparent, Lacroix ve Launey gibi birçok yazarlar tarafından desteklenmiştir. Daha sonra birçok yazar bu hipotezi yeniden ele almış, taşınan materyelin karakteri ve taşınma şekli konusunda muhtelif fikirler ileri sürmüşlerdir. Bunlardan Dieulafait'e göre materyel boksit şeklinde taşınmaktaydı. -Daha sonraları Erhart «bio-rhexistatie» teorizini ortaya attı. Bir gurup araştırmacı taşınan materyelin kil şeklinde olduğunu ve ancak depo edildikten sonra boksite dönüştüğünü, savunuyorlardı. Roch materyelin toz haline gelerek sonradan boksitleştiğini Valetton taşınma olayının su ile olduğunu, Caillère alüminli solüsyonların su ile taşınarak karbonatlı kayaların yüzeyinde pH değişmesi nedeni ile çokeldiğini ileri sürdü.

Kati otoktoni - eluvial hipotezi: 1904 yılında Dofuss tarafından ortaya atıldı. Dofuss boksitin, kalkerlerin alterasyonu neticesi otokton olarak teşekkül ettiğini ileri sürmüştü. J. Lapparent da boksitin, dekalsifikasyon killerinin transformasyonu ile meydana geldiğini ifade ediyordu. 20 sene müddetle bu konuda yazanlar Lapparent'in bu görüşünü kabul ettiler.

Rölatif otoktoni hipotezi : Bu hipotez Denizot, Deweisse, Bonté, Perinet gibi bir çok yazarlar tarafından desteklenmiştir. Bu yazarlara göre boksit teşekkülü iki safhada tanımlanmaktadır, Birinci safhada, çöküntü havzalarında dekalsifikasyon neticesi teşekkül eden killer birikmekte, ikinci safhada ise bu killer boksite dönüşmektedir.

Kati otoktoni ve rölatif otoktoni hipotezleri senelerce münakaşalara sebep olmuştur. Zira kalker ve dolomitler çok az miktarda kil ihtiva etmektedirler Bu nedenle, böyle bir boksit yatağının teşekkülü çok büyük miktarlarda karbonatlı kayaların mevcudiyetini gerektirmektedir Halbuki aksine, kalker kitlelerine nazaran çok büyük boksit kitlelerinin mevcut oluşu bu hipotezi zamanla çürütmüştür.

Lateritik -hipotezi destekliyen ler arasında bulunan Erhart 1956 da «bio - rhexistatie» hipotezini ortaya atmıştı. Burada Erhart, biolo-

jik dengenin hüküm sürdüğü periodu belirtmek için «biostatie», bu dengenin bozulduğu periodu belirtmek için de «rhexistatie» terimini kullanmıştır. Hipotezin mahiyeti şöyledir :

Bir çok hallerde sedimanlar bir yerden başka bir yere taşınan toprağın yapıcı unsurları olarak kabul edilirler. Toprak teşekkülü (pedojenez) jeolojide mühim bir rol oynamaktadır. Organik aktivitelerin ve bilhassa bitki örtüsünün bu teşekküller üzerinde büyük tesirleri vardır. Orman, toprağı mekanik tesirlerden korumaktadır. Orman örtüsünün altında ve rutubetli tropikal iklimlerde silikattı kayaların alterasyonu neticesi demir hidroksitler, alüminyum hidroksitler ve kaolinitden müteşekkül alüminli lateritler teşekkül etmektedir. Bu olay pedojenezin rezidüel fazıdır. Diğer taraftan alkaliler ve toprak alkalileri harice taşınırlar. Bu elemanlar da taşınabilen sölübl fazı meydana getirirler. Erhart'a göre bu lateritik gelişme ancak orman örtüsünün altında meydana gelmektedir. Burada orman ayırıcı bir filtre rolünü oynamaktadır. Orman mevcut olduğu müddetçe ancak kimyasal veya biyomik sedimantasyon olacak, orman yok olduğu an ise erozyon başlayacak, rezidüel faz artık korunamayacak denize doğru sürüklenecek ve sedimantasyon bundan sonra detritik olacaktır. Ormanın yok olmasına tabiatı ile biyolojik dengeyi bozan iklim değişiklikleri sebep olacak, böylece laterit ve boksitler taşınarak başka yerlerde birikeceklerdir.

