

CEVHER YATAKLARI TEŞEKKÜLÜ, MAGMATİZMA VE JEOTEKTONİK ARASINDAKİ İLGİLER *

Hermann BORCHERT

Clausthal Maden Akademisi, Almanya

ÖZET. --- Arz kısmım petrolojik ve jeofizikal düşüncelere göre tasnifine dayanarak, H. Stille'nin sialik, orojenetik magmatizmanın sübsekant palinjenetik teşekküllü olduğu yolundaki telâkkisi ele alınmakta ve bu meyanda, inisiyal ve nihai olarak juvenil simatik magmatizma içinde tecelli eden ve bazaltik kimyeviyet ile arz kışrından 60 km derinliğe kadar sirayet edebilen bir hâdise olduğu yolundaki iddiaları tefsir olunmaktadır. Öte yandan en önemli cevher yatağı tiplerinin juvenil-bazaltik magmatizma ile sialik-palinjen erime mahsulleri bakımından münasebetlerinden bahsedilmektedir. Her iki nevideki magmatizmanın zuhuru itibariyle tahassul eden jeotektonik sonuçlar, makalenin nihayetinde esaslı surette ele alınmaktadır. Çok derinlere erişen yırtılma zonları, bazaltik magmanın yükselmesine vesile olurlar. Sial teşekkülünün derinlere dalışı, yani 20-25 kilometreden fazla derinlere inişi, ekseriya «gerisin geriye» yükseliş hattı tâkibeden palinjen magmaların harekete geçmelerine sebep olur. Bu gibi yükseliş yollarını tâkibeden magmanın pıhtılaşması, jeosenklinal üst kabuktaki iltivaların paroksizmasını mümkün kılar. Bu arada dağların sial kökleri mevcut olamaz. Buna mukabil asitli eriyik kalıntıları, yani bazaltik magmanın eriyik bakiyeleri, her orojenezde kabuk üst sathına sial şevkine sebep olurlar.

I. Giriş

P. Niggli (1928), cevher yatakları, magmatik faaliyet ve büyük tektonik arasındaki münasebetlere 30 sene önce esaslı bir surette temas ettikten sonra, ve bu meyanda özellikle bazaltik magmatizmanın zaman ve mekân bakımından olan übiktesi (eşit zamanlılığı) keyfiyetini tebarüz ettirdiğine göre, H. Schneiderhöhn (1952), jeotektonik esaslara dayanan bir genetik cevher yatakları tasnifi tesis etmiş ve 1953 senesinde özellikle sekonder-hidrotermal bakımdan rejenerasyona uğramış olan cevher yataklarının transformistik cephesini izah etmiştir. Öte yandan kristalizasyon başlangıcında bulunan cevher yataklarının (Schneiderhöhn, 1958) bazaltik magmatizma ile çok sıkı bir münasebette bulundukları da şüphesizdir.

Buna mukabil aşırı transformistler, Bushveld bölgesindeki bazik inşikakların bile, ilkel sedimanların metamorfozuna bağlı olabilecekleri kanaatindedirler. Bu takdirde H. Backlund (1941) ve W. Nieuwenkamp (1956)'ın görüşlerini kapsıyan ve her hangi bir cevherin juvenil-magmatik menşeli olduğu yolundaki düşüncelerine artık yer kalmamaktadır.

«Cevherlerin oluşu» keyfiyetini ele almak bakımından, jeolojik ve mineralojik etüdler, aynen petrolojik ve jeofizikal tecrübeler, fiziksel kimya, jeotektonik ve jeoşimi gibi hususların bilinmelerine ihtiyaç vardır. Ancak, basit ünitaristik tefsirlerden kaçınmak bu şekilde mümkün olabilir.

* Bu makale «Geologische Rundschau» mecmuasında da neşredilmiştir.

H. Stille (1939) ile müştereken şu hususu kabul etmek yerinde olur ki, gerek juvenil menşeli bir simatik-bazaltik magmatizma, gerekse palinjen menseli bir sialik-granitik magmatizma keyfiyeti vardır. Bu esas üzerinden yürüyerek cevher teşekkülünün gereği gibi tasnifi mümkün olur. Bu arada satıh sirkülasyonlarına ve sedimantasyon hâdiselerine bağlı mineral akümülyasyonlarını bir tarafa bırakmak icabeder. Juvenil-bazaltik magmatizma, orojen gelişmesinin inisiyal ve nihai safhasında hâkim bir rol oynarken, sialik magmatizma özellikle synorojen ve post-orojen zuhur eder ve sübsekant magmatizma ile birlikte yürür (H. Stille, 1950) ve birlikte tükenir.

Şurasını da gözönünde bulundurmak gerekir ki, inisiyal magmatizmanın uzatılmış bir seyri de vardır ve bu hâdise nihai volkanizmayı hemen takibedebilecek bir durum iktisap edebilir. Öte yandan sialik magmaların, jeosenklinal inkişafının çok erken bir safhasında da mevcut bulunmuş olmaları mümkündür. Demek oluyor ki, özel sahra tiplerinin karakterleri hususunda bir kanaat edinme bakımından katî ve zamana bağlı deliller göstermemize imkân yoktur. Bu düşünceden doğan tereddüt, özellikle bazı asitli sahrelerin palinjen erime mahsulü olmalarına dayanabileceği gibi, bunların inşikak etmiş bazaltik derinlik intruzyonlarından tevellüt etmiş olabilecekleri yolunda da bulunabilir.

Beri bu gibi münasebetlerden, Freiberg şehrinde toplanan Madenciler Kongresinde de bahsetmiştim (Borchert, 1960), ancak bu arada izahatımın ağırlık noktasını doğrudan doğruya cevherin kendisine yüklemiştim. Bunun karşılığında burada ağırlık merkezini jeotektonik oluşa vereceğim ve cevher yatakları, petrolojik ve jeoşimik düşünceleri kısaca bildirmekle yetineceğim.

II. Arz kısrının petrolojik ve jeofizikal görüşlere dayanarak tasnifi

Magmatizma ve cevher teşekkülü hususundaki düşünceler ancak, arz kısrının sahra tipi bakımından olan tasnifine jeofizikal tecrübelerle hemahenk olarak temas edildiği nispette hakikat payı taşıyabilirler. 1950 senesinde E. Tröger ile birlikte, jeolojik devirlerden önce kısmen teşekkül etmiş bulunan takriben 1000 kilometre kalınlığındaki arz kısrının madde mevcudunu nazarı itibara almayı denedik ve böylece bir taraftan kısmen bildiğimiz dış kabuğun takriben 30 kilometre kalınlığındaki magmatik sahreleri karşılaştırmak imkânlarını aradık. Diğer taraftan transformistler de, alelade sedimanların inkişafı keyfiyetinin derin metamorfozlarda kristalin şistler haline gelişlerini takibetmeyi denediler.

Bu arada., ultrametamorfoz safhası pegmatitik ve granitik materyel ile birlikte genel olarak bilinen bir husus olmakta devam etmektedir. Halbuki, burada çizilecek hat, katazonal kristalin şistlerin ultrametamorfozunda kuvarsdioritik kimyeviyet bakımından sabit bir artık verecek durumdadır ve buna az nispette dioritik ilâ bazik bir terkip ilâve olunabilir. Bu artık, kabuğun çok derinlerine batır ve yüksek ısılara mâruz kalırsa, kuvarsdioritik ilâ dioritik mobilizasyonların inkişaf etmesi icabeder, bu meyanda kristalin durumunu muhafaza eden bakiye gabroid-noritik ve nihayet piroksenitik-peridotitik bir terkip iktisap eder.

Kabataslak bir şekilde verdiğim bu izahat ile evvel emirde, arz kısrının derinlik fazlalaştıkça bir taraftan erime neticeleri ve öte yandan mütezayit sertleşme entervalleri ile tasnifleri gerekli sahrelerinin sınıflandırılmaları gayesini güttüm, ki bu da aleliltlak sahrelerin kesafetlerinin fazlalaşması demektir (Şek. 1).

Kesafet tasnifinin muvazenesinin bozulması, alelade ve sadece diajenetik bakımdan sertleşmiş, killi-kumlu sahrelerdeki en üst bölümlerde vukua gelebilir ve bu sahreler kalın tuz tabakaları üzerinde teressüp etmişler ise kendini gösterir. Bu takdirde, bu gibi düşük jermanotip zorlanma hâdiseleri, yırtılma zonlarında ve büyük arızaların kesim noktalarında bulunan tuz kitlelerini antiklinal ve tuz horstları şeklinde yükseltmiye yeter. Yükseliş için ise, kaya tuzunun 2.2 ve hâkim killi örtü tabakasının 2.7 olan kesafet farkları başlıca âmili teşkil eder. Görünüşe bakılırsa, 0.3 üniteden düşük kesafet farklarının 100 metrelik bir örtü katında kristalin sertlikte tuz kitlelerini geniş ölçüde yükselmiye zorlamaları yeter (Lotze, 1957; Borchert, 1959a).

