

GÖRDES MİGMATİTLERİ

Mehmet AYAN

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET. — Etüt sahasında yer alan metamorfik kayalar, metamorfizma derecelerine göre mineral fasiyeslere ayrılarak haritalanmış; kayaç kimyası, migmatizasyon ve granitizasyon olayları incelenmiştir. Bölgedeki metamorfitlerin para-orijinli oldukları, metamorfizmanın had safhasını takiben migmatitleşmenin vuku bulduğu, bundan sonra anatektik bir granitik magmanın meydana geldiği ve etüt sahasındaki granitlerin palinjen granit olup, varistik orojenez safhasında hareket kazanarak yerleştiği, pegmatoidlerin bunların farklılaşmasından meydana gelmiş oldukları ve tüm kayaçların Alpin orojenezi ile etkilendiği izah edilmiştir.

COĞRAFİK KONUM

1:25 000 ölçekli İzmir K2O₁, b₂, b₃, b₄ paftaları içinde 1:200 000 ölçeğe göre 20-21 enlem ve 1g-li boylamları arasında yer alan etüt sahası, Gördes ilçesinin 5 km doğusundan başlayarak doğu yönünden Demirci-Borlu-Salihli şosesi, güneyde Köprübaşı bucağı Araplı köyü, kuzeyde Gördes-Demirci şosesi ile sınırlanır ve 330 km² lik bir alan kaplar.

LİTOSTRATİGRAFI VE PETROGRAFI

Bölgede yer alan kayaç ve formasyon çeşitleri metamorfittier ve sedimenter teşekküller olarak iki gruba ayrılmış ve çalışmaların ağırlığı metamorfittier üzerine kaydırıldığından, sedimenter grubu teşkil eden Neojen formasyonları daha genel olarak incelenmiştir.

Etüt sahasında yer alan litolojik birimlerin büyük bir kısmını metamorfik kayalar teşkil eder. Bunlar yeşil şist fasiyesine giren bantlı gnayslar ile muskovit-almandin kuvars şistler ve almandin-amfibolit şist fasiyesine giren disten-almandin-muskovit-biyotit gnayslar ile metateksit grupundan layer migmatitlerdir.

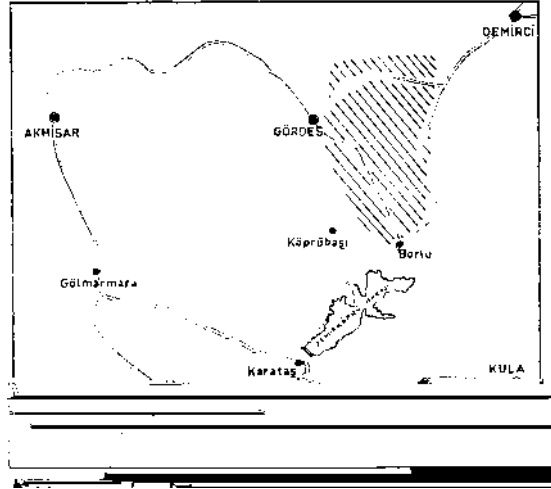
Almandin-amfibolit şist fasiyesindeki biyotit gnayslar içinde amfibolit şist, epidot-amfibolit şist anklav ve septaları da bulunmakta ise de, bunları haritalamak mümkün değildir.

METAMORFİTLER

1. Kuvars-albit-almandin-muskovit şist (bantlı gnayslar)

«Bantlı gnays» olarak isimlendirilen metamorfittier, Çomaklıdağı antiklinal eksenine paralel olan SSW-NNE yönünde 1-3 km genişlik ve 15 km uzunlukta, SE yönüne 40-50° yatımlı şerit gibi, etüt bölgesinin SE kısmını kaplar. Megaskopik görünüşünde şistozite yüzeylerindeki muskovit ve turmalin kristallerinin gösterdikleri lineasyon kesikli şerit veya bant şeklinde görüldüğünden, bu özelliklerinden dolayı bu fasiyesteki kayalar için «bantlı gnays» deyimini kullanılmıştır.

Çoğunluk sırasına göre muskovit, kuvars, plajiyoklaz (albit-oligoklaz, %5-15 An), ortoklaz, biyotit, granat (almandin), turmalin; tali olarak zirkon, apatit, manyetit, alterasyon mahsulü olarak çok az serisit ve klorit ihtiva eden bu gnayslar Jung ve Roques sınıflamasına göre üst gnays (gneis superieur) zonuna tekabül eder. Turner ve Verhoogen'e göre kayaç yeşil şist fasiyesinin kuvars-albit-epidot-almandin şist subfasiyesinde yer alan muskovit-biyotit-almandin-kuvars-albit parajenezinde bir gnaystır. Kayaç her ne kadar iki mikalı ise de, muskovit çok fazla, biyotit oldukça azdır. Kayacın karakteristik özelliği şiddetli bir deformasyon belirtisi göstermesidir. SW-NE yönlü hâkim şistozite yanında N-S yönlü ikinci bir şistoziteye sahiptirler. Kuvars kristalleri yassılaşıp uzamışlardır. Muskovitler ise, saç örgüsü şeklinde daralma, açılma ve bükülme gösterirler. Taneler heterojen granüler olup, yer yer kuvars ve feldispat blastezleri gelişmiştir. Kayacın şistoziteye dik olan (C yüzeyi) yüzeylerinde gözleşme başlangıcı vardır. Mikroskopta şiddetli kataklastlaşma görülür. Tekstür heterogranolepidoblastik olup, kısmen kataklastiktir.



Turmalin, çoğu zaman makroskopik olarak, kayacın şistozite yüzeyleri üzerinde bir iki cm uzunlukta iğnecikler halinde görülür. Siyah renkte olan turmalinler, mikroskopta kahverengi kuvvetli bir pleokroizma gösterirler. Büyük ve Otomorf kristaller şeklinde olup, bazan pesilitik yapı gösteren bol kuvars inklüzyonu ihtiva ederler.

2. Muskovit-almandin-kuvars şistler

Daha önce çalışan jeologlar bu muskovit kuvars şistleri, kuvarsit diye adlandırmışlardır. Kuvarsit genel anlamda kullanılan kuvars kristallerinin meydana getirdiği bir taştır. Metamorfizma geçirmiş bir kuvarsitin, metamorfizma sonucu bünyesindeki alüminli maddelerin değişmesiyle mikalı kuvars şistler oluşurlar. Bol muskovit ihtiva eden bu kuvars şistler, muskovit-almandin kuvars şist olarak tanımlanmıştır. Bunlar genellikle çalışma sahasının güney kısmında Tozludamları ile Kırınşeyh, Araplı köyleri civarında geniş alanlar kaplar. Belirtilen bu sahada muskovit kristalleri, orta boyda muntazam yönleşme gösteren ince uzun ksenomorf, fakat düzgün kenarlı levhacıklar halinde yer alır. Granat daha az bulunur. Araplı köye girerken granat miktarı artmakta ise de, kuzeye doğru Deliler köyü yakınlarında disten-almandin-muskovit-biyotit şistler (biyotit gnays) ile münavebeli olarak bulunur. Burada Struktur kataklastik olup, biraz feldispatlaşma başlar. Aynı durum doğuda Kurttutan civarında da mevcuttur. Bu kısımda yer alan muskovit kuvars şistlerde muskovit miktarı çoğalmakta olup, pre ve sendeformatif izler gösterirler. Bükülen muskovitler ortasında kuvars blastezleri gözleşmeye benzer bir durum arz ederler.

Bu şistler Çomaklıdağı antiklinalinin batı ve doğu kanatlarında aynı yönlere dalımlı olarak; güneyde, güneye doğru dalımlı olarak biyotit gnays ve migmatitleri kuşatırlar. Bu sonuncuların üzerinde, bantlı gnaysların altında yer alırlar. Bu kayacın almandin ihtiva etmesi dolayısıyla bunu Turner'in yeşil şist fasiyesi, kuvars-albit-epidot-almandin subfasiyesinde, muskovit-almandin-kuvars şist olarak göstermek mümkündür.

Kayacın büyük bir kısmını teşkil eden kuvars yanında muskovit, granat (almandin) ile tali olarak turmalin, zirkon, monazit, manyetit, rutil bulunur.

3. Disten-almandin-muskovit-biyotit-gnays

Turner-Verhoogen sınıflamasında almandin-amfibolit fasiyesinin disten-almandin-muskovit-biyotit subfasiyesinde yer alan bu gnayslar Grubenmann-Niggli'nin katazon; Jung-Roques sınıflamasına göre alt gnays (gneis inferieur) grubunda yer alırlar. Muskovitin çok az ve biyotitin ise çok fazla olması dolayısıyla, bunlardan bazan kısaca biyotit gnays olarak bahsedilmiştir.

Bu gnayslar etüt sahasının batı kısmında Çomaklıdağı antiklinalinin Gördes'e bakan kanadında oldukça geniş bir sahaya yayılırlar. Siyahımtırak koyu yeşil renkli olan bu gnayslar içinde, Gördes-Borlu yolunun Gördes'e yakın olan kısmında Deliler civarında görüldüğü gibi bol granat kristallerine birçok yerde rastlanır.

SW-NE yönünde uzanan ve bu yönde genel bir şistozite gösteren gnayslar NW ya doğru ortalama 60-70° lik bir eğimle dalarlar. Genellikle şistoziteye paralel ve konkordan olan çok sayıda pegmatoid ve kuvars filonlarıyla, yine konkordan durumda mermerleşmiş kristalize kalker bantları ve muskovit-almandin-kuvars şist arakatıklarını ihtiva ederler.

Doğuya doğru gidildikçe pegmatoid damarları çoğalır ve pegmatoid kümeleriyle anklavlar şeklinde çok karışık olarak bulunur, merkezî kısımda layer migmatitlere geçer. Bu geçiş net olmayıp, gayet belirsiz ve tedricidir.

Güneyde Tozluamları'na doğru gidildikçe, şistozitede doğuya doğru bir dönüş olur. Biyotit gnaysların, doğuda Kurttutan köyüne girişte, Kasar-Araplı yolu girişinde, Kıranşeyh civarında muskovit-almandin-kuvars şist ve bantlı gnaysların altında yer aldığı görülür. Muskovit-almandin-kuvars şistlerle bazan enterkalasyon gösterdikleri gibi, bazan bantlı gnayslar içinde, bilhassa tektonik hareketlerin tesirine fazla maruz kalmış olan Mestanlı ve Beynamaz köyleri civarında arakatki olarak görülmektedir. Taylor ve Egger bunları mikaşist olarak mütalaa ettiklerinden, bu durumu normal kabul ederek, aksine bantlı gnaysların bunların üstünde görülmelerini anormal karşılayarak, burada bir şariyaj veya devrilmenin vuku bulduğunu raporlarında belirtmişlerdir. Bu gnayslar, kuvars, plajiyoklaz (albit-oligoklaz % 5-25 An), ortoklaz, biyotit, almandin, disten, muskovit ile tali olarak zirkon, apatit, rutil, manyetit ve nadiren turmalin ihtiva ederler.

Bilhassa Deliler, Kaşıkçı ve Mestanlı bölgelerinde daha bol olarak görülen disten, orta boyda ve bazan iri ksenomorf kristaller halinde bulunur. Şistozite yönünde uzama ve gerilme gösteren bu kristaller girintili ve kırıklı kenarlı olup, bol miktarda kuvars, bazan da manyetit inklüzyonları ihtiva ederler. Hafif pesilitik görünüşlüdürler.

Muskovit çok az ve feldispat blastlarının çevresinde çok ince şeritler halinde, daha ziyade Sekonder serisit olarak mevcuttur. Klorite alterasyon minerali olarak rastlanır.

4. Amfibolitler

Divaneçoban-Kılavuzlar köyleri arasında ve Benlieli köyü güneyinde, biyotit gnayslar içinde yer yer 1-3 m boyutlarında küçük adeseler şeklinde amfibolitlere rastlanır. Bunların rengi siyaha yakın olup, şistozite kaybolmuş ve taş daha sert ve kompakt bir hal kazanmıştır.

Kayacın mineral bileşimi, hornblend plajiyoklaz (% 25-40 An), almandin, kuvars, manyetit şeklindedir. Kuvars az miktarda küçük ksenomorf kristaller halindedir. Hornblend yeşil renkli kuvvetli pleokroizmaya sahiptir. Bol manyetit inklüzyonu ihtiva eder ve plajiyoklazlar ile iç içe geçmiş bir durumda olup, diyablastik tekstür gösterirler.

Bazı anklavlardan alınan numunelerde epidot, aktinolit, diyopsit, plajiyoklaz, kuvars, manyetit, ilmenit parajenezi görülür.

5. Layer migmatitler

Etüt sahasının merkezî kısmını işgal eden migmatitler geniş bir alanı kaplar (90 km² kadar). Migmatitlerin muskovit kuvars şistler, pegmatoid ve granitlerle olan kontaktı net, fakat biyotit gnayslarla tedricî ve geçişi belli değildir. Pegmatoidlerle de kati sınır tespiti güçtür. Çünkü kütle halinde yer alan pegmatoidler içinde bol miktarda, büyük çapta bulunan ksenolitler ile karışık bir durum meydana gelmiştir.

Haritada görüldüğü üzere migmatitler, batı ve merkezî kısımda filon şeklinde pegmatoid, doğu yöresinde ise kütle şeklinde pegmatoidleri ihtiva ederler. Migmatitleri birçok yerde biyotit gnayslarla ayırmak güç olmaktadır. Pegmatitik karakterdeki bir kısım taş ile biyotit gnaysların karışımından meydana gelmiş olan migmatitler, etüt bölgesinin batısından doğuya, güneyinden merkeze ve kuzeye doğru gidildikçe, bariz migmatitik görünüşü belirli olarak kazanırlar.

Migmatitler megaskopik olarak gösterdikleri Struktur şekillerine göre isimlendirilmişlerdir.

Etüt sahasında yer alan migmatitlerin lökokrat pegmatitik olan kısımları eski orijinal taş içinde ince (birkaç mm) kesikli, şistoziteye paralel düzensiz damarcıklar meydana getirmişlerdir. Bu görünüşlerinden dolayı layer migmatit deyimi kullanılmıştır.

Etüt bölgesindeki migmatitler, Mehnert sınıflamasına göre Metateksit grupuna; Jung-Roques sınıflamasına göre homojen migmatitlerin embreşit fasiyesine girer.