Ayrıca, karbonatlı kayalar üzerindeki boksitlerin otokton olmadığı, taşınmak sureti ile başka yerden geldiği kabul edilmiş, sadece taşınan materyelin karakteri ve taşınma şekli henüz tam olarak aydınlanmamıştır. Son seelerde Nicolas Fransa'daki karstik boksitler içinde tavan tabakaları ile aynı yaşta olmaları breşlerin mevcut olduğunu, bu breşlerin içerisinde boksit materyeli ile birlikte muhtelif fosillerin bulunduğunu müşahade etmiş ve boksitin daha önce başkilerde teşekkül etmiş olduğunu, taşınarak bu breşlerle aynı anda geldiğini ileri sürmüştür. Daha sonra, Fransa'daki Var havzası boksitlerinde yapılan études sırasında boksit içinde paludi-

na, renkonella, terebratula gibi fosillerin bulunması bu yatakların detritik sedimanter karakterini göstermiş, ayrıca boksit tabakalarının, Erhart tarafında.ı ortaya atılan «bio-rhexistasi» teorisine göre teşekkül eden laferitik profilin ters çevrilmiş şekline tekabül etmesi bu teoriyi descekliyen bir delil olmuştur. Şöyleki, yatağın alt seviyelerinde bulunan bitki kalıntıları yok olan ormanın kalıntılarına tekabül etmektedir. Yâni ilk taşınan materyeldir. Bunun üzerindeki kırmızı taban killeri lateritik profilin ilk taşınan kabuk kısımlarına, daha üst seviyelerdeki pizolit ve oolitle kısımlar lateritik profilin, erozyonun artması neticesi parçalanmış konkresyon zonlarına en üst seviyedeki killi tabakalar'da lateritik profilin tabbn kısmına tekabül etmektedir.

Bu araştırmalar sırasında aynı zamanda, alt seviyelerden itibaren sedimantasyon izleri de müşahede edilmiş, pizolitlerin, oolitlerin ve bol miktarda oolite ihtiva eden mercerlerin taban killeri içindeki granoklasmanı, breşik elemanların düşey klasmanı, oolitlerin ve puding elemanlarının almış olduğu şekiller taban killeri içersindeki algelere benzeyen organizmalar ve üst seviyelerde direk bir şekilde deniz menşeli kalkerlere geçilmesi bu yatakların sulu bir ortamda sedimante olduğunu göstermiş, ayrıca paludina fosillerinin mevcudiyeti de bu fikri kuvvetlendirmiştir.

Diğer taraftan detritik elemanların büyüklüğü, ağır minerallerin genellikle oolitik fasiyeze bağlı bulunması, oolite ve pizolitlerin ekseri kırılmış olması ve hiçbirzaman taban kayalıklarına ait detritik taneler ihtiva etmemesi bu materyelin başka bir yerden taşınarak geldiğini ve bu taşınmanın sulu bir ortamda cereyan ettiğini göstermiştir. Bu taşınma bir çok etap da tamamlanmış olup bu esnada primitif boksit materyeli inkişaf etmeye devam etmiştir.

Bütün bu etüdle-den sonra Nicolas, şimdiye kadar orijini hakkında pek çok hipotez ortaya atılan karstik tipdeki bu boksitlerin detritik sedimanter olduğunu, sulu bir ortam vasıtası ile bir çok etap da taş'ndıktan sonra gene sulu bir ortamda boksit halinde sedimante olduğunu göstermiş ve böylece müphem olan bir çok hususu aydınlığa kavuşturmuştur.

Netice olarak alüvial boksitlerin mevcudiyeti artık bilinen bir hakikattir. Yapılan étudier karstik tipdeki boksitlerin sekonder yataklar olduklarını göstermektedir. Bununla beraber problem tamamen halledilmiş sayılmaz. Her yatağın kendine has özellikleri, dolayısı ile aydınlanması gereken bir çok problemleri vardır. Bütün bunların halledilmesi ve bu konuda daha pek çok araştırmanın yapılması gerekmektedir.

