

Yunak (Konya) Magnezitlerinin Oluşum Sorunları, Değerlendirilmeleri ve Yöre Kayaçlarının Petrojenezi*

The problems of the genesis of the Yunak (Konya) magnesites, their evaluation and the petrogenesis of the surrounding rocks.

Mefail YENİYOL

İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi, İstanbul

ÖZ : Yunak dolayının stratigrafisi, ofiyolit topluluğu ile Alt Eosen, Neojen ve Kuvaterner yaşlı kayaçlarla temsil edilmektedir. İncelenen alanı etkileyen ilk yapısal hareketler Üst Kretase-Alt Paleosen yaşlıdır. Sıkışma tektoniği niteliğindeki bu hareketlerle, ofiyolit kayaçlarının yerleşmesi ve çok düşük derece metamorfizması sağlanmıştır. Daha sonra etkin olan Orta Eosen ve daha genç yaşta hareketler gerilme tektoniği niteliğindedir. Saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda magnezitlerin, Üst Kretase-Alt Paleosen'deki hareketlerin paralelinde ve bu hareketlerin denetlediği metamorfizma koşullarında oluştuğu saptanmıştır. Magnezit oluşumları, serpentinit içinde dağınık ve düzensiz bir biçimde; blok, mercekle ve ağimsi damarcıklar halinde yataklanma göstermektedirler. Bu yatakların değerlendirilmesi amacıyla çeşitli ölçeklerde harita alımları yapılmış, mostra temizliği, yarma, galeri ve sondaj faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, ekonomik boyutlarda bir magnezit potansiyeli ortaya konmuştur.

ABSTRACT : The stratigraphy of the Yunak vicinity is represented by ophiolite suit, and by Lower Eocene, Neogene and Quaternary rocks in age. The earliest tectonic movements which the rocks underwent is the Upper Cretaceous-Lower Paleocene in age. Tectonics of compressional character, caused emplacement and metamorphism of very low grade in the ophiolitic rocks. The movements which were effective, that is Middle Eocene and onwards are in the nature of tensional forces. As a result of field and laboratory studies it has been found out that the magnesites are formed in Upper Cretaceous-Lower Paleocene age and the metamorphic conditions which were provided by the movements of that age. The irregularly distributed magnesite has been deposited as blocks, lenses and networks within the serpentinite. For the purpose of evaluating the deposits, the area has been mapped in several different scales, cleaning outcrops, cuts, adit and drilling activities have been performed. As a result an economically important magnesite deposits have been discovered.

GİRİŞ

Konya iline bağlı, Yunak İlçesi sınırları ve İlgin K-27 a2, a3, b1, b4, 1/25.000 ölçekli pa-

ta sınırları içinde yer alan çalışma sahası (Ek-1) ile ilgili olarak daha önce yapılmış oldukça az çalışma vardır. Bu çalışmalardan

*Bu çalışma Prof. Dr. Önder ÖZTUNALI'nın yönetiminde tamamlanan doktora tezinin yayına hazırlanmış şeklidir.