Metateksit grupuna giren migmatitlerde, eski orijinal kayaç (etüt edilen bölgede bu kayaç paraorijinli disten-almandin-muskovit-biyotit gnayslardır) olan *paleosom* ile pegmatitik, aplitik veya granitik karakterde yeniden eriyerek kristalleşen kayaç olan *neosom* dan müteşekkil iki kısım kayaç görülür.

Mikroskop çalışmalarından edinilen gözlemlere göre, biyotit gnayslardan layer migmatitlere gidildikçe feldispat kristalleri büyümeye başlar; taş içindeki nispetleri de artar. Önce, biyotit levhaları yarım daire şeklinde açılarak incelmekte ve orta kısımda genellikle feldispat büyümesi (blastezi) başlamakta ve bir nevi gözleşme oluşmaktadır. Sahanın daha merkezî kısımlarına gidildikçe bu gözleşen feldispatlar birleşmeler gösterir ve tekstürün genel görünüşü daha taneli şekle dönüşür.

Eski ana kayaçtaki hâkim şistozite layer migmatitlerde daima bariz olarak görülür. Layer migmatitlerde paleosom biyotit gnays bileşimindedir. Neosom ise, pegmatoid bir metatekt ile melanosom bir restit ihtiva eder. Kayaç içinde bulunan mineraller sırasıyla plajiyoklaz, kuvars, ortoklaz, biyotit, muskovit, almandin, bir miktar disten ile tali olarak zirkon, apatit, manyetitir.

Pegmatoid neosom, migmatitin lökosom kısmıdır. Tamamen feldispat ve kuvarstan meydana gelmiştir. Kuvars miktarı % 30, feldispat oranı % 65-70 civarındadır. Feldispatların % 90 ını oldukça bazik bir oligoklaz-andezin teşkil eder (% 25-30 An); K-feldispat ortoklaz ile temsil edilir. Lökosomdaki miktarı % 5-10 civarındadır. Bölgedeki migmatitlerin neosomu bir miktar muskovit de ihtiva edebilir.

Restit, genellikle biyotit kümeleşmelerinden oluşmuştur. Koyu kırmızımtırak renkli olan biyotitin dilinim izleri hafif kaybolmuş olup, mineral % 25-50 Fe ihtiva eden «meroxene» cinsine benzemektedir. Bu tip biyotitler normal biyotitlere nazaran az veya hiç pleokroizma göstermezler. Biyotitlerin bir kısmı normal pleokroizma gösterirler. Ksenomorf, düzensiz kenarlı oldukça büyük (1-4 mm) uzun kristaller halinde olan biyotit, feldispat ve kuvars tarafından korrode olarak yırtılmıştır. Kenarlardan itibaren kloritleşme gösteren biyotitler genellikle şistozite yönünde dizilim gösterirler ise de, sendeformotif bir karakter arz ederler. Biyotitler bol miktarda zirkon ile manyetit ve bazan granat inklüzyonlarını ihtiva ederler; tekstür heteroblastiktir.

6. Pegmatoidler

Pegmatitler, inisiyal granitik magmaların türevleri olarak kabul edilirler ve genel olarak granitlerin yakınında hem granitlerin, hem de civardaki kristalin kayaçların içinde tezahür ederler. Migmatizasyon, anateksis ve granitizasyon ile oluşan pegmatitler için psödo-pegmatit veya pegmatoid deyimini kullanılmaktadır.

Etüt bölgesinde yer alan pegmatoidler başlıca filon, şişkin adeseler ve kütle şeklinde olan pegmatoidler olarak üç değişik yataklanma şekli gösterirler. Bunlar da bölgede üç yerde gelişmiş olarak bulunurlar:

1. Filon şeklindeki pegmatoidler daha çok Çomaklıdağı antiklinalinin batı kanadında mermer ve muskovitli kuvars şist bantlarının bulunduğu hattın tabanında, SW-NE yönünde antiklinal eksenine ve biyotit gnaysların genel şistozitesine paralel, konkordan olarak bulunurlar. Filonların kalınlığı 0.20 m ile 4.5 m arasında değişir ise de, ortalama olarak 1-1.5 m kalınlık ve birkaç dekametre ile 600-800 m kadar uzunlukta olabilenleri mevcuttur. Filon şeklindeki bu pegmatoidler Deliler'den başlayarak kuzeye doğru Kaşıkçı ve Devlethan köylerine kadar uzanan bir zonda yaygın olarak bulunurlar.

2. Şişmeler yapan filon veya ince adeseler şeklinde genel şistoziteye diskordan olarak yer alan pegmatoidler, Çomaklıdağı antiklinalinin merkezî kısmında, Kaşıkçı köyü doğusu Kadayıfçı çeşmesi, Çekirdeksiz mevkiileriyle Kovancı ve Kayranokçular köyleri civarında gelişmişlerdir. Bu tip pegmatoidlerin kalınlıkları fazla, fakat uzunlukları daha azdır.

3. Kütle şeklinde olan pegmatoidler, Çomaklıdağı antiklinalinin doğusunda kalır. Kurttutan, Bayramşah köyleri ile bölgenin orta kısmında kalan Huriler köyünün kuzeyinde Atalan yaylası civarında gelişmiş olup, büyük alanlara yayılırlar. Bu tip pegmatoidlerde filon şekli görülmez. Biyotit gnayslarla çoğu zaman karışık olarak bulunurlar. Bunlar daha çok büyük ksenolitler halinde, düzensiz bir şekilde pegmatoid kütlelerinin içine dağılmış olarak bulduklarından, harita ölçeğinde kartografiye etmek mümkün değildir.

Pegmatoidlerden ince damarlar halinde olanlar alterasyonla kaolinleşmişlerdir. Genellikle kuvars, feldispat, muskovit ve çok az biyotit ile turmalin, disten, rutil ve apatit ihtiva eden pegmatoidler zonlaşma göstermezler.

Borlu-Gördes arasında pegmatoidlerin geliştiği alanda bir yerde zonlu pegmatoid rastlanmıştır. Burada, kenarlarda iki yanda kuvars ve turmalin bantları, iç kısımda masif normal pegmatit elemanları görülür.

7. Granitler

Granitler bölgenin kuzeyinde Benlieli, Divaneçoban ve Kılavuzlar köyleri civarlarında yer alırlar. Kapladığı alan diğer kayaçlara nazaran daha azdır, iki mikalı kalko-alkalin karakterde, ince taneli ve lökokrat olan bu granitlerin biyotit gnays ve layer migmatitlerle olan kontaktları net olup, kontakt metamorfizma halesi göstermezler. Genellikle dom strüktürü gösteren granitler biyotit gnaysları kubbeleştirerek kabartmışlardır.

Bazan yer yer pegmatitik granit şekline dönüşebilen granitler kuvvetli bir deformasyona maruz kalmışlardır. Kılavuzlar köyünün şose üzerindeki çeşmesi yanında, takriben N-S yönünde şistozite kazanan granitler, burada granat ihtiva ederler. Batıya doğru gidildikçe granat gözükmeyen, hafif bir kloritleşme müşahade edilir. Granitler, kuvars, plajiyoklaz (% 20-25 An), ortoklaz, biyotit, muskovit, granat, zirkon, apatit, monazit, klorit ihtiva ederler. Tekstür granitik olup, bazan porfirik ve ayrıca kataklastik tekstüre birçok yerlerden alınan numunelerde rastlanmıştır.

8. Mermer bantları

Çomaklıdağı antiklinalinin batı kanadında biyotit gnayslarının içinde, muskovit-kuvars şist arakatkılarının bulunduğu seviyelerde mermer bantları yer alır. Gayet iyi kristalize olmuş sert, konkoidal kırıklı, oldukça koyu gri renkli olan bu mermerler 4-5 m eninde bir veya münavebe eden birkaç bant halinde, SW-NE yönünde Deliler köyünden Kaşıkçı istikametinde Sögeler köyüne kadar birkaç km uzanır. Deliler'in güneyinde ise, Tozludamları'na doğru SE ya dönüş yapar. Genel şistoziteye ve strükture paralel olan bu mermer bantları batıya doğru 60-70° eğimle yatarak, biyotit gnaysların içinde konkordan olarak yataklamalar. Tamamen kalsit kristallerinden oluşan mermerlerde az miktarda diyopsit görülür.

SEDİMENTER FORMASYONLAR

9. Mesozoik-Permien kristalize kalkerleri

Etüt bölgesinin doğusunda, Ragıllar köyünün kuzeyinde Kaletepe mevkiinde, 1 km² den daha az bir alanı kaplayan bu formasyonlar, iyi kristalleşmiş dolomitik bir kalkerden ibarettir. Bu kristalize kalkerler, bazan bir breş üzerinde veya doğrudan doğruya bantlı gnayslar üzerinde açılmal bir diskordans yaparak oturur. Parlak gri, beyaz ve bej renklerinde değişen bu kalkerlerde mevziî olarak, had safhada bir mermerleşme görülür. Tabakalı görünüşlerini kaybetmiş olup, fazla kırıklı, çatlaklıdır. Yer yer boşluk ve küçük çöküntüler ihtiva eden kalkerlerde lokal olarak birkaç cm kalınlığında süperjen fosforit dolgularının bulunması, bu kalkerlerdeki fosforun normalden daha fazla olduğunu göstermektedir. Gördes batısında yer alan aynı kalkerlerde de, % 5 P₂O₅ civarında fosfat ihtiva eden mevziî zenginleşmelere rastlanmıştır.

Bu kristalin kalkerlerin yaşını katı olarak vermek mümkün olmamakla beraber, rejyonel jeolojik durum göz önüne alındığında, Gördes civarındaki kristalize kalkerlerle benzerlik gösteren ve etüt sahasında az bir yer kaplayan, takriben 100-150 m kalınlıktaki bu formasyonların yaşı Mesozoik-Permien olarak tahmin edilmektedir.

10. Tersiyer

Etüt bölgesi içinde yer alan Tersiyer, karasal ve göl teşekkülü olan Neojen yaşlı sedimentler seriler tarafından temsil edilir. Neojen devrine ait sedimentler altta flüviatil karasal ve üstte göl sedimentleri olmak üzere iki kısma ayrılır. Göl sedimentlerini de marn, killi kumlu marn ve mil taşları ile göl kalkerleri olmak üzere iki kısma ayırmak mümkündür.

A. Flüviatil karasal seriler. — Etüt edilen sahanın doğu kısmında çok geniş alanlara yayılır. Bantlı gnaysları çevreleyen bu klastik seri, genellikle iri çakıllı konglomera, iyi konsolide olmamış kumtaşı ve kumlu silt taşlarından meydana gelmiştir. Yer yer büyük (1-3 m çapında) gnays blokları da ihtiva eder. Bu formasyonlar bazı yerlerde beyaz renkli ve biraz kaolinleşme gösteren tüfit ve silt görünüşünde bantları da kapsar. Genellikle tabakalanma gösteren bu seriler içinde farklı litolojideki kısımlar, düzensiz bant ve adese şeklinde kapanış ile lateral geçişler gösterirler. Çakılların boylanmalarında düzensiz bir sıralanma bulunmaz. Çakıllı konglomera ve kumtaşlarını teşkil eden malzeme, gnays elemanları ile kuvars parçalarından ibarettir. Kumtaşları iyi çimentolaşmamıştır. Tipik klastik fasiyesteki bu sedimentlerde eski nehir yataklarına ait izler görülmektedir. Bölgede kristalin masife yakın yerlerde az olan kalınlığın, doğruya doğru gidildikçe ortalama 100 m, daha doğuda etüt sahası dışında 200-250 metreye kadar ulaşabileceği tahmin edilir.

Genellikle gnayslarla olan hudut diskordandır. Tabakalar horizontal durumda gözükürse de, yer yer SE ya doğru eğimler müşahade edilir. Bu flüviatil karasal oluşumlar Alt Miosen yaşlı olarak tahmin edilmektedir. Bu formasyonlar içinde, kristalin masife yakın olan birçok yerde Sekonder uranyum mineralizasyonlarına rastlanmıştır.

B. Göl oluşumları. — Etüt bölgesinin doğusunda Akçaalan ve Yerdere köyleri civarında görülen bu göl sedimentleri, Üst Miosene ithal edilen yeşilimtırak renkli marn, killi kum ve mil taşlarından meydana gelmiş bir alt seriyle, bunun üzerinde yer alan beyaz göl kalkerleri tarafından temsil edilirler.

1. Marn, killi, kumlu marn ve kil taşları: Flüviatil faaliyetin azalıp lakustrin şartların başlama-sıyla teşekkül eden bu seriler genellikle yeşilimtırak renkli marnlar, killi ve kumlu marn, kalkerli gre, çört ve tüflü seviyelerden meydana gelmiştir. Daha yukarıda beyaz göl kalkerlerine geçiş gösteren bu seviyeler kalkerlerin etrafını yeşilimtırak, gri mavimsi renkte bir kuşak gibi çevirmiş olarak bulunurlar. Kalınlıkları 50-100 m arasında değişen bu formasyonlar muntazam ve horizontal bir tabakalaşma gösterirler.

2. Göl kalkerleri: Neojen serilerinin en üstünde, Akçaalan ve Yerdere köyleri civarında görüldüğü gibi açık sarımsı, beyaz ve gri renkli donuk görünüşlü göl kalkerleri bulunur. Bu kalkerlerde yer yer silisleşme, sileks yumruları, oolit ve pizolitlere rastlanır. Etüt edilen sahada yer alan kısmı 50-80 m kalınlık gösterir. Üst Miosene ithal edilen bu göl kalkerleri, muntazam ve horizontal tabakalar halinde bulunur. Bantlı gnayslarla kontakta gelen kısımlarında açılal diskordans görülür.

KAYAÇ KİMYASI (PETROCHİMİE)

Kayaçların kimyasal bileşimi bunların sınıflamalarında ve birçok jeolojik hadiselerin yorumlamasında önemli bir rol oynar. Çalışmalarımızda petroşimik etütlere önem verilmiş olup, çeşitli metamorfizma problemlerinde, kayaçların sınıflama ve kristalin şistlerin orijinlerinin tespitinde bunlardan faydalamlmıştır.

M.T.A. Enstitüsü laboratuvarlarında toplam 12 adet silikat analizi ile 36 adet numunede Pb, Cu, Ni, Ti, Zn, Co, Sb, Mo tras analizleri yapılmıştır. Analize tabi tutulan numuneler üzerinde dört değişik petroşimik hesaplama metodu tatbik edilmiş, sonuçlar bunlara ait grafik diyagramları üzerinde gösterilmiş ve yorumlaması yapılmıştır. Metamorfik kayaçlar için Niggli, Osann, Eskola ve H. de la Roche metotları uygulanmıştır.