#### BOKSİT CEVHERLERİNİN TEKSTÜR VE STRÜKTÜR ÖZELLİKLERİ :

Bol miktarda nodul ihtiva eden bir stürüktür genellikle zengin alümin veya demir ihtiva eden boksitleri, nadiren nodul ihtiva eden bir stürüktür ise boksitli killeri veya henüz kristalizasyon fazının başlangıç safhalarında bulunan boksitleri karakterize etmektedir.

Oolitik strüktür boksitin bir karakteristiği olmamakla beraber bir çok yatakta müşahade edilen bir özelliktir. Oolitler ince kristalizasyon neticesi teşekkül ederler. Genellikle merkezi kısımları dış kısımlarına nazaran daha iyi kristalleşmiştir. Konsantrijc zowt\*fl şeklindeki yapısı kristalizasyon esnasında ekseriya silinmekte ve oolitler nodüller haline gelmektedir.

Diasporlu boksitlerde nodüllerin ve onları bağlayan çimento kısmın kristalleşme derecesi aşağı, yukarı aynıdır. Ve nodüller sadece demirli ince bir dış tabaka ile ayırdedilmiştir. Bu tip boksitler breş sekjlli psödorrödüller ile karakterize olurlar. Bu psödpndüller primitif jelin dehiaratasyonu sırasında gayri müsavi olarak dağılmış olan birikme merkezlerinin çoğalması ile meydana gelirler.

Boksitler içersinde bazen eşit taneli, bazen de psödoporfirik bir strüktüre rastlanır. Eşit taneli strüktür daha ziyade iyi kaliteli monohidratlı boksitlerde, psödoporfirik strüktür ve sadece kuvars, turmalin ve nadiren epidot, dişten gibi terrijen mineraller trihidratlı boksitlerde görülür. Primitif boksit madde-sinin kristalleşmesi ile meydana gelen minerallerden daima daha büyük boyutlara sahip olan bu terrijen mineraller burada porfiroblast rolü oynamaktadırlar.

Nodüllerin teşekkülü kolloido-amorf olan primitif boksit maddesinin selektif kristalizasyonuna bağlıdır. Konkresyonlaşma ve dehidratasyon olayları sırasında kolloidal partiküller yuvarlak veya köşeli parçalar meydana getirmekte ve bunlar selektif kristalizasyon içinde özelliklerini daha iyi bir şekilde kazanmaktadırlar. Kristalizasyon sırasında otomatik olarak pürifikasyon olmakta ve miktar bakımından ikinci derecede kalan elemanlar ayrılmaktadır. Nodüllerin mineralojik bakımdan homojenliği bu şekilde izah edilmektedir.

Hidrarjilitli boksitler, nodüllerin büyük bir kısmını meydana getiren ve septaria denilen formasyonlar ile karakterize olmaktadır. Radyal ve konsantrik-şekilli kuruma çatlakları ekseriya sedimenter orijinli metastabl bir korendon tarafından doldurulurlar. Bu nodüller içinde ekseriya terrijen kuvars, turmalin gibi mineral tanelerine taşlanmaktadır.

Killi boksitler genellikle nodülsüz veya nadiren nodul ihtiva eden bir strüktür ile karakterize olurlar.

Pizolitik strüktüre sahip olan boksitler genellikle az silis ve fazla demir ihtiva eden boksitlerdir.

Bütün boksit çeşitleri karakteristik bir poroziteye sahiptirler. Amerika'lı araştırmacılar tarafından % 18-30 arasında bir porozite tesbit edilmiştir. Boksit cevherlerinde görülen feo. porozite primitif veya sökonder olmaktadır. Primitif olanı jelin kuruması esnasında, sekonder olanı ise kalsit, siderit gibi bazı minerallerin zayıflarak taşınması, piritin oksidasyonu ve desilisifikasyon gibi olaylar neticesinde meydana gelmektedir.

Kimyasal karakteri ve bilhassa primitif deponun kolloidal şekli boksiti teşkil eden minerallerin büyük bir kısmına gayet ince bir şekilde disperse olma özelliğini vermektedir. Jel veya amorf madde boksitin bileşiminde büyük bir yer işgal etmektedir.