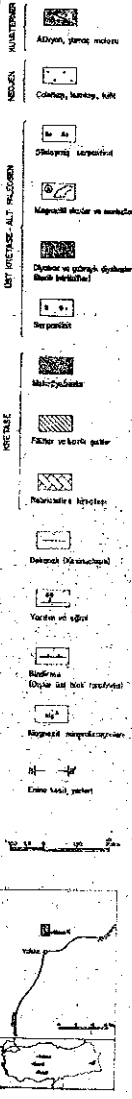
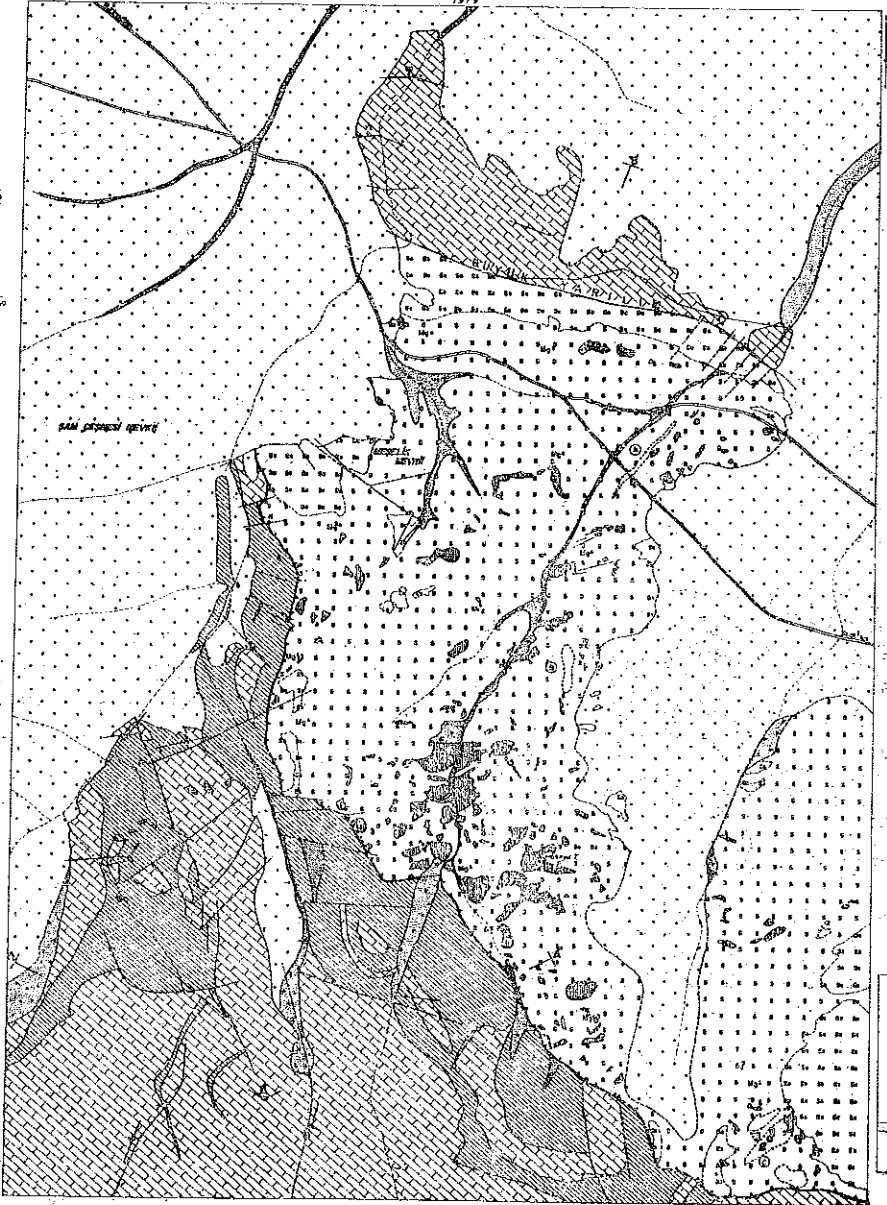
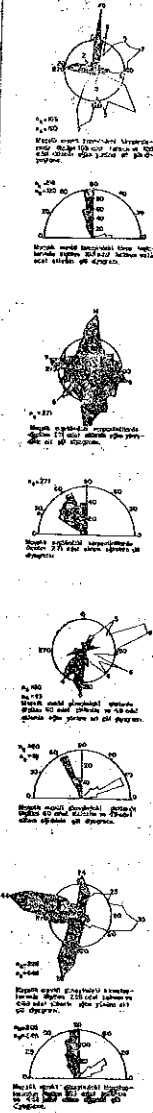
seviyeler halinde yer alırlar. Kireçtaşları ile olan ilişki, düşey ve yanal olarak tedrici geçiş biçimindedir. Filitler, egemen şist türü olarak mostra vermektedir. Bazik şistler; şistler içinde, metadiyabazlarla aynı seviyelerde ve onların dolayında yer alırlar. Kalk şistler ise; ya rekristalize kireçtaşları içinde bireysel mostralar halinde veya diğer şist türleri ile birlikte izlenmektedirler (Ek-3).

Metadiyabazlar, bazik şistler içinde ve onlarla eş seviyelerde, 1-25 m. kalınlıklarda mostra verirler (Ek-3). Koyu renkli ve röliyefli oluşları ile uzaktan kolayca tanınırlar. Sahip oldukları hacim ve tavandaki bindirme düzlemine olan yakınlıklarına bağlı olarak, metamorfizma ve deformasyondan etkilenmişlerdir. Böylece, şistleşme biçiminde tanınan deformasyon ve/veya metamorfizma, bu ka-

