

KOZAK İNTRUZİF MASİFİ PETROLOJİSİ VE PALEOZOİK ÇEVRE KAY AÇLARI İLE JEOLojİK BAĞINTILARI

K* Erol İZDAR

Ege Üniversitesi Jeoloji Kürsüsü İzmir

ÖZET. — Kuzeybatı Anadolu'da yer alan ve genellikle Paleozoik yaşlı metamorf veya metamorf olmayan kayalar içine sokulmuş yirmi kadar intruzif karakterde kitle mevcuttur. Etüdü yapılan *Kozak intruzif masifi* ve çevre kayaları bahsedilen bölgenin en güneyinde yer almaktadır.

Mevcut sedimenter kayalar, epimetamorf birimler olarak *Devonien (?) yaşlı Altseriyi* killiştir, grauvak ve yarı mermer litolojisindeki *Karbonifere mal edilen Ortaseriyi* ve kumtaşı, fosilli kalker birimlerini kapsayan ünite olarak da *Üstseriyi* teşkil etmektedirler.

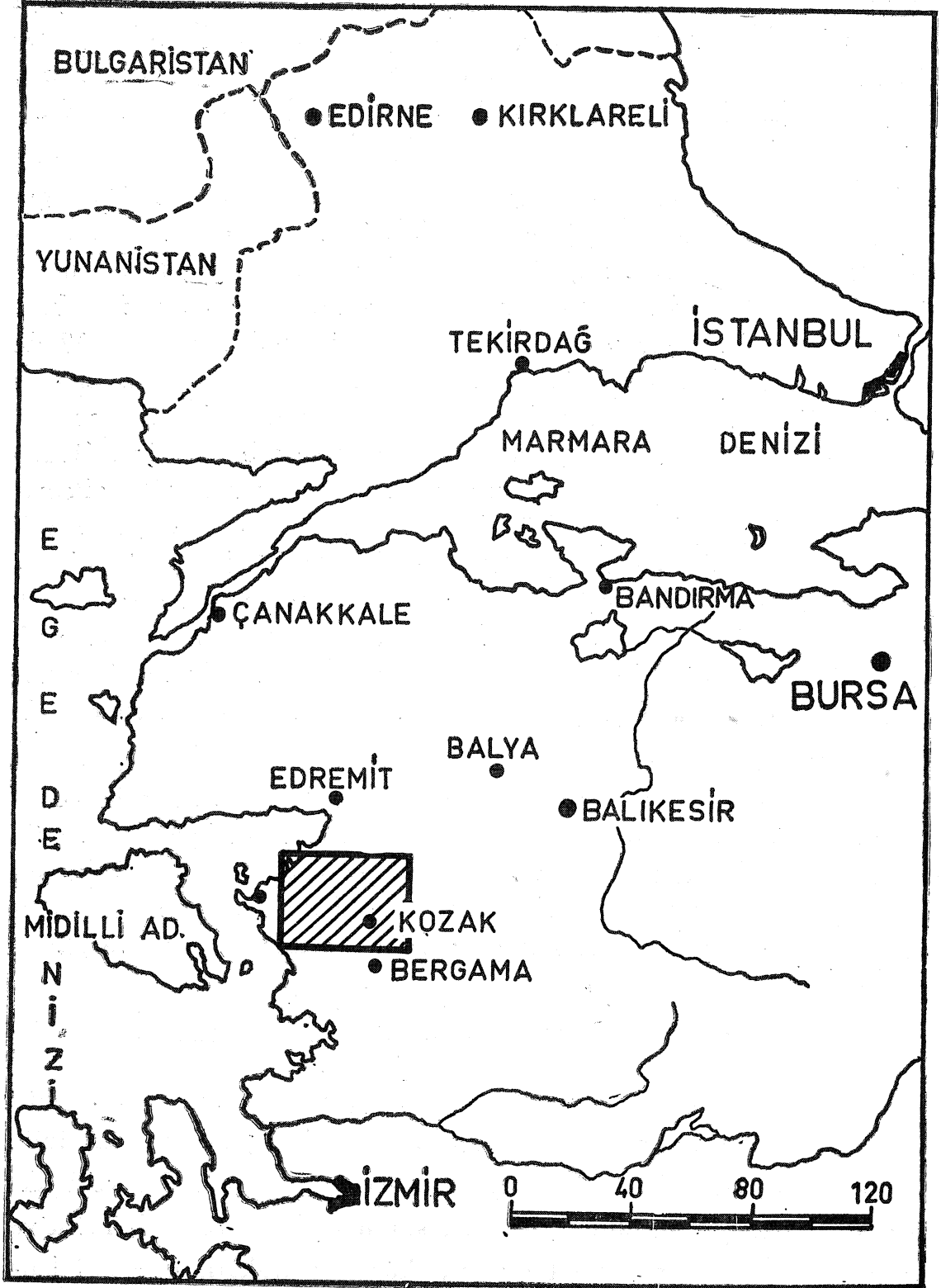
Tektonik yapıda entansif dar kıvrımlar Altseri kayalarında; daha geniş kanatlı kıvrımlar ile kırılmalar Ortaseri kayalarında görülmektedir.

Altseri ile Ortaseri arasına sokulan granodiyorit bileşimindeki magmatik kitle, modal analiz yolu ile petrokimyasal olarak etüd edilmiştir.

Heterojen karakterdeki zirkonların mevcudiyeti bol miktarda bazik ve metamorf inkluzyonların ve segregasyon cisimlerinin magmatik kitle içindeki varlığı bahsi geçen intruzif masifin jçnezi hakkında bazı görüşlerin açığa çıkmasına imkân vermiştir. Bunun dışında Kozak intruzif masifine ait bir örnekle ilgili olarak total radyojenik kurşun metodu ile yaş tespiti hakkında magmatik kitlenin oluşumundan ve maruz kaldığı olaylardan doğabilecek hatalar belirtilmiştir.

I. GİRİŞ

Batı Anadolu'nun kuzey kısmını işgal eden alanda çoğunlukla Paleozoik yaşlı metamorf veya metamorf olmayan kayalar içine sokulan granit, granodiyorit, monzonit ve kuarsdiyorit bileşiminde, sayıları 20 nin üstünde intruzif kitle mevcuttur (Wijkerslooth, 1941; Kaaden, 1959)- Kozak intruzif masifi ve onu dar bir şerit halinde çevreleyen kayaların kapsadığı etüd bölgesi ise (Şek* 1) bahsedilen bölgenin en güneybatı ucunda, Edremit körfezinin güneyinde takriben 600 km² lik bir alan teşkil eder. Batısında Ayvalık, güneyinde ise Bergama ilçeleri yer almaktadır. Bölgeye adını veren Kozak bucağı intruzif masifin üzerinde bulunmaktadır. Bir



Şek. 1 - Etüd bölgesini gösteren indeks haritası.

millî park özelliğini haiz, çoğunlukla ormanlarla örtülü olan masifin en yüksek noktaları kuzey yarısına toplanmıştır. Batıdan doğuya doğru: Yaylacık Dede tepesi (1220 m), Karlık tepe (1146 m), masifin NE ucunda Kızılgerme tepesi (1043 m), Çakırören (1206 m), Mayatepe (1344 m, masifin en yüksek noktası) yükselteleri bulunmaktadır.

ilk olarak Fhüippson'un seyahat notlarında 11y1u-1yo; oöge- nin Paleozoike mal edildiği görülmektedir. Masifin içinde, grano- diyorit ile tortul çevre kay açları kontaktmda, Karahayıt civarında, ekonomik değer ifade eden bir demir mineralizasyonunun bulun- ması dolayısıyla 1927 yılında Lucius, 1936 da Ceccatty, 1937 de Poldini, 1939 da Ziegler bilhassa cevherleşme bölgesinde ziyaret mahiyetini aşmayan incelemelerde bulunmuşlardır. Yine aynı mi- neralizasyon bölgesinde Bayramgil ve Wijkerslooth'un etüdü (1953) ile 1957 yılında Krupp Firmasının yapmış olduğu sondajlı çalışma- ların yanısıra, 1958 de Türkünal, 1959 da ilk defa detaylı olarak Elgin ve bunun haricinde de 1960 ta Barutoğlu ile 1963 yılında İzdar ve Akıncı daha değişik çalışmalar yapmışlardır. Son olarak Bürküt (1966) Kuzeybatı Anadolu'daki plutonların petrografik etüdlerini yaparken, Kozak intruzif masifini de incelemiş ve kitle- nin mutlak yaşı hakkında radyokronolojik bir analiz neticesi de vermiştir.

«

1963 ve 1964 yıllarında daha ziyade metalojenik yönden etüd edilen Kozak intruzif masifinin petrokimyası ve petrojenezi ile intruzif kitle kayaçlarının ve Paleozoik çevre kayaçlarının tektonik yapısı problemi ortaya çıkmıştır. Bu sebeptendir ki, eldeki malumat daha sonra geniş mikroskopik çalışmalar ile takviye edilmiştir.

II. ÇEVRE KAY AÇLARININ STRATİGRAFİSİ

Kozak intruzif kitlesinin çevresini kuşatan sedimenter kayaçlar : yeşil şist fasiesine ait birimleri kapsayan *Altserv*, bunun üzerinde yer alan kuarsit, killi şist (şeyi), grauvak, yarı mermerler ve kalk- şistler ile yer yer tezahür gösteren submarin lav ve tüfleri ihtiva eden *Ortaseri*; ve en üstte bulunan, kumtaşı arakatlı, fosilli kal- kerlerden müteşekkil *Üstseri* olmak üzere üç grupta incelenmiştir. Neojene ait genç tortullar ile Kuaterner teşekkülleri etüd dışı bırakılmışlardır.

Altseri

Etüd bölgesinin NE kısmında yayılım gösteren bu seriye ait birimler tamamen yeşil şist fasiesine dahil fillat, kuarsfillat, serisit-kuarsit, klorit-, epidot- ve aktinolit (amfibol)-şistlerden ibarettir* Serinin mostra veren taban kısımlarındaki birimlerini kuars-fillatlar ve seri sit kuarsitler teşkil ederler* Bunların üzerinde genellikle fillatlar [Şek* 2 deki (1) numara], klorit-, epidot- ve aktinolit-şistler [Şek* 2 deki (2) numara] ardışıklı olarak yerleşmişlerdir* Genellikle şiddetli bir kıvrılmaya maruz kalmış olan fillatlar ve klorit - şistler aynı şiddetteki şistoziteyi haiz karakteristik bir görünüme sahiptirler. Renkleri genellikle gri ile yeşil arasındadır* Aktinolit, epidot ve klorit, ince taneli olan bu kayalarda çok nadir hallerde gözle tefrik edilebilirler* Bu mineralleri ihtiva eden kayaların bünyelerindeki plajiyoklazların albite, ojitlerin de aktinolite dönüştüğü, hatta sekonder olarak kuarsın teşekkül ettiği, mikroskop altında bariz bir şekilde görülmektedir* Kayalardaki mevzu bahis piroksen alterasyonu ile aktinolit teşekkülü ise tamamen H₂O mevcudiyetine bağlı bir durumdur*

Aktinolitleşme :

2 klinopiroksen + 3 ortopiroksen + H₂O + Si₂O > aktinolit şeklinde olmaktadır (Yoder & Tilley, 1962)*

Intruzif kitlenin NE ucunda Mayatepe, güneyinde, Yeliburun ve doğuda Çavdarstepe ile Karasutepe arasındaki fillatlar içinde, yer yer epidotlaşma ve aktinolitleşme gösteren fakat hiç mika ihtiva etmeyen, yoğun ve koyu yeşil renkli kayalar çok az bir ihtimalle seditimenter orijinlidirler* Mikroskop altında görülen, denizaltı volkanik kayaların has spilitleşme sedimentasyon esnasında muhtemel bir volkanik enterkalasyonuna işaret etmektedir.

Altere mafit minerallerin kristal hudutları boyunca yoğunlaşmış, ayrışma mahsulü demirler (opazit saçak) kayacın maruz kaldığı metamorfizma sonunda manyetik özellikler kazanmıştır* Bu durum, bölgede yersel olarak bazı manyetik anomali değerlerinin bulunmasına sebebiyet vermektedir. Altseri etüd sahasında gözlenebilen birimleri ile birlikte, 600 - 700 m kadar bir kalınlığa sahiptir (Şek* 2)* Bu seri kayaları içinde herhangi bir fosilizasyona tesadüf edilememiştir* Ancak, aşağıda incelenecek, genç Paleozoik yaşlı kayaç serilerine ait tektonik yüzeysel verilerin yönsel değişiklikleri daha üstteki serilerin Altseri üzerine diskordan olarak geldiğini göstermektedir* Mevzu-

bahis yapı değişikliğine istinaden, yukarıda incelenen, yeşil şist fasiesine ait birimlerin meydana getirdiği *Altserinin* yaşlı Paleozoike, muhtemelen Devonienne (?) ait olduğunu kabul etmekteyiz •

örtaseri

Kozak intruzif kitesini NE dan SW ya doğru atnalı şekilde saran grauvak, arkoz, killi şist (şeyi), mermer ve yarı mermer hüviyetindeki kireçtaşları gibi litolojik birimlerden müteşekkil *Ortaseri*, aralarındaki açılal diskordansı doğrudan doğruya gözlemeye imkân vermeyen dar bir plastik killi şist şeridi ile *Altserinin* üzerine gelmektedir. [Şek, 2 deki (3), (4), (5), (6) numaralar]. Batıda kumlu ve feldspatik grauvaklarla, bunların içinde birkaç seri halinde ince- lip kalmlaşan mermer karakterindeki kalkerler yayılıra göstermektedirler* Doğu ve NE kısımlarında ise grauvaklar içinde diyabaz, lav ve tüfleri geniş ölçüde arakatkılanmıştır. İntruzif kitle ile çok yerde teması olan *Ortaseri* birimleri, granodiyotitler tarafından termik kontakt-metamorfizmaya uğratılmışlardır. Uzun eksen doğrultusu SW-NE olan intruzif kitlenin NW ve SE kanatlarında y ay ılım gösteren *Ortaseri* kayaları aynı yönlerdeki eğimlere sahiptirler*

Grauvaklar ve killi şistler (şeyller), batıda Karahayıt madeni civarından başlamakta ve NE ya doğru, Bağyüzü ve Hacıömerier köyü arasında genişleyerek Sarılar köyüne doğru uzanmaktadır. En iyi kesit Bağyüzü ve Hacı Veliler köyleri arasındaki yol yarmalarında görülmektedir. İçlerindeki kil ve koyu mineral miktarlarına tabii olarak renkli gri - kahverengi - siyah arasındadır. Tane boyu kilden ince taneliye kadar değişmekte olup, bilhassa şeyller arasında, kalınlıkları 0.5 ile 2 mm arasında değişen laminalar teşkil eden kuar-sit oluşumlarına rastlanır. Serisit pulcukları genellikle kayaç içinde dağınık olmakla beraber, bazan satıhlarda konsantre olmuştur. Killi şistler (şeyller) intruzif kitleye yakın zonlarda *düğümlü şistlere* dönüşmüştür.

Muhtemelen içlerindeki dissémine piritlerin bozuşma mahsulü limonit izleri mevcuttur. Grauvaklar ve killi şistler gayet plastik bir kayaç tipini temsil etmektedirler, asimetrik yatık kıvrımlıdırlar. Herhangi bir fosilizasyona tesadüf edilmemiştir.

Doğuda Sakarkaya'nın kuzeyinde yaydım gösteren grauvaklar içinde yer yer *diyabaz akıntı ve enterkalasyonlarına* tesadüf edilmektedir. Çamavlu köyünün doğusundaki bölgede bazik kayaçlar geniş yayılım göstermekte, kayaca yeşil siyah bir renk hâkim olmaktadır.

Intruzif kitlenin batı ucunda Bakırlık sırtlarından Bağyüzü köyünün kuzey kısımlarına kadar yer yer iozle, kalmlaşım incelen *mer mer "kristalin kalker* şeritlerine rastlanmaktadır* Doğuda ise Kozaklın güneyindeki Dutçağız tepe ile NE ya olan uzantısmdaki Sakarkaya arasında büyük gelişme gösteren mermer-kristalin kalker karakterindekî karbonat taşları genellikle küçük kristallidir* Yer yer koyu gri ve beyaz bandlı şistî bir yapı gösterirler» Kısmen dolomitiktirler (Sakarkaya civarı)* Kuvvetli termik kontakt tesirlere maruz kaldığı yerlerde (batıda Karahayıt, maden civarı), mermerleşme, kalsit kristallerinin büyümesi ve kil arakatkılarınm bulunduğu kısımlarda ise çeşitli *hornfelslerin* iri *vollastonit* kristallerinin teşekkül etmiş olduğu görülün Aynı şekilde cevherleşme de kalker bünyesinde vuku bulmuştur (IV ve V inci bölümlere bakınız).