Normal jeotermik grad hatlarında (3°C beher 100 metre için) 20 kilometrelik bir kabuk derinliğinde takriben 600°C elde edilir. Şekil 1 deki ısı münhanisi de bunu göstermektedir. Evvelce, P. Eskola'nın (1936) izahlarından ve R. W. Goranson'un (1937) eritme deneylerinden çıkarılmış olan sonuçlara göre, granit neviinden olan materyel 20-25 kilometreden fazla derinliklerde batmış olan kristalin şistlerden inşıkak etmekte idi. Aradan geçen zaman zarfında O. F. Tuttle ve N. L. Bowen. (1956) ikmal edici denemelerde bulunmuşlar ve bilhassa H. G. F. Winkler (1957), bu gibi granit neviinden materyelin killi sedimanlardan hâsıl olmuş kısımlarını otoklavlarda eritebilmişlerdir. Elde edilen eriyiklerin nevi ve miktarı ile geri kalan bakiyenin nevi ve miktarı $600-700^{\circ}\text{C}$ arasında olmak üzere sistemin su tenörüne bağlı kalmaktadır.

Sedimanter ve daha ziyade sialik sahrelerin derinlerdeki tabakalanmaları ve 20-25 km kabuk derinliklerinde bulunmaları (jeosenklinal tekneler altında olduğu gibi),-kesafetleri 2.85 olan katazonal grena gnayslarında granit neviinden bir eriyik hâsıl etmekte ve kesafeti takriben 2.55 nispetini bulmaktadır. Miktar bakımından genç jeosenklinal derinliği ile düz orantı halinde yükselen bu gibi eriyik kitlelerinin yukarıya çıkmaları, rakam ile ifade edildikte, tuz sahreleri ve killi örtü tabakaları seviyesindedir. Bununla beraber, bu takdirde düşük kesafetli ve akar haldeki eriyik, daha yüksek kesafetteki sert sahre altında yüzer ki, bu da yükselme hareketini tacil eder. Binaenaleyh, bu seviyede bir jeosenklinal teşekkülü vukua geldiği takdirde, çok şiddetli bir yer değiştirme hâdisesinin de vukua gelmesi icabeder. 20-25 kilometre derinliklerdeki sirkumpasifik çukurlarında vukua gelen zelzelelerin merkez ağırlığı ise, petrolojik bakımdan sialik erime zonuna eşit olmak lâzım gelir. Conrad-diskontinüitesi dediğimiz hâdisе burada vukua gelir ve uzunlamasına devam eden sismik dalgaların sürati saniyede 5.4-5.7 kilometreden 6.2 ilâ 6.4 kilometreye yükselir.

Jeotektonik hususunda bir karara varabilmek için H. Borchert tarafından 1950 de tesis olunan (Borchert & Tröger) ve normal sialik kabuk materyelinin 20-25 km kabuk derinliklerine batması halinde bu materyelin büyük bir kısmının granitik materyelden müteşekkil bulunması yolundaki kanaat önem kazanır. Üst kabuk materyelinin daha fazla derinlerde ısı derecesi artınca, 30-50 km derinlikte dioritik, gabroid ve noritik magmaların da akar hale gelmeleri gerekir. Bunların bıraktıkları artıklar sonunda piroksenitik-peridotitik bir karakter iktisap ederler.

Alelade sialik materyeli ele alacak olursak, normal olarak akar hale gelmiş bazik mobilizatların azalmakta olduklarını görmemiz icabeder. Binaenaleyh, ul-trametamorfoz sebeplerinden dolayı bazik materyelden, yani 30-50 kilometrelik

kabuk derinliklerinde hâsıl olan zelzele yuvaları da azalır. Mamafih, sialik kabuk materyelinin 20-25 km den fazla derinlere batması halinde, bu batışın da granitik mobilizatörün olumsuz bir vuku şeklini haiz olması gerekir. Bu gibi materyele, batma süratine, jeosenklinal teknelerin durumuna bağlı hususlar ise, bugün artık kemiyet ve keyfiyet bakımından tahmin hudutları içine girmiş bulunmaktadır. Zelzele hiposantrlarının tercih ettikleri seviyeler, özellikle Pasifik kıyılarında, bu yönden ele alınmak icabeder.

Arz kabuğunun üst kısmındaki önemli diskontinüite, gabroid ilâ olivingabroid materyelin erimeye başladığı yerlerde kendini gösterir ve piroksenitik ilâ peridotitik terkipli bakiye bıraktığı noktalarda belli olur. içinde henüz alüminyum silikası bulunan, yani feldspat ihtiva eden sahrelerin takriben yukarda 3.0 ve aşağıda 3.4 kesafet nispeti verdikleri bir ayrılma çatlağı, Mohoroviçić diskontinüite sine eşittir.

Zelzele merkezleri 30-50 km derinlikte gelişen Mohoroviçić diskontinüitesine göre aynıdır, ve buradaki ısı derecesinin takriben 900 santigrata çıkmış olması icabeder. Isı derecesi Conrad-diskontinüitesine göre çok daha yavaş yükselir, çünkü bazik sahreler içindeki ısı verici radyoaktif elemanlar ihtivası azalmaktadır. Bu maddelerden en önemlileri olan Uran ve Thorium, arz kabuğunun en dış sathlarında rakamla ifadesini bulacak nispette birikmiş olmalıdır. Bu husus, kosmoşimik ayırma muamelelerinde bile, fizikoşimik ve kristalloşimik pnömatosferlerin birikmesi ile izah olunabilir (A. Rittmann, 1948). Öte yandan kondanse durumuna geçmekte olan ilkel okyanuslar ve onların ilk sedimantasyon hâdiseleri de burada önemli bir rol oynar. Uran ve Thorium birikmeleri demek olan bu ilkel depoların her batışı, palinjen magma teşekkülü sonucunda tekrar radyoaktif elemanların en önemlilerinin dışarı atılmalarını intaç eder. Bu takdirde magmalaşma cepheleri ile birlikte hareket eden «radyoaktif cepheler» den bahsetmek yerinde olur.

İlkin primer durumda iken sonradan ultrametamorf bir durum almış olan azalır vaziyetteki materyelin 25-50 km derinlikte en bâriz vasfını iktisap etmiş olması muhtemeldir. Bununla beraber, kabuktan 60 kilometreden daha aşağılarda, her hangi bir şekilde evvelce sath sirkülasyonuna iştirak etmiş bulunan atomların mevcut kalmış olmaları çok uzak bir ihtimaldir. 25 kilometreden daha derinlere doğru jüvenil materyelin payı fazlalaşır. Bu hissenin inkişafını burada kısaca ve magmatik açıdan mütalâa edeceğiz.

Takriben 1000 kilometre kalınlığında olan arz kılıfının ilkel olarak bazaltik terkipli bulunmuş olduğunu, petrolojik bakımdan delillendirilmiş olarak kabul ettiğimiz takdirde, ilk sertleşme kabuğunun kristalizasyon süresini takibedeabiliriz.

N. L. Bovven (1928) tarafından tesis olunan klâsik denemelere göre, milyonlarca sene müddetle, evvel emirde sadece bol manganezli olivin kristallerinin ayrılmış olması gerekmektedir ve bunlar önceleri daha derin ve daha sıcak zonlarda mütemadiyen yeniden erimişlerdir. Halbuki gravitatif batma gösteren olivin kristallerinin cephesi, soğukluk arttıkça daha derinlere doğru yer değiştirmiş olmalıdır, yani bazaltik eriyiklerle muvazene haline gelinceye kadar bu batış devam etmiş olmalıdır. H. Borchert ve E. Tröger (1950) bu yüzme muvazenesinin, kompresibilite değerlerini, muvazenenin elde edilmesine kadar olan devreye ait olmak üzere hesap etmişlerdir. Sıvıların, kristallerden çok daha şiddetli olarak komprime haline geldikleri malumdur. Kesafet nispetleri 3,35 olan forsterit kristallerinin 60 kilometre derinlikte, yani santimetre kareye 18 500 kg basınç isabet eden yerlerde 3.40 kesafet nispetini bulmuş olmaları muhtemeldir. Vakıa soğuk bazalt camı sadece

2.87 kesafet derecesine maliktir. Bugüne kadar elde edilebilmiş olan birkaç doneden edindiğimiz kanaata göre, aynı bazalt camı 18 500 atmosferde ve takriben 1000 santigrat ısı karşısında 3.4 kesafet derecesine kadar komprime edilebilmektedir. Demek oluyor ki, gravitativ dalış devam ettikçe, milyonlarca senede bile, daha ileriye bir batma hâdisesinin vukuuna imkân kalmamıştır. Şu halde, 60 kilometreye kadar batmış olan kristaller cephesi üzerinde sert kristalin bir dünit tabakasının teşekkül etmiş olması icabeder ve bu tabakanın yukarıya doğru mütemadi bir sertleşme ve kalınlaşma göstermesi âzım gelir.