En iyi kristalleşme genellikle alüminosilisli jelin kristalleşmesi ile nihai olarak stabil bir bileşimin meydana gelmesi sonucu dias-

porlu boksitlerde görülmektedir. En az kristalleşmiş boksitler ise böhmitle boksitlerdir.

Pizolitlerin teşekkülü : Alüminyum tuzlarının ve demirin asit solüsyonları, alkali solüsyonlar ilave etmek sureti ile nötralize edilerek pizolitlerin sunî bir şekilde teşekkül etmesi deneylerle sağlanmış ve yapılan müşahedeler pizolitlerin sedimantasyon esnasında teşekkül edebileceği kanaatini desteklemiştir. Bununla beraber pizolitlerin srütüktür ve bileşimleri diajenetik safhada teşekkül eden normal konkresyonlara da benzemektedir.

Bu pizolitler, içinde buldukları çimento maddeden kimyasal bileşimleri bakımından kolayca ayırdedilebilmektedirler. Silis bakımından daha fakir olan bu pizolitler üç değerli metal oksitleri ve bilhassa demir bakımından daha zengindirler. Demek ki pizolitlerin teşekkülü sırasında kaolinitli limonitik maddeden üç değeri: metal oksitlerine doğru bir saflaşma (epürasyon) olayı cereyan etmektedir.

\*- Pizolitler genellikle demir oksitler alümin ve silis tenörü bakımından münavebeli olarak, değişen muhtelif konsantrik tabakalardan meydana gelmişlerdir. Böyle bir strüktür ise en makul olarak, diajenez safhasında ve değişken karakterli bir bileşime sahip olan doymuş haldeki solüsyonlar sayesinde meydana gelebilir.

Muhtelif lekelerin teşekkülü : " Uniform bir şekilde kırmızı olan boksite nadiren rastlanmaktadır. Genellikle muhtelif boyut ve şekillerden lekeler mevcuttur. Bunlar beyaz, gri, sarı ve başka renklerde olabilir. Kimyasal analizlerden anlaşıldığı üzere bu lekeler demir oksitlerin farklı dağılımlarından meydana gelmektedir. Demirin bu şekilde lokal olarak dağılması diajonezin ilk safhalarından itibaren ancak mikroorganizmaların aktiviteleri veya organik maddelerin ayrışması neticesi pH ve Eh değerlerinde meydana gelen değişiklikler ile izah edilmektedir.

Blok ve parçalar halindeki strüktürün teşekkülü : Taşınması görünüşlü boksit cevherleri hiçbir zamafi monolitik bir yapıya sahip olmayıp genellikle hemisfer şeklinde ve oldukça büyük ebadlardaki parça ve bloklar-

dan meydana gelmektedirler. Bloklar arasındaki boşluklar boksit tozlar: ve taş parçaları ile doldurulurlar. Monolitik yapıya sahip yegane boksit türü ise hareket halinde olan kil boksitlerdir.

Böyle blok ve parçalar ihtiva eden bir .strüktür, taşlaşma sırasında plastisitesini mühim miktarda kaybettikten sonra diajözün daha sonraki safhalarında geri kalan suyunu da kaybetmesi neticesi kitle hacminin küçülmesi ile izah edilmektedir.

Breşik strüktü'ün teşekkülü : Taşımış boksitlerde bazen mercerler köşeli veya yuvarlak parçalar müşahede edilmektedir. Böyle bir boksit, primer yataklardan itibaren cevherin taşınarak sekonder bir yatak meydana getirdiğinin açık bi' delilidir. Bununla beraber breşik yapıdaki boksitlerin orijini başka bir şekilde de izah edilmektedir. Bu zah tarzına göre çökme havzalarındaki, bilhassa karstik bölgelerdeki hidrolojik rejim stabl olmadığından su seviyesindeki periodik variasyonlar defalarca tekrarlanmakta ve bu nedenle basenin bir kısmı, hatta bazen tamamı kurumaktadır. Diajöz olayının ilkel fazlarında, pizolitlerin teşekkül etmiş olduğu fakat suyun büyük bir kısmının muhafaza edildiği yataklarda bu ani kuruma sırasında birçok çatlaklar husu'e gelecektir. Kurumuş fakat çöllerde görüldüğü gibi tamamen taşlaşmış olan böyle bir yatak yağmur ve kızgın güneş ışınlarına daha uzun müddet maruz kaldığı taktirde muhtelif istikametlerde çatlaklar meydana gelecek ve bu çatlaklar breşik strüktürün orijini teşkil edecektir.