Ortaseriye ait birimlerin mostra veren, toplam kalınlıkları 700-1500 m arasındadır. Herhangi bir fosil bulunamadığından, ancak bu seri üzerinde gelişme gösteren en üst Karbonifer (?) - Permien yaşlı *Üstseriye* atfen *Ortaseriyi* genel manada Karbonifere mal etmekteyiz*

Üstseri

Etüd bölgesinde yalnızca Yoğurtdöken köyünün kuzeyinde (Bergama'nın NE sunda) görülmüştür* Gri renkli, ince taneli yer yer koyulaşan kireçtaşı ve aralarındaki kumlu kısımlardan ibaret genellikle az kumtaşı, kumlu kalker ve kalker münavebesi gösteren bir seridir [Şek. 2 deki (7) ve (8) numaralar]. Ortaserinin SE ya doğru eğimli birimlerinin üzerine gelmektedir* SW-NE doğrultusunda ve 20-30° SE bir eğime sahiptir. Genel olarak intruzif kitlenin kontakmda SE ya gidildikçe azalan eğim, *Üstseri* kayaçları içinde de görülmekte olup, her iki seri arasında bariz bir eğim farkının bulunup bulunmadığını, dolay isiyile açısız bir diskordansın mevcudiyetini katiyetle söyleyememekteyiz.

Ustserinin içindeki bazı kalker ve kumlu kalker seviyelerinde *Pseudoschwagerina* ve *Fusulinalar* tespit olunabilmiştir. Bu sebeple, bölgenin detaylı çalışmaya ihtiyaç gösteren yegâne fosilli serisidir. SW ya uzantısı andezitler altında kaybolmakla beraber, NE da gelişme göstermesi—Balya ve civarındaki yayılımları göz önünde tutulursa—mümkündür. Kalınlıkları Yoğurtdöken köyünün kuzeyinde andezitlerin örtmediği kısımda 200-250 metredir. Tespit olunan *Pseudoschwagerina* ve *Fusulina* faunasına istinaden, Ustserinin yaşını en üst Karbonifer (?) - Permien olarak kabul etmekteyiz.

III. MAGMATİK.KATAÇLAR

Etüd bölgesinin ortasında, uzun eksen SW-NE doğrultusunda olan ve takriben 20x30 km ölçüsünde bir alan kaplayan kayaçların hepsi *intruzif* menşelidir. Genellikle granodiyorit karakterinde olan bu kitlenin çevresini kuşatan sedimenter kayaçların dışındaki halkayı ise genç *volkanitler* meydana getirmiş olup, daha ziyade entermediyer ve bazik karakterdeki andezit ve bazaltlardan ibarettir* Bunların haricinde sedimenter kayaçlar içinde ve yer yer andezitler tarafından örtülmüş olarak bulunan riyodasit ve dasit karakterindeki volkanitler de müşahede edilmektedir.

III.1. Kozak intruzif kitlesi ve petrografisi

Herhangi bir kayacın madde bileşiminin bilinmesi halinde, sistematik petrografi içindeki yerini bulmak ve kayacın bu özelliğini belirtecek şekilde isimlendirmek genellikle zor olmamaktadır*

İncelenen Kozak intruzif kitlesinin de kantitatif mineral bileşimini tespit etmek gayesiyle 12 adet modal analiz yapılmıştır» Modal analiz değerleri Nokta sayacı¹ ile her kay aç numunesinden birbirine dik olarak alınan üç ince kesit üzerinde, 1/3 mm lik atlamalarla yapılan sayımların toplamı neticesinde elde edilmiştir* Kesitlerde sayılan nokta adedi ve kayacın tane büyüklüğü, istatistik iki ayrı hata kaynağı olarak, elde edilen bu değerleri etkilemektedir* Bu sebeple kayacın hakikî mineral bileşimi ile elde edilen değerler arasındaki farkın bilinmesi, bu rakamlara dayanarak yapılacak olan jenetik açıklamalar için önem kazanmaktadır»

Ölçülen değerler ile ince kesitin mineral bileşimi arasındaki hata nispeti, ihtimaller hesabı kaidelerine göre %

n t nokta sayısını,

p t belli, bir mineralin % sini,

q : nokta sayısının belli bir minerale isabet etmesi ihtimalini, göstermesi halinde ve $n^{\wedge} > 1$ olduğu takdirde :

$$s \cdot /^{p * q}$$

eşitliğinden çıkartabilmektedir*

¹ Nokta sayacı olarak «Point counter», Swift and Sohn/London kullanılmıştır.

Yapılan modal analizlerde nokta sayıları (Tablo 1 e bakınız) n : 1300 ilâ 2200 arasında değişmektedir. Ortalama n : 2000 alınması halinde, yukarıdaki formüle göre hata nispeti :

Mineral	% si :	1	10	20	30	40	50
Hata	% si :	0.03	0.3	0.45	0.66	0.9	1.12

şeklinde olacaktır* Diğer yönden sayımı yapılan kesit sathındaki bileşim ile kayacın hakikî mineral bileşimi arasındaki hata nispeti de, ancak yaklaşık olarak ve tecrübelerle istinaden tespit edilebilmektedir • Chayes (1956) orta ve iri taneli granitik (holokristalin) doku için, hata miktarını s_i , 2,0 ilâ 2.5 olarak vermektedir. Bu durumda maksimum hata nispetini $s_i + (s_n)$ şeklinde ve Tablo 1 de görülen modal analiz değerleri için de ortalama hatayı % 3.6 veya % 1.4 olarak kabul edebiliriz.

Kozak intruzif kitlesinden yapılmış olan modal analizlere göre elde edilen Niggli değerleri (Burri ve Niggli, 1945; Burri, 1959) değişik magma tiplerine ait bileşimleri vermektedir (Tablo 5), Örneğin t Modal analiz sıra numarası (Tablo 5) 1, 2, 3 olan numuneler opdalitik - kuarsdioritik karakterde bir magmaya tekabül etmektedir. Özellikle intruzif kitlenin kenar zonlarında plajiyoklazlarda anortit miktarının artması ile hornblend karakterinin değişmesi bu gibi değerler elde edilmesine amil olmaktadır. Petrografik izahat içinde, intruzif kitledeki yersel bileşim farklılıkları birlikte incelenmekte, sadece apilit damarları ayrı olarak belirtilmektedir.

Granodiyoritler, bölgede genellikle küresel ayrışma yüzeylerinden mütevellit, karakteristik bir morfolojiye sahiptirler. Bol eklemli, renkleri açık gridir* Kenar zonlarında ise yeşilimsi, daha koyu bir renk kazanırlar. Mostralarda çok sık olarak koyu renkli ve muhtelif büyüklüklerde magmatik inkluzyonlara tesadüf edilir* Bunların bir kısmında, mevcut biyotit dizilmesine ait ölçülerle, inkluzyon cisimlerinin, granodiyorit içindeki duruş yönlerinin tayinine çalışılmıştır (Tektonik bahsine bakınız),

Granodiyoritler, el numunesinde orta ile iri taneli bir görünüşe sahiptir, Makroskopik olarak hornblend, biyotit, plajiyoklaz ve K-feldspatlar tefrik edilebilmektedir.

Mikroskop altında holokristalin, hipidiomorf taneli bir doku görülür. Mineralojik yapıyı hornblend, biyotit, bazı numunelerde

Tablo - 1
Kozak intruzif kitlesine ait modal analiz neticeleri (% vol.).

<i>Sıra no.</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
<i>Kesit no.</i>	K-16	K-54	K-133	K-21	K-22	K-23	K-107	K-108	K-109	K-68	K-69	K-70
<i>Mineral</i>												
Kuars	15.26	19.71	18.56	17.78	18.95	19.50	20.36	24.61	22.17	23.71	25.42	22.21
Plajiyoklaz	47.43	45.26	46.13	39.63	42.33	44.15	37.92	28.51	30.14	36.05	31.67	34.01
K-feldspat	24.93	22.35	23.16	25.44	22.07	18.49	25.41	32.35	31.67	27.60	29.40	28.27
Biyotit	4.91	8.07	6.11	5.81	8.08	9.27	6.56	4.57	7.02	5.43	4.65	3.74
Hornblend	7.05	4.37	5.62	9.73	6.54	7.61	7.75	7.07	6.93	6.27	8.07	10.09
Apatit	0.20	0.15	0.29	0.08	0.29	0.18	0.56	0.80	0.98	0.70	0.44	0.37
Manyetit	0.14	0.09	0.10	0.91	1.10	0.47	0.92	1.35	0.79	0.20	0.32	0.78
Titanit (sfen)	0.08	—	0.03	0.37	0.18	0.22	0.35	0.28	0.18	0.01	0.03	0.23
Rutil	—	—	—	0.21	0.46	0.11	0.16	0.47	0.09	—	—	—
Diger aks. (zirkon, ortit)	—	—	—	0.21	0.46	0.11	0.16	0.47	0.09	—	—	—
Toplam (%) :	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99	100.00	99.98	100.00	100.00	100.00
Nokta sayısı :	2163	1987	1670	1708	1290	1655	1922	2013	1875	1880	1327	1461

7, 8 ve 9 sıra numaralı modal analizlerde ise $2V_x = 70^\circ$, 72° ve $Z/\backslash c 17^\circ$ • bulunmuş, $Mg/Fe^{+2} = 64/36$ ve $D = 3-22$ çıkmıştır. 4, 5, 6 ve 10, 11, 12 sıra numaralı analizlerde ise $2V_x = 65^\circ-70^\circ$ olarak ölçülmüş, $Z/\backslash c 15^*5^\circ$ bulunmuştur. Bu ölçmelere istinaden hesaplarda $Mg/Fe^{+2} = 50/50$ ve $D = 3.28$ alınmıştır.

Biyotit^ parçalanmış küçük levhacıklar halindedir. Dilinim yönlerinde resorbsiyon çukurlaşmaları müşahede edilmiştir (Bürküt, 1966» s. 93). Biyotit lepidomelana yakın karakterlere haizdir. Kristal boyutları 2.5 mm ye yaklaşmaktadır. Modal analizler için $D = 3.10$ alınmıştır* Hipidiomorf biyotit kristalleri içinde apatit ve zirkona sık sık tesadüf edilmektedir. Nadir bir mineral olarak rutil iğnecikleri görülmektedir. Kayaç içinde biyotitler kloritleşmeye maruz kalmışlardır ve bu durum hornblendlere nazaran daha yaygındır.

Plajiyoklaz, hemen hemen bütün numunelerde ortoklaz ve mikroklinden önde gelen bir mineraldir. Oligoklaz - andezin karakterinde ve idiomorf ile hipidiomorf, kenar zonlarda ise ksenomorf kristaller halindedir. Albit, albit - Karlsbad ikizlenmeleri çoktur. Genellikle kristal boyutları 6.0 mm ye kadar olabilmekte, kenar zonlarda ise 20 mm büyüklüğünde fenokristallere tesadüf edilebilmektedir.

Plajiyoklazların anortit % ler i granodiyorit kitlesinin ortasından kenar zonlara doğru bir artma göstermektedir (Tablo 2)* Ab/An oranı ise dıştan içe L5, 2*0, 2*6 ve 3*5 gibi değerler almaktadır*

K-feldspatlar, çoğunlukla mikroklin ve ortoklaz olarak müşahede edilirler. Kristaller kayaç içinde ksenomorf bir yapı gösterir ve diğer bütün kristalleri içine alacak şekilde mevcut boşlukları doldurur. Pertit teşekkülü mevcuttur. Sekonder olarak yer yer serisitleşme görülür.

Elgin'in (1959, s. 16) «Höchst seken konnte Myrmekit gefunden werden*»,» şeklindeki müşahedelerinin aksine, plajiyoklaz, K-feldspat ve kuars arasındaki mirmekitleşmeler yaygındır* Özellikle koyu renkli biyotit, amfibol (restit) inkluzyon hudutlarına yakın yerlere ait numunelerde plajiyoklaz-K-feldspat, plajiyoklaz-kuars ve K-feldspat-kuars mirmekitleşmeleri sık sık gözlenebilmektedir •

*Kuars** tamamen ksenomorf teşekkül etmiştir. Bazan undtilöz sönme gösterirler. Kristal boyutları 4-0 mm ye kadar olabilir.

*Apatit*y aksesuar mineralleri arasında en fazla miktarda olanıdır. Kısa prizmatik kristaller çoğunluktadır. Daha az görülen uzun prizmaların boylan 0.5 mm ye kadardır.

Titanit (sfen), genellikle idiomorf teşekkül etmiştir. Erken kristalizasyon mahsulü olarak bilinen bu mineralin içinde bazı açık renkli mineral zerrecikleri ile opak parçalar müşahede edilmiştir. Bu yönden titanit kristalleşmesinin erken magmatik fazdan çok daha sonralara kadar devam etmiş olabil-

Tabi® »2

Kozak intruzif Mflesi içinde % anortit ortalaması
ile *Ab/An oranı* dağılımı«

<i>An (‰)</i> <i>ortalama</i>	42,0	35.0-33.0	28.0	22.0-14.0
<i>Mineralin morfolojik özelliği</i>	Ksenomorf, zon yapısı yok	Hipidiomorf [^] çekirdek kısımlarında serisitleşme., zayıf zon yapısı	İdiomorf bariz zon yapısı	Granodiyorit merkez bölgesi
<i>İncelenen numunelerin ait olduğu bölge</i>	Granodiyorit W - NW kenar bölgesi	Granodiyorit N - NE bölgesi		
<i>Ab / / An</i> <i>oram</i>	1.5	2.0	2.6	3.5

mesi mümkündür (Şek. 3). Batı kısımlarda yer yer gözle görülebilecek irilikte titanit kristalleri mevcuttur»

Zirkon, kendisini saran mineraller içinde nadir olarak yuvarlanmış[^] çoğunlukla kenarları iyi teşekkül etmiş idiomorf kristaller halinde görülürler. Farklı kristal boyutları dikkati çekmektedir.

Bu müşahedelerin izahını ancak granodiyoritler içinde yeniden bir zirkon teşekkülünü kabul ederek yapmak mümkündür* Uzun prizmatik, fakat küçük kristaller kayaç içinde en son teşekkül edenlerdir. Yanısıra eski taneler, eksik kristal yüzeylerinin tamamlanmasıyla başlayan, büyüme şekilleri göstermektedirler* Bunların çekirdeğini teşkil eden kısımlara ait kırılma indisleri, sonradan tamamlanan kısımlarinkine nazaran daha fazladır, Zirkonlardaki bu yeni ilâveler eski tanelerin yuvarlaklaşma satırları tamamen örtecek kadar ileri gitmemiştir*

Rutil, genellikle kloritleşmeye maruz kalan biyotitlerin içinde nadir olarak iğnecikler halinde görülmektedir.

Ortit (allanit)y mafit kristallerinin bulunmadığı köşelerde teşekkül etmesi ile ilgi çeken bu aksesuar minerali ksenomorf bir görünüşe sahiptir. Muhtemelen de primer magmatik kristalizasyon mahsulü değildir (Şek. 3)«

Granodiyoritler, bölgesel değişiklikler dışında bütün intruzif kitleyi temsil etmektedir» Kenar zonlarında, özellikle NW da (Levha IV te) görüldüğü gibi (Yabancılar köyü ve civarı), geniş yayılım gösteren* porfiritik bir karakter kazanırlar* intruzif kitlesinin batı

ucunda *Ortaseri* tortul kayaçları ile mevcut kontakta yakın kısımlarda görülen koyu, yeşil-gri renkteki ince taneli kayaçlar *hornblende diyorit porfire* tekabül etmekte ve mineral bileşimleri yönünden Tablo 1 deki 1, 2 ve 3 sıra numaralı numunelere benzemektedir»

Kozak intruzif kitlesine ait muhtelif kayaçlar m ortalama mineral bileşimleri Tablo 4 te görülmektedir. Buna göre:

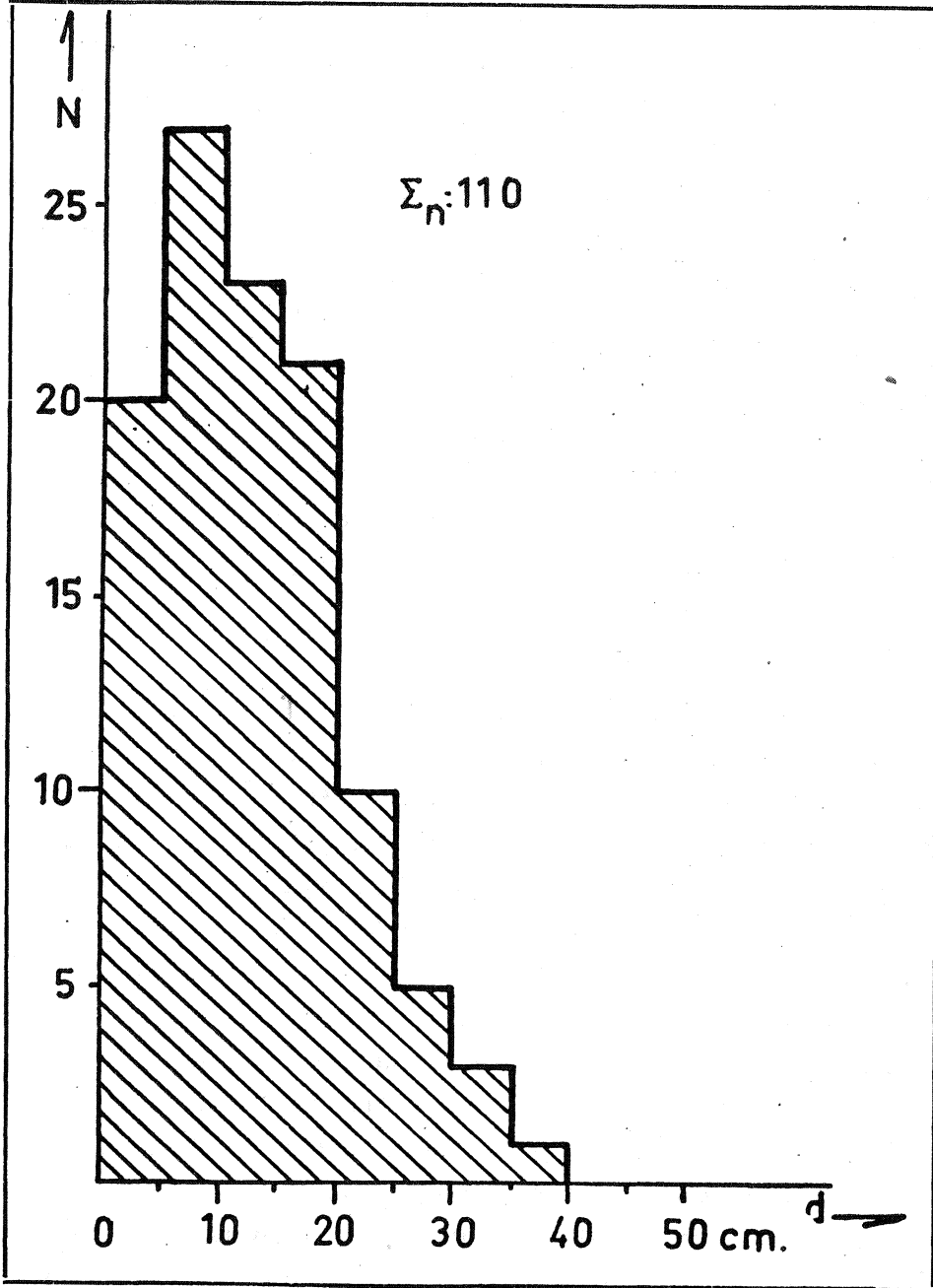
- Grup 1 : Karahayıt madeni ile güneyinden ve Bağyüzü köyü batısından alınmış, 2 ve 3 sıra numaralı modal analizlerin yapıldığı kayaçlara aittir (Tablo 1).
- Grup 2 : İntruzif kitlesinin orta kısmından (Terzihalüler köyü ile Çamavlu köyü arasından) alınmış, Tablo 1 de 4> 5 ve 6 sıra numaralı modal analizlerin yapıldığı kayaçlara aittir.
- Grup 3 : Karahayıt bölgesi SE su ile Aşağıbey köyü güneyinden alınmış Tablo 1 de 7, 8 ve 9 sıra numaralı modal analizlerin yapıldığı kayaçlara aittir.
- Grup 4 : Kozak bucağı ile Sakarkaya arasından alınmış ve Tablo 1 deki 10, 11 ve 12 sıra numaralı modal analizlerin yapıldığı kayaçlara aittir.

III.2. Aplitier

Genellikle granodiyorit bileşimindeki intruzif kitle içinde* uzunlukları ve kalınlıkları çok muhtelif olan, açık renkli, asit karakterde damar taşları yaygındır. Homojen ve oldukça küçük kristalli bir dokuya sahip bu damar taşlarının (aplitier) içinde makroskopik olarak hiç koyu renkli mineral görülmez, yalnız sonradan teşekkül etmiş eklem satırlarında sarı-yeşil şerit halinde epidot (pistazit) dizilmeleri yer yer müşahede edilmektedir* Mikroskop altında, albit» oligoklaz karakterinde plajiyoklaz, K-feldspat (ortoklaz, mikroklin), kuars, yer yer çok küçük hornblendlerden ve sekonder olarak limon sarısı yeşil renkli epidot kristallerinden ibaret bir mineral bileşimine sahiptir,

Aplitlerin tamamı intruzif kayaç içinde muhtelif doğrultu ve yatımlarda uzanan *diskler* halindedir. Derinlerde ve uzantı istikametlerinde inceliyor kaybolmaktadırlar*

İntruzif kitlenin NW, W, SW ve S kenarlarında aplit damarlarının sayısı ve kalınlıkları bir artış göstermektedir* NW da Bağyüzü köyü batısı; batıda Gazelli Burun civarı; SW da Kaplan köyü güneyi ile granodiyorit kitlesinin orta kısımlarında (Aşağıbey ve Çamavlu köyleri civarı) yapılan yersel sayım ve ölçümlerden (Şek. 4) enteresan neticeler elde edilmiştir. Örneğini ölçülen 110 adet aplit damarının,



Şek. 4 - Kozak aplitleri, damar kalınlıkları grafiği.
(Toplam aplit sayısı E_n 110.)

% 25 inin kalınlıkları (d) 5-10 cm arasındadır.

% 60 ise 5-20 cm arasındadır.

Kalınlık ve uzunlukları muhtelif olan aplitlerin doğrultu yönleri ve yatımları da değişiktir.

Kenar zonlarda 800 m lik bir profil üzerinde ölçülen aplitik damar sayısı ile (d) kalınlıkları toplamının % olarak ifadesi, apl. üz.: % 15.5 tur. Bu değer alana çevrilmesinde apl. s. ; % 2.405 değeri elde edilir.

K. Erol İZDAR

İntruzif kitlenin merkez kısımlarında ise aplit damarları seyrek olup bu bölgelere isabet eden aplit alanı daha küçüktür ve % ~ 1.4 şeklinde bir değer bulunmuştur. Drescher-Kaden'e (1948) göre, H. Cloos, Almanya'daki *Riesengebirge granitinde*, aplit v.b. damarların işgal ettiği alanı, bu kitlenin soğuması sonundaki kontraksiyon miktarı olarak kabul ile % - 4 oranında da bir değer elde etmiş bulunmaktadır.

Bu durumda, Kozak bölgesinde intruzyon yapan kitlenin *bugünkü aflörman yüzeyindeki büzülme (kontraksiyon) miktarı* : aplit damarlarının bol bulunduğu kenar sonlarında % 2.40, orta kısımlarda ise % ~ 1.4 tür. Aplit damarlarının hesaplanması ile elde edilen bu değerler, intruzif kitlenin yan kayaç içine sokulması olayının vuku bulunduğu sıcaklığı izah yönünden ilginçtirler.

III.3. Riyodasit, dasit, andezit, ve bazaltlar

Kozak intruzif masifini ve Paleozoik çevresini haleliyen volkanitler genellikle dasit ve andezit karakterindedir. Bunun dışında kalan bazaltlar yalnız mevzî bir yayılım gösterirler. *Riyodasit ve dasit*, özelliğindeki volkanitler masifin kuzey ve güneyinde SW-NE yonlu geniş dayklar halindedirler. Kuzeyde Sübeylidere ile Karadere köyleri arasında, güneyde ise Mahmudiye köyü kuzeyinde yayılım gösterirler 30°-70° doğrultusunda uzanan riyodasit ve dasitler, kuars, karbonat, serisit, klorit, opak minerallerden müteşekkil bir hamurdan ve bunun içinde, dağılmış, magmatik resorbsiyon çukurlaşmaları gösteren orta irilikteki (1 - 2 mm) kuars fenokristalleri ile idiomorf karakterdeki, fakat çoğunlukla serisitleşmiş, karbonatlaşmış ortoklaz ve plajiyoklazlardan (oligoklaz) ve bunun yanı sıra kısmen kloritleşmiş biyotit parçacıklarından ibaret mineralojik bir bileşime sahiptirler. Çok nadir olarak ortit (allante) mevcudiyeti tespit edilmiştir. Kayaç içindeki mevcut opak mineral ise pirittir. Riyodasit ve dasitler izah edilen bileşimleri itibariyle granodiyoritinkine çok benzemektedirler, fakat Raguin'e (1965, s. 226-230) göre bu mineralojik yakınlık granodiyoritik intruzyon ile mevzu bahis kayaçların volkanizması arasında bir bağıntı kurmayı gerektirmemektedir. Bununla beraber, her iki kayaç içinde de müşahede edilen ortit (allante) mineralinin jenetik bir mana ifade etmesi durumu mümkündür.

Andezitler, gerek Bergama'dan Altınova'ya kadar, gerekse Ayvalık doğusundan Burhaniye'ye kadar uzanan ve Kozak bölgesini

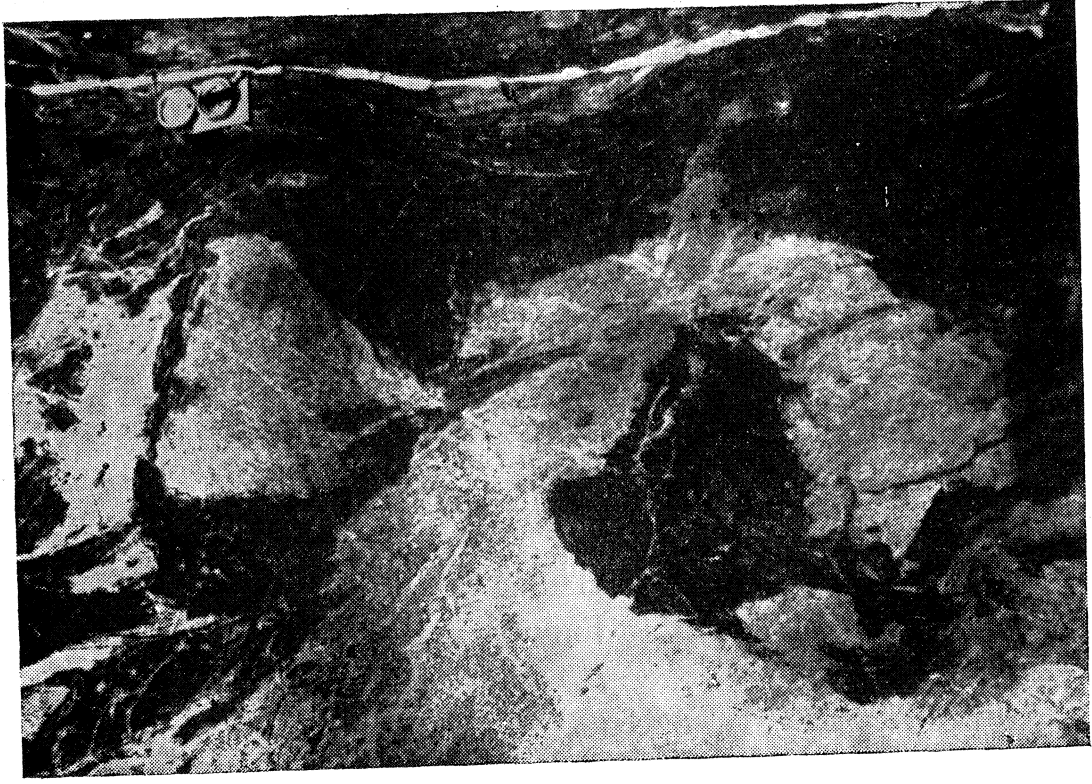
çevreleyen bir dış yükselti halkası teşkil ederler*. Genellikle p#öbe renkli, ince taneli, yer yer bariz akıntı izleri gösteren andezitler içinde mikroskopik olarak ayrılmış ve feldspatça zengin bir hamur ile oligoklaz-andezin karakterinde, karbonatlaşma, serisitleşme, kaolinleşme gösteren plajiyoklaz individuumları, çok az hortibleim ve tektük biyotit levhacıkları görülmektedir*. Sekonder olarak demir ayrışması ile ilgili boyanma ve bunun yanısıra kayadaki boşluklarda yaygın bir karbonatlaşma mevcuttur*

Olivin-bazaltlar > sadece Karahayıt köyünün batısında ve Üçka-bağaç köyünün üzerinde bulunduğu sırtlarda yayılım gösterirler, koyu renklidirler*. Mikroskop altında ince plajiyoklaz, biyotit, ojit ve olivin zerreciklerinden müteşekkil mikrolitik dokulu bir hamur içinde plajiyoklaz, ojit ve olivin fenokristalleri serpilmiş olarak müşahade edilir. Ojitlerde ikizlenme ve zonar yapı boldur* îdiomorf olan olivin kristallerinin hudutlarındaki iddingsitleşme tipiktir (Elgin, 1959)*

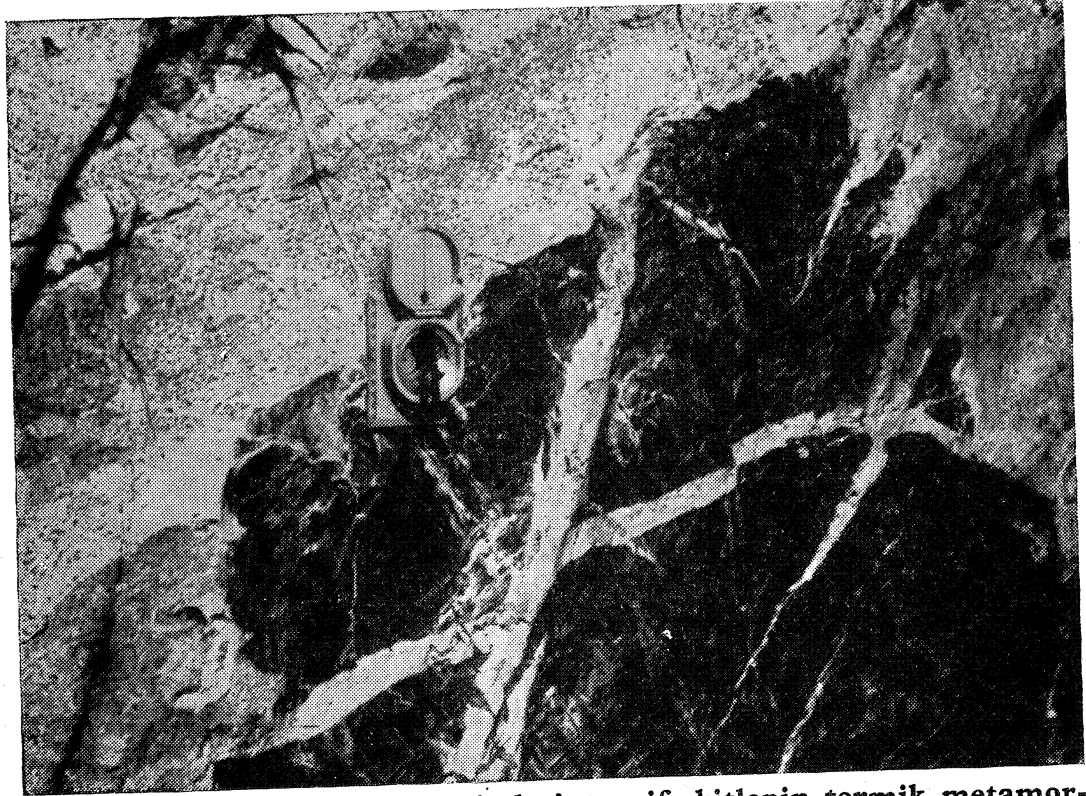
Asitik ve bazik karakterdeki volkanitlerin jenetik bakımdan birbirleri ile ilgili olmadıkları gibi, muhtelif zamanlardaki erüptif faaliyetler sonucu satha çıkmış olmaları da kabul ettiğimiz bir görüştür. Andezitlerin, özellikle Altmova'nın doğusunda, Miosen - Pliosen yaşlı tüflü marnlar ile arakatkılı olarak bulunması, volkanik aktivitenin zamanını kat'î bir şekilde izah edebilmektedir*. Bu durumda andezitleri örten bazaltların da, bölgedeki en genç faaliyete ait kayalar olduklarını kabul etmekteyiz*

IV. KÖNTAKT-AİETAMORFİK KAYAÇLAR

Kozak intruzif masifi içinde bu tür kayalar, eski Paleozoike mal edilen *Altseri* ile genç Paleozoike ait *Ortaserinin* birimleri arasına, granodiyorit karakterindeki magmatik kitlenin sokulması neticesinde teşekkül etmiştir. Termik kontakt manada bir metamorf zon bütün intruzif kitleyi aynı yaygınlık ve genişlikte kuşatmamışım. Bazı yerlerde bu zonun müşahade edilememesi (Wijkerslooth, 1941) bize, Kozak ve benzeri magmatitlerin çok viskoz kitleler halinde gelip, yankayaç içine sokulduklarını işaret eder*. Bununla beraber, kitlenin viskozite ve sıcaklığının yersel olarak değişiklikler arzettiğini, yankayaç ve granodiyorit kontaktmm baz^ yerlerde gayet kesin, bazı kısımlarda ise diffüz bir karakter kazanması ve hatta agmatik yapı göstermesi sebebiyle (Şekil, 5 ve 6), jenetik bir izah yoluna sapsmadan, kabul etmekteyiz*



Şek. 5 - Bağıüzü köyü kuzeyinde agmatik yapı gösteren kontakt zonu.



Şek. 6 - Bağıüzü köyü kuzeyinde intruzif kitlenin termik metamorfizmaya uğrattığı yankayaçla olan kontakt durumu.