EK - 3

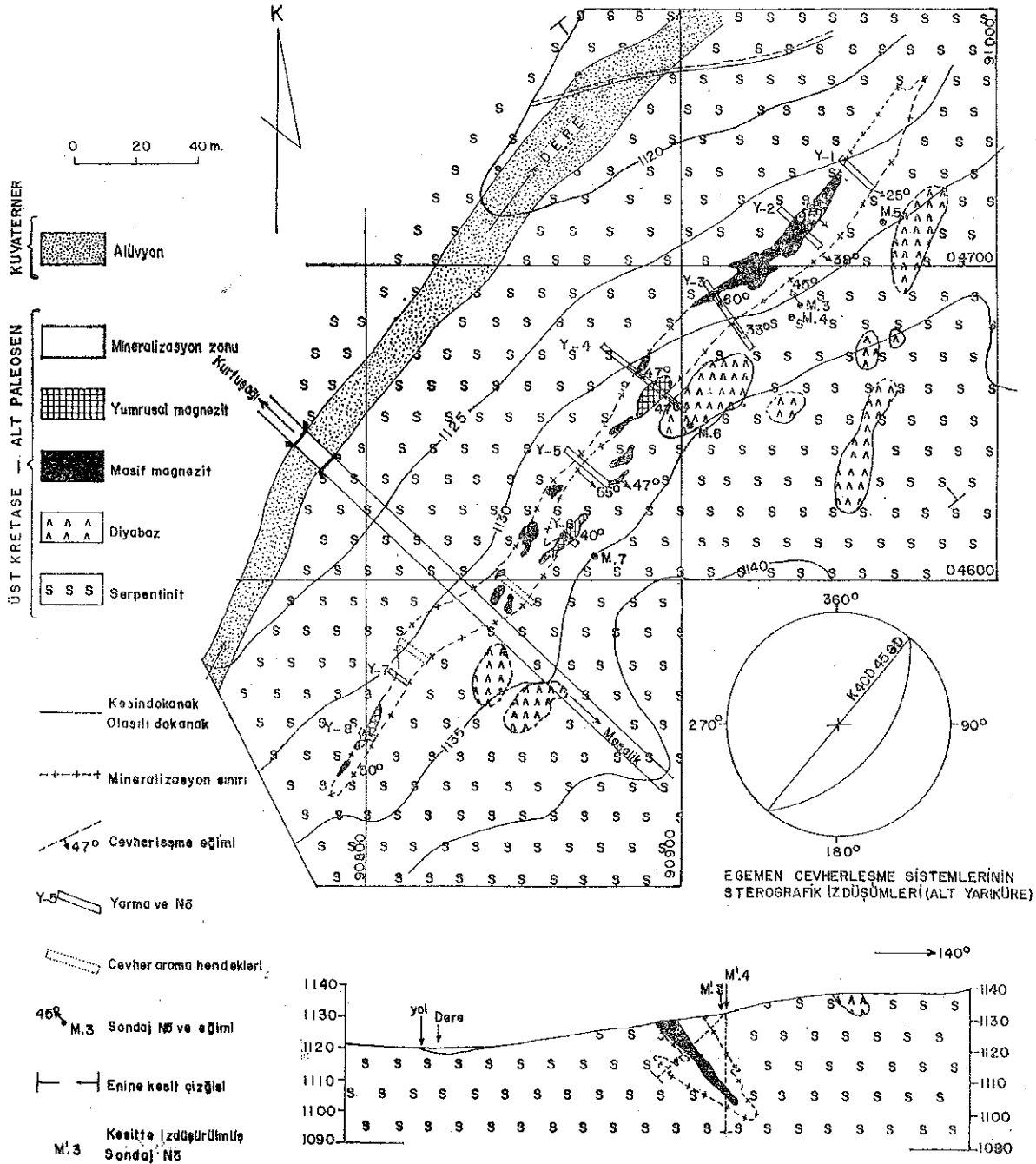
YUNAK (KONYA) REBELİK DİBLATIN
JEOLOJİ HARİTASI

1:50.000



MEŞELİK-A MAGNEZİT ALANININ JEOLOJİ HARİTASI

M. Yenyol
1979



nen bindirme ile, topluluğun diğer birimleri üzerine yerleşmişlerdir.