Tablo - 1
Numunelerin kimyasal analizleri

Numune no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	72.36	66.92	71.64	58.44	65.36	61.60	68.42	86.20	61.62	69.24	59.64	62.48
Al ₂ O ₃	14.41	17.67	11.88	15.60	23.40	18.48	22.00	6.47	17.80	20.05	15.51	18.51
Fe ₂ O ₃	1.50	1.00	0.70	3.57	0.50	3.00	0.40	0.30	0.90	0.60	3.40	1.45
FeO	1.70	1.25	0.88	5.00	0.80	5.02	0.65	0.55	1.05	0.65	4.05	1.80
MnO	0.10	0.07	0.05	0.16	0.05	0.13	0.04	0.06	0.08	0.07	0.18	0.06
MgO	0.50	1.50	0.95	1.75	0.20	1.65	0.10	0.05	0.40	0.05	1.60	0.48
CaO	0.25	1.15	0.60	1.00	0.49	1.50	0.60	0.23	1.00	0.72	1.10	0.98
Na ₂ O	0.76	4.40	3.50	3.40	0.73	3.10	4.00	0.23	3.00	3.00	2.30	2.70
K ₂ O	3.22	2.62	3.87	4.60	2.80	3.67	2.23	1.43	2.70	2.55	4.13	3.10
TiO ₂	0.63	0.32	0.20	1.03	0.37	0.99	0.27	0.24	0.25	0.18	0.92	0.44
P ₂ O ₅	0.17	eser	0.34	0.25	eser	0.34	eser	eser	0.17	0.17	eser	0.25
A.Z.	2.00	0.39	0.58	1.25	1.27	1.22	0.86	0.75	0.42	0.50	0.72	1.10
H ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Toplam:	97.60	97.29	95.19	96.05	95.97	100.70	99.57	96.51	88.89	97.78	93.55	93.35

Numune yerleri: 1 - Dis-alm-mus-bi gnays Deliler kuzeyi; 2 - Granit Divaneçoban köyü; 3 - Bantlı gnays Yerdere köyü; 4 - Layer migmatit Yeniköy; 5 - Mus-alm-ku şist Deliler kuzeyi; 6 - Dis-alm-mus-bi gnays Deliler köyü; 7 - Granit Kılavuzlar köyü; 8 - Muskovit-al-ku şist Kurttutan köyü; 9 - Granit Divaneçoban-Kılavuzlar arası; 10 - Granit Kılavuzlar köyü yakını; 11 - Layer Mig Benlieli köyü; 12 - Bantlı gnays Beynamaz köyü.

Şekil 1 deki Niggli parametreleri değişim diyagramında Si un yalnız 8 no. lı numune olan muskovit kuvars şiste çok yüksek, fakat diğer bütün numunelerde 223 ile 488 arasında kümелendiği görülür. Bunlar içinde de Si en az 11 ve 4 no. lı layer migmatit numunelerinde, sonra sırasıyle 2,7,9,10 no. lı granit numunelerinde yer alır. 6 no. lı disten-almandin-muskovit-biyotit gnays numunesi migmatitlerin yanında yer aldığı gibi, diğer bir numune de granitlerin ötesinde bulunur. Bantlı gnayslar ise, migmatit numunelerinden uzak olup, granitlerin yanında ve ötesinde sıralanır.

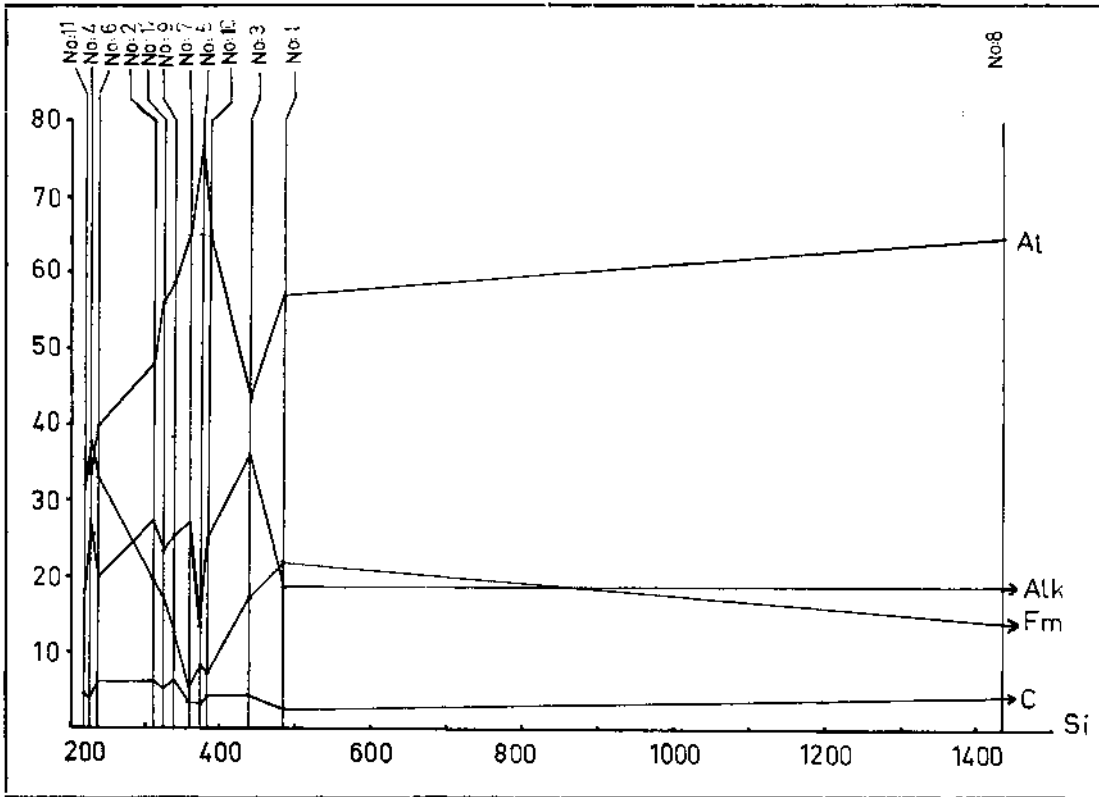
Al parametresi, migmatitlerden biyotit gnaysa, granitlere, bantlı gnays ve muskovit-kuvars şistlere doğru gidildikçe bazı iniş çıkışlar göstererek artar.

Alk parametresi ise, Al ile zıt orantılı olarak migmatitlerden biyotit gnays, granit, bantlı gnays ve muskovit-kuvars şistlere doğru gidildikçe azalır. Fm parametresi Si ve Al ile, C parametresi de Alk ile hafif bir paralellik gösterir.

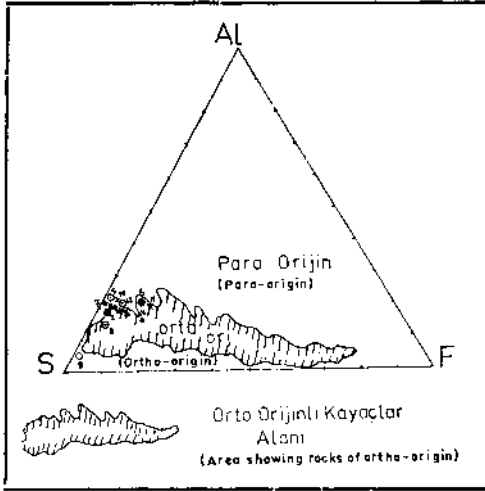
Şekil 2 deki K/Mg değişimi diyagramında granitlerin K parametresinin en düşük olduğu, bantlı gnays, biyotit gnays ve migmatitlere doğru gidildikçe bir artma olduğu görülür. Mg oranı da dikkate alındığında, etrafı kesik çizgiyle sınırlanmış zonda granit, migmatit, biyotit gnays ve bantlı gnays numunelerini temsil eden noktalar birbirlerine yaklaşırlar ve K/Mg bakımından bir benzerlik gösterirler.

Şekil 3 teki K_2O/Na_2O ağırlık diyagramı numunelerinin ihtiva ettiği % miktarlarına göre tesis edilmiştir.

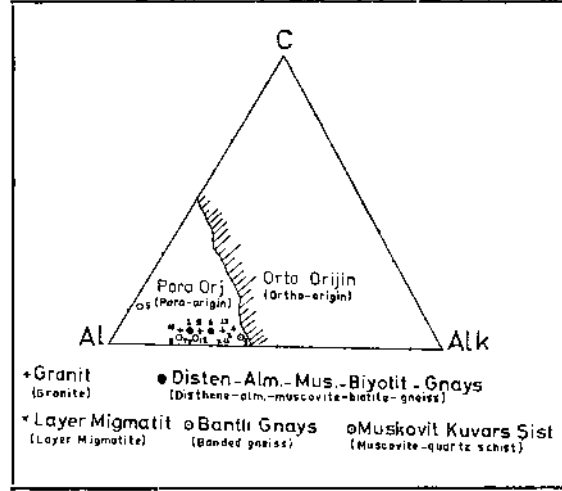
Bu diyagramda kayaçları temsil eden noktaların dağılımında K zenginleşmesi bakımından bir sıralanma müşahede edilir. Buradaki noktalar birbirine oldukça paralel olan dört hat üzerinde yerleşirler. Bunlardan IV no. lı hat K_2O/Na_2O oranının en düşük olduğu ve kalko-alkalin granitlerin



Şek. 1- Niggli parametrelerinin değişimini gösteren diyagram.



Şekil 4 - Osann Al-S-F diyagramı.



Şekil 5 - Osann C-Al-Alk diyagramı.

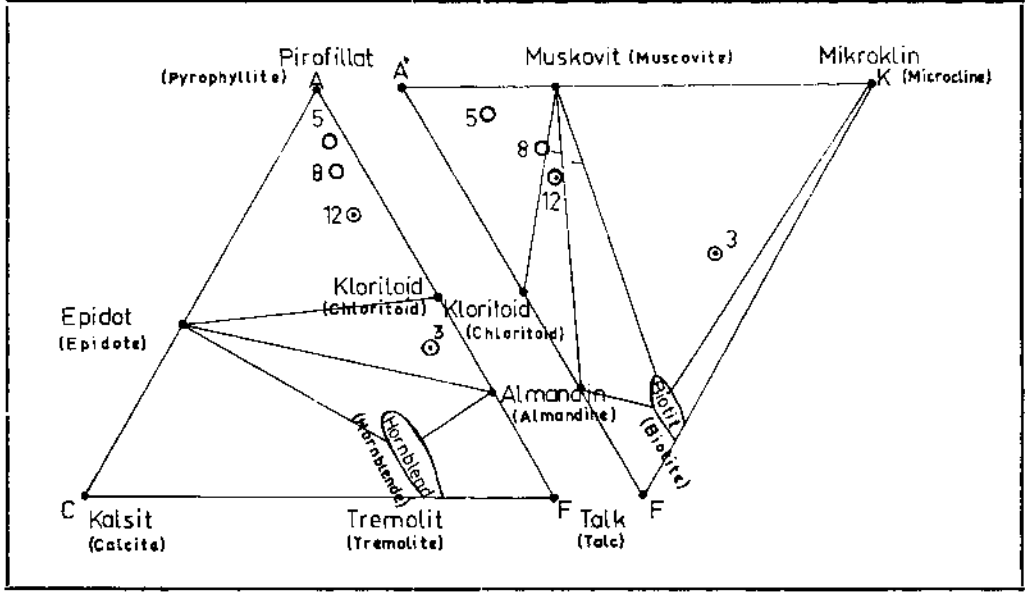
muskovit-kloritoid alanında görülür. Buradaki 8 no. lı numune muskovit-klorit-almandin üçgeni sınırındadır ve her üç numune daha çok muskovit noktasına doğru kaymışlardır. 3 no. lı bantlı gnays ise muskovit-mikroklin-biyotit alanına düşmüştür. Parajenezi mikroskop gözlemine uymaktadır. Yalnız almandin noktasından uzaklaşmıştır. Hafif farklılık, muskovitin A parametresinde gerekli düzeltmenin yapılmamış olmasından meydana gelmiş olabilir.

Şekil 7 de görülen almandin-amfibolit fasiyesi, disten-almandin-muskovit subfasiyesi ACF diyagramında; 1 no. lı biyotit gnays alümince zengin kil zonu ile % 35 kadar karbonat ihtiva eden kil zonu arasında; 6 no. lı biyotit gnays numunesi ise, % 35 karbonat ihtiva eden marn bölgesinde yer alır. 11 no. lı migmatit numunesi de aynı zonda 4 no. lı migmatit numunesi ile marn alanında yer alır. Aynı diyagramda granitler de gösterilmiştir. Granitler ise, kil zonundan grovak zonuna kadar giden bir dizilme gösterirler.

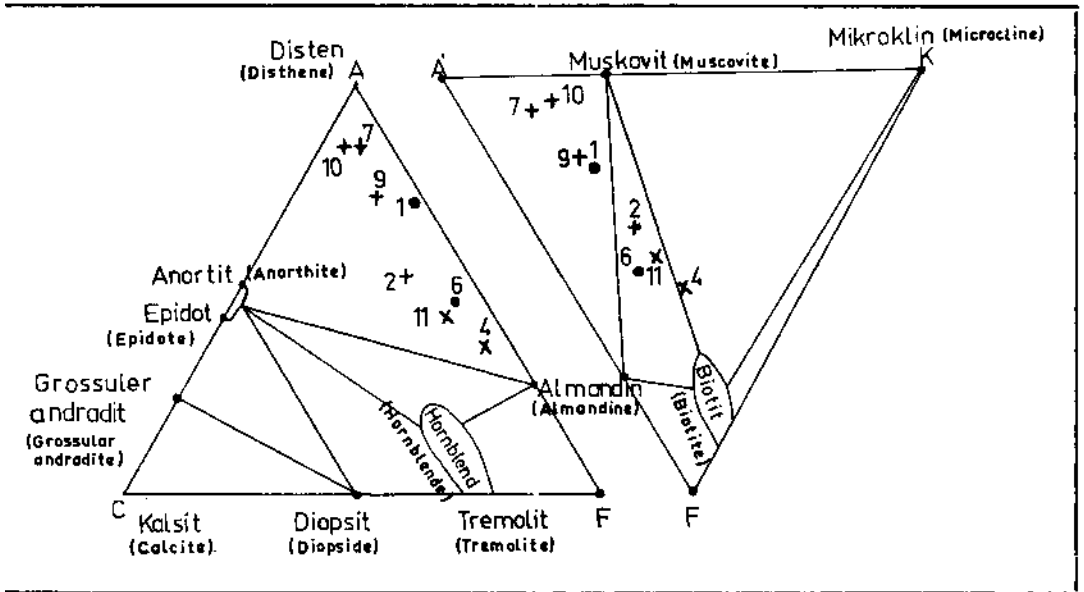
AKF diyagramında ise 1 no. lı biyotit gnays, mikroskopta müşahede edilen tam parajenezi verir. 6 no. lı ise biyotitçe zengin olduğundan, almandin ve biyotite doğru bir kayma gösterir. 11 no. lı migmatit ise, muskovit-biyotit-mikroklin alanına girmiştir. Migmatitlerde zaten disten kısmen çözölmeye uğradığından çok azalmakta olup, aksine K-feldispatlaşması fazlaştığından, muskovit-almandin-biyotit üçgeni sınırında mikroklin sahasına yakın olarak yer alması normal görülmektedir.