Bazaltik magmanın bundan sonraki ayrılımları, rombik ve monoklin piroksen verirler. Bunlar dunitik kabuğa kadar batarak, peridotitik, harzburgitik, herzolitik ve piroksenitik kabuk yapısına iştirak ederler, ilk bol anortitli plâzioklazlar ancak bundan sonra ayrılırlar ve bilhassa piroksenlerle birlikte norit ve gabro ihtiva eden sahrelerin teşekkülünü temin ederler. Feldspat ihtiva eden inşikak mahsullerinin ilk zuhurları ile, böylece magmatik inkişaf çerçevesi içinde, kesafet derecesinin 3.4 den 3.0 nispetine fırladığı, yani Mohoroviçić diskontinüitesinin vukua geldiği görülür.

Kristalin fraksiyonlarının azçok arz veya lâv sathına paralel tertibini bazaltik magma yuvalarının genç arz tarihine karşı olan durumlarına nazaran çok daha geniş ölçüde kabul edebiliriz. Bu husus, ilk sertleşme kabuğunun diferansiyasyon mahsulleri için de kabul edilebilir; yani diorit, kuvarsdiorit ve granit neviinden son sertleşme mahsullerinin de buraya nispet edilebilecekleri mümkündür. Bu kristal fraksiyonlarının kesafeti mütemadiyen azalarak, nihayet son granit tabakası 2.65 nispetini bulur ve ısı derecesi takriben 600 santigrata erişir. Aşağı yukarı cam şeklinde inkişaf etmiş olan «lâv cüruf blokları» burada bahis konusu olamazlar, çünkü ilk kabuğun sertleşmesi, bildiğimiz gibi, Rittmann pnömatosferi altında vukua gelmiştir. Bu da demektir ki, atmosfer içinde henüz buğu halinde bulunan okyanuslar, en son rekristalizasyon hâdisesini hakikî pnömatolitik şartlar altında ve takriben 400 kg/cm² basınç ile çok yavaş bir halde vücuda getirmişlerdir.

Okyanusların ilk kondansasyonundan sonra da, uzun zaman pre-jeolojik bir durum hüküm sürmüş, ve dünya yuvarlağının soğuması devam etmiştir. Bu tüm soğumanın en önemli sonucu, subdunitik tabaka içindeki kristalizasyon hâdisesinin, takriben bazaltik terkipte olmak üzere, devam etmiş olmasıdır ki, buna da «Griquait» demektedir. Griquait, bir yüksek basınç fasiesi olup, kristalin mahsulleri şimdilik sadece Kimberlit-pipes teşekkülleri ile bilinmektedir. Bu «magmatik eklogit-fasiesi» ne mensup birçok minerallerin dikkat ve tafsilatı ile tarifi, A. F. VVİlliams (1930) tarafından iki büyük cilt halinde yayınlanmıştır. Elmasların teşekkülünü içine alan bu eser ise, petrograf ve jeofizikçiler tarafından maalesef fazla bir dikkate mazhar olmamıştır. Bu yüksek basınç minerallerinin karakteristik vasfı, içlerinde birçok çubuk şeklinde 2 ilâ 3 silikatin, oksitli cevherle birlikte zuhur etmesidir. Doku, ancak sert durumda vukua gelmiş olan bir ayırım olarak tefsir olunabilir, çünkü Kimberlit bacalarındaki Griquait kırıntılarının içinde bulunan lamelli deformasyonların kenarlarında ekseriya erime hâdisesi görülmekte ve bu arada tamamen intizamsız bir oryantasyon arz eden kenetlenme, aynı mineraller için intikaller göstermektedir. Yani bunlar eriyikten rekristalize olmuşlardır.

Şu halde, basınçtan kurtulma keyfiyetinin kristalize Griquait'ı bazaltik magmaya çevirebileceğine dair direkt emareler mevcuttur. Bu husus önemlidir, çünkü evvelâ bu suretle arz kılıfının derin tabakalarının kristalin durumu hakkında bir fikir edinmemiz mümkün olmakta, ikincisi de jeotektonik buluşlar, derinlerdeki yırtılma zonlarının, dünyanın her tarafında bazaltik magma yükselmesine sebep olabilecekleri meydana çıkmaktadır. Öte yandan jeoloji tarihi de öğretmektedir ki, en yaşlı Arkeikten en genç halihazıra kadar mütemadiyen böyle bir magmatizma oldukça homojen birleşimli olmak üzere tesbit edilegelmiştir (Niggli, 1928).

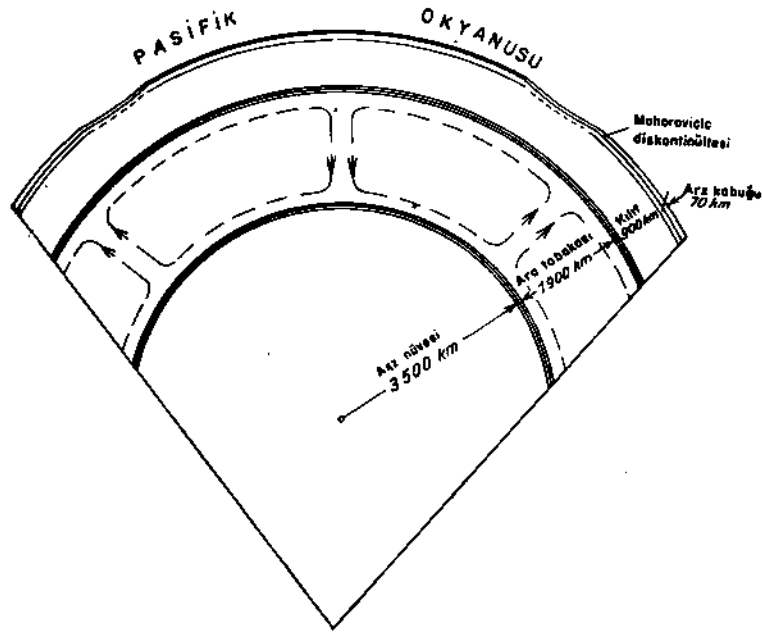
B. Gutenberg (1948) şunu tesbit etmiştir ki, takriben 80 kilometre derinlikte vukua gelen zelzelelerin sürati birçok hallerde oldukça düşüktür. Bunu da her hususta Griquait'ın erimesi hâdisesi ile birlikte mütalâa etmek yerinde olur. Tekrar erimeye mâruz kalmış Griquait ihtiva eden bu gibi zonlar, geçenlerde vefat eden büyük jeofizikçiye atfen, bence Gutenberg zonu adı ile adlandırılmalıdır (Şek. 1).

150 kilometreden fazla ve asgari 900 kilometreye kadar olan büyük derinliklerde, sismik dalga sürati mütemadiyen artar. Bu arada az bir ihtimalle de olsa, kabul edeceğimiz husus şudur ki, bu derinliğe kadar henüz bazaltik brüt terkebini kaybetmemiş bulunan ve tamamen kristalize olmuş materyel ile karşı karşıya bulunmaktayız. Arz çapındaki alt cereyanların, az sıvı ve izotrop akımlı materyel içinde öncelikle 700 kilometre derinlikte başlamakta oldukları muhtemeldir; yani bu hareket en derin zelzele yuvalarının altındaki zonda başlar.

Durumu daha açık bir şekilde izah edebilmek için, Şekil 2 deki şema verilmiştir. Bu eskiz ile her şeyden evvel 20-40 km gibi sığ yerlerde kontinental alt cereyanların mevcut olmayacakları gösterilmek istenmiştir. Arz çapındaki akımlar ancak oldukça büyük kabuk derinliklerinde vukua gelebilirler. Arz içerisindeki bu gibi konveksiyon hareketlerinin ısı ve mütemadi surette ilerlemekte bulunan soğuma bakımından ve arz yuvarlağının gazının kaçması hususunda önemli efeleri bulunduğu aşikârdır. Kabuk üst katlarında ise, derinlerdeki hâdisatın bıraktığı tesirler çok daha başka olmaktadır.

Tekrar erimiş olan Griquait bakımından mutedil alkalik bazaltik magmanın ele alınması yerinde olur. Tholeiit bazaltik bir magma, H. G. F. Winkler'e göre (1949), ilk ayrılışında % 64 az olivinli plâto bazalt magması ve % 36 kadar da aplitgranitik bakiye magma verebilir. Olivin bazaltın fraksiyonlu kristalizasyonunun devamında takriben % 75 (C. E. Tilley, 1950 ye göre daha yüksek alkali ve alüminyum muhtevası) ultrabazaltik ve bazik inşikaklar hâsıl olur. Bu takdirde % 25 kadar ötektik asitli bakiye magma geri kalır.