Orta Anadolu Ofiyolit Kuşağında yer alan ofiyolitlerin, batı ve doğu uzantılarında incelemeler yapan Özgül (1976) ve Bingöl (1977), buldukları pelajik fosillere dayanarak Üst Kretase yaşını vermişlerdir. Afyon dolayında çalışmalar yapan Niehoff (1964b)'a göre, çörtlü kireçtaşı Alt Kretaseden daha genç yaşadadır. Wirtz (1955) ise ofiyolit topluluğuna karşıt olan şist-hornsteyn-kireçtaşı topluluğunun, Mesozoyik'in büyük bir kısmını temsil ettiğini öne sürmüştür. Erentöz (1975) Batı Toroslar, Afyon ve kuzeyinde bazik tüf ve akıntılar biçimindeki yaşlı volkanik faaliyetlerinin, Kretase ve Eosen'de denizel ortamda meydana geldiğini kabul eder. İncelenen alan'ın dolaylarındaki ofiyolit yerleşme yaşı birçok araştırmacı tarafından (Kaaden; 1971; Brinkmann; 1972, Bingöl; 1977, Özgül; 1976, Ketin; 1959) Orta Alpin veya Üst Kretase-Paleosen olarak kabul edilmiştir.

Şiddetli rekristalizasyon nedeniyle kireçtaşlarının çökelme yaşını tayin etmekte yararlanılabilecek fosil saptanamamıştır. Aynı kuşak boyunca yer alan benzer litolojilerle korelasyon yaparak ve yukarıda sözü edilen öncel çalışmaların ışığında, kireçtaşı yaşının «Kretase» olarak irdelenmesi kânisına varılmıştır.

Ofiyolit yerleşimi ve bu arada bindirme olayı, ofiyolit topluluğuna ait kayalarda şiddetli deformasyonlara neden olmuştur. İncelenen alan'ı 60 km. doğusundaki Sarıkaya Köyü dolayında, yaş sorununu denetlemek için yapılan gözlemlerle; paleontolojik verilere göre yaşı Orta-Üst Paleosen yaşındaki sedimentlerin, serpentinit üzerinde uyumsuzlukla ve deformasyona uğramaksızın yer aldığı saptanmıştır. Yukarıda sözü edilen öncel çalışmalar ve saha verilerine göre ofiyolit topluluğunun yerleşme yaşı, Üst Kretase-Alt Paleosen'dir.

Alt Eosen

Yukarı Piribeyli batısında, dar bir alanda mostra veren çakıltası, killi kireçtaşı ve kilttaşlarından oluşur (Ek-1). Alt Eosen, çakıl ve çimentosu kireçli olan ve aynı fosilleri içeren taban çakıltasıyla başlar. Üste doğru çakılta-

şının yerini daha az fosilli ve yer yer silis yumruları içeren killi kireçtaşları ile fosil yönünden çok zengin olan, kilttaşlarının ardalanması alır. Kirli sarı rengin tüm birimler için ta nitman olduğu bu kayaçlarda, tayinleri Prof. Dr. A. Dizer tarafından yapılan; Textularia sp., Miliolidae, Lockhartia sp., Rotalia sp., Cuvillierina, Cibicides sp., Glomalveolina sp., Alveolina sp. (Grup Subpyrenaica), Alveolina sp. (Grup Cucumiformis), Nummulites sp., Operculina sp., Discocyclina ve Ostracod fosillerine göre, istifin yaşı Alt Ypresiyendir.

Neojen

Miyosen yaşındaki çakıltası, kiltası, killi kireçtaşı ve tüfitler ile Pliyosen yaşındaki çakıltaşlarından oluşur (Ek-1). Miyosen çakıltaları, taban çakıltası niteliğinde olup çakıllar çeşitli yaştaki malzemedan kaynaklanır. Kilttaşları ile killi kireçtaşları ardalanması, en geniş yayılım gösteren Miyosen kayaçlarıdır. Tüfitler, Miyosen kayaç istifinde yer yer seviyeler halinde yer alırlar. 2mm. ye kadar büyüklükte volkanik camı madde, kuars ve mika parçaları içerirler. Yer yer ve çok az olarak kumtaşı, siltaşı ve kiltası seviyeleri içeren Pliyosen çakıltası, olasılıkla karasal oluşumlardır. Fosil içermezler. Miyosen ve daha yaşlı kayaçlarla uyumsuzluk ilişkileri gösterirler.

Bu çalışmada Miyosen olarak tanımlanan kayaçları Erentöz (1975), Üst Miyosen'de volkanik faaliyetlerinin de katıldığı göl sedimentleri olarak ele almıştır. Wirtz'e (1955) göre bu kayaçlar, Sarmatien-Pontien tatlı su faunası içerirler. Aynı yazar, Pliyosen diye sözü edilen çakıltalarının yükseltti çakılları olduğunu ve Üst Pliyosen'i temsil ettiğini öne sürmüştür.