Sonuç olarak, Eskola diyagramlarından metamorfik kayaların ne tip sedimentlerden türedikleri, metamorfizma ile hangi fasiyes ve subfasiyeslerde ne gibi mineral parajenezlerine benzerlik gösterdikleri anlaşılmış olmaktadır.

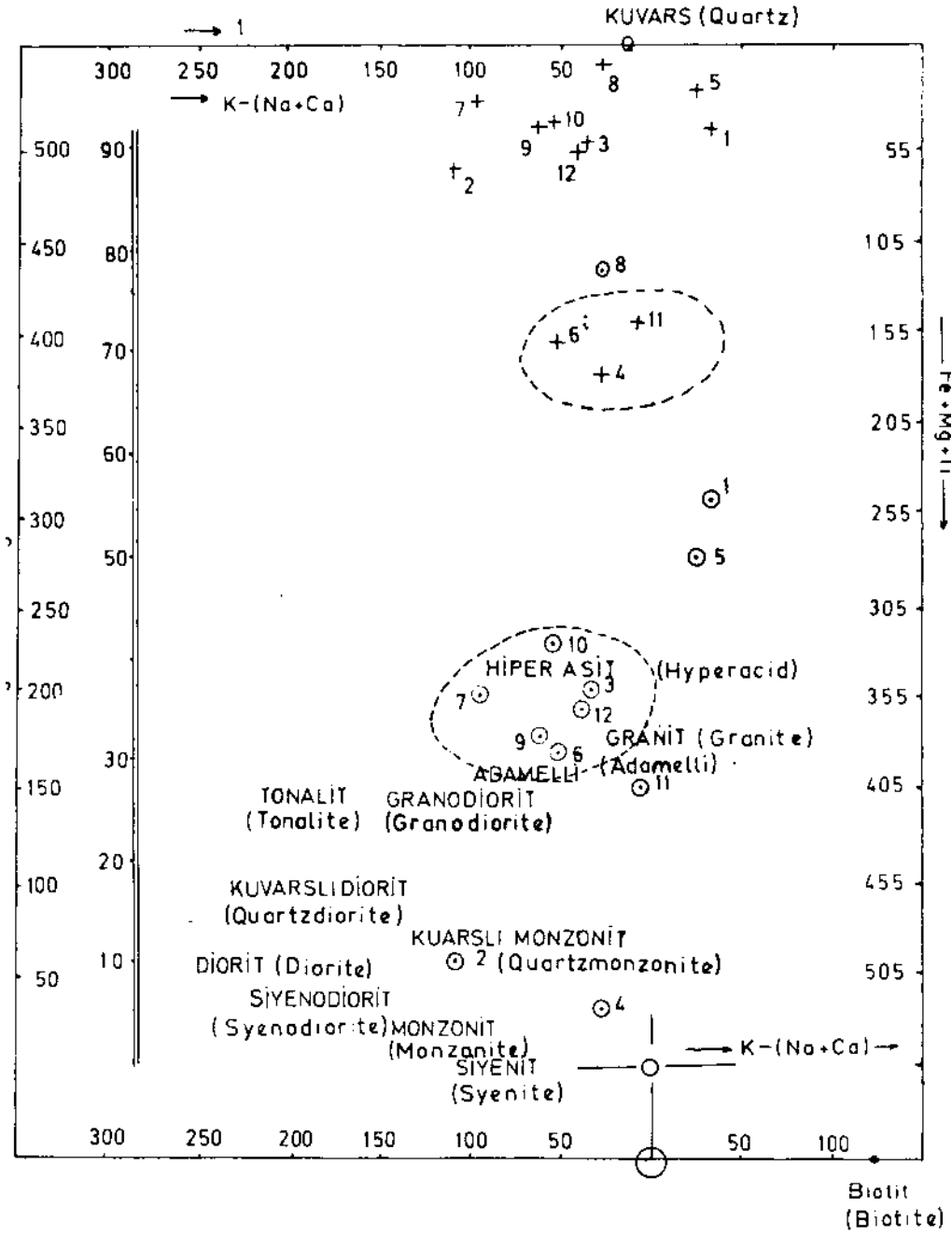
Şekil 8 de görülen H. de la Roche diyagramında üç ayrı parametre temsil edilmiş ve her taş numunesi aynı dikey hat üzerinde daire ve haç şekliyle iki defa işaretlenmiştir. Diyagramın sağ üst köşesinde haç işaretiyle gösterilen numuneleri temsil eden noktalar iki gruplaşma gösterir. Bu ayrım, ferromagneziyen ve alkalın elementlerin fonksiyonuna göre olmuştur. Üst kısımda yer alan grupta granitler, bantlı gnays, muskovit-kuvars şistler sıralanır. Bunlarda K zenginleşmesi soldan sağa doğru artar. 8 ve 5 no. lı muskovit-kuvars şist numunelerinin kuvars noktasına yakın olması metakuvarsite benzerlik göstermesinden olup, K muhtevası da muskovite bağlıdır. Altta ferromagneziyenler bakımından zengin olan kısımda biyotit gnays ve migmatitler yer alırlar. Bu da bize, paleosomun biyotit gnays olduğu ve layer migmatitlerin de bundan türediği hakkında destekleyici bir kimyasal



Şek. 6 - Yeşil şist fasiyesi için Eskola diyagramları.



Şek. 7 - Almandin-amfibolit fasiyesi için Eskola diyagramları.



Şek. 8. - H. de la Roche diyagramı.

Numunelerin küçük dairelerle temsil edildiği diyagramın orta kısmında, noktaların kümeleştiği bir gruplaşma vardır. Burada granitler ile bantlı gnayslar toplanmıştır. Bir biyotit gnays içeride, 2 no. lı granit de değişiklik gösterip grup dışında kalmıştır. (Esasında daha hassas sonuç elde etmek ve iyi bir yorum yapmak için fazla sayıda numune analiz etmek gerekir.)

Migmatitlerle 1 no. lı biyotit gnays ise, bu gruplaşmanın dışında kalırlar. Dikkat çeken bir husus da, diyagramda yerleri gösterilen magmatik kayaçların bulunduğu alanlara göre bizim granit numunelerimizin inisiyal magmatik granitlerin yer aldığı alandan sola ve yukarı doğru uzaklaşmış olmasıdır. Normal olarak, kalko-alkalin olan granitin, granodiyorit yönüne doğru uzaklaşması gerekirdi.

Tras elementler etüdü

Bazı elementlerin kayaçlar içinde tras halde bulunması, bunların Petrojenik oluşumlarıyla doğrudan doğruya ilgilidir. Birçok tras elementler kayaçlarda az miktarda bulunan tali minerallerde konsantre olduğu gibi, hornblend, biyotit, muskovit, plajiyoklaz vb. gibi minerallerin kristal şebeke düzeninde yer almış olarak da bulunabilirler. Bazı tras elementlerin kayaç tipleri ve bunu meydana getiren oligo-elementlerle bir affinite göstermesi, kayaçların orijinleri ve oluşumları ile de ilgilidir.

Son senelerde birçok jeolojik problemlerin yorumlanmasında tras elementlerden faydalanma yoluna gidilmiştir. Meselâ göl ve denizel kökenli Sedimentlerin ayrımalarında, serpantinlerin, grafitlerin orijinlerinin tayininde, metamorfizma ile meydana gelen kayaçların orijinlerindeki benzerliklerin tayininde, pegmatit filonlarının bağlı olduğu masiflerin tespiti gibi problemlerde başarıyla uygulanmıştır.

Etüt bölgesinde değişik kayaç tiplerinden alınan 36 adet numunenin, optik spektrografi ve kolorimetrik metotlarla 8 element analizi yapılmıştır. Bu elementler Cu, Ni, Pb, Zn, Ti, Co, Sb, Mo dir.

Yalnız Deliler bölgesinden alınan bir pegmatit ve aynı yerden alınan bir muskovit-kuvars şist ile Kurttutan civarından alınan kataklaze olmuş bir muskovit-kuvars şist ve bantlı gnays numunelerinde eser miktarda uranyum görülmüştür (bu numunelerde Pb, Zn tenörleri de yüksektir). Yapılan spektral analizlerde Cr, V, Be, As, Cd, La görülmemiştir.

Tablo II de alınan numunelere ait analiz sonuçları ppm biriminden gösterilmiştir. Değişik kayaçlardaki sonuçlara toplu bir şekilde göz atılacak olursa Cu, Ni, Pb, Zn tenörleri muskovit-kuvars şist ile bantlı gnayslarda, kataklaze olmuş numune hariç, aşağı yukarı aynıdır. Muskovit-kuvars şistlerde Ti fazladır. Bu uygunluk biyotit gnayslarda da Cu, Pb ve Zn da hafif farkla devam eder; yalnız Ni ve Ti miktarı daha fazlalır. Amfibolit numunelerinde titan % 2 ye kadar yükselir. Migmatitlere gelince, bundan önce bahsedilen kayaç tipleriyle mukayese edildiğinde, Cu bakımından bir azalma, Ni ve Ti yönünden bir artma görülür. Pb ile Zn de hafif bir yükselme mevcuttur. Halbuki granitlerde ise aksine Cu artar, Ni ile Ti azalır, Pb de artma görülür. Pegmatoidlerde durum aynı granitte olduğu gibidir.

Sonuç olarak tras elementlerinin etüdü bize, muskovit-kuvars şist, bantlı gnays, biyotit gnayslarda bir benzerlik, migmatitlerde bir farklılaşma ve kısmen biyotit gnayslara yakınlık, granit ve pegmatoidlerin de birbirleriyle çok benzerlik gösterip, bunların diğer grup kayaçlardan net olarak farklı bir durum arz ettiğini ortaya koyar. Böylece iki grupu teşkil eden muskovit-kuvars, bantlı gnays, biyotit gnays ile migmatitler, granit ve pegmatoidlerin oluşumunda bir farklılık olduğu ve ayrıca metateksis ile anateksis safhasında bazı elementlerin tenorunun göç ile geliş (depart-apport) şeklinde zenginleşme veya azalmaya uğradığı görülür.

Tablo-2
Tras element analizleri (ppm olarak)

<i>Numune</i>	<i>No.</i>	<i>Ca</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>	<i>Ti</i>	<i>Co</i>	<i>Sb</i>	<i>Mo</i>
Muskovit - Kuars şist	1	40	18	45	80	3600	10	1	2
	2	90	36	75	160	9400			
Bantlı gnays	3	20	28	120	90	200	5	2	3
	4	80	20	75	60	100	10	1	3
	5	980	46	3700	3400	200	15	5	6
	6	110	30	25	160	100	20	2	2
	7	60	16	65	80	100	15	2	2
	8	80	15	75	80	200	10	2	5
Dis. alm. musk. biyo. gnays	9	95	26	100	130	200	5	1	4
	10	50	15	108	120	700	15	1	2
	11	60	45	125	120	640	5	1	3
Amfibolit	12	40	24	100	120	20 000	10	1	2
Layer migmatit	13	85	96	90	250	200	55	1	3
	14	40	72	105	200	850	10	1	3
	15	40	52	135	200	100	10	1	4
	16	40	50	55	170	400	15	1	1
	17	50	44	195	120	400	10	2	2
	18	80	62	84	140	400	10	1	4
	19	50	54	45	140	700	15	2	3
Granit	20	90	15	145	90	40	10	2	2
	21	50	15	108	90	40	10	3	2
	22	50	15	100	80	40	10	1	2
	23	90	30	145	160	40	10	1	2
	24	50	15	150	80	40	10	1	2
	25	550	38	65	120	40	15	2	3
	26	80	15	100	80	40	15	1	2
Pegmatoid	27	60	24	105	160	200	10	2	4
	28	40	16	85	60	40	5	3	2
	29	30	18	65	60	100	10	1	2
	30	50	24	100	40	—	15	1	3
	31	40	15	95	40	—	10	1	3
	32	90	22	95	80	200	5	1	2
	33	70	16	120	60	—	10	1	1
	34	60	26	65	80	400	10	1	2
	35	40	22	100	150	200	20	2	3
Mermer	36	40	18	120	40	40	10	3	2

METAMORFİZMA-MİGMATİTİZASYON-GRANİTİZASYON

Etüt sahasındaki metamorfizma ileri bir metamorfizmaya ulaşmışlardır. Bunlar yüksek basınç altında ve jeotermik gradyanı daha düşük ortamda meydana gelmiş olup, Barrowien tipi metamorfizmaya uygunluk gösterirler.

Winkler sıcaklık-basınç ve derinlik diyagramına göre yeşil şist fasiyesi 400-540°C arasında, 3 Kbar basınçtan (10-12 km derinlikten) sonra başlar. Amfibolit fasiyesi 540-680°C arasında 15 km derinlikte (4 Kbar basınçta) başlar. Disten ihtiva eden subfasiyesi ise, sıcaklık aynı kalmak üzere 20 km derinlik ve 6 Kbar basınçtan sonra oluşur.