Bu gibi diferansiyasyon muameleleri, 60 kilometreden fazla derinliklere mensup bazalt magmasının üst kabuğun zayıf zonlarına yükselmesi halinde inki-



Şek. 2 - Arz çapındaki alt cereyanların kapladıkları zon, ancak 1000 km kabuk derinliğinde başlar

şaf etmeleri icabeder. Bu arada ise, intruzyon hâdisesi, büyük magma depolarının inkişafı ile birlikte tercihan kesafet çatlaklarında vukua gelir; yani özellikle Mohoroviçić ve Conrad-diskontinüiteleri boyunca hâsıl olur. Bu gibi derin ara yuvalardaki tedricî soğuma ve fraksiyonlu kristalizasyonun önemli bir refakat tezahürü de, juvenil-bazaltik alt kabuk magmasının içindeki sialin üst kabuğa yükselmesidir. G. Fischer (1951, 1957) başka bir açıdan bu hususu etüd ederek, bu şekildeki sial sevkîyatının lüzumuna bile işaret etmiştir. Dünya tarihi boyunca juvenil kaynaklardan muazzam sial miktarlarının, arzın dış kabuğunun sial materyelini temin hususunda hissedar olmuş bulundukları şüphesiz olup, daimî surette ve geri harekette bulunamıyan bir sial kabuğu kalınlaşması vücuda getirmişlerdir. Esas itibariyle juvenil olan bu gibi sial hareketlerinin «Hypodifferentiation» çerçevesi dahilinde vukua geldiklerini R. W. van Bemmelen (1933, 1949) de kabul etmektedir.

Bugünkü sial kısrını teşkil eden materyel için aşağıdaki dört hâdisenin çok önemli rol oynamış oldukları muhakkaktır :

1. Arzın silikatik kabuğunun içindeki eriyik artıkları. Bu arada takriben bazaltik olan bir terkip, bütün petrolojik ve jeofizikal doneleri ile ahenkli bir halde bulunmuştur.
2. A. Rittmann (1948) tarafından pnömosferden gelen süblime edici materyel olarak izah olunan ve H. Borchert ile E. Tröger tarafından (1950) miktar itibariyle tahminlerinin yapılması denenmiş olan pegmatitik materyel.
3. Prejeolojik devirde verilmiş bulunan bu maddenin erozyon, sedimantasyon ve metamorfoz ile, Arkeik ilâ Resant arz tarihi süresince geçirmiş olduğu değişiklikler.
4. İnisiyal ve final bazaltik magmatizmanın, eriyik artıklarından sevkettiği sial materyelinin zaman ve mekân itibariyle jeosenklinaller ve orojenez boyunca fazlalaşması.

III. Juvenil-bazaltik ve özellikle inisiyal magmatik bağlantılı cevher yatakları

Jeosenklinal başlangıç devrelerindeki ekstruzif lâvların tercihan bazaltik magmalar ile karakterize oldukları, uzun zamandan beri bilinen bir olaydır. Bunun karşısında, yaşlı ve hiç olmazsa diyajenetik bakımdan sertleşmiş, ekseriya kristalin-metamorfik bir subasman ile genç jeosenklinal sedimanlar arasındaki hududun, bazaltik magma için tercihli bir yayılma sahası arzettiği, yani büyük intruzyonların yayılmalarında önemli bir rol oynadığı da bilinmektedir (H. Borchert, 1955/58, 1957 ve 1959c), (W. E. Petrascheck, 1959). Bu bağlantılar Şekil 3 te gösterilmiştir. Yukarda yazılı çalışmalara atfen, burada petrolojik ve jeotektonik durumun tekrar tarifiinden sarfı nazar ettik. Öte yandan L. Dubertret (1953) ve J. H. Brunn (1952) bu hususta teşekküre değer çalışmalarda bulunmuşlardır.

Şekil 4 te şematik olarak bir bazaltik magmanın büyük intruzyonu gösterilmiş olup, burada magmanın subasman ile genç jeosenklinal sedimanları arasındaki zayıf zonlarda onbinlerce kilometre mikâbı nispetinde bir yuva teşkil edebileceğine işaret edilmiştir. Cevher yatakları bakımından oları münasebetlerin de bu hususta mümkün mertebe kısa bir zaman içinde izahları yerinde olacaktır.

Erken kristalizasyona mensup cevher yatakları hakkında (H. Schneiderhöhn, 1958) şurasını belirtmekle yetinebiliriz ki, kromit ve peridotitlerin likid magmatik teşekkülleri, nikelli manyetik silis ve başlıca noritler ile titan demiri cevherinin tercihan gabrolu ve anortozitli teşekkülleri arasında muhakkak ki bir irtibat vardır. Bu arada sadece nikelli manyetik silis grubu, az nispette münakaşa mevzuu olabilir, çünkü bu cevher birçok hallerde pnömatolitik-hidrotermal teşekkülün ağırlık merkezi olarak kabul edilmektedir. Bu vesile ile, münakaşacıların H. Schneiderhöhn'ün (1958) çok esaslı izahlarına ve tefsirlerine baş vurmalarını ve H. Pauly (1958) tarafından tarif olunan Igdlukunguaq zuhurlarına ait monografisinden istifade etmelerini tavsiye ederim.

Kiruna tipi de, bazaltik başlangıç magmasının bir nevi özel gelişmesi mahiyetindedir. Bazaltik başlangıç magması, demir oksidine ve alkali ile zenginleşmiş ve henüz intrakrystal değişik etkili durumda bulunan reaksiyona mütemayil kalıkerli yan taşlara yaklaşıncaya, Elba, Banat ve benzeri kontakpnömatolitik cevher yatakları gibi zuhurlar vücuda gelir. Kolay uçucu maddelerin fazlaşması halinde ise, jeosenkinal teşekkülünün başlangıcında, eriyik artıklarının esas itibarıyla kloritik ekshalasyonlar şeklinde denize açıldıkları ve Lahn-Dill tipi kızıl demir cevheri meydana getirdikleri bahis konusu olabilir. Bunların Kiruna tipi ile olan yakınlıkları — cevherin teşekkül yerinin çok farklı ve cevher dokusunun ve yan taş teşekkülün çok değişik olmalarına rağmen — E. Lehmann (1949) tarafından bilhassa tebarüz ettirilmiştir. Lahn-Dill cevherlerinin, diabazik ve keratofirik lâvlarla olduğu kadar, asitli tüfler ve ignimbritler ile münasebete getirilmesi yönündeki çabalar, fraksiyone kristalizasyon ile derin yuvalardaki diferansiyasyon ile ilgilidir (Chr. Oftedahl, 1957, 1958a, 1958b). Bu husus Anglo-Amerikan birçok araştırmacılar tarafından, hangi sebepten olduğu bilinmeyen bir şekilde ihmal edilmiştir.

Magmatik diferansiyasyonun derin yuvalardaki aynı neviden olan ana hâdiseleri Meggen tipi intrakrystal rodhammer tipi ile münasebete getirmekte olup, bu ikinci tipin ekseriya trondhjemitik eriyik bakiyeleri ile bağlı oldukları bilinmektedir. Meggen içindeki bol sverspat ihtivası ve Rammelsberg tipindeki sverspat tenörü, manganez-şist-hornştayn formasyonuna intikal keyfiyetinin mutavassıtı olabilir. Arada fazla miktarda kalkopirit ihtivalı kükürtlü kalkopirit yatakları da denizaltı ortamlarda diğerlerine katılabilirler. Entrakrystal «kloritik bakır formasyonları» ise, satha yakın ortamlarda vukua gelmiş olan saf bakır inşikakı ile ilgilidir. Bu bakımdan Oberen See çevresindeki önemli yatakları mümessil olarak gösterebiliriz. Birçok bakır yataklarının bazaltik magma ile sıkı bir münasebet arzettikleri hususunda E. S. Bastin (1933) ve H. R. Cornwall (1956) çok tafsilâtli bilgi vermektedirler.

Birçok hallerde disseminated copper ores grupundaki yüksek plutonik bağlantı, entermedyer ilâ asitli bazaltik çıkış magmalarına nazaran bakiye inşikakları ile oldukça emindir. Aynı husus, daha ziyade subvolkanik olan Bor tipi için kaolinleşmiş ve silisleşmiş andezitik taşlar için de bahis konusudur. Cevher teşekkülü ve sahra deformasyonu bakımından burada «hydrothermal replacement» hakikaten çok önemli bir rol oynar. [Bu husus Rammelsberg tipinin tamamıyla aksidir, orada E. Kraume'nin (1955) monografisine göre ve P. Ramdohr'un (1953) cevherlere tatbik ettiği mikroskopik etüdlere bakılırsa, bunlardan cevher teşkil edici bir hâdise olarak artık bahsedilmemektedir.]