#### EPIJENETİK OLAYLAR :

Boksit yatakları teşekkül ettikten sonra cereyan eden deferrifikasyon, resilisifikasyon ve desilisifikasyon gibi olaylardır.

Deferrifikasyon : Geniş çapta müşahede edilen bir olaydır. Mühim miktarda demirin ayrılması neticesi yatağın üst seviyelerinin beyazlaşması şeklinde kendini gösterir. Beyazlaşma olayı genellikle parça veya blokların dış kısımlarından başlamaktadır. Önce beyaz bir kabuk teşekkül etmekte, daha sonra bu beyazlaşma iç kısımlara doğru tedricen yayı-

larak zamanla bütün kitleyi sarmaktadır. Demirin bu şekilde tedricen elimine olması ancak üç valanslı demir oksitlerin kolayca eriyebilen iki valanslı demir oksitlere dönüşebileceği redüktör bir ortamın teşekkül etmesi ile izah edilebilir. Bu iki valanslı oksitler yatağın üst seviyelerinden derinlere doğru taşınabilecekleri gibi yatağın dışına éa taşınabilirler.

Resilisifikasyon : Boksitler içinde epijenetik orijinli kalinite sık sık rastlanmaktadır. Bu tip kaolinil genellikle, filonlar veya boşlukları dolduran formasyonlar şeklinde bulunur. Bu epijenetik kaolinit miktarı bazen çok fazla olmakta ve yatağın bazı kısımları, hatta bazen tamamı esas bileşimi kaolinit olan bir kayaç haline gelerek alümin istihsalı için olan hammadde değerini kaybetmektedir.

Alüminyum serbest oksitlerinin yeniden silikleşmesinin ve epijenetik kaolinitin teşekkül etmesinin sebebi üst tabakalardan veya yan kayaçlardan drene olan yeraltı suyunun getirmiş olduğu SiO<sub>2</sub> olabilir. Bu getirim boksit içersinde alümin miktarı değişmeksia^ silis mikatrının artmasına .sebeup .olafaxrtv Kaolinit teşekkülünün diğer bir sebebi de yeraltı suları içinde erimiş halde bulunan kuvarsin serbest alümin mineralleri ile reaksiyonudur. Bu durumda yatak içersindeki AlBO<sub>3</sub>, ve SiQj miktarları değişmiyecek, sadece elemanların yeniden guruplanmaları bahis, nusu olacaktır.

Epijenetik kaolmit poroziteli boksitler içinde eşit bir şekilde dissşmine olrriaflla, monolitik ve çatlaklı boksitlerde ise filonlar meydana getirmektedir. Bazı hallerde filon miktarı çok fazla olmakta ve boksit psödobreşik veya psödokonglomeratik bir görünüşe sahip olmaktadır. Bu filonlar ekseriya nodul ve iri mineral tanelerini katetmektedirler. Bu da bu tip kaolinit formasyonlarının boksit materyelinin taşlaşmasından sonra teşekkül ettiğini göstermektedir.

Yatak içine hariçden getirilen ve desilifikasyon neticesi kaolinitden ayrılan silis, bazen otijen kuvars, kalseduan, opal ve kuvarsit gibi minerallerin teşekkülüne sebep olmaktadır.

Epijenetik kaolinit, sadece serbest alümin minerallerinin yeniden silisleşmesi ile teşekkül etmiyebilir. Kaolinit, dikit, nakrit ve halloisit gibi mineraller  $Al_2O_3$ 'ün solüsyonlar içinde birlikte taşındığı  $SiO_2$  ile direk reaksiyonu neticesi de teşekkül edebilmektedirler. Bu şekilde meydana gelen bir kaolinleşme bilhassa muhtelif kıafınlıdaki filonlar şeklinde kendini göstermektedir.