Kuars-albit-almandin-muskovit şist (bantlı gnays) ile muskovit-almandin-kuvars şistler, yeşil şist fasiyesinin kuars-albit-epidot-almandin subfasiyesinde temsil edilirler. Almandin ilk defa bu subfasiyeste görülür ve daha yüksek metamorfizmayı temsil eden fasiyeslerde devam eder. Etüt sahasında bantlı gnaysların altında yer alan muskovit-almandin-kuvars şistleri eski araştırmacılar kuarsit olarak tanımlamışlardır. Bunlar içinde muskovit miktarı kuzey ve doğuya doğru artar. Almandin yaygın olarak bulunur. Almandinin mevcudiyeti bu kayaçların yüksek sıcaklık ve basınca maruz kaldığına delil teşkil eder. Orijinal ana madde bir miktar kil ihtiva eden kuvarsittir. Bantlı gnayslarda ise albit ortaya çıkar. Bol muskovit yanında biraz biyotit ve klorit mevcuttur. Burada demir önce klorit içinde bulunur ve artan metamorfizmada,

Fe, Mg-Al klorit + kuvars → almandin + Mg klorit reaksiyonu ile almandin oluşur.

Bu fasiyes içinde yer alan bantlı gnayslarımızın parajenezi, killi tortulların oldukça yüksek bir metamorfizmaya uğramasıyla oluşan ve Turner-Verhooen sınıflamasındaki «muskovit+biyotit+almandin+kuars-|-klorit+ albit + epidot» subfasiyesi ile aynı parajenezdedir. Muskovit-almandin kuvars şistlerimiz ise bir miktar kil ihtiva eden kuarsitlerin metamorfize olması ile meydana gelmiş olup, Turner sınıflamasındaki «muskovit-kloritoid-epidot» subfasiyesine benzer parajenez gösterirler.

Etüt sahasında oldukça geniş bir alana yayılan biyotit gnayslarımız almandin-amfibolit fasiyesinde yer alır. Bu biyotit gnayslarımız indeks olarak bir yüksek basınç minerali olan disten ihtiva ettiğinden, «disten-almandin-muskovit» subfasiyesine ithal olunur. Bu subfasiyeste orijinal kayaç killi tortul olduğunda en çok rastlanan parajenezler aşağıda gösterilmiştir:

- 1) Muskovit + disten + almandin + kuvars + plajiyoklaz + epidot
- 2) Muskovit + biyotit + disten + almandin + kuvars + plajiyoklaz + epidot

Biyotit gnayslarımız killi tortullardan türemiş Barrov tipi 2 no. lı parajenezle aynıdır.

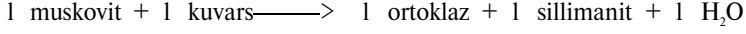
Almandin-amfibolit fasiyesi metamorfizmaları 540-700°C arasında bir sıcaklıkta meydana gelirler. Biyotit ve kuvarsın yanında bulunan muskovitin tamamen çözülüp kaybolması için en az 4000 bar H₂O buhar basıncı ve 680-690°C'si lazımdır. Sıcaklığın yükselmesi yanında basınç da burada önemli rol oynar. Isının aynı kalması, fakat basıncın artmasıyla disten ve sillimanit, basıncın düşük olması halinde disten yerine andalusit ve daha düşük basınçta da kordierit oluşur.

Mehnert (1968) migmatiti «biri metamorfik safhadaki yerli bir kayaç ve diğeri pegmatitik, apolitik, granitik veya genel olarak plutonik benzerlikteki kayaç olmak üzere petrografik olarak iki veya daha fazla değişik kısımlardan meydana gelmiş megaskopik olarak karışım (kompozite) görünüşteki kayaç» olarak tanımlar.

Tablo - 3
Zaman ve metamorfik zonlar ile fazlar arasındaki farklar

Metamorfik fasiyeler	Tip mineraller	I. FAZ	II. FAZ
		Paleozoik süresince ve VARİSTİK	LARAMIEN
Yeşil şist - albit - epidot - almandin - kuvars subfasiyesi	Klorit Muskovit Biyotit Almandin Albit Ortoklaz		
Almandin - amfibol fasiyesi	Klorit Muskovit Biyotit Almandin Disten Oligoklaz Ortoklaz Mikroklin		
Granit	Klorit Muskovit Biyotit Granat Biyotit 2. Oligoklaz Ortoklaz		

Genellikle, amfibolit fasiyesinin en yüksek metamorfizma derecesinde olan sillimanit-almandin-ortoklaz subfasiyesinden sonra migmatitleşme başlar. Daha önceki fasiyeslerde yer alan muskovit, bu subfasiyese gelince çözülerek kaybolur. Bu ısı artmasından dolayı meydana gelen çözülme sonucu ortoklaz ve sillimanit oluşumu ile bir miktar su açığa çıkar.



Disten zonundaki muskovitin çözülmesiyle meydana gelen ortoklaz ve gnaysın içindeki plajiyoklaz ile kuvars, açığa çıkan suyun da tesiriyle erimeye başlar ve kısmî bir anateksis vuku bularak migmatitleşme başlar.

Etüt sahamızda sillimanit-almandin-ortoklaz subfasiyesi tespit edilmemiştir. Mevcut en yüksek derecedeki metamorfizma disten-almandin-muskovit subfasiyesinde kalmıştır.

Winkler'e (1967) göre disten subfasiyesinde basıncın artmış olmasıyla bazı kısımlarda daha yüksek ısıya ulaşılmakta ve migmatit oluşabilmektedir. Althaus (1967) tarafından deneyler sonucu bulunan disten-sillimanit stabilite faz eğrisine göre basıncın artmasıyla distenin muhafaza edilmesi halinde sıcaklık artmakta ve disten subfasiyesi isogradındaki metamorfik kayaçların yüksek ısıya maruz kalan kısımları kolayca migmatizasyona uğrayabilmektedir.

Etüt bölgesinde yer alan layer migmatitler disten-almandin-muskovit-biyotit gnaysların kısmî anateksise uğramasıyla oluşmuşlardır. Bu migmatitler sahanın merkezî ve NE kısmına doğru daha belirli bir hale gelirler ve yer yer agmatitik ve nebülitik migmatit görünüşte olabilmektedirler.

Yüksek derecede metamorfizma bölgelerinde anateksis olayının başlamasıyla eriyik miktarı ve dolayısıyla açığa çıkan su miktarı artarak flüid fazdaki basınç da yükselir. Genellikle yüksek metamorfik bölgeler aynı zamanda orojenik bölgeler olup, metamorfizma ile orojenez arasında yakın bir ilgi vardır.

Eriyik ve flüid fazın dışı yaptığı karşıt basınç ve orojenik olaylar tesiriyle vuku bulan yönlü basınç dolayısıyla anatektik eriyik yukarı doğru kabararak yükselir. Bu yükselme genellikle dom veya kubbe şeklinde olup, örtüyü teşkil eden metamorfik şist serileriyle yukarı doğru kaldırarak yüksek derecedeki metamorf itlerden (amfibolit fasiyesi) ve hatta yeşil şist fasiyesi subfasiyeslerine kadar olan alan dahilinde yükselme nispetine göre kontakt teşkil edebilir. Basıncın çok artması halinde granit kompozisyonundaki anatektik eriyik tıpkı İntruzif bir granit gibi yukarıya yükselerek enjekte olabilir.

Etüt sahamızda böyle bir yükselme mevcut olup, migmatit frontu layer migmatitlerle disten-almandin-muskovit-biyotit subfasiyesindeki gnayslarla olan kontakta teşekkül etmiş olup, daha sonra derinlerde oluşan anatektik granitik eriyik yükselerek iki mikalı granitleri ve merkezî kısımda yer alan pegmatoidleri meydana getirmişlerdir.

Dünyanın birçok bölgelerinde metamorfitle çevrili olarak bulunan büyük granitik komplekslerin, gabroik bir magmanın fraksiyone kristalizasyonu sonucunda meydana geldiğini kabul etmek zordur ve mümkün değildir. Bu nedenle birçok araştırmacılar tarafından granitizasyon hipotezleri ortaya konmuştur.

Son zamanlarda killer, killi şistler ve grovaplardan metamorfizmayla gnaysa dönüşen taşlar üzerinde anateksis olayının deneysel olarak incelenmesinden sonra, bölgesel çapta granitik, granodiyoritik, bazan tonalitlik magmaların gnaysların anateksise uğramaları sonucu meydana geldiği anlaşılmıştır.

Sıcaklığı 800°C civarında olan granitik veya granodiyoritik bileşimdeki anatektik magma ya derinlerde olduğu ortamda soğuyarak kristalleşir veyahut metamorfik seriler içinde daha yukarı seviyelere yükselerek İntruzif bir hal alırlar. Bu granitler temasa geldiği metamorfik kayaçlarla net

bir kontakt meydana getirirler. Fakat genellikle içine yerleştiği metamorfik ortamın P.T. şartlarına ve yükselme mesafesine göre ya çok veyahut hiç bir kontakt metamorfizma belirtisi göstermezler. Bu durum etüt sahasında yer alan iki mikalı granitlerde de müşahede edilmiştir.

Pegmatoidler

Etüt bölgesinde yer alan pegmatoidler, anateksis sonucu meydana gelen anatektik magmanın yukarıya doğru çıkmasıyla, ısı ve basıncın düşerek, granitlerin kristalleşmesini müteakip artan uçucu maddelerin magmayı daha akışkan ve viskoz bir hale getirmesi sonucu enjeksiyonla disten-almandin-muskovit-biyotit gnays subfasiyesindeki amfibolit şistler içine yerleşmesi şeklinde meydana gelmişlerdir.

Filon ve kütle şeklinde yatak veren bu pegmatoidler mineral parajenezi bakımından fakirdirler. Genellikle mikroklin, ortoklaz, kuvars, muskovit ve turmalin ihtiva ederler. Az miktarda biyotit, bazı yerlerde metamorfizma minerali olan disten ve rutil, tali olarak zirkon, monazit, apatit ve fluorit ihtiva ederler. Bu bakımdan çevre taşı mineral bileşimine benzerlik gösterirler. Çoğunlukla zonlu değildirler, yalnız Atalan yaylası civarında bir yerde dışta K-feldispat zonu, içeride kuvars zonu müşahede edilmiştir.

Ş. Birand (1953) tarafından iki beril kristalinin bulunduğu bu pegmatoidlerde yapılan müteaddit prospeksiyonda, beril mevcudiyetine rastlanmamıştır. Bölgedeki Pegmatoidlerden alınan çeşitli numunelerde tras element analizleri yapılmıştır. Buna göre bir rutil kristali numunesi üzerinde yapılan spektral analizde % 0.10 Ta₂O₅, % 0.24 Ni₂O₅ bulunmuş, Sn hiç görülmemiştir. Bu tenörler plutonik bir pegmatitten gelen rutil kristali için çok düşüktür. Ayrıca tras elementlerinin çoğunlukla mika levhacıkları içinde yer alması nedeniyle toplanan birçok muskovit numunesi spektral analize tabi tutulmuş, fakat bunlarda Be, Nb, Ta, Mo ve Sn in eser halinde dahi mevcut olmadığı görülmüştür. Bu husus bölgedeki pegmatoidlerin metamorfik menşeli olduğu hususunda ayrı bir delil teşkil eder.

Yakın çevrede plutonik magmatitlerin bulunmaması, pegmatoidlerin mineral bileşimlerinin çevre taşının mineral bileşimine izafi olarak bağlı kalması, bunların çevre taşı içinde sistemli bir şekilde dağılışları ve mineral parajenezlerinin çok basit ve plutonik diferansiyasyon mahsulü pegmatitler kadar nadir toprak elementleri ihtiva etmemeleri gibi nedenler dolayısıyla bölgede yer alan pegmatoidler, ultrametamorfizma neticesi anateksis olayı sonucu meydana gelen granitik bileşimdeki anatektik magmadan ayrışan pegmatitik eriyiklerin enjeksiyonu şeklinde oluşan pegmatoid, psödopegmatit veya migmatit pegmatoid deyimleriyle isimlendirilen pegmatit çeşitleridir.

JEOLÖJİK YORUMLAMA

Etüt sahamızda yer alan metamorfiteer iç metamorfik kuşak karakteristiklerini göstermekte olup, sedimentlerden türemiş parametamorfik kayaçlardır. Bu metamorfiteerlerin para orijinli olduğunu kabul ettiren kriterler şunlardır:

1. Etüt bölgesinin batı kenarında Deliler, Söğeler köyleri civarında metamorfik kireçtaşları tabakaları genel Struktur ve stratifikasyona paralel ve konkordan olarak, amfibolit fasiyesi şistlerin üst kısımlarında, muskovit-kuvars-şist zonuna yakın çevrede yer alırlar.

2. Bu mermer tabakalarının şistlerle olan kontaktları gayet muntazam ve düzenlidir; renkleri koyu gri olup, bir miktar diyopsit ihtiva ederler.

3. Biyotit gnays ve muskovit-kuvars şistlerdeki kuvarslar daha ziyade küçük kristallerin meydana getirdiği merceksel agregalar halinde görülürler.

4. Hornblend, aktinolit, epidot, granat ihtiva eden kalsiyumca zengin amfibolitler düzenli seriler meydana getirmeyip, adese şeklinde küçük cepler halinde görülürler.

5. Osann petroşimik üçgen diyagramlarda etüt bölgesine ait kayaç numunelerini temsil eden noktaların çoğu parametamorfik alanda yer alırlar.

6. Yapılan tras element etütlerinde layer migmatitler haricindeki kayaçlardaki mevcut eser elementlerinde çok büyük varyasyonlar görülmez.

Etüt bölgesinde yer alan parametamorfik kayaçlar, şimdiki Menderes masifinin bulunduğu bölgede pre-Paleozoik devirde mevcut bir jeosenklin içinde biriken şeyl ve killi pelitik sedimentlerle, grovak karakterinde litolojik birimlerin metamorfizmaya uğramasından oluşmuşlardır.

Metamorfizma fasiyesleri ile jeolojik yaş arasında da yakın bir ilgi vardır. Genellikle düşük ve orta derecedeki basınçta oluşan reyjonal metamorfizmaya Prekambrienden Mesozoike kadar her devirde rastlanır. Fakat disten ve benzeri subfasiyeslerdeki yüksek basınç, yani büyük derinliklerde gerçekleşen reyjonal metamorfizma ise, genellikle Paleozoik ve daha eski zamanlarda vuku bulur (Miyashiro 1961).