Özellikle Karahayıt mineralizasyon bölgesinde* Bağyüzü köyü kuzeyinde ve Kozak-Bergama yolu batısında* İncegeriş tepeleri ile Hamaz tepe arasında belirgin kontakt-metamorf fasies kuşaklarında yapılan incelemeler bize Tablo 3 te I* II, III olarak gruplandırığımız klasik hornfels fasieslerini bahsi geçen bu bölgelerde de, daha değişik mineral parajenezleri ile ayırma imkânını vermiştir» Gerek Bağyüzü - Yabancılar köyleri arasında ve gerekse Hacıveliler ile Bağyüzü arasındaki yol üzerinde, kontakttan 500 m kadar uzakta *düğümlü şistler* görülür, İnce ve çok ince taneli olup, grauvaklar içine yataklanmış ince laminalı kayaçlar, içlerinde yer yer kömür maddesi (grafit) yığılmasma bağlı olarak, düğümler ihtiva ederler, az miktarda albitin mevcudiyeti kolaylıkla görülebilmektedir,

İntruzif kitlenin kontakta daha yakın bölgelerde aktinolit, tremolit, epidot ve klorit mineralleri kayaca kendi renk ve özelliklerini aksettirirler* Bu arada *hornblend-hornfels fasiesine* geçiş belli bile olmaz. Mikroklinin mevcudiyeti, bilhassa andaluzit ve biyotit, bahsedilen fasiesi karakterize eden minerallerdir» Granodiyorit ve kuarsdiyoritin yankayaç ile olan en iç kontaktda Elgin (1959) tarafından skarn olarak vasıflandırılan kayaçların eşliğindeki diğer bir kısım kayaçların da kontakt-metamorfizmay a dahil yüksek dereceli hornfels fasiesine (K-feldspat-kordierit-hornfels fasiesine) ait olduğu görülmektedir. Feldspat olarak ortoklaz müşahede edilmekte ve bilhassa Elgindin (1959, s* 29) ayrı bir birim olarak incelediği «andaluzit-hornfelsler» yer almaktadır* Halbuki, intruzif kitlenin SW ucunda, Karahayıt demir zuhurunun bulunduğu kontakt zonunda andaluzit ve sillimanit çok yakın mesafelerde birbirlerini temsil etmektedirler*

Althaus'a (1966, s* 129) göre, Al_2SiO_5 modifikasyonlarından önce % 1 muskovit + 1 kuars "5*—^". 1 K-feldspat + 1 *andaluzit* teşekkül etmekte; daha yüksek sıcaklıkların hâkim olduğu kısımlarda ise *andaluzit* « >- *sillimanite* dönüşmektedir»

Elgin (1959, s. 29-32) kontakt-metamorfik kayaçları, «•••~~de~~ Kontaktgesteine treten zonenförmig um das Granitmassiv herum auf* Am Granitkontakt selbst findet sich eine durchschnittlich 50-200 m breite Zone von Feldspat-Biotithornfels* An diese schliesst sich eine bis 300 m breite Zone von Andalusithornfels an, die mit fortschreitender Entfernung vom Granitin Grauwackehornfels übergeht»**» şeklinde zonlara ayırmıştır ki, bu tasnif eldeki müşahedelere ancak kısmen uymaktadır»

Tablo - 3

Kozak intensif granodiyorit kitlesinin çevre kayalarında meydana getirdiği kontakt^metasaaorfik zonlar ve mineral parajenezleri.

Zon ve fasiesler	I. K-feldspat-kordie- rit-hornfels fasiesi	II. Hornblend-horn- fels fasiesi	III. Albit-epidot-horn- fels fasiesi
Genellikle killişist ve grauvakların kontaktında	Ortoklaz + Andaluzit + Sillimanit + Kuars ± Plajiyoklaz ± Biyotit ± Korund ± Rutil	Mikroclin + Andaluzit + Biyotit + Kuars ± Muskovit ± Grafit ± Titanit (sfen)	Albit + Epidot + Klorit + Kuars
	Termik kontakt-metamorfik kayalara pnömatolitik olarak (Fe) ilâvesiy-le ayrıca piroksen-grena-skarnı teşekkül etmiştir.		
Genellikle marnlı ve kalkerli kayaların kontaktında	<i>Andradit</i> ± Grossular + <i>Vollastonit</i> + <i>Salit</i> + <i>Hedenbergit</i> ± Plajiyoklaz ± Biyotit + Manyetit + Sfalerit + Pirit	<i>Andradit</i> ± Grossular + <i>Vollastonit</i> + <i>Diopsid</i> ± <i>Salit</i> + <i>Hedenbergit</i> + Hornblend + Kuars ± <i>Skapolit</i> + Manyetit + Sfalerit + Pirit	Aktinolit Tremolit (grammatit) + Epidot Albit + Klorit + Kuars

«Grauwackenhornfels» olarak ayrılan ve en dış kontakt-meta« morfizma zonuna ithal edilen hornfelsler sillimanit ihtiva etmekte^ dolayısıyla yukarıda da bahsedilen yüksek sıcaklıktaki kontakt zonu-na konulması icabetmektedir (Tablo 3)•

Karahayıt bölgesine ait dar metamorfik kuşak içine sonradan SW-NE doğrultusunda ve granodiyorit kontaktına paralel fay, eklem

v*b* yollardan bir takım ilâve elemanların pnömatolitik şekilde yayılarak cevherleşme ile ilgili *skarnlan* meydana getirdikleri bilinmektedir (Elgin, 1959, s, 46), En önemli skarn kayaları olarak, granatfelsler (andraditfels) çoğunlukla granodiyorit kontaktının hemen yakınında müşahade edilmekte, bilhassa Karahayıt demir mineralizasyonu kuşağında Elgin'in (1959) gözlemlerinin aksine, geniş yayılım göstermektedir*

Granatfelsler içindeki cevherleşme, hornblend-hornfels ve diğer hornfelsler içindeki kadar yoğun değildir, fakat kalkopirit ve piritin tercihan granatfels zonuna yerleştiği görülmektedir*

V. Fe-MtNERALİZASYONLARI

Kozak-Bergama yolunun batı kısmında, İncegeriş tepeleri güneyi ile Dutçağzı tepe ve Hamaz tepe arasındaki küçük manyetit mineralizasyonları, batı kesimindeki Karahayıt mineralizasyonu yanında çok küçük ve değersiz kalmaktadır, fakat burada da kalkopirit ve pirit ilaveli bol, küçük manyetit konsantrasyonların skarnlar içinde yatakladıklarını gözlemlerimize katabiliriz*

Karahayıt manyetit demir yatağında mineralizasyon geniş çaplıdır* Manyetit cevheri, irili ufaklı kafalar halinde, tespah dizisinde, SW-NE doğrultusunda ve granodiyorit kontaktına paralel olarak uzanmaktadır* Granodiyorit kontaktında grena, hedenbergit, volla-tonit, aktinolit ve diğer skarn minerallerinin de mevcut olduğu bir ortamda teşekkül eden bu maden yatağı *kontakt-pnömatolitik-metasomatik* (pirometasomatik) bir jeneriğe sahiptir (Şek* 7)»

Demir şapkaya (Gosan) ait yeşilimsi, mavimsi renkler (malakit, azürit) cevher içindeki bakırlı minerallerin mevcudiyetine işaret etmektedir* Yataktaki mineralizasyon Şekil 8 de karakterize edilmiştir*

Cevher % 80-90 manyetitten ibarettir; yanısıra, makroskopik olarak pirit ve kalkopirit görülür; cevhere refakatçi silikat mineraleri grena, piroksen ve amfiboldür* Grena ve amfibolün artışı ile kalkopirit ve piritin artışı arasında bir ilgi vardır*

Mikroskopik olarak Şekil 7 de görülen mineraller de cevher parajenezinde yer alırlar.

MİNERAL	PNÖMATOLİTİK	HİDROTHERMAL	SEKONDER
Manyetit	██████████		
Gahnit	██████████		
Şelit		██████████	
Molibdenit		██████████	
Pirit		██████████	
Kalkopirit		██████████	
Sfalerit		██████████	
Martit		██████████	
Bornit			██████████
Kalkosin			██████████
Kovellin			██████████
Limonit			██████████
Malakit			██████████
Azurit			██████████

Şek. 7 - Cevherleşme bölgelerindeki opak mineral parajenezi.
(Kısmen Elgin'e göre, 1959.)

Karahayıt'a ait numuneler:

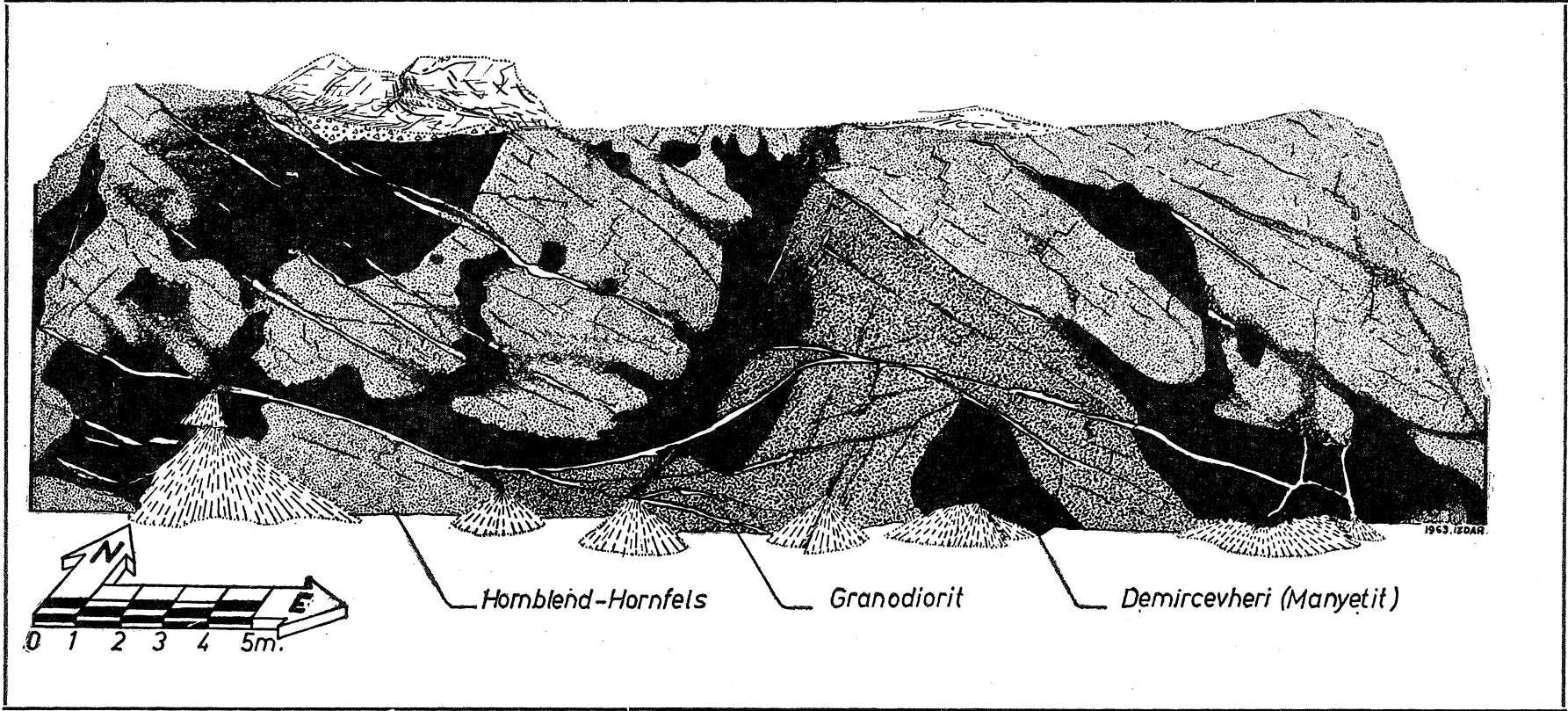
Fe	% 56.95-67.40
Al ₂ O ₃ SiO ₂	% 6.74-14.2
S.....	% 0.55- 0.97 (bazı hallerde % 2.13)
Cu	% 0.20- 0.64

gibi değerler vermektedir (İzdar & Akıncı, 1963).

Bu yataktan 1956 yılından beri yaklaşık olarak 200 000 tona yakın istihsal yapılmıştır (Barutoğlu, 1960, s. 89, v.b.). Bugün ise terk edilmiş bir işletme halindedir.

VI. TEKTONİK

Anadolu'nun jeotektonik bölünmesinde muhtelif görüşler mevcuttur* Bu meyanda Kuzeybatı Anadolu'da da kuvvetli bir Varistik teşekkülün varlığı çoğunlukla kabul edilmektedir- Brinkmann'a (1967, s. 606) göre, batı Anadolu'da Marmara denizinin güney yarısı ile, güneyde Gediz nehrinin kuzey kısmı arasında, E-W doğrultusunda gelişmiş Varistik jeosenklinal bölgesinin bir parçası bulunmaktaydı* Bu duruma göre etüd bölgesi de gerek yeşil şist fasiesine ait birim-



Şek. 8 - Karahayit köyü güneyinde granodiyorit kontaktındaki hornfels teşekkülü ve cevherleşme.

leri, gerekse diyabaz arakatkılı grauyak ve kalker sedimentasyonu ve granodiyorit intruzyonu ile bu zona dahildir (Brinkmann[^] göre «Kernzone» — 1967, s. 607).

Kozak intruzif masifi ve çevresine ait kayaçlar içinde müşahede edilen tektonik veriler, kayaçların yayılım ve menşelerine göre üç grupta toplanmıştır :

- L Paleozoik yaşlı çevre kayaçları,
- 2» Granodiyorit intruzif kitlesi,
- 3* Genç volkanitler»

Bütün kayaçlar içinde özellikle eklem (K), kuars-(Q) ve aplit-(ApL) damarları ile tabaka ve şistozite yüzeyleri (ss) ve verileri ölçülmüş, bunlara ilâve olarak intruzif kitle içinde müşahede edilen muhtelif duruşlu biyotit amfibolit ve diğer bazik inkluzyonlardan 50 kadarı içlerindeki biyotit dizilmelerine istinaden yönlendirilmiş ve eğimleri belirtilmiştir. Yüzeysel verilerin analizinde S₁ tabakalaşma, S₂ birinci şistozite ve S₃ ikinci şistozite olarak alınmıştır (Levha V).

Eşit alan eklem diyagramlarına ait verilerin kutup izdüşümleri üst yarıkürede değerlendirilmiştir, ölçü ve değer verilerinin farklı görülmesi çeşitli büyüklükte olan eklemlere ait ölçülerin 10-20 cm ye (2); 30-100 cm ye (3) ve daha uzun olanlara (4) gibi katsayılar verilerek, değerlendirilmesi neticesidir. Schmidt diyagramlarında ise verilerin kutup izdüşümleri alt yarıküre üzerinde değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları esnasında yapılan S-diyagramları bu sebepten çeşitli yüzeysel veriyi kapsamaktadır. Tamamlayıcı olarak çizilen ut-daireleri maksimum değerleri göstermektedir (Levha I, II, III).

Jeolojik ve tektonik haritalara göre, bölgede bariz bir antiklinal yapısının yanısıra belli birkaç yön de ortaya çıkmaktadır :

a* NE-SW doğrultusunda geniş kanatlı bir antiklinal yapısı* Çekirdek kısmını aynı yönlü uzantıya sahip granodiyorit kitlesi doldurmaktadır* Kontaklarda Struktur doğrultusuna paralel yer yer dik veya daha az eğimli faylar mevcuttur*

b* Diğer bir makrostrüktür yönü ise granodiyorit kitlesi içindeki NW-SE doğrultusudur*

c* Mevzî olarak ölçülen N-S ve E-W yönleri de Paleozoik kayaçlar içinde müşahede edilmektedir*

Tektonik verilerin değerlendirilmesi esnasında bütün bu yönlerin her diyagramda az veya çok temsil edildiği görülmüştür*

VL1. Paleozoik yaşlı çevre kayaçları

Altseriyi meydana getiren, yeşil şist fasiesine ait kuars fillat, klorit-, epidot- ve aktinolit-şistler içinde eksen doğrultuları NNW - SSE, yönünde olan dar kıvrımlar mevcuttur» Yersel sapmalar görülmektedir. Intruzif kitlenin NE sunda, Çalkaya bölgesinde (Levha III, diyagram S-8) S_2 ye tekabül eden şistozite değeri $120-125^\circ$ doğrultusunda $20-40^\circ$ ve daha fazla NE eğimlidir, S_1 ve S_2 yer yer paraleldir. S_j - S_g arasındaki çizgisel veriler (Bj) çoğunlukla 150° doğrultulu ve SE dalımlıdır* Tektonik harita üzerindeki B-1 blok diyagramından da görülebileceği gibi, daha üst serilerdeki bütün yapıyı bariz bir şekilde etkileyen NE-SW doğrultusundaki ve P_1 deformasyon planına bağlı kıvrımlar teşekkül etmiştir» $125/26^\circ$ S W değerli şistozite ve $140/65^\circ$ NE değerli eklem F_1 deformasyonu ile teşekkül etmiş NE-SW doğrultulu kıvrımların aoklemleri şeklinde tezahür etmektedir* S_3 , P_1 deformasyonuna ait genç yüzeysel verilerdir.