Alacalı cevher yataklarının zonal teşekküllerinden birçokları (Şek. 4 sol taraf) inisiyal bazaltik magmatizma ile ilgili olarak A. Cissarz (1956, 1957) tarafından Yugoslavya bölgesi için tarif olunmuştur. Bu araştırmacı, kontaktpnömatolitik demir oksidi zuhurlarının müşterek geri münasebetlerini ve Rammelsberg tipini tanıyanların başında gelir (Boroviça yatakları). A. Cissarz bunları «jeosenk-linal volkanizma» adı ile doğru olarak vasıflandırmış ve tebarüz ettirmiştir. Genel olarak G. C. Amstutz'un (1957, 1958) çalışmaları da, spilitizasyon bakımından önemli sonuçlar vermiş ve her tarafta henüz itibarını kaybetmemiş olan bazaltik magmalardaki cevherlerin fakirliği hakkındaki görüşlerin tashihiine yaramıştır. G. C. Amstutz göstermiştir ki, az çok bol cevherli spilitler ve kuvars keratofirler!, her türlü intikaller şeklinde bazik ve ultrabazik derinlik sahreleri ile o kadar sıkı bir bağlantı halindedirler ki, asitli ve bol cevherli nihai mahsullerin eriyik bakiyesi karakterinde olduklarından şüphe edilemez.

Asitli sahre tiplerinin bazik ve ultrabazik erken kristalizasyon hâdiseleri ile çok sıkı bir bağlantı halinde bulunduklarını ispat için, burada sadece Vigsnen çevresindeki Trondhjemit (F. Karl, 1956), Sjenica çevresindeki albit graniti (St. Karamata, 1958) ve Insizwa intrüzyonunun tavanındaki mikropegmatit (D. L. Scholtz, 1957) yatakları zikredilebilir. R. B. Elliot (1957) Eskdalemuir çevresindeki Tersiyer tholeiit'lerini muayene ederken ispat etmiştir ki, ayrılmış olan cam esaslı % 70 SiO_2 nispetinde granitik terkiplidir. Doğu Grönland bölgesindeki Orta Eosene mensup Skaergaard intrüzyonu tavanında bulunan asitli granofir (L. R. Wager, E. A. Vincent ve A. A. Smales, 1957) de başka bir misal teşkil edebilir. Bu zuhur, son zamanlarda L. R. Wager tarafından birçok yayınlarla tarif edilmiş bulunmaktadır. Bu çalışmalar özellikle, diferansiyasyon süresinin ve münferit ağır metal tenörlerinin dağılımını dikkatli jeoşimik muayenelerle kristal fraksiyonu bakımından incelemiş olmakla tebarüz ettirilebilir.

Albitleşme, saussuritleşme, skapolitleşme ve glaukofanlaşma tezahüratı gibi birçok tezahürat, Intruzif inisiyal magmatizmanın Na ve Cl ihtivalı eriyik artıklarından ileri gelmiştir (M. Blumenthal, 1955; H. M. E. Schürman, 1956; G. M. Paraskevopoulos, 1956; H. Borchert, 1957). Öte yandan tamamen başka tarzda metamorfoz muameleleri ile ilgili alkali cephelerinin de bulunduğu şüphe edilmemelidir.

Ve nihayet, bazaltik diferansiyasyon ile bağlantılı olmak üzere Co-Ni-Ag cevherleşmelerinden de birkaç misal zikredebiliriz. Bunlar ezümle C. Superceanu (1957) tarafından Banat bölgesinin güneyi için tarif edilmişlerdir ve 1925 senesinde P. Niggli bunlara bilhassa dikkati çekmiş bulunmaktadır. Son zamanlarda E. Sampson ve M. Hrsikeviç (1957) bu hususu Cobalt City bakımından izah etmişlerdir. Bu meyanda bilhassa cevherlerin genetik bağlantıları ve asitli pegmatitik eriyik artıkları ile olan münasebetlerine dikkat çekilmiştir. Bunların diabazlar içinde oyuklar şeklinde meydana gelmiş oldukları bir vakıdır.

Muhtelif cevher yatağı tipleri hakkında yukarda sadece kısa eskizler şeklinde bilgi verilebilmiş ve bunların juvenil-bazaltik diferansiyasyon sonuçları ile olan münasebetlerinden bahsedilmiştir. Başka çalışmalarımızda esasen bu hususta daha tafsilâtlı bilgi vermiş bulunmaktayız (Borchert, 1960).

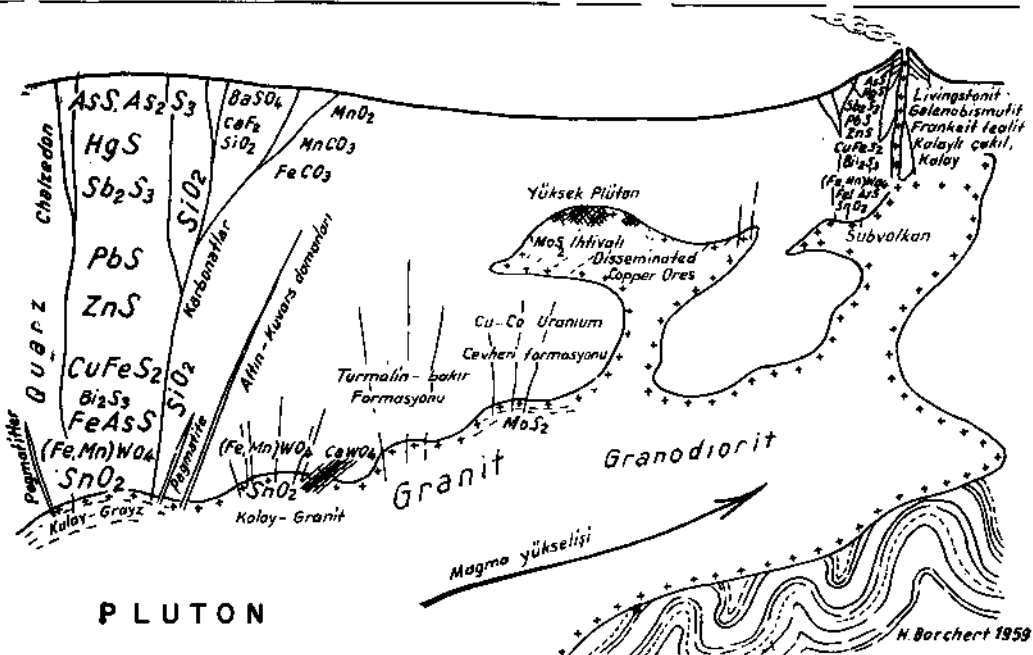
IV. Sialik-palinjenetik bağlantılı cevher yatakları

Bu çalışmanın hedefi, jeotektonik çerçeve içinde magmatizma ile cevher teşekkülünün tasnifi olduğuna göre, cevher yataklarının sialik-palinjenetik magmatizma olarak tavsif olunan cevher yatakları hakkında ancak birkaç delil göstermekle yetinmek zarureti vardır. Şurasını evvel emirde tebarüz ettirelim ki, izahatımın mecburi kısalığı, birçok hallerde yersiz tafsilâta girişmeyi zaruri kılmaktadır, halbuki hakikatte tabiata ve meslektaşlara tevcih olunan sorular beni asıl düşündüren hususlardır.

Şekil 5 teki şemada, önce sol taraftaki zonal serinin kalın baskı ile gösterilmiş bulunduğu işaret etmek isterim. Bu suretle, klastik ve önemli pnömatolitik-hidrotermal cevher teşekküllerinin ekserisinin, büyük bir ihtimalle, sial materyelinin ikinci bir erime hâdisesi geçirmiş olduğu izah edilmek istenmiştir. Bu husus katiyete yakın bir ihtimalle ve özellikle kalay-volfram granitleri ve birçok altın kuvars damarları bakımından bahis konusudur. Pegmatitlerin ekserisi ile içlerindeki nadir elemanların birikmeleri, bilinen gabropegmatitleri müstesna olmak üzere tercihan palinjen-granitlik eriyik bakiyelerinden ileri gelmektedir.

Turmalin-bakır cevheri formasyonu ve Cu-Co-Uranyum cevheri formasyonu, usulen ilkel sediman taşları ile ilgilidir. Bu arada erimiş killi bitümlü sedimanlar ile bunların karakteristik ağır metal akümülyasyonları bakımından olan hisseleri gözönünde tutulmalıdır. Meselâ Kuzey Rodezya Katanga cevher serisinin,, geniş ölçüde bir palinjeneze bağlı olduğu unutulmamalıdır. Bundan da Cu-Co-Uranyum cevherlerinin zuhurları istihraç olunabilir ise de, disseminated copper ores teşekküllerinin de bu kategoriye mensup bulundukları kabul edilebilir.