Etüt bölgesindeki varlıklarının en eski olduğunu kabul ettiğimiz granit ve migmatitler pre-Paleozoik devirde mevcut bir jeosenkinalde sialik taban üzerinde çökelmeye başlayan pelitik ve grovak tipindeki sedimentlerdir. Muhtemelen aşağıdaki şekilde oluşmuşlardır:

Prekambrien devrinde biriken tortulların kalınlıkları artmış ve artan sıcaklığın 200°C ye yaklaşmasıyla diyajenez başlamış; daha sonra sedimentasyonun devam etmesiyle basınç ve ısı devamlı olarak artmış, 200-400°C arasında zeolitik fasiyese geçmiştir. Düşük basınçta 3 Kbar veya 8-10 km derinlikte prehnit-laumontit-kuvars, daha derinde yüksek basınçta lavsonit-albit fasiyesi gelişmiştir. Bu metamorfik periyodun hangi subfasiyes isogradında son bulduğunu bugün söyleyememekteyiz. Bundan sonra yeni biriken sedimentlerle birlikte metamorfizmanın devam edebildiği düşüncesi yanında, arada bir kesilmenin mevcut olması ihtimaline dikkati çekmek gerekir.

Ancak, bu görüşleri saptayan veya çürüten detaylı izlenimler bugüne kadar mevcut değildir. Sedimentasyonun devam etmesiyle tortulların kalınlığının 20-25 km, basıncın 7-8 Kbar, sıcaklığın 540-680°C olmasıyla muhtemelen en alttaki yeşil şist fasiyesi almandin-amfibolit fasiyesine, onun üstündeki zeolitik fasiyes yeşil şist fasiyesine geçmiştir. En üstteki genç sedimentler içinde zeolitik fasiyes gelişmiştir.

Sıcaklığın 700-720°C yükselmesi ile en alttaki disten-almandin-muskovit-biyotit subfasiyesindeki gnayslarda kısmî erime (anateksis) başladığını ve aşağıdaki şekilde geliştiğini söyleyebiliriz:

Önce blastik feldispat büyümesi (metablastezis), sonra kısmî erimeyle lökokratik metatekt restitlerden ayrılmış (metateksis), daha sonra eriyik materyal ile restit karışmış, nebülitik hal (diyateksis) meydana gelmiştir. Sıcaklığın 800°C ye yaklaşmasıyla orijinal kayacın % 80 i eriyik hale geçmiş ve taşın grovak olması halinde bu miktar % 90 ı bulmuştur (Scheumann, 1937; Didier & Roques, 1960).

Bu safhada eriyik içinde katı olarak kalmış restitler de ayrılmış ve böylece homogenleşen granit kompozisyonunda palinjen bir anatektik magma oluşmuştur. Varistik orojenez safhasında bu magma biyotit gnays seviyesine kadar yükselmiştir. Palinjen granitik magmanın yükselmesi sırasında azalan basınç dolayısıyla magmanın gazları eritme kabiliyeti azalmış, artan gaz ve su buharı sebebiyle daha viskoz hale gelen artık eriyik, basınç etkisiyle disten-biyotit gnaysların merkezî kısmında içinde biyotit gnays veya migmatit anklavları ihtiva eden kütle şeklinde, kenar çevrede ise filon şeklinde migmatit pegmatoidler oluşmuşlardır.

Bölgede yer alan granit ve migmatitlerin orijinal materyalinin sedimentasyonu Prekambriende, disten-almandin-muskovit-biyotit gnaysların Kambriende, bantlı gnays ve muskovit-kuvars şistler Kambrien-Silurien esnasında çökelmiş ve metamorfizma, sırasıyla yeşil şist ve granat amfibolit fasi-

yeslerinde gelişerek en geç Hersiniende migmatizasyon tamamlanmış, palinjenez vuku bulmuş ve Varistik orojenez fazında yükselerek iki mikalı kalko-alkalin granitler yerini almışlardır. Bu granitler kubbe veya dom şeklinde olup, genellikle kontaktları örtü kayaçları ile konkurandılar ve sentektonik olarak yerleşmişlerdir. Anateksis sonucu kısmî ergimeye tabi tutularak oluşan migmatitlerde belirli orandaki eriyikler, mevcut su buharı ve uçucu elemanları da bulunduğu bu fazda pegmatitik mobilizatlar şeklinde cm ve birkaç metre arasında yer değiştirirler ve bir nevi hüküm süren yersel pnömatojen faz tesiriyle migmatitlerin hacmi genişleyerek yukarı doğru kabarırlar.

Etüt bölgesinde yer alan migmatitlerde, bilhassa migmatit pegmatoidlerin de gelişyle bir polimigmatizasyon vuku bulmuş ve dom şeklinde kabarmış olup, üzerindeki örtü tabakası durumunda olan biyotit gnayslar ile muskovit kuvars şistleri gererek ayırmış; merkezi kısımda migmatitler, batı ve doğu kısımda yine bu yönlerde eğim kazanmış biyotit gnays ve muskovit-kuvars şistlerin mevcut olduğu yeni bir yapı şekli kazanmıştır.

Etüt bölgesinde görülen granitler İntruzif karakterlidir. Yan taş ile kontaktları net, fakat kontakta termik bir metamorfizma halesi mevcut değildir. Bu hal takriben 800°C sıcaklıktaki anatektik magmanın çok yükselmeyip, derinlerde bu sıcaklıktan çok az farklı sıcaklıktaki amfibolit şist fasiyesi içine sokulması ve aradaki farkın çok büyük olmamasından meydana gelmiştir. Bu iki mikalı kalko-alkalin granitler bazı ince kesitlerde porfirik doku gösterirler. Bu husus soğumanın nispeten çabuk olduğunu belirtir. Mevcut K-feldispatlarda az da olsa bir pertitleşme, mirmekitleşme ve Plajiyoklazlarda yer yer zon yapısı görülür. Bir magmadan kristalleşmiş İntruzif granitlere ait bu belirgin karakterler, bölgedeki granitlerin katı halde bir iyon mübadelesi ile metasomatik bir granitleşme şeklinde oluşmadığını belirtir. Ayrıca granitlerdeki apatit ve zirkon kristallerinin uzun kenarlarının kısa kenarlarına oram, granitleşme şekli ile ilgili ise de, katı olmayan bu kriter fikir vermek yönünden faydalıdır. Plutonik granitlerde apatit kristalleri elongasyon oranı 5/1, palinjen granitlerde 2-3/1, pegmatoid migmatitlerde hemen hemen ksenomorfik şekillidir. Zirkon kristalleri elongasyon oranı da, inisiyal plutonik magmadan kristalleşen granitlerde 3-2/1 dir. Sedimenter asıllı metamorfiklerde bu oran 2/1, hatta 1.5/1 nispetindedir. Etüt bölgesindeki sedimenter orijinli metamorfikler ile granitlerdeki apatit ve zirkon kristallerinin boy/en oranları üzerinde istatistiki bir sayım ve ölçü yapılmamış olmasına rağmen, mikroskop çalışmalarında yapılan gözlemlerde gerek apatit ve gerek zirkon kristallerinin boylarının enlerine nazaran pek büyük olmadığı, oranın küçük olduğu izlenmiştir.

Bölgede izlenimini saptadığımız ilk metamorfizmanın gelişmesi esnasında metamorfikler NNE-SSW yönlü şistozitelerini kazanmışlardır. Alpin orojenezi ile etkilenen bölge kayaçları, ikinci bir metamorfizmaya maruz kalmışlardır. Ancak bu metamorfizma retrograd (diaforez) şeklinde vuku bulmuştur.

Alpin orojenezin Laramien fazında etüt bölgesindeki kayaçlar, güney yönünden gelen bir itilmeye maruz kalmışlardır. Bu itilme tesiriyle bantlı gnayslarda çok belirli, granitlerde ise doğu kenarında yersel olarak belirli bir ikinci şistozite (S_2) meydana gelmiştir. N-S yönüne yaklaşık bir doğrultuda olan bu şistozite (S_1) ile 15-25° lik bir açı yapar (İzdar 1969, Ödemiş bölgesinde Bozdağ şariyâjının, Laramien fazında SE dan gelen bir kuvvetle itilerek meydana gelmiş olduğunu kabul etmektedir).

Bölgede yer alan granitler, doğu kenarında, Kılavuzlar köyü çeşmesinin yanında 5-6 m genişlikteki bir zonda kuvvetli şistozitesi dolayısıyla granitik gnays manzarası kazanmış olup, bol miktarda Otomorf granat kristalleri ihtiva ederler. Bu kristallerin Alpin orojenezden önce oluşması halinde deformasyona uğramaları gerekirdi. Gayet düzgün kristal şekilli olan bu granat kristalleri post-deformatif olup, Alpin orojenezi etkisiyle oluşmuş ve Kılavuzlar köyü çeşmesi yanında dar bir zonda görülen granit gnays manzarasındaki granit, şistozitesini Laramiende vuku bulan etkilenme ile kazanmıştır. Bu ikinci metamorfizma tesiriyle bantlı gnayslarda biyotit, granitlerin batı kesiminde neoforme bi-

ytit ve klorit görülmesi, regresif bir metamorfizmanın vuku bulduğuna delâlet etmektedir. Bölgede yer alan bütün kayaç çeşitleri Alpin orojenezi tesiriyle metamorfizmaya ve deformasyona uğramışlardır. Disten-biyotit gnayslarla migmatitlerde mika levhaları düzensiz yırtılma ve kopmalar, feldispatlar ile kuvarslar daima gölgeli sönme gösterirler; yer yer kataklazlaşma da müşahede edilir. Granitlerde de aynı şekilde kataklastik tekstüre yer yer rastlanır. Fakat muskovit-kuvars şistlerde kuvars miktarı çok fazla olduğu için fazlasıyla deformasyona uğramışlardır ve bilhassa bantlı gnaysların yer aldığı doğu bölgesinde kataklastik tekstür çok gelişmiştir.

Bantlı gnayslarda ise, kataklastik tekstür genel karakter kazanır. Kataklazlaşma dolayısıyla bazı hallerde tekstür fluidal görünüşe benzerlik gösterir. Bantlı gnayslarda bu deformasyon dolayısıyla muskovit kristalleri kümeleşirler ve taş bantlı görünüş verirler. Az miktarda neforme biyotit ile albitleşme mevcuttur. Ayrıca K-feldispat büyümeleri görülür ki, bundan dolayı taş bantlı görünüşü yanında hafif gözleşme gösterir. Bu gözleşme başlangıcı gösteren bantlı gnaysların, ilk metamorfizma esnasında blastesis ile migmatitleşme başlangıcına erişmiş, fakat sonra Alpin orojenezi ile deformasyona uğrayarak kataklastik yapı kazanması yanında regresif bir metamorfizmaya uğramış olduğu düşünülebileceği gibi; muskovit-almandin-kuvars şistlerin Alpin deformasyonu etkisi altında kataklazlaşma ile bantlı görünüş kazandığı ve feldispat büyümeleri meydana getirdiği de düşünülebilir. İkinci düşünce şekli saha ve mikroskop müşahedelerimize daha yatkın gelmektedir. Egger (1960) çalışmasında, bantlı gnaysların orto menşeli olduğunu zikretmekte ve ayrıca bunların pegmatoid ve migmatitlerle olan kontaktlarının bir şariyaj hattı olduğunu ve bu gnaysların mikaşistler üzerine sariye olduğunu; Taylor (1962) ise, Mestanlı köyü civarında bu gnaysların mikaşist üzerine devrildiğini ileri sürmüştür. Kanaatimizce bu araştırmacılar, Mestanlı civarında görülen bol disten ihtiva eden biyotit gnaysları mikaşist olarak kabul etmişlerdir. Mestanlı deresinde mevcut ters bir fayla alttaki biyotit gnayslar yükselmiş ve Kırık yönünde bantlı gnayslar üzerine bindirmiştir. Adı geçen araştırmacılar bantlı gnayslar üzerinde yer alan bu kayaçları daha düşük derecede metamorfik (mikaşist) kabul ederek, fay hattı hizasında aşağı inen bantlı gnaysların distenli biyotit gnaysların üzerini örter durumda yatım göstermeleri yüzünden, bir şariyaj veya bindirme olduğuna ihtimal vermişlerdir. Kanaatimize göre Varistik orojenik fazda yerleşen Pegmatoidlerle çevreye bir K gelişi de olmuştur. Muskovit-almandin-kuvars şistler migmatizasyonun gelişmesi ve kabarma ile oynatılıp parçalanmış ve beliren bu kırık ve boşluklar arasında pnömatolitik uçucu elementlerin dolaşımı imkân dahiline girmiştir. Pegmatoidlerde görülen turmalinler, bantlı gnayslarda da büyük kristaller halindedir.

Genel olarak pegmatoidlerin gelmesi ile K-mobilizatlarının kuvarsitler üzerine etki yaparak metasomatik proses ile granitizasyonun vuku bulduğuna dair birçok misaller mevcuttur (Quirke & Collins, 1930). Bölgedeki muskovit-kuvars şistler içinde de, batıdaki Pegmatoidlerden benzer K ilâve gelişi olmuş ve bu şistlerde feldispatizasyon başlamıştır. Varistikte vuku bulan bu gelişten sonra muhtemelen Laramien fazına kadar bu hal devam etmiş ve feldispat büyümeleri gelişmiştir. Scotford (1969) da Menderes masifi güney kısmındaki gözlü gnaysların, yeşil şist fasiyesi koşullarında K-metasomatozu ile meydana geldiğini kabul etmektedir. Laramien esnasında itilme kuvvet yönünün güneyden oluşu ile bölgenin doğu kesiminde 3-5 km eninde uzun bir şerit gibi K-metasomatozu ile etkilenmiş. Muskovit kuvars şistleri deformasyona uğramış ve kataklastik doku kazanmış, muskovitler de kümelenip yönlenecek kayaca bandı görünüş vermiştir. Dinamometamorfizmanın taş içinde mobil olan elementleri kolayca açığa çıkarttığı bilinen bir vakiadır. Demek oluyor ki sürtünme, kırılma ve ezilme tesiriyle bu gibi kayaçlarda iyon alış verişi hızlanmaktadır. Bu olay da metasomatik faaliyeti kuvvetlendirmiştir. Önceki araştırmacılar bantlı gnaysların orto menşeli olduğuna dair hiç bir delil göstermemişlerdir.