Ortaseriye ait kayaçlar içinde T_1 deformasyon planının etkisi barizdir* Batıda Karahayıt ile Bağyüzü köyleri arasında genellikle intruzif kitle kontaktında, bu seriye ait birimleri NE-SW doğrultulu ve NW eğimli bulunmaktadır. S-1 e ait $178/42^\circ$ W ve $8/26^\circ$ W gibi S_1 değerleri istisna tutulacak olursa, S-2 diyagramdaki $30/51^\circ$ NW maksimumu yukarıda verilen ölçüleri teyit etmektedir* Karahayıt madeni mineralizasyon sahasının NE-SW uzantısı üzerindeki Bakırlık ve Küçük Bakırlık tepeler arasındaki bir mermer mostrasında tesadüf edilen bazı disharmonik kıvrımların batı kanadının doğu kanadından daha dik olduğu müşahede edilmiştir. Civarı ait S_i ölçülerinde doğrultuları $0-35^\circ$ arasında değişenlerin $32-70^\circ$ ile NW ya eğimli oldukları, doğrultuları $120-170^\circ$ arasında değişenlerin $40-65^\circ$ SW eğimli oldukları tespit edilmiştir*

K-3, eklem diyagramına ait $110-120/80^\circ$ NE ve SW maksimum değeri bölgede, NE-SW doğrultusunda, gelişmiş bulunan antiklinal yapısının NW kanadındaki ac-eklem sistemlerini vermektedir*

K-4, diyagramında beliren $120-130/50^\circ$ NE ile $140-155/80^\circ$ SW birinci ve ikinci maksimum değerler Ortaseri içindeki mermerlere ait ac-eklemlerini vermektedir*

Her iki eklem diyagramdaki maksimum değerler, NW daki granodiyorit hududuna dik olup, S_2 veya önceden de belirtildiği gibi ac-eklem verilerine aittir.

K-6 de $155-165^{\circ}/45^{\circ}$ SW- 45° NE maksimum değerleri kısmen S_3 e yaklaşmakta, ac-eklemlerini vermektedir, hkö-eklemlerini de temsil ettiği görülmektedir* 40° , 80° , 110° lik doğrultulara ait ikinci dereceli maksimumlar kıvrım eksen yönlerine paralel ve dik olan ab-ve ac-eklemlerine aittir*

K-8, mermer zonuna ait bu diyagramdaki, 65° , $85^{\circ}-95^{\circ}$, 110° lik doğrultu değerleri hkO ile ac-eklemlerine ait maksimumlardır*

Doğuda grau vaklar ile birlikte, arakatkılı diyabazların y ayılım gösterdikleri bölgede (Levha V, B - 2 ye bakınız) S_1 genellikle $30 - 60^{\circ}$ doğrultulu ve SE eğimlidir* Sakarkaya civarına ait S-9 diyagramında $27/37^{\circ}$ SE doğrultu ve eğimli S_3 elemanları yer yer tabakalaşma ile kesişmektedir* S-3 diyagramındaki $135/42^{\circ}$ NE (K) değerleri ac veya S_2 ye tekabül etmektedir*

VL2. Grafiüdyofit intruzif kitlesi

Magmatik kitle bütünüyle, NE-SW doğrultulu bir yükseltinin içine sokulmuş olup, dalımı hafif SW yönlü bu antiklinalin çekirdeğini teşkil etmektedir* Altseriyi etkilediğini kabul ettiğimiz P_0 -deformasyon planının kayaçlar içindeki veri doğrultuları çoğunlukla granodiyorit kitlesi içinde de mevcuttur (!)» Bunun dışında P_1 -deformasyonunun etkileri, $30^{\circ}-40^{\circ}$ NE olarak K-1, K-7 diyagramlarında ve dağınık maksimumlar halinde de K-2 ve K-5 diyagramlarında görülmektedir* Bahsi geçen $30^{\circ}-40^{\circ}$ doğrultularındaki maksimumlar tektonik yapı içinde S_2 ve bc-eklemlerine ait değerler olarak belirlemektedir*

Kozak bucağının güneyindeki Karnakça yaylasında, granodiyorit içindeki eklemler (S-10, S-11 ve S-12 diyagramlarına bakınız) $72/74^{\circ}$ S, $128/20^{\circ}$ NE ile $172/66^{\circ}$ W ve $175/76^{\circ}$ E gibi çeşitli maksimumları vermektedir* 72° ve 128° doğrultular daha genç bir deformasyon planına ait (burada P_2) hkO-eklem çiftini vermekle beraber $120-130^{\circ}$ lik doğrultular genellikle daha eski P_j deformasyonuna ait ac-eklemleridir*

Aplitletler : Granodiyorit kitlesinin kenar zonlarında dikkati çekecek kadar artmakta ve magmatik kitlenin kontaktına zaman zaman dik veya paralel doğrultularda uzanmaktadır* Aynı şekilde kalınlıklarında da kontaklara yaklaşıldıkça bir artma müşahade edilmektedir* NW da Bağyüzü bölgesinde Levha 111, diyagram S-2 den de görüleceği gibi, $108/76^{\circ}$ S değeri aplitlere ait maksimumdur* SE da, S-3 diyagramında ise aplitlere ait veriler $89/57^{\circ}$ S maksi-

mumu ile hemen hemen aynı şekilde E - W doğrultusunda ve güneye yatımlı olarak bulunurlar, Kaplankey güneyindeki bölgeye ait aplit ölçüleri ise (diyagram S-12 ye bakınız) $28/44^{\circ}$ SE maksimumu ile granodiyorit - yan kayaç hududuna paralel bir doğrultuyu vermektedir* İkinci derecedeki maksimum değer $124/46^{\circ}$ NE şeklindedir. S-12 diyagramında beliren bu iki maksimum da genellikle S_2 ve S_3 değerleri ile aynı doğrultuya sahip olması sebebiyle J_1 deformasyon kuvvetinin zıt yönünde bir gerilimin de vuku bulması ihtimalini kuvvetlendirmektedir*

İnkluzyonlar ve segregasyon cisimleri : 52 adet koyu renkli çoğunlukla metamorfik (pek azı diyorit ve gabro bileşim ve oluşumundadır) *arttk-kristalin (melanozom)* karakterinde, biyotit - amfibol şist ve benzeri mkluzyonun granodiyoritik kitle içindeki duruşlarının optik yolla tespitine çalışılmıştır* Biyotitlerin *Universal masa* ile tespit edilen optik eksen oryantasyonu, bize şistoziteye paralel olarak (001) yüzeyleri ile dizilmiş bu minerallerin bu özelliğinden istifade ederek, şistoziteyi yaklaşık olarak, magmatik kitlenin içinde mevzu bahis inkluzyonlarda bulma imkânını vermiştir* (Minerallerin optik özelliklerinden faydalanılarak segregasyon cisimlerinin doğrultu ve eğimlerinin tespiti üzerindeki çalışmalarımızı başka bir etüd mevzuu olarak daha ileride ele alacağız,)

VL 3* Genç volkanitler

Riyolit, riyodasit, andezit ye bazalt bileşimindeki volkanitlerin gerek Paleozoik yaşlı seriyi ve gerekse granodiyorit kitlesini NE - SW uzantılı bir elips şeklinde çevrelediğini daha önce belirtmiştik* Magmatik kitlenin kuzey kısmında yayılım gösteren riyodasit, dasit ve andezitler içinde yapılan eklem ölçümleri (Levha III, diyagram S-4, S-5, S-6 ve S-7), maksimumları P_2 kompresyonuna ait hkO-makaslama eklem çiftini vermektedir. S-4 teki bc-eklemi şeklinde beliren $175/14^{\circ}$ E maksimumu hariç, $120/66^{\circ}$ NE ve $36/41^{\circ}$ NW, P_2 etkisiyle meydana gelen hkO çiftine aittir. S-5 diyagramdaki $80/72^{\circ}$ S ise ac-eklemlerinin maksimumudur. S-6 daki $127/36^{\circ}$ SW ve $53/65^{\circ}$ NW değerleri hkO-eklem çiftini vermektedir-

Batıda Sübeylidere köyü civarındaki eklemlere ait değerler $108/53^{\circ}$ S ve $56/64^{\circ}$ NW şeklindedir.

Tektonik neticeler : Kozak granodiyorit kitlesi bütünüyle NE-SW doğrultusunda uzanan geniş kanatlı bir antiklinal yapısı gösteren Paleozoik yaşlı epimetamorf ve metamorf olmayan tortulların çekir-

dek kısmını teşkil etmektedir. Bu durum daha yakından incelendiğinde, antiklinalin çekirdeğinin NE da *Altseriye* ait birimler tarafından meydana getirildiğini, antiklinalin NW ve SE kanatlarında *Ortaserinin* kaim, grauvak, killi şist, kuarsit ve yarı mermerlerinin örtmüş olduğu *granodiyorit kitlesinin* ise, *SW dan eksen dalımı doğrultusunda, Altseri ile Ortaseri arasında, mevzu bahis antiklinal yapısının çekirdeğini, SW bölgesinde teşkil eder bir durumda, yerleşmiş olduğunu ifade etmek mümkündür.*

P₀ deformasyonunun *Altseriye* ait kayaçları etkilemesi ile meydana gelen tektonik yapıyla ilgili *veriler* bazı yön sel karakterlerini, daha sonra yükselmiş bulunan magmatik kitlenin bünyesinde de aksettirmişlerdir* Daha sonraki V₁ deformasyonuna ait kompresyon kuvvetleri genellikle Orta Karbonifer (Karbonifer) kayaçların strüktürel değişiminde etkili olmuşlardır* Bu yapıların yön sel karakterleri aynı zamanda granodiyorit kitlesi içinde de hâkim bir yapı unsuru olmuştur* P₂ planına ithal ettiğimiz genç hareketler ise, N-S yönlü olmuşlar (genellikle) ve bilhassa çevre volkanitlerini eklemlenme yönünde etkilemişlerdir, Granodiyorit kitlesi içindeki tesirleri de yaygındır •

VII. KOZAK GRANODİYORİT tNTRUZİT KİTLESİNİN PETROJENEZİ

Genellikle, çevredeki katılaşmış veyahut konsolide kayaçlara karşı yersel değişimleri mümkün kılacak miktarda ergimiş kısma sahip olan silikat taşları «magmatojen» olarak tefrik edilirler ve yine bu sebepten «homojen» veya «homojen olmayan» magmalar bulunabilir* Aralarındaki farkları müşahade etmek mümkün olmakla beraber, yalnız saha gözlemlerine istinaden bu tip magmaların «jüvenil mi?» yoksa «palinjen mi?» teşekkül etmiş oldukları hakkında kat'ı bir şey söylenememektedir* Ancak detaylı kantitatif optik ve jeokimyasal metodlarla incelemeler neticesi, bu tür kayaçların menşeleri hakkında bazı hususları tebarüz ettirebilmek mümkündür*

İnklüzyonları büyük bir çoğunlukla diferansiye olmuş bir şekilde müşahadelerimize açık bulunan Kozak granodiyorit kitlesinin kimyasal bileşimi, Tablo 6 da mevcut grauvak analizleri ile mukayese edildiğinde, en bariz farklılığı, granodiyorit kitlesi içindeki Na, K ve Mg elemanlarındaki fazlalık teşkil etmektedir* Diğer yönden kayacın içindeki manyetit ve titanit (sfen) mineralleri fazlalığı

Tablo » 4

Kozak intruzif masifinin mineral % ler ve Niggli değerleri.

Mineral	GR - 1	GR - 2	GR - 3	GR - 4	**	*
Kuars	17.7	18.15	22.01	23.53	24.675	24.0
Plajiyoklaz	45.9	40.69	31.66	33.48	43.037	28.0
K - feldspat	22.3	20.58	27.83	27.14	18.912	36.0
Biyotit	6.9	8.74	6.63	5.00	4.488	4.0
Hornblend	6.6	9.36	8.34	9.34	7.880	7.0
Apatit	0.4	0.21	0.89	0.57	1.020	1.0
Manyetit	0.2	1.54	1.93	0.81		
Titanit (sfen), rutil	0.1	0.32	0.35	0.13		
Diğer aks. (zirkon, ortit)	—	0.41	0.36	—		
Toplam (% ağı.) :	100.10	100.00	100.00	100.00	100.012	100.0 % vol.

NİGLİ DEĞERLERİ					**
si	225	241	279	289	283
al	32.4	36.7	37.0	38.4	38
fm	34.7	27.2	26.0	23.8	22
c	13.0	16.8	15.4	14.2	16
alk	19.9	19.3	21.0	23.6	24
	100.0	100.0	100.0	100.0	100
ti	0.83	0.90	1.25	0.79	0.97
k	0.47	0.39	0.47	0.43	0.44
mg	0.53	0.47	0.44	0.50	0.45
c/fm (Kesit no.) :	(III) 0.37	(IV) 0.61	(IV) 0.58	(IV) 0.59	(V) 0.73
p	0.21	0.22	0.75	0.52	—
h	7.1	6.27	5.75	5.82	—
qz	+ 43.4	+ 81.0	+ 95.0	+ 109.4	+ 87

(*) Elgin'e ait (1959) ortalama % vol. değerler.

(**) Bürküt'e ait (1966) ortalama değerler.

(Tablo 1) dikkati çekmiş olup, bugünkü Kozak intruzif kitlesini meydana getirmiş olan granodiyorit magmasının daha bazik bir ana magmadan diferansiyasyon yoluyla teşekkül etmiş bulunması ihtimalini çoğaltmaktadır* İntruzif kitle içindeki mineral bileşimini etkileyen değişiklik en fazla K«feldspatlarda görülmektedir* Farklı-

lıklar Elgince göre (1959) % 36.0; Bürküt'e göre (1966) % 18.9 ve incelenen gruplara ait ortalama ise % 24*46 şeklindedir (Tablo 4)*

Şekil 10 da, granodiyorit kitlesinin orta kısımlarına doğru plajiyoklaz azalması, buna mukabil kuars ve K-feldspat artması (oklar yönünde) bariz olarak müşahade edilebilmektedir. Mineral bileşimi ile ilgili olarak, intruzif kitleye ait Niggli değerlerinde GR-1 den GR-4 e doğru (Tablo 4) (intruzif kitlede dıştan içe) si, al ve alk artması, karşılığında ise bit fm azalması mevcuttur» Numunelerde 15 civarında çıkan c değeri, kalsiyumca fakir bir magma bileşimine işaret etmektedir; $alk \wedge 2/3$ al ilâ $\wedge 1/2$ al arasında oluşu da intermediyer bir karakteri teyit eder mahiyettedir» Kozak intruzif kitlesine ait Niggli değerlerinin tekabül ettikleri magma tipleri Tablo 5 te, Burri ve Niggli'nin (1945) standart tipleri ile mukayeseli olarak görülmektedir*

Bürküt'ün (1966, s» 257) «Yukarıdaki mülâhazaların yanında küçük plu tonların genellikle kuars diyoritik bileşime sahip olmaları,

Tablo - 5

Modal analiz neticesi elde edilen değerlerle, yaklaşık Niggli değerlerine sahip magma tipleri*

<i>Magma tipleri Burri ve Niggli'ye (1945) göre</i>	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>Modal analiz grupları</i>
	225	32.4	34.7	13.0	19.9	0.47	0.53	GR - 1
Opdalitik	225	32.0	32.0	18.0	18.0	0.45	0.45	
Kuarsdiyoritik	225	32.0	31.0	19.0	18.0	0.25	0.45	
	241	36.7	27.2	16.8	19.3	0.34	0.47	GR - 2
Granitik	270	34	29	13	24	0.45	0.35	
	279	37.0	26.6	15.4	21.0	0.47	0.44	GR - 3
Granodiyoritik	280	39	22	17	22	0.45	0.40	
	283	38	22	16	24	0.44	0.45	(*)
	289	38.4	23.8	14.2	23.6	0.43	0.50	GR - 4

(*) Bürküt'ün (1966) Kozak granodiyoritine ait ortalama Niggli değerleri.

Tablo - 6

Kozak intruzif masifi kayalar ile muhtelif grauvaklara ait kimyasal bileşimler.

Oksit değerler	Kozak intruzif masifinin kimyasal bileşimi					Genel olarak grauvakların kimyasal bileşimi				
	Gr-1	Gr-2	Gr-3	Gr-4	*	1	2	3	4	5
SiO ₂	64.06	64.50	67.12	69.51	66.99	63.5	64.7	68.20	69.69	69.9
TiO ₂	0.29	0.35	0.37	0.17	0.33	1.1	0.5	0.31	0.40	0.7
Al ₂ O ₃	15.78	16.68	15.11	14.85	15.86	14.6	14.8	16.63	13.53	15.0
Fe ₂ O ₃	1.77	1.38	1.61	0.87	1.03	3.0	1.5	0.04	0.74	3.1
FeO	4.08	3.33	2.92	2.37	2.71	2.2	3.9	3.14	3.10	1.3
MnO	—	—	—	—	—	—	0.1	0.30	0.01	—
MgO	2.36	2.32	1.90	1.80	1.63	1.9	2.2	1.30	2.00	1.3
CaO	3.51	4.23	3.46	3.07	3.66	3.4	3.1	2.45	1.95	1.1
NaO	3.08	3.24	2.72	3.13	3.43	3.0	3.1	2.43	4.21	3.2
K ₂ O	4.21	3.23	3.79	3.57	3.99	2.4	1.9	2.33	1.71	1.7
P ₂ O ₅	0.22	0.09	0.38	0.25	—	0.1	0.2	0.23	0.10	—
H ₂ O 105°C	0.63	0.50	0.42	0.38	0.36	—	0.7	0.55	0.26	0.1
Diğer enkl.	—	0.14	0.20	0.03	—	2.9	2.4	1.75	2.08	2.4
SO ₃						—	0.4	0.13	—	—
CO ₂						2.4	1.3	0.05	0.23	0.6
S						—	0.2	—	—	—
Top. % Ağ.	99.99	100.00	100.00	100.00	99.99	100.5	101.0	99.84	100.01	100.04

* Bürküt'ün (1966) Kozak granodiyoritine ait ortalama değerleri.