Molibden, tipik saprofil bir unsur olarak ele alınmalıdır. Güney Norveç havalisinde hakikaten ince tabakalı kristalin şistlerden (MoS_2 tenörlü) her türlü



Şek. 5 - Sialik-palinjen magmatizma ile ilgili cevher yataklarının tipleri

intikallere raslamak mümkün olup, bunlar Mansfeld bakır şistini hatırlatmakta ve oldukça şiddetli bir metamorfoz neticesinde pegmatitik mobilizasyon ile iri kristalin molibden blendine intikal etmektedirler. Sıranın sonu tamamen granitik sabreden müteşekkil olup, bunlar pek az tezahür eden bir bank durumu ve katlar halinde MoS_2 bağlantısı ile sedimanter çıkış sahrelerini hatırlatmaktadır. Birlikte tezahür eden kalkopirit tenörü her iki tipte de oldukça önemli olmakla beraber, molibden cevheri ihtivası dessiminated copper ores zuhurlarında (meselâ Bingham) çürük çamur sahrelerinin erimesine işaret etmektedir.

O. Oelsner (1958a), Erzgebirge zuhurları için Bi-Co-Ni formasyonunu tasnife tabi tutmuştur. Jeolojik bakımdan daha yaşlı olan bir seri ise, antrasit veya yüksek derecede polimerize karbon hidrojeni akümülaşyonu göstermiştir. Bunlara bakılınca, muayyen nispette bir uranyum cevherinin de mevcut olabileceği akla gelebilir. Ni-Co cevherlerinin başlıca kitleleri ise, L. Baumann'ın (1958) etüdlerine göre, en genç mineralizasyon hâdiseleri ile ilgilidir ve uranyum cevheri ihtiva etmezler. Burada en genç Varistik final-bazaltik magmatizma ile olan münasebet muayyen nispette bir ihtimal dahilinde bulunabilir.

Baryum da birçok hailerde sialik-palinjen menşeli bir eleman olarak telâkki edilmektedir. Bu cümleden olarak O. Oelsner (1956) Thüringen sverspat damarlarının, eninde sonunda Orta Tersiyere mensup bazaltik magmatizma ile ilgili olmakla beraber, maddesinin ancak melezleşme neticesi meydana gelmiş olduğunu ileri sürer. C. D. Werner (1958) «Sima» teriminden sadece Fe ve S tenörlerini anlamakta ise de, manganez bolluğunu da dikkate değer bulmaktadır. Ba, F ve Si «bugünkü görüşlerimize göre» sadece sialik materyelden ileri gelmiş olabilir yolunda bir tahmin yürütmektedir. Jeoşimik hakikatleri bu şekilde zorlama karşısında denilebilir ki (Borchert, 1957), Fe, S, Mn ve Ba eleman kombinezonlarının tercihan bazaltik magmaların bakiye eriyiklerinden neşet etmiş olmaları mümkün ve hattâ muhtemeldir.

Birçok hallerde (ve fakat hiçbir surette her zaman değil) bu eleman kombinezonları, denizel sedimanter ortamda ekshalasyon ve termlerden ve ekseriya erken jeosenkinal arz kabuğu durumlarından ayrılmışlardır (Şek. 3 ve 4). Buna mukabil, bu gibi denizel sedimanter yatakların çok nadir olarak sialik-palinjen magmatizmaya bağlı oldukları da bir tesadüf eseri değildir. Bu itibarla şekil 5 teki bu tipin müdafaası da mümkün değildir. Bunun başlıca sebebi jeotektonik olup, jeosenklinallerin normal inkişafı ile ilgilidir. Bu hususta aşağıdaki fasılda bilgi vermiye çalışacağız.

V. Juvenil-bazaltik ve sialik-palinjen magmatizmanın jeotektonik hâdiselerle ilgisi

H. Stille'nin (1939) dediği gibi, juvenil-bazaltik magmatizma evvel emirde, inisiyaldir ve binaenaleyh erken jeosenkinal arz kabuğu ile ilgilidir. Bu takdirde, mezkûr magmatizma başlıca tam kratonik bir durum almış olan arz kıvrı içinde nihai olarak tecelli eder. Her iki halde de yükselme keyfiyetinin, basınçtan kurtulma ve derin krüstal kristalize Griquait'in yeniden erimesinden ileri gelmiş olması icabeder (Şek. 1). Basınçtan kurtulma, tekrar erime ve yükselme hâdiseleri esas itibariyle derin sıkışma zonlarında vukua gelir. Bu zonlar ise, kabaran arz

kabuğu bölümlerindeki kanatlarda önemli bir rol oynarlar. Bu husus genel olarak jeosenklinaller için ve özellikle rejyonal çöküntü arzeden bölgelerdeki münferit senklinaller ve faylar için bahis konusudur (A. Pilger, 1950; R. Schöenberg, 1951).

Mamafih sıkıştırıcı zorlama hâdiselerinin orojen inkişafının inisiyal ve final devrelerine inhisar etmediği de birçok hallerde ispat edilmiş olduğundan, «uzatılmış inisiyal magmatizma» teriminin tesisindeki sebep de böylece anlaşılmış olmaktadır.

Sıkıştırıcı zorlanma çerçevesi içinde, arz kabuğu blokları sadece az nispette inip kalksalar, juvenil-bazaltik magmatizmanın katî surette hâkim bir rol oynamış olması icabederdi.

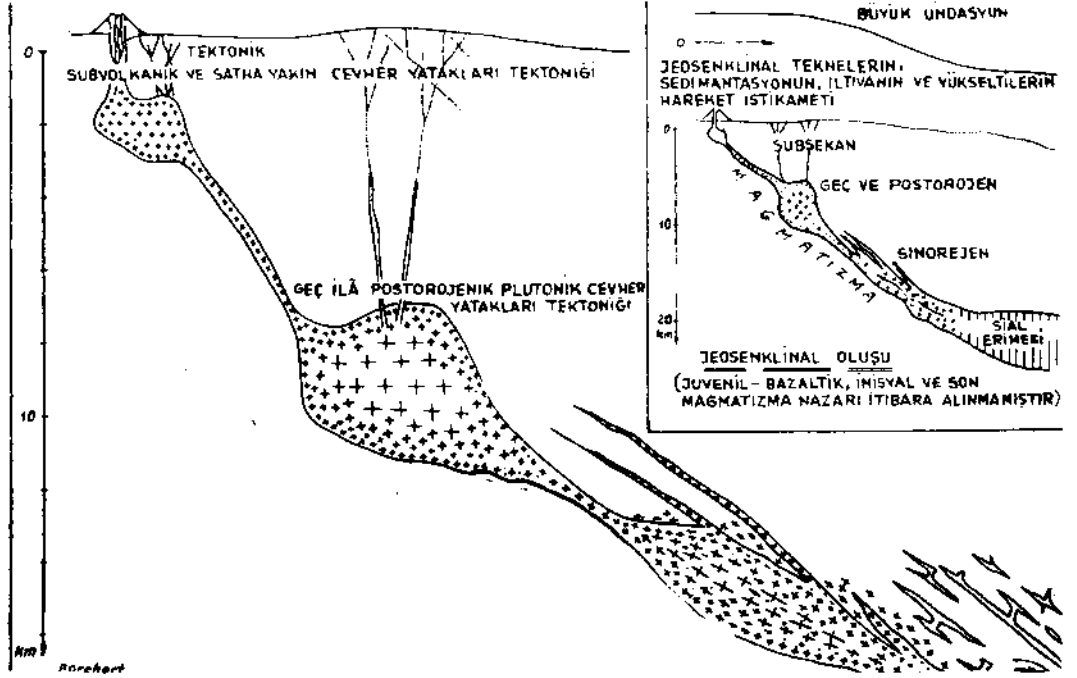
Artan derinlik ile vukua gelen bir inip-kalkma tektoniği ise, aksine sial kabuk materyelini, çöküntü bölgesi altında erimiye tabi tutacaktı. Bu takdirde de palinjen mıknaşiyet hâkim duruma geçecekti. Erimiş olan sialin yükselmesi de, çökmekte olan blokun altında âzami hududuna erişecekti, yani bu şekilde geniş gerilimli kuvvet sahalarının vücuda gelmeleri, tercihan şakuli oryantasyonlu kuvvetlerle birlikte ve ufki oryantasyonlu sıkışan kanatlar hâdisesi aksine, beklenebilirdi. Öte yandan tektonik yapı, bu şartlar altında merkezî yutma zonları neticesinde ve E. Kraus'un (1959) dediği gibi, karakterize olurdu. Neticede tercihan palinjen eriyik materyelinin merkezî yükselmesi, genç jeosenklinik kitleleri tümör merkezinden dışarıya doğru itecekti.

Bütün bu vuku bulmaları gerekli olaylar karşısında, jeotektonik hâdisat içindeki hâkim yapı durumunun bu gibi jeosenklinaller ile tebarüz etmekte bulunması muhtemel olup, ekseriya tekne çöküntüsü ve mücavir kabarma bölgelerinin müstakar bir dalga gibi kalmış olmaları beklenemez. Bilâkis, meselâ Varistik Jeosenklinikalin geniş kısımları için, senklinikalin harekete geçmesi, sedimantasyonun ve iltivaların vücut bulması muhakkaktır.