Kuvaterner

Alüvyon, yamaç molozu, sel konisi ve çeşitli yüzlek gereci ile temsil edilir. Alüvyon çeşitli yerlerdeki vadi tabanlarında yer alır. Daha yaşlı birimlerden kaynaklanan, kil, mil, kum ve çakıl boyutlarındaki malzemedan oluşur. Yamaç molozu ve sel konileri ise, sarp yamaçların eteklerinde görülür. Ayrıca, kireçtaşı dışındaki tüm birimler 20 cm. yi aşkın kahlı-

ğa varan toprak örtüsü ve çeşitli yüzlek gereci ile örtülüdür.

YAPISAL JEOLJİ

İncelenen alanı Ketin (1966), Erentöz (1970) ve Brinkmann (1971) gibi yazarlar İç Anadolu Tektonik Ünitesinde, Özgül (1976) Toros Kuşağına bağlı Bolcardağ Birliği içinde ele almışlardır. Bölgenin yapı evriminde, Orta ve Üst Alpin hareketler etkin olmuştur. Bu hareketleri yansıtan yapı elemanlarından uyumsuzluklar; Neojen, Alt Eosen ve haritalanan alan sınırları dışında yer alan Orta-Üst Paleosen yaşlı kayalar ve bu kayalar ile ofiyolit topluluğu arasındadır.

Yapısal hareketlerin kıvrımlandırma etkisi, değişik yaştaki kayalarda farklı derecelerde olmuştur. Ofiyolit topluluğuna ait rekristalize kireçtaşı ve şistler en çok kıvrımlanan kayalardır. Bölgesel olarak genel kıvrım doğrultuları NW-SE dir. (Wirtz; 1955, Niehoff; 1964 b). Ancak Orta Eosen ve daha sonra etkili olan yapısal hareketlerle arazi bloklanmıştır. Blok hareketleri sonucu, kayaların birincil konumu büyük ölçüde bozuma uğradığından, incelenen alan sınırları içinde bu kayaların genel kıvrımlanma doğrultusu, katmanların genel doğrultu ile eğim yönlerinden söz etme olanağı yoktur. Daha genç yaştaki Alt Eosen ve Neojen kayalarında, yapısal etki daha hafif olmuştur. Bu birimler, geniş ondüleli kıvrımlar, değişik yönlerde ve düşük dereceli eğimler gösterirler. Yapısal elemanlardan eklemeler, rekristalize kireçtaşlarında tansiyon eklemeleri niteliğinde olup, serpentinitlerde; kayacın özelliği ve geçirdiği şiddetli deformasyona bağlı olarak, çok sık ve çeşitli doğrultu ile eğimlerdedir. Daha genç birimlerde ise eklemeler seyrek ve düzensizdir.

Üst Kretase-Alt Paleosen'deki yapısal hareketler ofiyolit yerleşmesi ve bu arada serpentinit ile bazik intrüzif kayalardan oluşan kayaç topluluğunun, ofiyolit diğer üyeleri üzerine bir bindirme ile yerleşmesine neden olmuştur (Ek-1, 2, 3, 4). Sıkışma tektoniği niteliğindeki hareketlerin sonucu olan bindirme'nin genel doğrultusu N60-70 W, eğimi yer yer terslenmekle birlikte, 0-17° arasında

ve genellikle kuzeydoğu'ya doğrudur. Yerleşimi sonuçlandıran olası itilme yönü güneybatı'dır. Şistler ve serpentinitler bindirme olayında kaymayı kolaylaştırıcı rol oynamışlardır. Bindirme etkisiyle, serpentinit kütlesi tabanda şistleşmiş ve milonitleşmiş, tabandan kireçtaşı kopartılmış ve bloklar halinde taşınmıştır. Bindirme düzlemine yakın kesimlerde kireçtaşında şiddetli paralanmalar gelişmiştir. Ayrıca bindirme düzleminin her iki yanında bu düzleme paralel ikincil düzlemler de gelişmiştir.