1 Orta taneli grauvak (Huckenholz, 1959).

2 Orta taneli 23 grauvak analizinin ortalama değerleri (Pettijohn, 1957, s. 307).

3 ve 4 Orta taneli grauvak (Pettijohn, 1957, s. 306).

5 Orta taneli grauvak (Winkler, H. G. F. & v. Platen, H. 1961, s. 50).

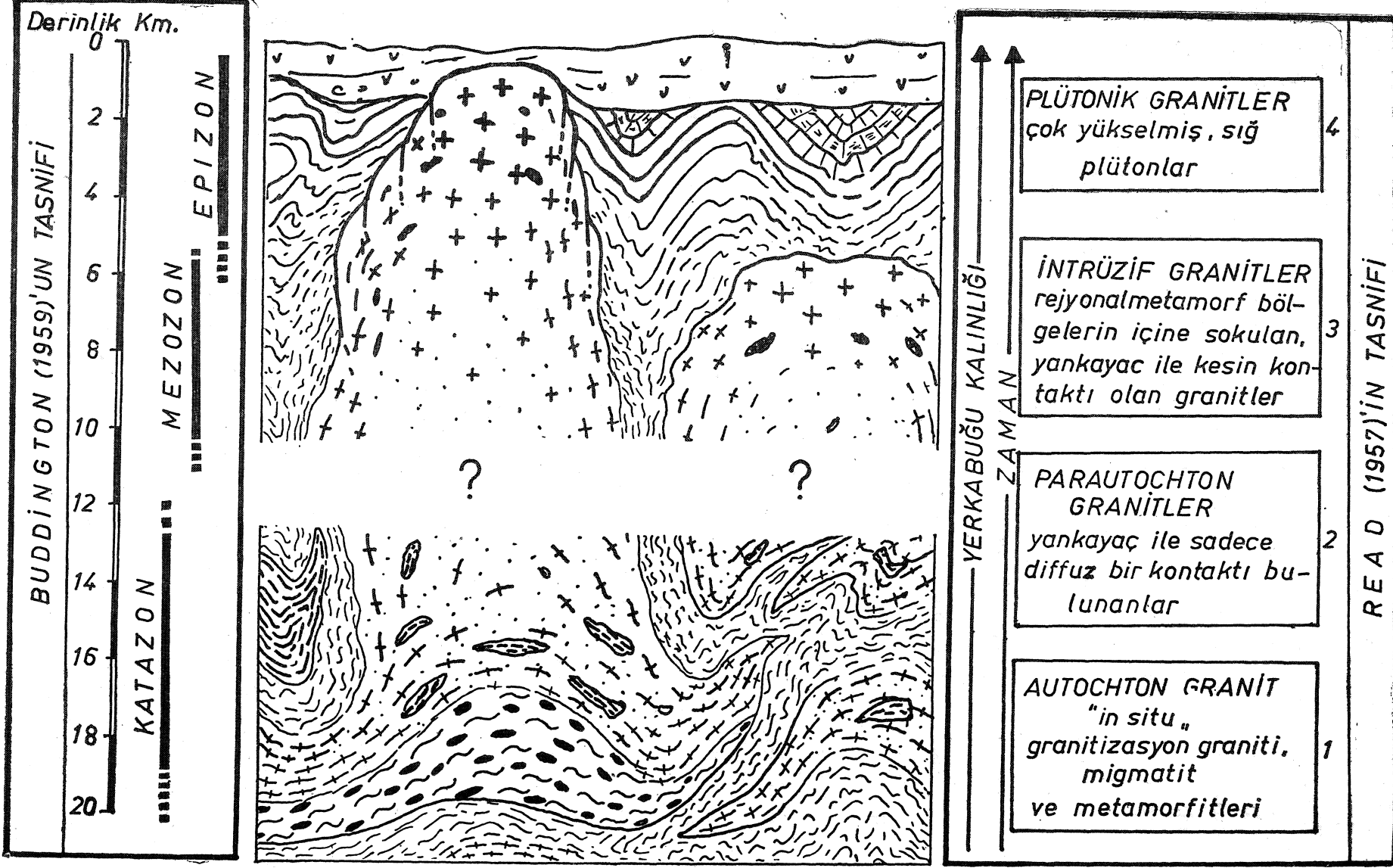
ayrıca plutonların civarında ve hatta bunları kesen daykların ve bilhassa subvolkanik erüptiflerin pek büyük ekseriyetinin andezitik bileşime sahip olmaları* ancak tali derecede dasit, riyodasit v*b* gibi taşların tezahürü diyoritik ana magma fikrini teyit eden fikirler mey anındadır,» şeklindeki izgh tarzına kısmen iştirak etmekteyiz. Özellikle etüdü yapılan Kozak intruzif kitlesinin, Kuzeybatı Anadolu'yu kapsayan, hatta Yunanistan'da Rodop-Rila bölgesine kadar uzanan bir intruzyon alanının güneyindeki bir «buton» çıkıntısı olduğunu fakat diğer mevcut magmatik kitlelerle beraber bir tek ana magma ile; yükselmelerinin de bir tek intruzyon ile meydana gelmediğini kabul etmekteyiz.

Kayaçların muayyen derinlikten sonra ısı ve basınç tesiri ile önce metamorfizmaya uğradıkları ve bilâhara anateksis olayına maruz kaldıkları ve mobil duruma geçtikleri bilinen ve kabul edilen bir gerçektir* Read (1955, 1957) bu durumda «in situ» teşekkül eden *granitizasyon granitinden veya oîokton granitten* bahseder* Bunun dışında tasnif edilen granit ve benzeri magma kitlelerinin hareket kabiliyeti «*intruzyon kabiliyeti*» kazandığını bilmekteyiz (Şek. 9).

Tabiî kayaçlarda anateksik ergime olayı üzerinde şimdiye kadar yapılan laboratuvar denemelerinden (Winkler & v* Platen, 1961, v* Platen & Holler, 1966), bu olayın 2000 bar (1 atm = 101325 bar) H₂O basıncı altında başladığını ve bunun da 7-8 km yerkağı derinliğine tekabül ettiğini görmekteyiz* Bilhassa orojen bölgelerin, yüksek metamorfik kök zonlarında teşekkül edebilecek çapta, tabiî anateksik bir ergime olayı ise, yerkağıunun daha büyük derinliklerinde (daha büyük bir basınç ve sıcaklık altında) vukua gelmektedir*

Hiç şüphesiz ki, anateksik ergimenin meydana geldiği zaman bölümü, ergime mahsulü kitlenin soğuma ve kristalleşme hızı, neticede teşekkül edecek olan anateksitin mineral bileşimini tayin etmektedir. V* Platen ve Höller'in (1966) de değindiği bu durumda, kristalleşme üç ayrı yönde gelişmektedir:

- a. Sıcaklığın ergime başlangıcını çok az aştığı, rejyonel metamorf bölgelerde, anateksik son durum fazla oranda ergimiş bir kitleye tekabül etmez« Laboratuvar tecrübelerine istinaden başlangıçta anateksis olayına maruz kalan kitlenin ancak ağırlıkça % 40 h ergiyen miktarı meydana getirmektedir (v. Platen & Holler, 1966, s» 124). Ergime mahsulü kitle yüksek bir sıcaklığa da sahip değildir. Böyle bir kitlenin viskozitesi ise^ ergime mahsulleri ile *kristalin restitin* diferansiyatif ayrışmasına mahal vermiyecek kadar yüksektir.



Şek. 9 - Granitizasyonu ve intruzyon kabiliyeti kazanmış bir kitlenin yerkabuğunun çeşitli derinliklerdeki durumunu gösterir şema. [Read (1957) ve Buddington'dan (1959) istifade ederek çizilmiştir].

Bu sebepten ergime mahsulü kitle teşekkül ettiği yerde kalır ve ergime olayının başlamasından hemen önceki anlarda —anateksisin primer kayacını teşkil eden metamorfitler içindeki; bazı mineraller ile bunların reaksiyonları neticesi meydana gelen yeni mineraller (kordiyerit veya almandin) —ergimiş kısmın içinde ince zerrelere halinde dağılmış olarak kalırlar»

b. Yüksek metamorfik bölgelerde^ ergimeye başlayış ısısının bariz bir şekilde üzerine çıkan sıcaklıkların hâkim olduğu kısımlar da mevcuttur. Anateksisin başlaması 20-30° C lik bir saha içinde cereyan ettiğine göre, sıcaklığın fazla olduğu kısımlarda anateksik maksimuma erişilecek demektir ki* sıcaklığın daha da artması ile fazla ısınan ergime mahsulünün viskozitesi azalacak, anateksisin tesirli olma müddeti uzayacaktır. Böylelikle anateksik kısımlarla arta kalan kristalin kısımlar arasında başlangıçta mevzî bir ayrılma zuhur eder. Bütün migmatizasyon bölgelerinde lökokratik kısımların birikmesi ile *lökozom* ve buna bağlı olarak bir *arnk-kristalin* kısmın, *melanozomun** teşekkül ettiği müşahede edilir» Kâfi büyüklükteki migmatit kompleksleri* intruzyon kabiliyeti olan bir magma kitlesini meydana getirebilir» Kordiyerit veya grena ihtiva eden granitik kayaların jenezini de bu şekilde izah etmek mümkün olmaktadır»

c. Belli bir H₂O basıncı altında içlerinde kuars, plajiyoklaz, alkalifeldspat (veya muskovit, biyotit) bulunan bütün kayalar için ergimeye başlayış sıcaklığı dar bir kuşak içinde bulunur, örneğin, bu sıcaklık 2000 bar H₂O basıncında 680° ile 710° C arasındadır (v. Platen, 1965). Sıcaklığın anateksisin başlayış derecelerini çok fazla aşması halinde jenetik bir önem kazanır ve amfibolitlerle fazla bazik kayaların dışındaki bütün kitleleri kapsayan bir anateksis olayı cereyan eder. Or ojen bölgelerin kök zonlarında büyük* fazla homojen olmayan, içlerinde anateksisten arta kalan kristalin kısımlarla, bazik kayaç inklüzyonları yüzen bir magma teşekkül eder» izah edilen şartlarda meydana gelen magma, bu durumunu uzun müddet muhafaza ederse, gravitatif diferansiyasyon neticesi ergimemiş *artık-kristalin* kısımlar aşağı çökerler. Bu suretle ergimiş kısım homojenleşir ve esas itibarıyla granitik, granodiyoritik magmayı meydana getirir- Yüksek sıcaklıklarını muhafaza etmekte olan bu magmalar intruzyon kabiliyetini haiz olup, yer kabuğunun daha yukarı kısımlarına sokulabilirler.

Etüdü yapılan Kozak intruzif kitlesi de oluşumu yönünden sonuncu tipe çok benzemektedir* Zirkonların birden fazla jenerasyona ait olmaları* arazi gözlemlerimizde sık sık tesadüf ettiğimiz, intruzif kitle içindeki duruşlarını istatistik olarak değerlendirmeye çalıştığımız, biyotit-amfibolit kar akterindeki, primer olarak, magma içinde ergiyemeyen ve aynı zamanda gravitatif diferansiyasyon tesiri ile, aşağıya çekilmemiş, magmanın hareket kazanan ve yukarıya doğru itilen, yükselen kısımları içinde beraberce sürüklenmiş *artık-kristalin* parçalarının (segregasyori cisimlerinin) mevcudiyeti, derinlerde bahsedilen şekil ve şartlarda meydana gelen, granodiyorit-kuarsdiyorit bileşimindeki bir magmanın* bugün etüd sahasında müşahede etti-

ğimiz, yeşil şist fasiesine ait kayaçlar ile metamorf olmayan *Ortaseri* içine de sokulmuş olduğunun bariz delilleridir.

Diğer yönden Kozak intruzif masifi dahil, Kuzeybatı Anadolu'da mevcut granodiyorit - kuarsdiyorit karakterindeki magmatik kitleler, muhakkak ki metamorfizma yönünden değişik çevrelere yerleşmişlerdir.

Mevzuubahis Kozak intruzif kitlesi (Buddington'un terimi ile, 1959) epizon- mesozon plutonu olarak, yeşil şist fasiesine ait kayaçların bulunduğu bir çevre içine sokulmuş granodiyoritik bir magma stoku şeklinde kabul edilirken, Kozak'ın 60 km kuzeyindeki Kazdağ (Eybekdağ) ve Bursa'nın SE sundaki Uludağ intruzyonları, yine Buddington'un (1959) tasnifine göre tamamen *meso-ve katazon* intruzyonlarını temsil etmektedirler (Şek. 9).

Netice olarak, aynı magmadan neşet etseler bile, farklı katlara (Stockwerke) sokulan intruzif kitlelerin, bu magmayı teşkil eden kayaçların mobil hale gelmelerinden sonraki devrede farklı mesafeler kat*edip, bugün gözlenebilen değişik metamorfik çevre kayaçları içine sokulmalarına istinaden farklı yaşlara sahip, olabileceklerini ifade edebiliriz (Read, 1957).

İntruzyon yapan Kozak granodiyorit kitlesi, Bağyüzü ve Yabancılar köyleri arasında ve güneyde de Güvemdede tepesi civarında diffüz kontakta sahip olduğu gibi, çoğunlukla yan kayaçla kesin kontak da göstermektedir. Yan kayacın termik metamorfik kuşak dışında kıvrılması ve rejyonel olarak ancak yeşil şist fasiesi derecesinde metamorfizmaya uğraması, intruzif kitlesinin yerleşme zamanında az sıcaklığa sahip ve az bir derinliğe intikal etmiş olduğuna işaret sayılır. Fakat, buna rağmen, en fazla kontakt-metamorfizmayı (Buddington, 1959, s. 678) bahsi geçen plutonlar meydana getirmektedir. Marmo'nun (1956, s. 488) «The late-kinematic granites mostly represent a lower grade of metamorphism than the synkinematic granodiorites and granites...» şeklindeki izahına göre, Kozak granodiyorit intruzif kitlesinin sinorojenik bir teşekkülünü mutlaka düşünmek gerekmez. Mevzuubahis kitlenin, bölgedeki metamorfizma hitama erdikten sonra yerini almış olması da mümkündür.

VIII. TOTAL RADYOJENİK KURŞUN METODU VE KOZAK İNTRUZİF MASİFİNİN YAŞI HAKKINDA

Her intruzyon olayı ile ilgili olarak, gelen magmatik kitlenin çevre kayacı içine sokulma ve katılma zamanı problemi mevcuttur* Bu problemlerin* klasik jeolojik metodların yeterli olmadığı hallerde^ bazı radyoizotopik metodların uygulanması ile çözümlenmesi yoluna gidilmektedir*

Kozak intruzif kitlesinde de bu metod ile Bürküt (1966) tarafından yapılan çalışmalarda 79.8 (+ 8) milyon yıl gibi bir değer elde edilmiştir* Bu hususla ilgili olarak günümüzde yaş tayininde geniş bir şekilde tatbik edilen Total Radyojenik Kurşun Metodunu kısaca ifade edelim :

Bu metotta spektral yolla $U^{238}/Pb^{206}/^{207}$ ve Th^{232}/Pb^{208} oranını tespit etmekle netice alınabildiği için kolaydır (Gottfried, D» *et al.*, 1959)* Kurşun miktarı fazla olduğu oranda mineral (ki burada zirkondur) eskidir. Fakat kayacın ve mineralin bünyesinde normal kurşun (Pb^{204}) mevcut ise* mineral ve kayaç olduğundan yaşlı çıkar* Bu sebepten sadece U ve Th bölünmesinden meydana gelen radyojenik Pb nin hesaplanması icabeder (Kulp* J«L. *et al.*? 1954)* Diğer yönden U nun aramahsulü radon^ Th un aramahsulü thoron gaz halinde olup^ çeşitli sebeplerle içinde buldukları minerallerden uzaklaştıkları takdirde^ geriye devamlı olarak daha az Pb kalır ve ait olduğu kayacın yaşı da o nispette genç çıkabilir (Buchs* A* *et al.*, 1962). Bunların haricinde zamanla mineral veya kayaçtan doğrudan doğruya Pb, U ve Th un uzaklaşmaları neticesi çok alçak veya çok yüksek neticeler elde edilebilir.