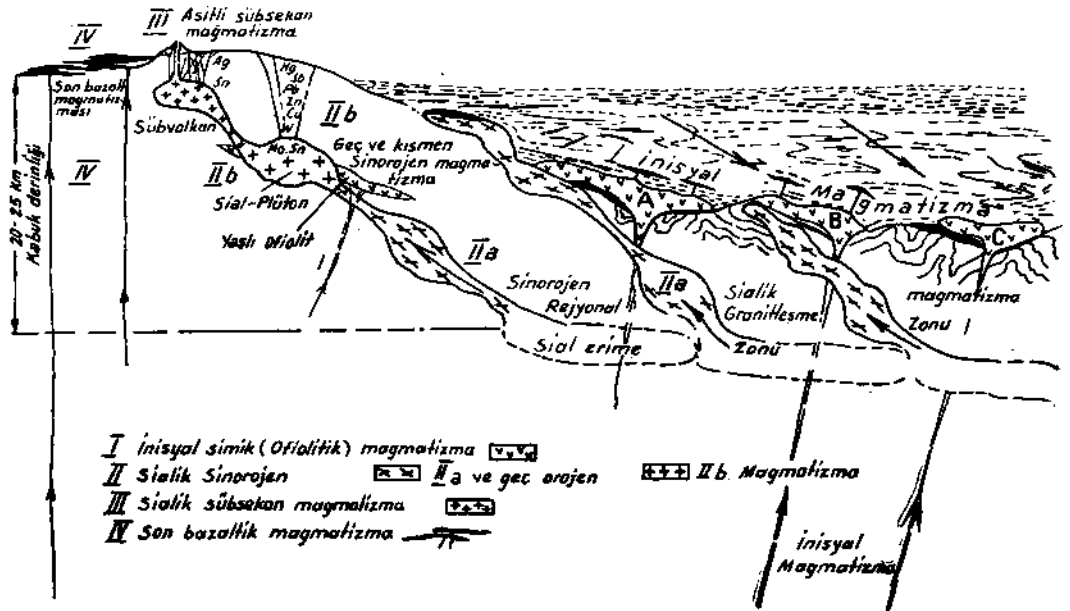
Bu şartlar altında, iltiva ve verjansların, her defasında çökmekte bulunan senklinikal istikametinde inkişaf etmeleri gerekir. Önemli miktarlardaki sialin 20-25 km derinliklerden ve genç jeosenklinikal altından yükselmiye başlamaları için oldukça uzun zamanların geçmesi icabedecektir. Şekil 6 daki (sağ yukarı) büyük bir undasyon kabul edildiği takdirde, yükselme keyfiyeti tercihan ve mailen yukarı müteveccih bir vaziyette bulunan «hinterland»a doğru olacaktır. Vakıa bu takdirde granitleşme zonunda, yani erimekte olan sial materyelinin hemen üstünde, evvel emirde şakuli hareket dokuları hâkim olacaktır (dik eksenli diapir ve intruzyon tektoniği).

Şekil 6'nın ana bölümü, geriye doğru yükselen sial eriyiklerinin tektonik yapı stilini göstermek istemektedir. Keza synorojen-abisal cevher yataklan, orojen sonu ve sonrasına ait plutonik zuhurlar ve ekseriya son jermanotip fay teşekküllerine tabi bulunan subvolkanik tipler de tersim olunmak istenmiştir. Bütün bu münasebetler Şekil 7 de bir toplu durum halinde tersim olunmuştur.

Tüm konsepsiyondan anlaşılacağı gibi, sismik ve diğer sebeplerden gittikçe kontrol edilebilir bir hal alan faraziye, yani yüksek dağlar altında sial kökü bulunamayacağı telâkkisini ele alabilecek neticeler meydana çıkmaktadır. Hakikî bir Jeosenklinikalin altında ve 20-25 km derinlikte bulunan kabuk materyelinin erimiş olması icabeder ki, bu arada yeni bir Conrad-diskontinüitesi inkişaf edebilir. Aynı bölge sonradan bir blok halinde yükselmiye başlarsa,



Şek. 6 - Abisal, plutonik ve sübvulkanik cevher yataklarının tektonik tipleri. Sağ yukarıda devamlı bir büyük undasyon içindeki magma yükselişine işaret edilmiştir



Şek. 7 - Jüvenil-bazaltik ve sialik-palınjen magma sevkini ve bu hâdisenin STILLE tarafından tesis olunan inisiyal, orojen, sübsekan ve nihai magmatizmaya olan münasebeti

Conrad-diskontinüitesi de birlikte yükselir. Binaenaleyh bu hâdisenin yüksek dağlar altında mücavir bölgelere nazaran daha derinde değil, daha yukarda vukua gelmiş olması gerekir.

Pasifik okyanusunun civarında halen bulunan derin deniz çukurları, H. Stille'nin (1957, 1958) telâkkisi aksine, resant jeosenklinaller olarak ele alınmalıdır. Sial materyeli, derin deniz çukurlarının altında erirler (20-25 km derinliklerdeki zelzelelerde olduğu gibi) ve yükselmekte bulunan kontinental bölgelerin altından kabarmaya başlarlar. Vening-Meinesz zonlarındaki ağırlık kaybı, eriyik akımları ihtiva eden plutonik yuvalardır ve hâkim vaziyette sialik-palinjen materyel arzederler. Bu zonlar, Batı Pasifik bölgesindeki volkanik olmıyan dış zonlara muadil olup (Endonezya) içe ve kontinental bölgelere doğru hareket ederek yükselen magma bu arada o kadar yüksek plutonik ilâ subvolkanik sahalara erişir ki, birçok yerlerde hakikî yanardağlar şeklinde çatlaklar meydana gelir. Bunlardan Endonezya volkanik iç bölgelerini ve Güney Amerika'nın resant Andın volkan kuşağını zikredebiliriz.

Bu hâdisat, Üst Kratase devrinde And'larda vukua gelmiş olan ana iltivalarla ilgili değildir. Bilindiği gibi bu iltivaların verjansı, genel olarak doğuya ve kontinan yönüne müteveccihdir. Buna mukabil resant hâdisatta, bir arz kabuğu bölümünün hakikî rejenerasyonu bahis konusudur ve bunun için de, böyle bir hâdisenin arz kabuğunun küçük bir bölümü içinde geçmiş olduğu kabul edilemez.

Yüksek dağ bölgelerindeki ağırlık farkı başlıca şu sebeplerden ileri gelmiş olabilir: Başlamak üzere bulunan kabarma ve gevşeme devresinde hafif, palinjen hareketli magma büyük kitleler halinde indifa eder ve mücavir derin Senklinallerde erimiye başlar. Sial kabuğunun bu yan hareketi neticesinde, yani granitlerin yana kayması sonucunda oldukça kalın bir hal iktisap etmesi de bundan ileri gelmiş olsa gerektir.

Jeotektonik bakımından çok önemli bir mesele de şudur: Üst kabuk büzülrken, yani İltivalar, ekaylar ve örtü şariyaları haline gelirken, alttaki derin kabuk bölümlerinde neler olmaktadır? Bu soruya cevap vermek için çok geniş ölçüde sürülme satırları kabul etmek zarureti kendini gösterir. En yüksek kabuk bölümlerinde ekseriya bu işin tuz depoları tarafından görülmekte olduğu bilinmektedir. Bununla beraber 10-15 km den fazla derinliklerdeki bu makaslaşma ve sürtünme satırları nasıl oluyor da meydana gelebiliyor?

Şekil 6 ve 7 de bu sorunun cevabı gösterilmiştir. Palinjen hareketli ve geriye müteveccihen yükselen sial magması, gerekli derin makaslaşma hatlarını «yağlamakta» ve bu hâdisa tuz kayaları kitlelerinden veya serpantinlerden daha mükemmel bir halde temin edilmektedir. Üst kabuğun genç jeosenkinal sedimanları içindeki iltiva paroksizmasına gelince, bu hâdisenin sebebi, alt kabuktan yükselen sial magmasıdır.

Devamlı bir dalga şeklindeki bir undasyon ile yan hareket komponentler önem kazanır. Yukardaki genç jeosenkinal içinde bu husus, bloklardan ve bakiye sedimentasyondan ayrılarak kaymakla kendini gösterir (turbidity currents ve mümasili hâdiselerin iştiraki). Derinlerde ise,, önceleri rakuli olan yükselme hareketi yana kayar ve bloklar altına yönelir. Bu hâdisa büyük ölçüde olmıya başlayınca, yani en büyük sial magma kitlesi blokların altında 20-15 km derinden yükselimiye

başlayınca, iltiva paroksizması meydana gelir. 20-15 km derinlikte vukua gelen hâdiseler synorojen tektonik hadisesidir. Bu suretle derinlerde meydana gelen kayma sathları yukardaki genç sedimanlara, dar İltivalar, ekaylar ve örtüler halinde sıkışma imkânı verirler. Bu sıkışma normal olarak denizaltı derinlerinde vukua gelir (Şekil 7 deki orta bölüme benzer).