Gördes bölgesinin kuzeyinde yer alan Simav ve Eğrigöz metamorfikleri üzerinde çalışma yapan Dora (1969) ve Öztunalı (1967), bölgedeki migmatizasyon ve granitizasyonu erken Alpin orojeneze ithal ederler. Bu görüşün kolaylıkla kabulünü engelleyen şu durumlar mevcuttur:

Dora (1969) tarafından Karakoca (Eğrigöz) granit masifi hakkında yapılan çalışmada, anateksitik granitin *in situ* olarak yani otokton olarak meydana geldiği belirtilmiştir. Jeoloji haritasında biyotit granit olarak gösterilen anateksit granit doğu kesiminde klorit şist ve mermerlerle net kontakt vermiştir. O halde düşük derecede metamorfik olan bu kayaçlarla temasa gelen granitin yükselmiş olması gerekir. Ayrıca klorit şistlerin altında bu isogradada bir anateksis olayı meydana gelemeyeceğine göre, anateksisin çok daha önceden oluşması, üzerindeki örtü tabakalarının aşınmış olması, bunun üzerine şistlerin Sedimente olması ve onların da tekrar yeşil şist fasiyesinde metamorfize olmaları icap etmektedir. Mikaşist serisinin başlangıcı Silurien olarak kabul edildiğine göre (İzdar, 1969), anateksis ve migmatizasyonun erken Alpin fazdan çok daha eski olması icap etmektedir. Ayrıca, aynı biyotit granitin doğu ve batı kenarlarında porfirik bir bünye kazanması da anatektik eriyiğin yer değiştirerek daha soğuk bir çevrede kenar zonlarının daha çabuk kristalleştigiğine delâlet etmekte olup, buralarda granit gnaysa tedricî geçiş yoktur. Bölgenin NE sında Kocaçay vadisinde Dolaylı köyü civarında gösterilen iki mikalı gnays sahası içinde Kireçdere mevkiindeki gözlü gnayslardan hiç bahsedilmemiştir. Yeni konsepte göre gözlü gnayslar migmatit grubunda mütalaa edilmektedir. Buradaki gözlü gnayslardaki feldispat blastesi çok gelişmiş ve pegmatoid mobilizatlar birçok yerlerde ince bantlar şeklinde ayrılmıştır.

Anateksisin başlangıç safhası olan blastesisin gelişmiş olduğu bu gözlü gnayslar da klorit şistlerle kontakta gelir. Granitlerde görülen eskilik durumu burada da anateksis başlangıcı blastesisin, klorit şist orijinal materyalinin sedimentasyonundan çok önce oluşması icap etmektedir. Bir çöküntü ve fay zonu olan Kocaçay vadisinin batı kenarında granit-gnayslar, klorit şistler ile kontakta gelir. Migmatit olarak kabul edilen granit-gnaysların *in situ* olarak erken Alpin safhada nasıl kontakta geldiğinin izahı da güçtür. Ayrıca, Kocaçay vadisi boyunca yer alan granit gnaysların Gördes-Kılavuzlar civarında olduğu gibi, Alpin orojenez safhasında güneyden gelen itilme kuvvetiyle etkilenecek şistozite kazanmış olması ihtimalinin mevcut olabileceğini düşünmek gerekir.

Etüt bölgemizdeki anateksis ve granitizasyon olayının Alpin fazdan eski olduğunu kuvvetlendirecek lokal ve rejyonel doneler şu şekilde sıralanabilir:

1. Gördes migmatit bölgesi iç metamorfik kuşak karakteristiği gösterir. Palinjen granit intruzyonlarının mevcut olduğu bu tip metamorfik komplekslerde kayaçlar genellikle para orijindir.

2. Yüksek basınç indeks minerallerinin yer aldığı büyük derinliklerde rekristalize olan almandin-amfibolit fasiyesi kayaçları, genellikle Paleozoik ve daha eski yaşlıdır (Miyashiro, 1961). Etüt bölgemizde disten-almandin-muskovit-biyotit gnayslarımız bu özellikte olan kayaçlardır.

3. Etüt bölgesindeki metamorfik kayaçlar, yeşil şist fasiyesinin yüksek derecede metamorfize olmuş kuvars-albit-epidot-almandin subfasiyesi ile almandin-amfibolit fasiyesinin disten-almandin subfasiyesinde temsil edilen yüksek derecede metamorfizasyonlu. Üst seviyelerde yer alması icap eden daha düşük derecedekiler aşınarak kaybolmuşlardır. Bölgede yer alan bu metamorfik kayaçlardan en düşük derecede olanı en dış zonda olmak üzere konsantrik bir durum gösterirler, içe doğru bantlı gnayslar, muskovit-almandin-kuvars şist, disten-almandin-muskovit-biyotit gnays, layer migmatitler, pegmatoidler ve granitler yer alır. Bu Struktur genellikle Paleozoik ve daha eski migmatitik komplekslerde görülür (Iskoçya'da Highlands, Norveç'te, Apalaşlar'da, Pireneler'de, Fransa'da Montagne Noire, Bohemya Black Forest metamorfik komplekslerinde olduğu gibi).

4. Menderes masifinin güney kısmında Muğla, Milas, Dikmen köyü civarındaki uranifer pegmatit oluşumlarından alınan peşblend numunesi üzerinde Durand (1962) tarafından toplam kurşun izotop metoduyla yapılan yaş tayini 268 ± 60 milyon yıl vermiştir. Gördes metamorfik kompleksinde yer alan pegmatoid oluşumları da güneyde Sekonder uranyum mineralizasyonlarının teşekkülüne imkân vermişlerdir. Uranifer olduğu düşünülen bu pegmatoidler Dikmen köyündekilerle benzerlik göstermektedir ve aynı metamorfik epokta vücut bulmaları muhtemeldir, 268 ± 60 milyon yıl, tam Varistik orojenik faza isabet etmektedir.

5. Brinkmann'a (1967) göre, Menderes kristalizasyonu ana faz olarak Liasta son bulmuştur. Milas-Muğla çevresindeki Üst Kretase kalkerleri Menderes masifinin mermer şistleri üzerine hafif bir diskordansla gelir. Bunların kaide konglomeralarında mermer çakıl ve fillat parçaları mevcuttur. Akartuna (1962), aynı durumu İzmir çevresinde müşahade etmiştir. Bu halde Üst Kretase başlangıcında metamorf olmayan fillatlar mevcut olduğuna göre, mikaşistler ile gözlü çekirdek gnayslarının metamorfizması çok daha eski devirlere ulaşır.

Gördes metamorfik kompleksinin kristalizasyonu Prekambrienden başlayıp Paleozoik süresince devam ederek, anateksis ve migmatizasyon en geç Hersiniende; palinjen granitik yükselme ve migmatitik kabarma da Varistik fazda vuku bulmuştur. Anadolu'da Varistik kıvrımlar Karboniferin başında başlar ve Permiden Triasa geçişte sona erer. Karbonifer ve Permien devirlerinde doğudan gelen transgresyonlarla Tetis denizi oluşmuş ve bölgede yer alan Permien-Mesozoik kristalin kalkerler bu arada Sedimente olmuştur. Bundan sonra Trias başlangıcında muhtemelen daha yaşlı litolojinin merkezî kısmı tekrar su yüzeyine çıkmış ve bölgedeki kayaç dizisinde stratigrafik boşluk olmuştur.

Masif, Üst Kretasede tekrar kısmen deniz istilâsına uğramıştır. Alpin orojenezi devamınca, Tersiyer süresinde kompleks tekrar yükselmeye devam etmiş, gelişen göl havzaları içinde masifin üst kısımlarında yer alan düşük dereceli metamorfite erozyonla aşınarak lâküstr göl çökeltilerinin bir kısım malzemesini vermişlerdir. Miosenden sonra tamamen yükselen masif, çevrede karasal Neojen formasyonlarının gelişimini sağlamış ve metamorfik kompleks yükselmekte devam etmiştir.

Gördes-Deliler ile Araplı-Kıranşeyh köyleri arasında görülen göl Neojeni kalıntıları, merkezî kısmın yükseldiği hakkında kesin kanaat verir. Tersiyerde Alpin, Savien ve Rodanien fazlarında bölgenin doğu sınırını teşkil eden Demirci çayı, batı sınırını meydana getiren Gördes çayı çöküntü havzaları oluşmuştur. Güneydeki Gediz grabeni ile Küçük Menderes çöküntü havzalarının oluşumu, muhtemelen aynı faza tekabül eder.

Gördes metamorfik kompleksi halen yükselmesine devam etmektedir. Kuzeyde Simav-Sındırgı grabeni, güneyde Gediz grabeni ile sınırlanan bölgenin rejyonel olarak yükselmekte devam ettiği, Gediz-Simav-Demirci-Gördes, Salihli, Alaşehir çevrelerinde vuku bulmakta olan yer sarsıntıları ve bol miktardaki sıcak su kaynaklarının bulunması ile teyit edilmektedir.

SONUÇ

Yapılan arazi ve mikroskop gözlemleri ile laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen verilere göre, Gördes metamorfik kompleksi Prekambrien devrinde mevcut bir Jeosenkinalin sialik temeli üzerine çökelererek, depolanan killi pelitik materyaller ile grovaplardan oluşan Sedimentlerin, yüksek ısı ve çok yüksek basınç altında büyük derinliklerde metamorfizmaya uğraması ile rekristalize olmuşlardır. Metamorfizma ve rekristalizasyon Prekambrien sonu Paleozoik başı başlamış, bütün Paleozoik süresince devam etmiştir. Migmatizasyon, anateksis en geç Hersiniende oluşmuş ve palinjen granitlerin yükselmesi Varistik orojenez safhasında vuku bulmuştur.

Daha sonra kompleks yükselmeye başlamış ve Alpin orojenezi Laramien fazında ikinci bir metamorfizma vuku bulmuştur. Diaforetik şekilde gelişen bu metamorfizma ve deformasyonlar sonunda iki mikalı kalko-alkalin granitlerde yersel bir şistozite belirmiş ve post-deformatif granat kristalleri oluşmuştur. Güneyden yönelmiş kuvvetlerle bölgenin doğu kenarında yer alan bantlı gnaysların bulunduğu kısım etkilenmiş ve burada daha önceden pegmatoidlerin gelişiyile K-metasomatozuna maruz kalmış olan muskovit-almandin-kuvars şistler deformasyona uğrayarak kataklazlanmış ve gnayslara bantlı görünüş kazandırmışlardır.

Devamlı yükselen masif Trias başında veya içinde su yüzüne çıkmış, fakat Üst Kretasede tekrar kısmen deniz istilâsına uğramıştır. Bunu takiben tekrar yükselen masifte Neojen göl çökelleri oluşmuş olup, metamorfik kompleks bugün de yükselmesine devam etmektedir.

Yayma verildiği tarih, 16 ağustos 1972

BİBLİYOGRAFYA

- AKARTUNA, M. (1962): İzmir-Torbalı-Değirmendere-Seferihisar-Urta bölgesinin jeolojisi hakkında. *M.T.A. Derg.*, no. 59, Ankara.
- ALTHAUS, E. (1966): Die Phasengrenze Andalusit/Sillimanit. *Naturw.*, 53, 129.
- ANGEL, F. (1940): Mineralzonen und Mineralfazies in den Ostalpen. *Wiss. Jb. Univ. Graz.*, s. 251-304.
- (1965): Retrograd Metamorphose und Diaphtorese. *N. Jb. Miner. Abh.*, 102/2; s. 123-176.
- AYAN, M. (1963): Contribution à l'étude petrographique et géologique de la région située au NE de Kaman (Turquie). *M.T.A. Publ.*, no. 115, Ankara.
- BARROW, G. (1893): On an intrusion of muskovite-biotite gneiss in the south-east highland of Scotland. *Geol. Soc. Quart. Journ.* 49, 330-358, London.
- BAYRAMGİL, O. (1954): Gördes pegmatitlerinin mineralojik etüdü. *T.J.K. Bült.* cilt V, sayı 1-2, s. 54-56, Ankara.
- BİRAND, Ş.A. (1953): Gördes civarında dikkati çekici bazı mineral ve taşlar. *T.J.K. Bült.*, cilt IV, sayı 2, s. 33-36, Ankara.
- BRINKMANN, R. (1966): Geotektonische Gliederung von Westanatolie. *N. Jb. Geol. Paleon. Mh.* 10, Stuttgart.
- CANET, J. & JAOUL, P. (1946): Manisa-Aydın-Kula-Gördes bölgesi jeolojisi hakkında. *M.T.A. Rap.*, no. 2068
- DORA, Ö. (1969): Karakoca granit masifinde petrolojik ve metalojenik etütler. *M.T.A. Derg.*, no. 73, Ankara.
- DURAND, G. L.A. (1962): Dikmen'de (Muğla) bulunan pechblende zuhuru yaşının ölçülmesi *M.T.A. Derg.*, no. 58, Ankara.
- EGGER, A. (1960): Gördes (Manisa) pegmatit sahasındaki mika, feldispat ve disten zuhurları *M.T.A. Rap.*, no. 2759, (yayınlanmamış), Ankara.
- ESKOLA, P. (1929): On mineral facies. *Geol. for. Stocholm. Förhlandl.*, pp. 157-172.
- FYFE, W.S. ; TURNER, F.J. & VERHOOGEN, J. (1958): Metamorphic reactions and metamorphic facies. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, pp. 73-83.
- GRACIANSKY, P. de (1966): Le massif cristallin du Menderes; un exemple possible de vieux socle granitique remobilisé. *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn.*, pp. 289-306, Paris.
- İZDAR, K.E. (1968): Kozak İntruzif masif i petrolojisi ve Paleozoik çevre kayaçları ile jeolojik bağlantıları. *T.J.K. Bült.*, cilt. II, sayı 1-2, s. 140-179, Ankara.
- JUNG, J. & ROQUES, M. (1952): introduction à l'étude zoneographique des formations cristallogylliennes. *Bull. Serv. Cart. Geol. France*, no. 325.
- KETİN, İ. (1959): Türkiye'nin orojenik gelişmesi. *M.T.A. Derg.*, no. 53, Ankara.
- LA ROCHE, H. de (1964): Sur l'expression graphique des relations entre la Composition chimique et la Composition mineralogique quantitative des roches cristallines. *Sciences de la Terre*, tome IX, no. 3, pp. 293-337.
- MEHNERT, K.R. (1961): Neue Ergebnisse zur Geochemie der Metamorphose. *Geol. Rundsch.*, Bd. 51, s. 384.
- (1968): Migmatites and the origin of granitic rocks. *Elsevier Publ. Co.*, London-New York, p. 393.
- MİYASHİRO, A. (1961): Evolution of metamorphic belts. *Journ. Petr.* 2, 3. 277-311.
- OUIRKE, T.T. & COLLİNS, W.H. (1930): The disappearance of the Huronian. *Can. Dept. Mines, Geol. Surv. Mem.*, 160: 129 pp.
- SCOTFORD, D.M. (1968): The structural state of potassium feldspar from an augen gneiss in greenschist facies. *Bull. Geol. Soc. Amer.*

LEVHALAR

LEVHA - I

Foto 1 - Bantlı gnayslar içindeki muskovit levhalarının S_1 ve S_2 şistozite yönlenmeleri ve turmalin kristali. L.N. x 125.