Şüphesiz kayacın «mutlak yaşı»nı ifade etmesi bakımından yukarıda verilmiş bulunan donenin. Kozak granodiyorit kitlesinin hangi olayına ait bir zaman değeridir sualine cevabı aynı derecede kat'î değildir* Zira bu metodla ilgili kısımda* belirtildiği gibi U + Th/Pb oranının ölçüldüğü zirkon minerallerinden bir miktar Pb nin uzaklaşmış olması mümkündür* Diğer yönden Kozak granodiyorit ve kuarsdiyorit kayaçları üzerinde yapılan mikroskopik etüdüde iki ve daha fazla jenerasyona maledilebilecek yapıda zirkon kristalleri müşahede edilmiş bulunmaktadır. Ayrıca zirkonların^ uygun fizikokimyasal şartlar altında büyüme gösterdikleri de diğer bölgelerden bilinmektedir (Polder-Vaart^ 1956), Bir magmatik kayaç içindeki hete-

rojen zirkon minerallerinden yapılan taş tayinleri, Grünenfelder'e göre (1963) büyük farklılıkların doğmasına sebep olmaktadır- Elde mukayese imkânı olmamakla beraber, aynı farklılık Kozak intruzif kayaçları için de şüphesiz varittir*

Kozak intruzif kitlesinin radyoizotopik yaşının tespitini bir diğer çalışmamıza bırakarak, mevzu bahis masife ait intruzyon zamanını, jeolojik gözlem ve verilere istinaden tespite çalışalım :

Granodiyorit karakterdeki intruzif kitle gerek Altseri olarak incelenen yeşil şist fasiesine ait birimleri ve gerekse onun üzerinde yer alan Ortaserinin diyabaz lâv ve tuf arakatkılı grauvak, şeyi ve kalkerlerini katletmiş ve onları yer yer şiddetli kontakt metamorfizmaya uğratmıştır*

Genellikle Permiane ait olduğunu kabul ettiğimiz Üstserinin Pseudoschwagerina'h, Fusulina'lı kalker ve kumtaşı birimleri ile magmatik kitle arasında, etüdü yapılan bölgede herhangi bir kontakt müşahede edilmemiştir. Buna rağmen, Üstseriye ait birimlerin intruzyon esnasında mevcut olduğunu, lâkin intruzyon yapan kitle tarafından kat'edilmediğini, tavan durumunun ise muhafaza edildiğini kabul ediyoruz* Etüd bölgesinde çok hafif izlerini müşahede ettiğimiz *Austrik fazına* bağlı bir intruzyon bu suretle çok zayıf bir ihtimal olarak yer almaktadır*

Triasm başlayışı ile birlikte, Marmara denizinin güneyindeki kara parçasını teşkil eden Varistik Orta Kuşağın (Westanatolische Kernzone) batı bölümü kara olarak yükselmiş ve ancak Karniene ait denizel tortullarla tekrar örtülmüştür (Brinkmann, 1966, s, 612)« Varistik orojenezinin son zayıf hareketleri olarak vasıflandırılan bu yükselmeler esnasında ve onu müteakiben bir magma yükselmesi ve eski Paleozoike atfedilen, *Altseri* ile genç Paleozoike ait *Orta ve Üstseri* kayaçların kısmen kat'edip içine sokulmaları, çok daha fazla ihtimal dahilindedir*

Diğer bir ihtimal de rejonel ilişkilere istinaden, Liasa ait kayaçların tabanındaki konglomeralar içinde granitik ve granodiyoritik karakterdeki çakılların bulunması sebebiyle kabul edilen *pre-Liasik* bir intruzyon yaşdır*

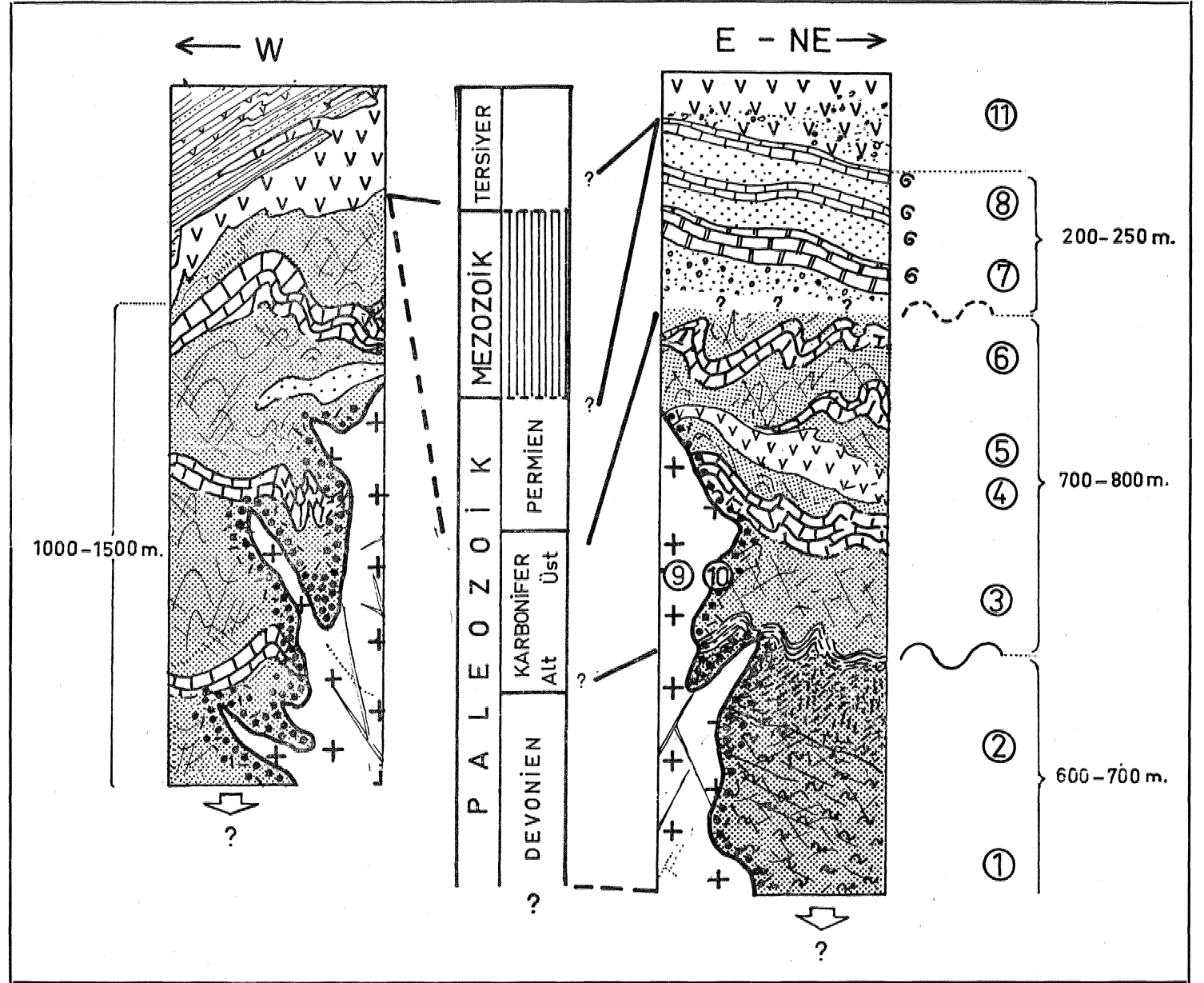
Yukarıdaki son iki izah tarzı da intruzyonun genellikle post-Paleozoik - pre-Liasik bir devre içinde olabileceğini kabul etmektedir.

Mesozoik yaşlı tortul ve diğer kayaların etüd bölgesinde mevcut olmayışı, intruzyon faaliyetinin daha genç devirlere de mal edilebilmesi hususunu tamamen mesnetsiz bırakmaktadır*

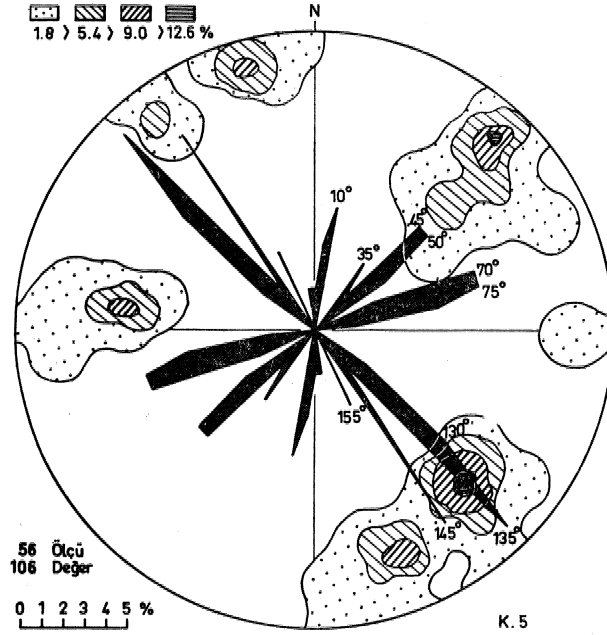
B İ B L İ Y O G R A F Y A

- ALTHAUS, E- (1966) : Die Phasengrenze Andalusit/Sillimanit» *Naturzviss.*, v. 53, s. 129.
- BARUTOĞLU, Ö.H. (1960) : Karahayıt-Ayazmant demir yatakları (Balıkesir-Ayvalık). *M.T.A. Derg.* no. 55, Ankara.
- BAYRAMGİL, O. St WIJKERSLOOTH, F. de (1953).: Türkiye'nin önemli demir yatakları hakkında not* *M.T.A. Rap.* no. 2594 (yayınlanmamış)* Ankara.
- BRINKMANN, R. (1966) : Geotektonische Gliederung von Westanatolien» *N, Jb. Geol u. Palaeont* Mh.*, 10, s. 603-618, Stuttgart.
- BUCHS, A.; CHESSEX, R.; KRUMMBNACHER, D. & VUAGNAT, M. (1962) : Ages «plomb total» déterminés par fluorescence-X sur les zircons de quelques roches des Alpes. *Bull. Suisse de Min. et Pétr.*, v* 41> 1, §* 295-305.
- BUDDINGTON, A. F. (1959) : Granite emplacement with special reference to North America. *Bull. Geol Soc* Amer.*, v. 70> s» 671-747*
- BURRI, C* & NIGGLE P. (1945) : Die Jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens I. *Pubh v.d* Stiftung ((Vulkaninstitut Immanuel Friedlaender)*. 3, Zürich.
- BURRI, C. (1959) : Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage (Methoden von Paul Niggli)* *Birkhaeuser Verlag* Basel.
- BÜRKÜT., Y. (1966): Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plutonların mukayeseli jenerik etüdü. (*Doktora Tezi*) *İ.T.Ü« Yay.*, 111 s. İstanbul.
- GECCATTY, R. A. (1936) : Bakırdağ demir jizmanı tetkiki hakkında not. *M.T*A. Rap.* no. 464 (yayınlanmamış^ Ankara.
- CHAYES, F. (1956) : Pétrographie modal analysis. *John Wiley*, New York.
- DRESCHER-KADEN, F. K. (1948) : Die Feldspat-Quarz-Reaktionsgefüge der Granite und Gneise. *Springer Verlag** Berlin.
- ELGİN, G. M. (1959) : Die Magnetitlagerstätte des Bakırdağ bei Ayazmant in Westanatolien, Türkei. *Bonn^Univ** (*Dissertation These*).
- ESKOLA, P* (1952) : A discussion of domes and granites and ores. *Comm* gëoL Finlande Bull, 1ST*, s. 125-144.
- GOTTFRIED, D.j JAFFE, EL W- & SENFTLE, F. E. (1959) : Evaluation of the Pb-alpha method for determining ages of igneous rocks. *U* \$* Geol Sum. Bull*, 1097-A.

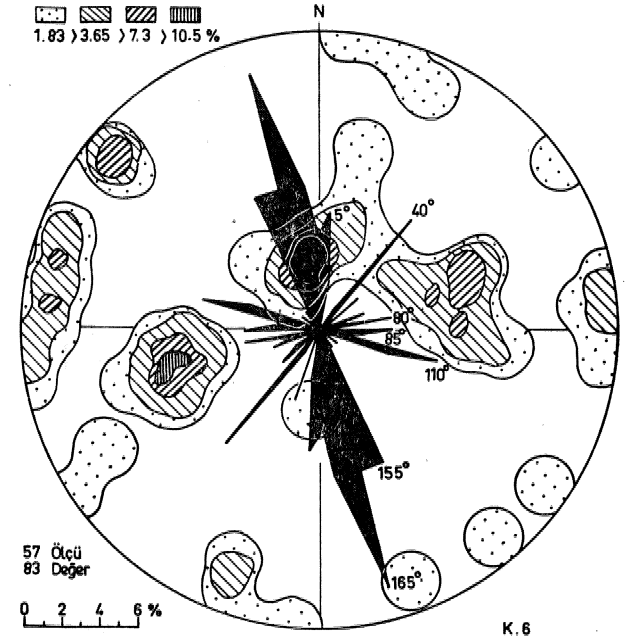
- GRÜNENFELDER, M. (1963) : Beterogenitaet akzessorischer Zirkone und die petrogenetische Deutung ihrer Uran/Blei-Zerfallsalter. *Schweiz, min» petr. Min., Al*, s* 235.
- HUCKENHOLZ/H. G. (1959) : Sedimentpetrographische Untersuchungen an Gesteinen der Tanner Grauwacke« *Beitr. Min, u* Petr., 6*, s. 261-298.
- ÎZDAR, E. K. & AKINCI, Ö. (1963) : Ayazmant demir madeninini jeolojisi, metalojönezi ve rezerv etüdü. *M.T.A. Rap.* (yayınlanmamış)* Ankara.
- KAADEN, G« v.d* (1959) : Anadolu'nun kuzeybatı kısmında yer alan metamorfik olaylarla magmatik faaliyetler arasındaki yaş münasebetleri. *M.T.A. Berg.*, no» 52, Ankara.
- KETÎN, î. (1959) : Türkiye'nin orojenik gelişmesi. *M.T.A. Derg.*, no. 53* s. 82-88., Ankara.
- KRUPP, F. ESSEN (1957) : Rohstoffe-Untersuchung Eisenerzvorkommen Türkei. *M.T.A. Kütüphanesi*, no. M 2606-2043, hl62146.
- KULP, J* L* BATE; G. L. & BRQECHER, W. S. (1954) : Present status of the lead method of age determination. *Amer. Journ. Sei.*, 252, s. 345-365.
- LUCIUS, M. (1927) : Ayazmant civarında Bakırdağ manyetit jizmanı hakkında not. *M*T,A. Rap.* no. 429 (yayınlanmamış), Ankara.
- MARMOj V. (1955) : The petrochemistry of some Precambrian granites of West Africa and a petrochemical comparison with the Svecofennide granites of Finland. *Amer. Journ. Set.*, 253, s. 391-417.
- (1956) : On the emplacement of granites. *Amer. Journ. Sei.*, 254, s. 479-492»
- PERRIN R. & ROUBAULT, M. (1949) : On the granite problem. *Journ. Geol.*, 57, 8. 357-379.
- PERRIN, R* (1956) : Granite again. *Amer. Journ. Sci.*, 254, s. 1-18.
- PETTIJOHN, K J. (1957) : Sedimentary Rocks. *Harper*, New York.
- PHILIPPSON, A* (1910-1915) : Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien: *Peterm, Mitth Erg.*, Hefte 167, 177, Gotha.
- V. PLATTEN, H. (1965) : Kristallisation granitischer Schmelzen. *Beitr. Min* u. Petr.* 11, s. 334, 381.
- & HÖLLER, H. (1966) : Experimentelle Anatexis der Staizer Plattengneises von der Koralpe, Steiermark* bei 2, 4, 7 und 10 Kb H₂O-Druck. *Jv. Jh. Min. Abh.y* 106, s. 106-130.
- POLDERVAART, A. (1950) : Statistical studies of zircon as a criterion in granitisation. *Nature** 165, s. 574-575, London.
- (1956) : Zircons in rocks«, II. Igneous rocks. *Amer. Journ* Sei.*, 254, s. 521-554»
- POLDINI, N* (1937) : Ayazmant yakınındaki Bakırdağ yatağına yapılan ziyaret hakkında rapor« *M»T*A* Rap.* no. 489 (yayınlanmamış), Ankara.



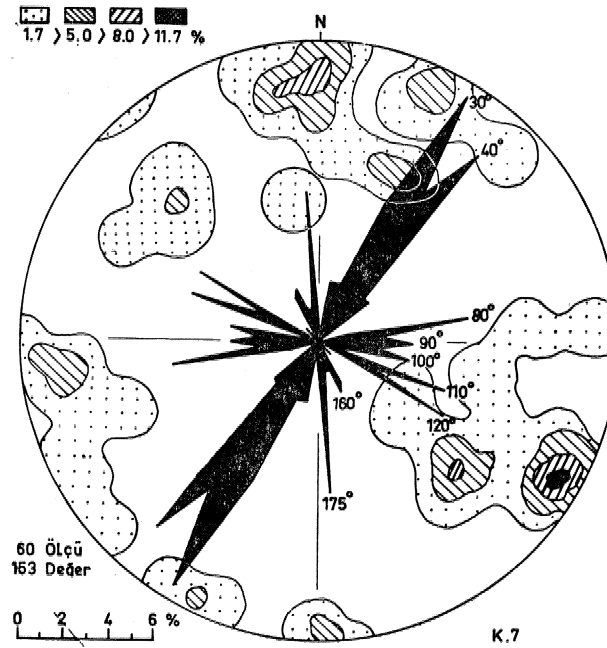
Şek. 2 - Kozak intruzif masifi çevre kayalarının batı ve doğu kısımlarına ait litostratigrafik dik kesitler.



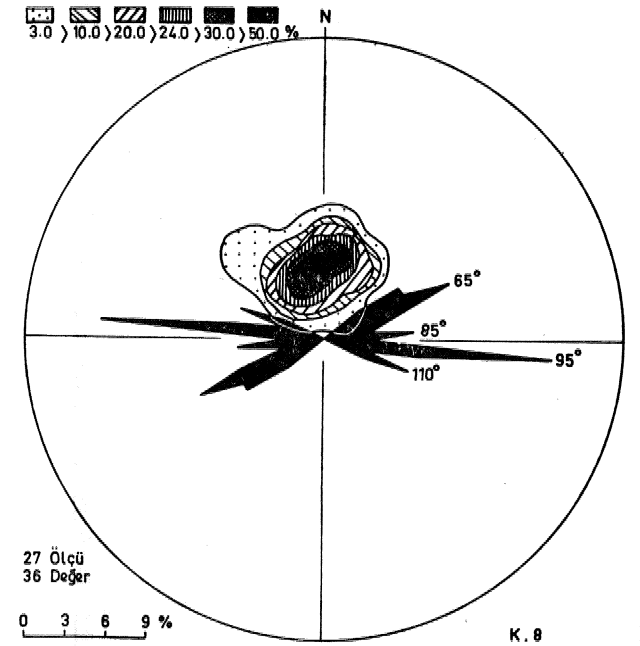
Eski Dereocağı yolu ve Karahayıt deresi Granodiorit kenar zonu.