Sol bölümün (Şek. 7) kabarmıya devamı, palinjen sial magmasının gerisin geriye yükselmesine devamı ile aynı zamana raslıyabilir. Bu arada yükselme keyfiyeti de tedricen blok tektoniği anlamınca vukua gelir. Granitler, geç veya orojen sonrası karakterlerine göre, klâsik plutonları teşkil ederler ve zonal cevher teşekkülleri, artık başlıca tektonik hâdiselerin tesirinden gittikçe kurtulurlar.

Blok ve fay tektoniği, yükselmenin son safhalarında genel olarak hâkim duruma geçer. Geriye doğru yükselen sial magması, bu suretle arz sathına yakın yerlere gelir ve birçok yerlerde satha çıkar (Şek. 7 de III). Bu takdirde, tipik sübsekant bir magmatizma karşısında kalırız ki, bu arada orojen plutonizma ile sübsekant volkanizma arasında her hangi bir keskin hudut teşekkül etmez. Nitekim E. Bederke (1948) de bu hususa işaret etmiştir.

Son olarak, H. Stille'nin (1939) de dediği gibi, artık tam kratonik bir durum almış olan arz kabuğunda, nihai ve juvenil-bazaltik magmatizma meydana gelir ki, bu da sadece ekstruzif şekli ile önem taşır.

Bu husus, genel olarak juvenil-bazaltik magmatizmanın tasnifi bakımından da bahis konusudur. Bu magmatizmanın arada bir, intruzif-synorojen karakterli olmasına veyahut resant ılıcaların (Orta Avrupa) nihai bir bazaltik derinlik magmatizması ile münasebette bulunmalarına hiçbir engel yoktur. Vakıa Griquait'-in peridotit kabuğu altında erimesi için ve üst kabuğa yükselebilmesi bakımından yırtıcı basıncın yok olmasına ihtiyaç vardır. Fakat büyük bazaltik magmaların vücuda getirdikleri mutavassıt yuvalar 10^6 - 10^7 senede değişik şekillerde inşikak edebilirler ve bu zaman içinde en değişik tektonik hâdiselere mâruz kalabilirler. Genç Tersiyer bazaltik magmatizma (ki volkanizma sonrasındaki etkileri bugün bile kendini göstermektedir), alpin orojenez bakımından bir nevi nihai magmatizma karakterindedir, ekstruzif ve çok önemli İntruzif mümesilleri vardır ve bu husus Almanya için de bahis konusudur.

Peridotit-piroksenitik kabukların 40-60 km kontinental derinliklerdeki normal durumunu düşünecek olursak (Şek. 1), bilinen peridotit serpantinlerinin, sert vaziyette bu kadar derinlerden üst kabuğa kadar gelmiş olabilecekleri ve tefrik edilmiş bulunabilecekleri akla yakın gelmez (H. Hess, 1955 ve W. P. de Roever, 1957). Güney Anadolu gibi birçok kromit ihtiva eden peridotit masifinin, bugünkü yan taş münasebetleri bakımından, intruzyonlar ve fraksiyone kristalizasyonlar geçirmiş olmaları ve alpidik yaşında bulunmaları icabeder. Nitekim Küba, Yeni Kaledonya ve diğer bazı bölgeler için bu cihet tesbit edilmiş bulunmaktadır (Borchert, 1959c).

Bu itibarla, jeotektonik hâdisat için bir karara varabilmek üzere birkaç yeni perspektif ortaya çıkmaktadır, şöyle ki :

- a) Genç jeosenklinal sedimanların iltiva paroksizması, magmanın alt kabuktan yükselmesine bağlıdır. Burada H. Stille (1940) tarafından tesis olunan «Zwittertektonik» terimi, yani cinsiyeti belli olmıyan bir tektonik

- bahis konusudur. Bu tektonik, haddi zatında mutedil tektonik hâdiselerin, magmatik intruzyonların vukuu neticesinde şiddetlenmesi demektir.
- b) Esas itibariyle gerek juvenil-bazaltik, gerekse sialik-palinjen magmalar, iltiva paroksizmasını meydana getirmiş olabilirler. Jeosenklinallerin büyük derinliklerinde sialik-palinjen magma fazla önem kazanır.
 - c) Yüksek tektonik katlarda vukua gelen kuvvetli sıkışmalar ile İzoklinal iltiva ve örtü teşekkülü, hakikî gravitatif sukut hâdiselerine bağlı olup, magmatik kitlelerin «gerisin geriye» yükselmeleri ile vukua gelir.
 - d) Geriye yönelmiş intruzyon hatları üzerindeki büyük ölçüde kayma hareketleri, mailen yukarı çıkan magma bakımından, üst yapının iltiva ve örtülerini vücuda getirirler.
 - e) Bu gibi magmatik kaymalarda ise, alt cereyanlardan bahsetmek yerinde olmaz. Alt cereyanlarla iştirak, ancak, üst kattaki tektonik alt kattaki hâdiseler tarafından sevk ve idare edildiği takdirde bahis konusu olabilir. Hakikî alt cereyanlar bu suretle, çok daha büyük derinliklerde mümkün olup, bunu rakamlandırmak gerekirse, asgari 700 kilometreden bahsetmek icabeder (Şek. 2).
 - f) Genel olarak «Jeotektonik» tâbirinden —yani 40-100 kilometre kalınlığındaki arz kabuğu içinde vukua gelen hareketlerden — anlaşılan mâna, arzın derinliklerinde vukua gelen hâdiselere dayanmaktadır. Arzın soğuması ve arz içindeki konveksiyon akımları ile olan münasebet muhtemel olmakla beraber, bazı hallerde henüz problematik durumunu muhafaza etmektedir.
 - g) Şu hususu tesbit etmek gerekir ki, arz kabuğu içinde her hangi bir tektonik aktif merkez bulunamaz. Bilâkis arz kabuğu ancak pasif olabilir ve birçok hallerde kink bir şekilde derin arz içindeki hâdiselerden etkilenebilir.

Arz üst kabuğunun bu yavaş reaksiyonu, yani derinliklerdeki hâdiselerden etkilenmesi bakımından son zamanlarda elde edilen etüd sonuçları çok ilginçtir. M. Pfannenstiel (1959) bunları tafsilatı ile «denizaltı jeolojisi problemleri» adı ile yayınlamış bulunmaktadır. Pasifik okyanusundaki atollarda yapılan sondajlarda, en alttaki tabaka serilerinin Alt Kretase-Orta Kretase arasındaki mercanlardan müteşekkil bulundukları görülmüştür. O zamandan beri de her halde, deniz dibi az çok devamlı bir çökme halindedir. Başka hallerde resant ilâ Eosen mercan kalınlıklarının altında bazaltik bir tabanın bulunduğu tesbit edilmiştir. Burada da muhtemelen Kretase veya yaşlı Tersiyer devrinden bu yana deniz dibi devamlı bir çökme halindedir ve bu hâdise 60 80 milyon seneden beri süregelmektedir. Buna mukabil, Hawai adalarındaki en bâriz resant volkan, Mauna Kea adındaki krateri ile 4208 metre kadar bir yüksekliktedir ve tabanı 6000 metre derinliğe erişir. Bu 10 000 profil metre bazaltın 60 kilometreden fazla derinliklerde bulunan merkezlerden yükselmiş olması ihtimal dahilindedir ki, bu merkezin boş hareketinin jeolojik devirler boyunca muadil bir çöküntü vücuda getirmiş olması icabeder.

Bu vesile ile dikkate alınması gereken bir nokta varsa o da, bazaltik magmanın harekete getirdiği büyük intruzyonların (meselâ Sudbury, Bushveld, Great Dyke ve saire) pek çok hallerde kazan biçiminde bir eğrilme göstermekte olduk-

ları ve bu kazanın muhtemelen daha derindeki magma yuvalarının boşalmasından ileri geldiğidir. İntrüzyonların kalınlığından veya ekstrüzyonlar ile çöküntü vukuu-nu meydana getiren zaman aralığından kabuk sertliği ve merkez derinlikleri hususunda önemli doneler elde edilmesi beklenebilir. Çöküntü tekneleri ve abataj oyukları hususunda madencilik bakımından elde edilecek tecrübeler burada ön plânda gelebilirler. Bu arada bazı hallerdeki önemli rakamlar, malûm duruma gelmişlerdir. Çökme hâdisesi, derinlik arttıkça gecikmekte olup, Pasifik okyanusundan alınan misaller, toplu jeosenklinal çöküntü teknelerinin bunlarla münasebete getirilmelerine vesile teşkil edecek mahiyettedirler.

Neşre verildiği tarih 5 Şubat, 1962