Bölgenin yapısal evriminde etkin olan Üst Kretase-Alt Paleosen sonrası hareketler, Alt Eosen ve Neojen sonrası yaşlıdır. Önceki hareketlerin aksine gerilme tektoniği niteliğindedirler. Bunlardan, Alt Eosen sonrası hareketler sonucu, incelenen alanı NW doğrultusunda kesen büyük gravite yarılımları oluşmuştur (Ek-1,2). Bu yarılımların genel gidişleri N70W, eğimleri 50-90° arasındadır. Yer yer örtülü olmakla birlikte uzunlukları 16 Km. kadar izlenebilen bu yarılımların jeolojik kesitlerden ölçülebilen atımları; 125-400 m. arasında değişmektedir. Yarılım aynası, eğim yönünde atımı işaretleyen perdah çizgileri, yarılım düzleminin iki yanındaki kayalarda milonitleşme ve rekristalizasyon, yarılım dolgusu biçiminde silis ve demirli mineraller, katman uçlarında kıvrımlanma, topoğrafyada ani değişiklik ve çizgisellik bu yarılımların tanıtman özellikleridir. İnceleme alanına Horst-Graben'li bir yapı kazandıran bu sistemdeki yarılımların başlıcaları; Hüyük yarılımı, Büyük yarılım, Erikçalı yarılımı, Alper Yarılımı, Bayatolu yarılımı ve Koçyazı yarılımıdır. N 35E, N5W ve N25W gidişli diğer yarılımlar, Neojen sonrası yaşlıdır. Genellikle daha yaşlı eklem yüzeyleri boyunca gelişen bu yarılımlar en çok 15 m. ye ulaşan daha kısa atımlar gösterirler. Bu yarılımlarla; bölgenin genellikle doğuya doğru basamaklı bir biçimde çöküntüsü sağlanmıştır.

PETROGRAFI VE PETROLOJİ

PETROGRAFI

İncelemelerin başlıca konusunu oluşturu-

ran magnezitlerin oluşum koşullarını aydınlatmak amacıyla, rekristalize kireçtaşları dışındaki ofiyolit topluluğuna ait kayaçların petrografisi bu bölümde ele alınmaktadır.

Şistler

Açık yeşil, gri renklerde olan fillitlerde yapraklanma çok iyi gelişmiş olup şistoziteye paralel bir kaç mm. ye kadar ulaşan kuars ve kalsit bantları, yapraklanma yüzeylerinde bu yüzeylere ipek parlaklığı veren serizit iğnecikleri görülür. Mikroskop incelemelerinde kayacı oluşturan başlıca minerallerin; klorit, serizit, kalsit ve kuars olduğu, yer yer bu topluluğa muskovit, biyotit ve albit minerallerin de katıldığı, ayrıca yan mineraller olarak opak minerallerin de bu toplulukta yer aldığı saptanmıştır.

Mostrada koyu yeşilden mavimsi renklere kadar renk değişimleri gösteren bazik şistlerde şistozite, fillitlerdeki kadar olmamakla birlikte oldukça iyi gelişmiştir. Şistoziteye paralel birkaç mm. kalınlığında kuars bantları, ayrıca yapraklanma yüzeylerinde serizit iğnecikleri görülür. Mikroskop altında bu kayaçlarda fillitlerden farklı olarak; glokofan, lav ve epidot gibi minerallerin zuhur ettiği izlenir. Oluşum koşullarını işaretlemesi açısından indeks mineraller niteliğinde olan glokofan ve lavsonit mineralleri, bazik şistlerde lavsonit + glokofan ve lavsonit + glokofan + kuars parajenetik ilişkisi oluşturmaktadırlar (Foto-2). Bu minerallerden başka; hornblend, aktinolit, prehnit, biyotit, klorit ve kalıntı klinopiroksen, daha az miktarda şistlerin mineral bileşimine katılırlar.

Tüm şistlerde lepidoblastik doku iyi gelişmiştir. Mineraller şistozite yönüne paralel yönelme gösterirler. Kayaçlarda tektonik etkiler nedeniyle, şist bantlarında izoklinal kıvrımlanma ve minerallerde kırılmalar gelişmiştir.

Şistlerle ilgili olarak yukarıda sözü edilen mineraller fillitlerin; pelitik malzeme kökenli, metadiyabazlarla aynı seviyelerde ve onlara yakın yerlerde zuhur eden bazik şistlerin; olasılıkla bazik tüf kökenli olduklarını işaret etmektedirler.

Metadiyabazlar

Şistlerden daha dayanıklı olduklarından, arazide röliyef oluşturan mostralalar halinde zuhur ederler. Renkleri yeşil, koyu mavi, gri arasında değişir. Bu kayaçların tüm hacminde, özellikle kenar ve makaslama zonlarında etkin olan metamorfizma, bu kesimlerde hornblend, aktinolit, glokofan/krossit, lavsonit, klorit ve sfen gibi başlıca mineral fazlarının gelişmesine neden olmuştur.