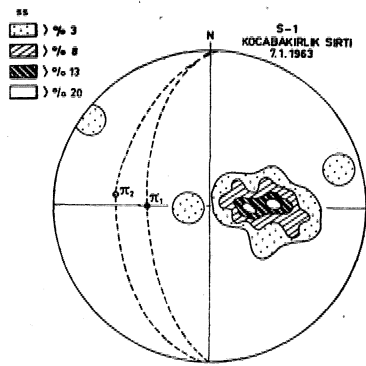


Solmaz ve Haciveliler kavşağı, Granodioritperfir - Grauvak kantağı.

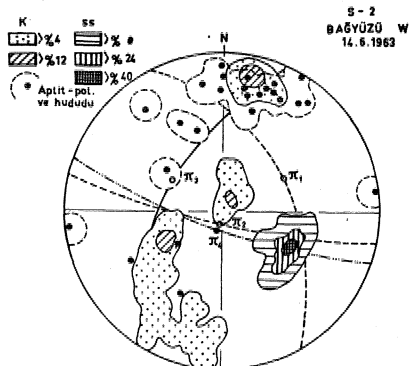


Maden çukuru önünde Çarşamba

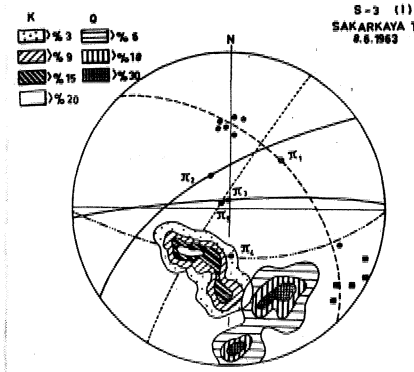




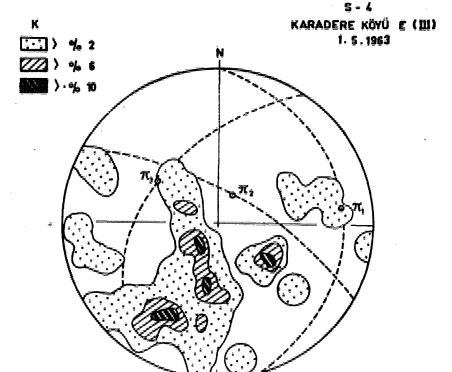
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
36 ss	π_1 178/42 W	
	π_2 8/26 W	

MERMER ZONU
İÇİNDE

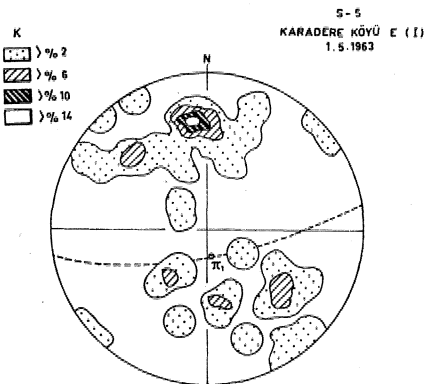
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
25 K	π_1 152/44 NE	
	π_2 102/82 S	
12 ss	π_3 30/51 NW	
27 Apl.	π_4 108/76 S	

GRANİT KONTAĞI YAKININDA
KİLLİŞİTLER İÇİNDE

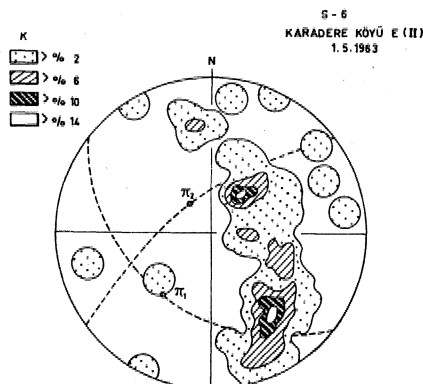
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
34 K	π_1 125/42 NE	
16 Q	π_2 55/83 NW	
7 Apl.	π_3 89/57 S	
5 Lpr.	π_4 32/83 NW	

KİLLİŞİT VE KALK-
ŞİSTLER İÇİNDE

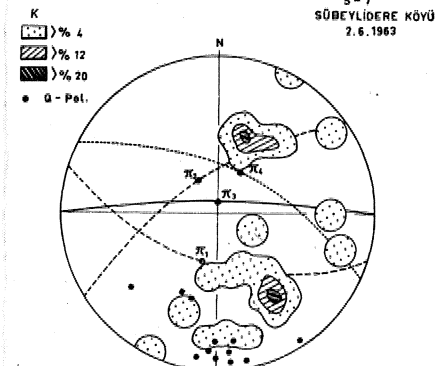
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
50 K	π_1 175/14 E	
	π_2 120/68 NE	
	π_3 36/41 NW	

DASİT - ANDEZİT
İÇİNDE

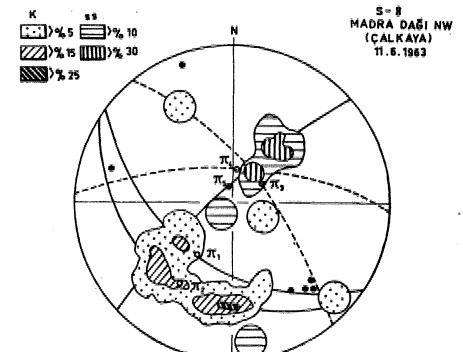
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
50 K	π_1 80/72 S	

DASİT - ANDEZİT
İÇİNDE

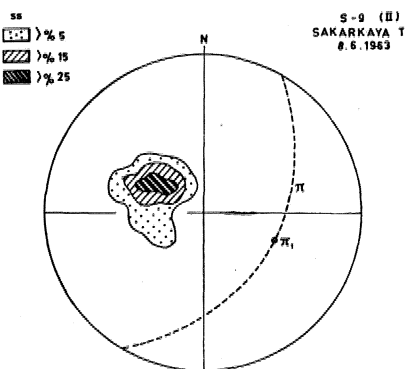
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
50 K	π_1 127/36 SW	
	π_2 53/65 NW	

DASİT - ANDEZİT
İÇİNDE

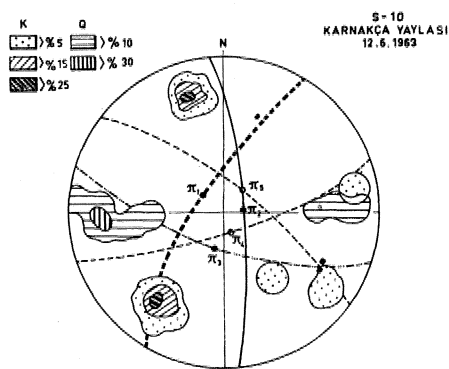
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
25 K	π_1 108/53 S	
	π_2 58/84 NW	
10 Q	π_3 89/84 N	
2Ba.+PbS	π_4 15/75 NE	

DASİT - ANDEZİT İÇİNDEKİ
KURŞUN ZUHURU VE ÇEVRESİ

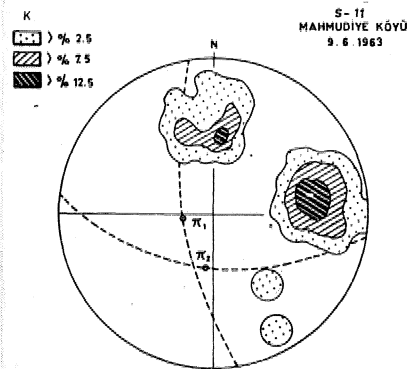
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
10 ss	π_1 126/46 SW	
	π_2 125/26 SW	
20 K	π_3 140/85 NE	
	π_4 83/67 N	
7 Q	π_5 48/82 NW	

FİLLİT KLORİTİST VE AMFİBOL-
ŞİSTLER İÇİNDE

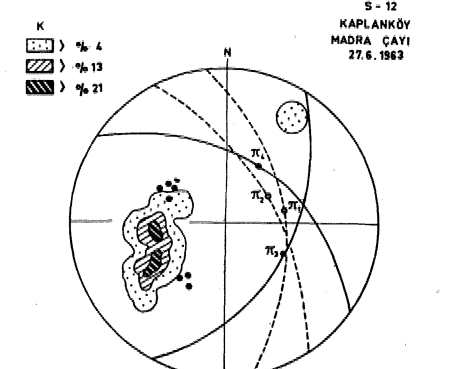
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
3 Pbs	π_1 33/70 NW	
10 Q	π_2 175/76 E	

KİLLİŞİT VE KALK-
ŞİSTLER İÇİNDE

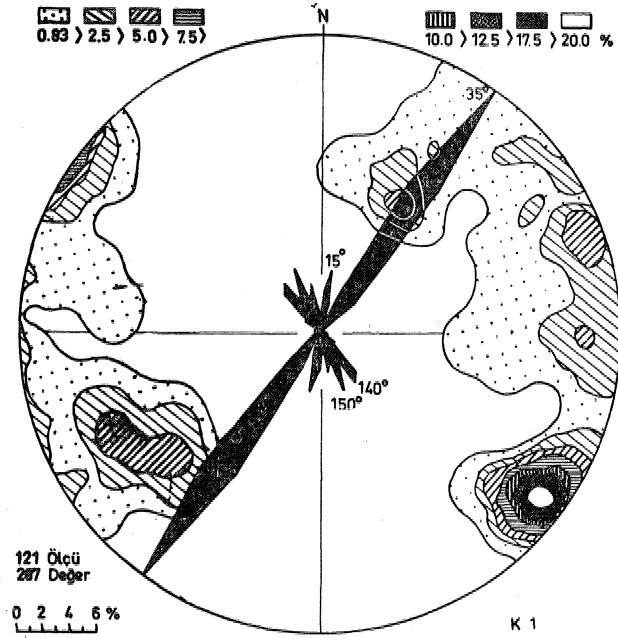
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
3 Pbs	π_1 33/70 NW	
10 Q	π_2 175/76 E	

GRANODİRİT - PORFİRİT
İÇİNDE

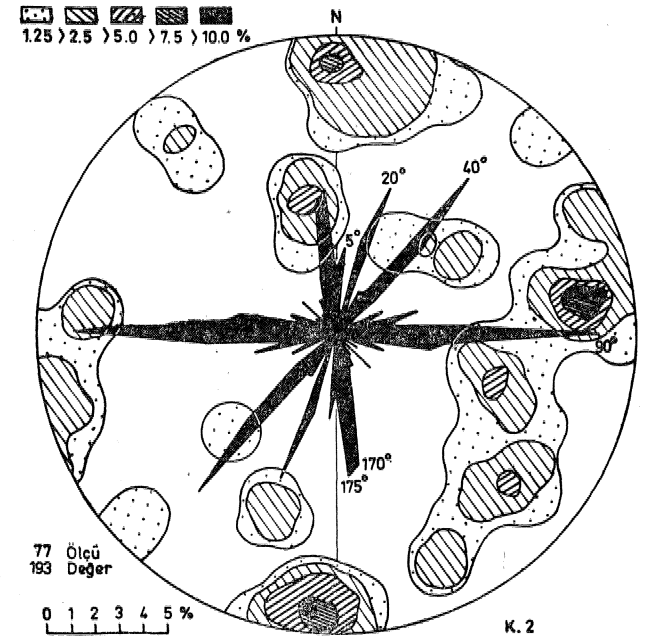
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
40 K	π_1 172/86 W	
	π_2 98/52 S	



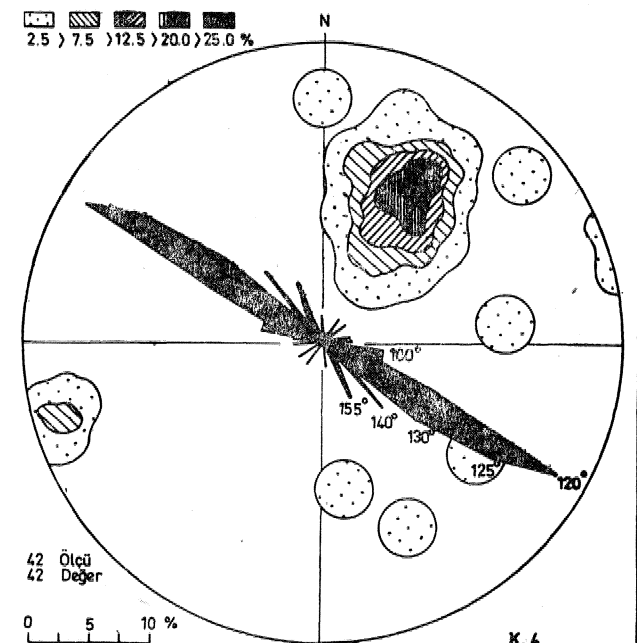
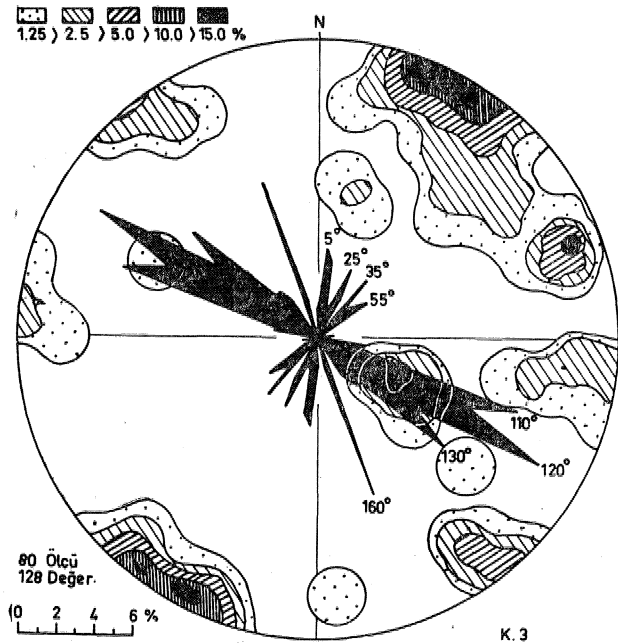
ÖLÇÜ	M.Y.D	MAX YÜZEY
20 K	π_1 170/49 E	
	π_2 150/56 NE	
	π_3 28/44 SE	



Adatepe SW , Bakırlık dere vadisi Granodiorit



Gazaliburun ile Çaltı köprüsü arası Granodiorit.



- RAGUIN, E. (1957) : Géologie du granit. (Geology of granite, translated from French by E.H« Kranck and P.R. Eakins). *John Wiley*, New York.
- READ, H. H. (1949) : A contemplation of time in plutonism. *Quart. Journ.*, 105, s. 101-156, London.
- (1955) : Granite series in mobile belts, in «Crust of the earth» Editor, POLDERVAART, A. *Geol. Soc. Amer., Spec. Paper* 62, s. 409-429.
- (1957) : The Granite controversy. 430 s., *Murby*, London.
- REYNOLDS* J. E. (1958) : Granite, some tectonic, petrological, and physico-chemical aspects. *Geol. Mag.*, 95, s. 387-396.
- SARIDSE, G* M. *et al.* (1961) : Beitrage zum Granitproblem. *Akademie Verlag*, Berlin.
- TRÖGER, E. (1967) : Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Tl. 2. *Schweizerbarfsehe Verlag*, Stuttgart.
- TÜRKÜNAL, S. (1958) : Karahayit (Ayazmant-Altmoza) manyetit cevherinin etüdü. *T.J.K. Bült.*, 6/2, s. 1-36, Ankara.
- TUTTLE, O. F. & BOWEN, NX. (1960) : Origin of granite in the light of experimental studies in the systems Na Al Si₃O₈ - K Al Si₃O₈ - SiO₂ - H₂O. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 74* 153 s.
- WALTON, M. (1955) : The emplacement of granite. *Amer. Journ. Sei.*, 253, s. 1-18.
- WHITTEN TIMOTHY, E. H. (1961) : Quantitative areal modal analysis of granitic complexes. *Bull. Soc. Amer.*, 72, s. 1331-1360«
- WIJKERSLOOTH, P. de (1941) : Garbî ve merkezî Anadolu sahası dahilinde genç Paleozoikteki magmatik faaliyet hakkında bazı mülâhazalar. *M.T.A. Mecm.*, 4/25, s. 536-550, Ankara.
- WINKLER, H. G. F. & v. PLATEN, H. (1961) : Experimentelle Gesteinsmetamorphose-IV. Bildung anatektischer Schmelzen aus metamorphisierten Grauwacken. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 24, S. 48-69.
- YODER, H. S. & TILLEY, C. E. (1962) : Origin of basalt magmas: An experimental study of natural and synthetic rock systems. *Journ. Petrology*, 3, s. 342-532.
- ZIEGLERi E. (1939) : Türkiye'de mevcut maden havzalarına dair asarı fenniye (Fliegel ve Wencher tarafından yazılan kısım), *M.T.A. Rap.* no. 670 (yayınlanmamış), Ankara.