Desilisifikasyon ve boksitlerin zenginleşmesi : Silis oranının azalması şeklinde kendini gösteren bu olay aynı zamanda iyi kaliteli mineral formasyonları için de esas faktör olarak telakki edilmektedir. Bazı araştırmacılar bu olayın sebeplerini boksit yataklarının haricinde mütalaa etmekte ve sekonder zenginleşmesinin esas delili olarak da boksit içindeki alümin hidratlardan meydana gelmiş filoncukların tekâmülünü göstermektedirler.

Boksit yataklarında, ekseriya diaspor ve hidrarjilitden meydana gelmiş ince filonlar görülmüş ve bu formasyonlar Beneslavskij tarafından etüd edilerek, alümin hidratların\* yan kayaçlardan ve bilhassa örtü tabakasının Şşâij geldiği ortaya çıkarılmıştır. Kolayca taşınabilen solübl alümin yeraltı sularında, rezidüel killerde ve birçok topraklarda mevcuttur.

Boksitler, alüminosilikatlı yan kayaçlardan gelen solüsyonların kayaç içine sızması ile enginleşmektedirler. Zenginleşen kısımlar ayrı zamanda daha alt seviyeler için bir zenginleşme kaynağı olurlar.

Fopse, Pensilvanya boksitleri içindeki çatlakların dolduran ikinci jenerasyon diasporun, örtü tabakası killlerinden gelerek yatak içerisine sızmış olan solüsyonlardan çökeldiğini belirtmiştir.

Mikhailov'a göre Tourgaî boğazındaki albien - senomanian yaşlı alterasyon kabuğunda boksitlerin altında bulunan formasyonlar, boksitlerden gelen migrasyonlar neticesinde  $Al_2O_3$  bakımından zenginleşmişlerdir.

Günümüzün bir çok boksit yatağında görülen kaolenlerin hidrarjilite dönüşmesi olayı sekonder orijinli olup, karakterinin boksitlerin sekonder olarak zenginleşmesi olayın-

dan hiç bir farkı yoktur. Zenginleşmiş olan zonlar genellikle yer altı sularının sirkülasyon istikameti ve bitki köklerinin istikameti gibi faktörlere bağlı olarak değişen, tamamen düzensiz şekiller meydana getirirler.

#### BOKSİT CEVHERİNİN ENDÜSTRİEL BAKIMINDAN SINIFLANDIRILMASI :

$Al_2O_3/SiO_2$  oranına göre yapılan sınıflandırma :

$Al_2O_3/SiO_2 > 20$  yüksek alüminli

$Al_2O_3/SiO_2 = 10-20$  alüminli

$Al_2O_3/SiO_2 = 4-10$  silisli

$Al_2O_3/SiO_2 < 4$  yüksek silisli

Fe oranına göre yapılan sınıflandırma :

FeO % > 25 çok demirli

FeO % = 10-25 demirli

FeO % < 10 az demirli

Boksit cevherlerinde aranan kimyasal bileşim muhtelif kullanım sahalarına göre değişmektedir. Kimyasal maddelerin imalinde az demirli (% 2-4 Fe) boksitler kullanılır. Bunlar genellikle beyaz boksitler olup çok miktarda (% 10-15 kadar) silis ihtiva edebilirler. Demir bakımından biraz daha zengin olanlar (% 8 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'e kadar) refrakter malzeme imalinde kullanılırlar. Alümin elde etmek için ise genellikle kırmızı boksitler kullanılır. Demir limiti çok geniş (% 25 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'e kadar) olup mühim olan silis tenorunun düşük (en fazla % 6) olmasıdır.

Genellikle az miktarlarda bulunan TiO<sub>2</sub>, aşındırıcı malzeme imalinde (suni korendon ve alümin gibi) faydalı bile olmaktadır.