Hornblend başlıca minerallerden biri olup yeşil renklidir. Diğer yaygın bir mineral de aktinolit olup bazı örneklerde; aktinolit'in hornblendden oluştuğunu gösteren dokusal ilişkiler saptanmıştır. Aktinolit bazan hornblend kristallerinin kenarlarında hornblend'i



Foto 2. Bazik şistlerde, lavsonit + glokofan ve lavsonit + glokofan + kuars parajenezli. Örnekte mineraller, şistoziteye paralel yönelme göstermektedir.

Lv; lavsonit, Gl; glokofan, Q; kuars. (örnek no: VM 26, paralel ışık, 50x).

örnektir, bazan da hornblend kristallerinde, hornblendden farklı oryantasyon gösteren oluşturmalar halinde zuhur eder. Metadiyabazların çoğunda saptanan glokofan minerali; tüm kayacı kaplayan ilk faz, bazan ilk faz yanında makaslama kırıklarında ikinci bir kuşak halinde olmak üzere değişik fazlarda oluşmuştur (M 67)*. Bazı metadiyabazlarda yaygın bir biçimde, aktinolitten glokofan oluşumu izlenmiştir. Glokofan, birey aktinolit kristallerinde düzenli bir Na metasomatozu gözlenmez; gelişmiştir (Foto 3). Krossit glokofanla birlikte veya tek başına zuhur eden bir başka alkali amfiboldür. Metamorfik oluşum koşullarını işaretleyen indeks bir mineral niteliğinde olan lavsonit, mineral bileşimine giren başlıca minerallerden biridir. Bu mineral, şistler içindeki bazı kayaların metamorflaşmış kesimlerinde yaygın olarak gelişmiştir. Bazen bu kayaların birincil diyabaz mineralleri ve dokusunun korunduğu iç kesimlerdeki boşluk ve kırıklarda da zuhur etmektedir. Tüm örneklerde mineral bileşimine giren klorit, bazı metadiyabazlarda birincil kristaller arası hamurda ve ayrıca makaslama çatlaklarında yer alır. Sfen başlıca mineral fazlarından biri olarak, sfenlerin bozuşma ürünü lökoksene ile birlikte, kayaların büyük bir hacmini oluşturur.

Yukarıda açıklanan başlıca mineral fazlarından başka; albit, kuars, kalsit ile dolomit ten oluşan karbonat oluşumları kalıntı klinopiroksen ve plajiyoklas, ayrıca ikincil bir metamorfizma minerali olan prehnit'de gözlenmiştir. Prehnit çoğun çatlak ve boşluk dolgusu olarak, bazan da prehnit+klorit+sfen+lökoksene mineral topluluğu biçiminde tüm kayacın mineral bileşimine girmektedir.

Metadiyabazlarda glokofan ve lavsonit gibi önemli yüksek basınç (P) düşük sıcaklık (T) mineralleri ayrı ayrı bulunabildikleri gibi genellikle birlikte :

- Lavsonit+Glokofan/Krossit+Albit
- Lavsonit+Glokofan/Krossit+Kuars
- Lavsonit+Glokofan/Krossit

parajenez ilişkisi içindedirler (Foto-3,4). Bu topluluğa yer yer çeşitli biçimlerde diğer mineraller de katılmaktadır.

Yukarıda mineral ve mineral toplulukları tanımlanmış olan kayalar bazan tümü ile şistleşmişlerdir. Şistleşme, bazan sadece kenar ve makaslama zonlarında izlenmekte, kayacın iç kesimleri som olmaktadır. Mikroskop incelemelerinde kataklastik etki; özellikle klinopiroksen, hornblend gibi birincil minerallerde dilimlerde bükülme ve kristallerde kırılmalar bi-