Foto 2 - Biotit gnayslarda disten kristalleri. L.N. x 125.

LEVHA - II

Foto 1 - Biotit gnayslarda sendeformatif granat kristali dönmesi. L.N. x 125.

Foto 2 - Biotit gnayslarda rutil (sağ üst köşede) ve almandin kristalleri. L.N. x 125.

LEVHA - III

Foto 1 - Layer migmatit numunesinde metatekt içinde pegmatoid lökosom (açık renkli, feldispat ve kuvars) ile biyotit restitleri. L.N. x 125.

Foto 2 - Deformasyona uğramış migmatit numunesinde predeformatif biyotit levhaları ve ortada gözleşme yapan feldispat blastları. L.N. x 125.

LEVHA - IV

Foto 1 - Kalko-alkalin granit numunesinde zone plajiyoklaz (sağda), ortada ortoklaz ve kuvars kristalleri. L.P. X 125.

Foto 2 - Pegmatoid numunesinde grafik tekstür. L.P. x 400.

LEVHA - V

Foto 1 - Bir layer migmatit numunesinde neosom içinde pegmatoidik metatekt ve açık renkli lökosom ile siyah noktalar halindeki biyotit restitleri.

Foto 2 - Yönlü ve ptigmatik plisman gösteren bir migmatit numunesi.

LEVHA - VI

Foto 1 - Migmatit-granit kontaktı. Sağda granit içinde migmatit anklavları görülmektedir. Granitin gelişi sonradır.

Foto 2 - Granit-migmatit kontaktı; net olup, şistoziteye diktir.

LEVHA - VII

Foto 1 - Bantlı gnayslarda muskovit bantlaşması, turmalin kristalleri.

Foto 2 - Bir layer migmatit numunesinde paleosom (koyu renkli kısım) ve bant şeklinde açık renkli pegmatoidik mobilizatların yer aldığı neosom görülmektedir.

LEVHA - VIII

Foto 1 - Aigmatitik Struktur gösteren migmatit ile pegmatoid kontaktı.

Foto 2 - Benlieli köyü civarında migmatitlerde lökokrat metatektin görünüşü.

LEVHA - IX

Foto 1 - Migmatit içine enjekte olmuş pegmatoid ve kontaktı.

Foto 2 - Kılavuzlar köyü yakınında biyotit gnayslar içinde yer almış kubbe şeklinde görüntülü granit.



Foto 1

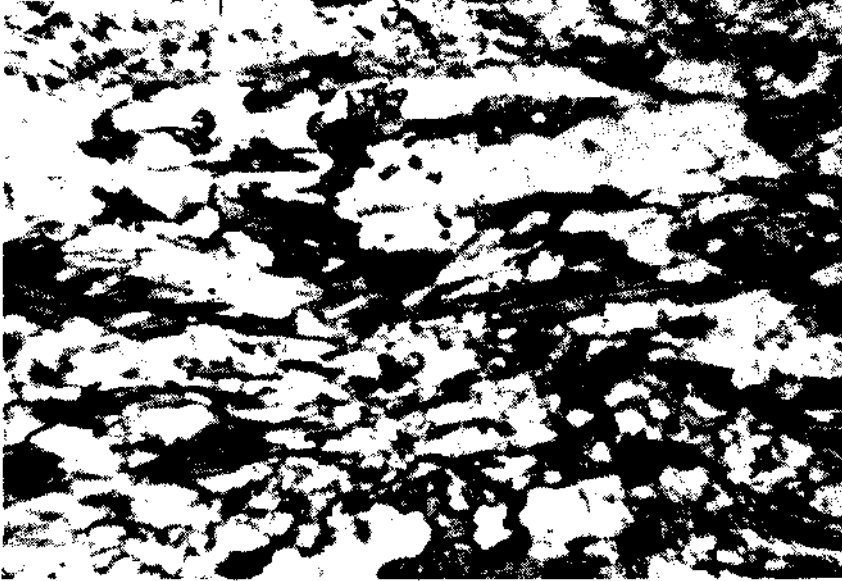


Foto 2

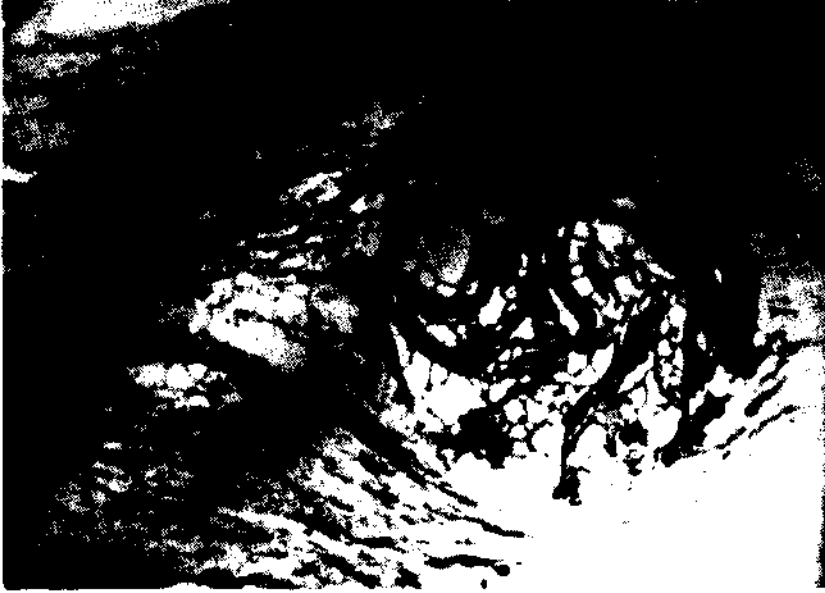


Foto 1

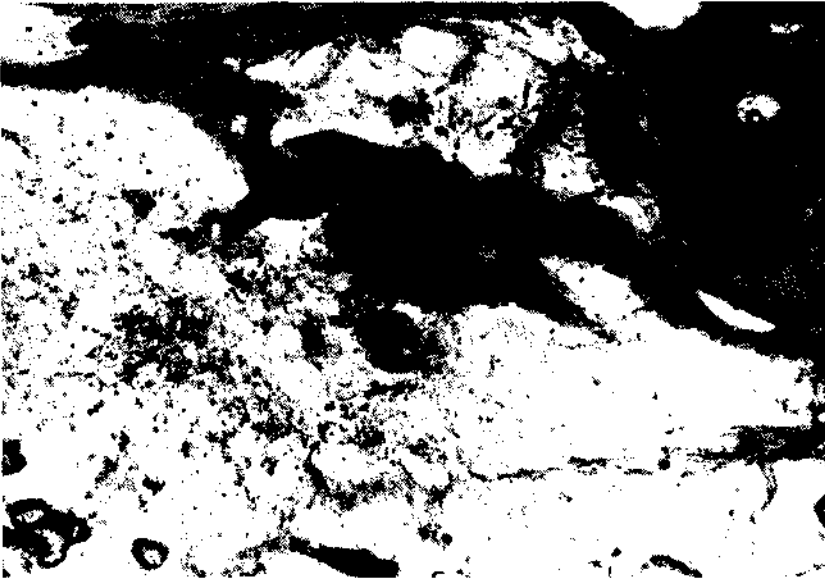


Foto 2

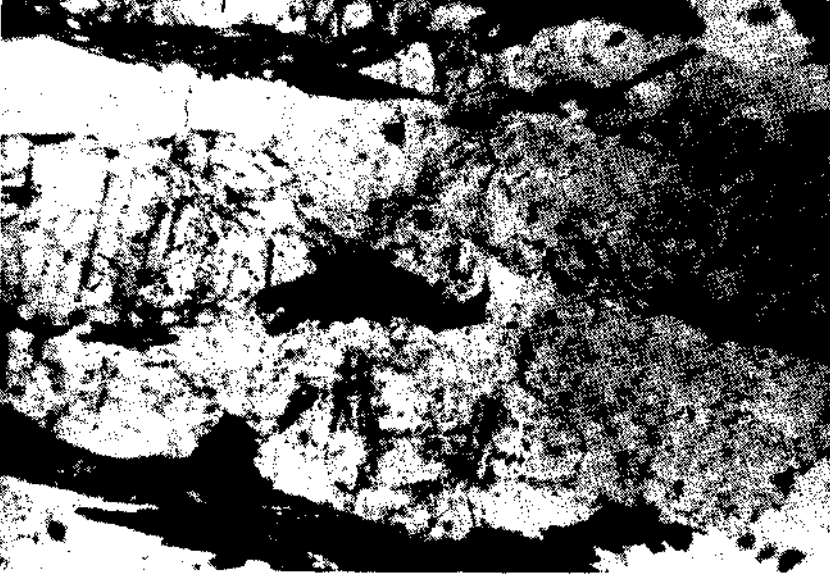


Foto 1



Foto 2



Foto 1



Foto 2



Foto 1



Foto 2

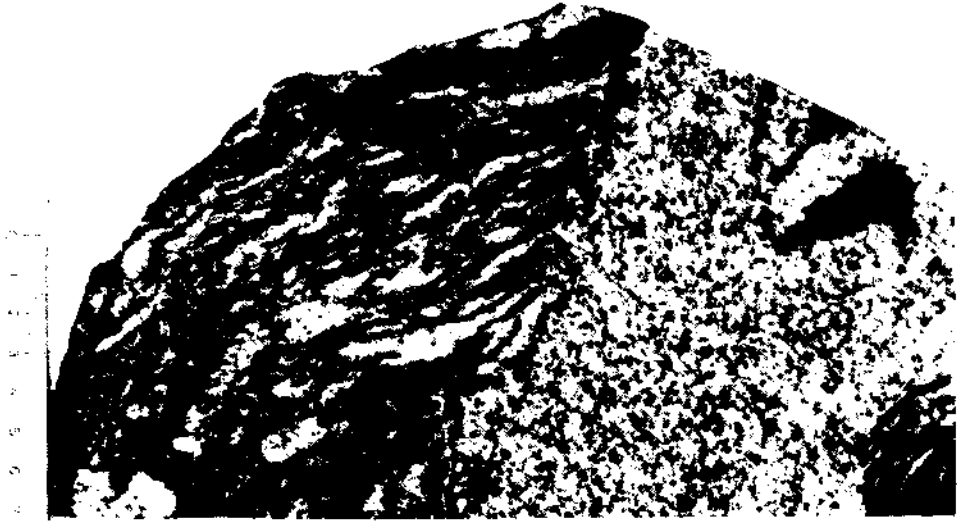


Foto 1

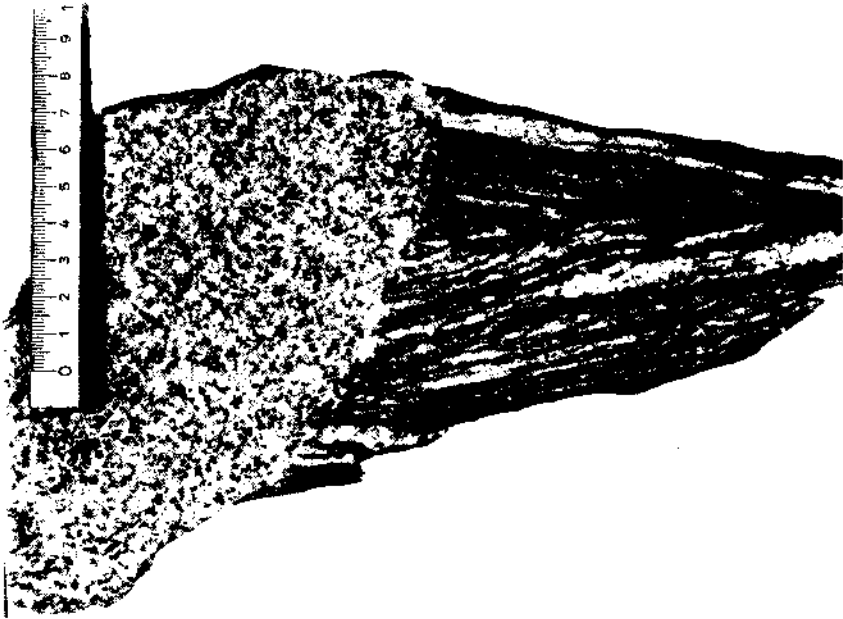


Foto 2



Foto 1

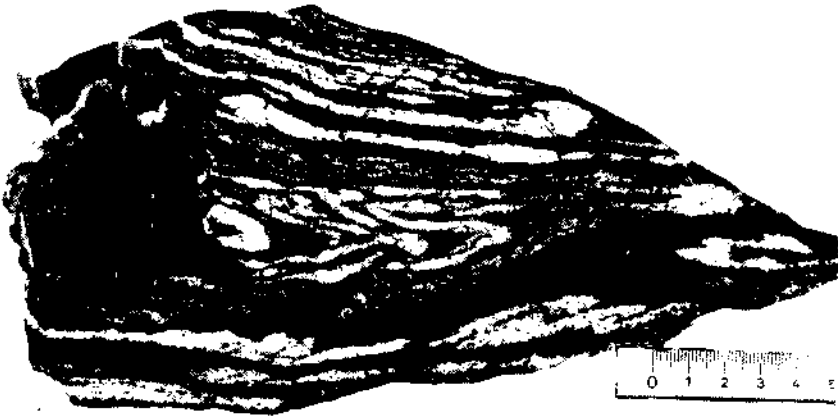


Foto 2



Foto 1



Foto 2



Foto 1



Foto 2

- SCHULING, R.D. (1962): Türkiye'nin güneybatısındaki Menderes migmatit kompleksinin petrolojisi, yaşı ve yapısı hakkında. *M.T.A. Derg.*, no. 58, Ankara.
- VERHOOGEN, J. (1960): Igneous and metamorphic petrology. *Mc-Graw Hill*, New York.
- WINKLER, H.G.F. (1958): Experimentelle Gesteinsmetamorphose. II. Bildung von Anatektischen granitischen. *Geochim, et Cosmochim. Acta*, 15.
- (1960-1961): Experimentelle Gesteinsmetamorphose. III, IV. *Geochim, et Cosmochim., Acta*, 18, 24.