Minerolojik bileşimin rolü de çok mühimdir. Aynı kimyasal bileşimde ve aynı kristal sisteminde olmalarına rağmen diasporun alüminyum elde etmek, böhmitten alüminyum elde etmekten daha zor olmakta ve farklı prosesleri gerektirmektedir. O halde boksit cevherlerinin mineralojik etüdü seramik killerinin mineralojik etüdü kadar önemlidir. Kristaller çok küçük olduğundan mikroskop bu konuda fazla yardımcı olamamakta, kimyasal analiz ise bileşimi meydana getiren mi-

neralojik formlar hakkında bîr fikîr verememektedir. Diferansiyel termik analiz ile hidrarjilit ile monohidratlar ayırıldılabilmekte, fakat her ikisi de monohidrat olan böhmit ve diosporu ayırdetmek mümkün olmamaktadır. X ışınları ile yüzdeleri katî olarak tayin edilememekle beraber her üç hidroksit de birbirinden ayırıldılabilir.

#### BİBLİYOGRAFİK TANITIM

- ALLEN V. T. 1951 : Observations on relations of hydrous aluminium oxide minerals to clay. *Econ. geol.* 46 pp. 110-121.
- BENESLAVSKIJ S. İ. 1963 : Minéralogie des bauxites Gorgeolvékhizdat, Moscou, 170 P.
- BONIPAS M. 1959 : Contribution a l'étude géochimique de l'altération latéritique Mem. Set. Carte géol Als. Lor, no. 17, 159 P.
- BUTTERLIN J. 1953 : A Propos de l'origine des bauxites des régions tropicales calcaires. C. R. Somm. S. G. F., 3 mars, p; 121 -123.
- CALLERES S., POBEEGIN Th. 1963 : Minéralogie des argiles, Masson, Paris
- CAILLERES S., POBEGUIN Th. (1965 : Considérations générales sur la composition, minéralogique et la genèse des bauxites du midi de la France Editions, du Muséum, Paris, pasc. 4 tome 12.
- ERHART H. 1956: La genèse des sols «m tant que phénomène géologique Masson, Paris.
- ERHART H. 1965 : Sur l'inversion des bilans géochimiques au cours de l'altération continentale. Application de cette notion à l'étude de la genèse des bauxites en pays calcaires C. R. Ac. Se. Paris, tome; 261, p. 5568-5571.
- GOLDSCHMIDT V. M. 1954 s Geachemistry clarendon p. ress. Oxford.
- MLLOT G. 1964 : Géologie des argiles Masson, Paris.
- NICOLAS J., LECOLLE M. 1966 : Nouvelles hypothèses concernant le mode de transport et de dépôt de la bauxite de Mazaugues (var) i C. R. Acad. Sec Paris, t. 263, p. 224-227.
- NICOLAS J., LECOLLE M., BERONYMUS B. 1966 : Nouvelles preuves de l'origine sédimentaire de la bauxite du Var et interprétation bio - rhéologique de leur dépôt C. R. Acad. Se. Paris, t. 263, p, 168\*9- 1691,
- NICOLAS J., LECOLLE M., HIERÖNYMUS B. 1967: Précisions sur les modes de passage de la bauxite karstique du Var à ses différents toits et sur ses variations de faciès C. R. Acad. Se Paris, t. 264, p., 249-243.
- PEDRO G. 1958 : Premiers résultats concernant la réalisation expérimentale d'un processus de latéritisation C. R. Ac. Se. no. 247, p. 1237-1220.
- RAGUIN E. 1940 : Géologie des gîtes minéraux Masson, Paris.
- ROCH E. 1956 : Les bauxites de Provence; des poussières fossiles C. R. Ac. Se. tome 242, p. 2847-2849.
- ROCH E. 1957 : Terra rossa et bauxites C. R. Somm, S. G. F. no, 8, p, 144,
- ROUTHJUBR P. 1963 : Les gisements minéraux Masson, Paris. .
- STRAKHOV N. M. 1958 : Les bauxites, leur minéralogie et leur genèse, Edit. Acad. Sd. U. R. S. S, Moscou, 488 p,
- TERMIER H. et G. 1956 : A propos de la théorie birhexistalique. Bull S. G. F, No : 451. /
- VINOGRADOV A. P. 1957 : Sur la cause "des faibles teneurs en titane des bauxites (en relation avec leur genèse). BuH. Ac. Se d'u R. S. Série géol no, 4. p, 98-103:
- ZANS V. A. 1959 : Recent views on the origin of bauxite. Géantes, vol I, no 5, p 123 -132.
- CANER, G. 1965-1989: İhtisas çalışmaları Paris Üniversitesi.