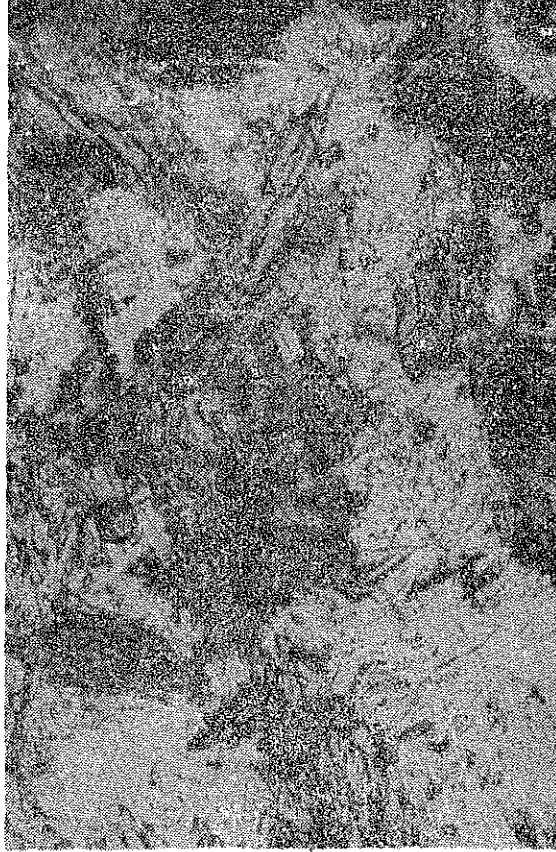


Foto 3. Lavsonit + glokofan parajenez ilişkisi içinde lavsonit ve glokofan blastozları ve aktinolitlerde izlenen "alkali" metasomatozu. Lv; lavsonit, Gl; glokofan, Ac; aktinolit (örnek no. M 37, paralel ışık, 50 x).

çiminde daha fazla görünmektedir. Yapraklanmanın geliştiği kayaç kesimleri örneklerinde; lepidoblastik, kataklastik doku gelişmiştir. Örneğin; mikroskobik boyutlarda kıvrımlanmalar ve minerallerde yapraklanma yönüne paralel dizilimler belirgindir. Yapraklanmanın gelişmediği kayaç kesimlerinde doku; porfiroblastik kataklastiktir.

(M 67)* indeks metamorfizma minerallerinin geliştiği kayalara ait örnek yerleri Ek-I de gösterilmiştir.

Bazı metadiyabazlarda metamorfizma, sadece makaslama ve kenar zonlarında etkin olmuştur. Bu kayaların iç kesimlerinde, mineral bileşimi ve dokusal özellikler korunmuş olmakla birlikte, bazı boşluk ve çatlaklarda prehnit karakterinde olası lavsonit blastozları zuhur etmektedir. Ofitik dokunun gözleendiği bu kayaç kesimlerinde de, kataklastik etkiler belirgindir. Metamorflaşmamış olan bu kesimlerde tanınmış olan birincil mineral bileşim ve dokusal özellikler; bu kayaların serpentinitler içindeki bazik intrüziflerle köken ilişkisi içinde olduğunu göstermektedir. Genel şistozite doğrultu ve eğimlerine paralel konumda zuhur eden bu kayalar ile, bazik şistler; metamorflaşmış, olasılıkla denizaltı bazik erüpsiyonlarını temsil etmektedirler.

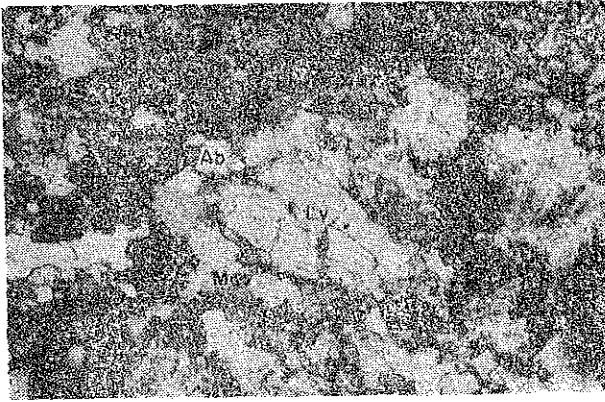


Foto 4. Lavsonit + albit parajenezi. Örnekte ayrıca muskovit de izlenmektedir. Lv; lavsonit, Ab; albit, Mu; muskovit. (örnek no: M 16, x nikol, 125 x).

Serpentinit

Mostrada çeşitli derecelerde deformasyon özellikleri gösterir. Deformasyon'un daha az etkili olduğu yerlerden alınan örnekler; som, düzenli kırıklı, açık sarı, kahve ve gri renklindedir. Mikroskop incelemelerine göre başlıca bastit psödomorfları ile lizarit ve krizotil minerallerinden oluşur. Bastit psödomerflarında bazan, az miktarda kalıntı ortopiroksen (olasılıkla enstatit) izlenmektedir. Bu psödomorfların bazıları bir talk kuşağı ile çevrilmiş, bazılarında talklaşma dilinim çizgileri boyunca da gelişmiştir. Bu tür örneklerde ağ dokusu iyi geliş-

miştir. Ağ dokunun içi izotropik karakterde olup bazan bu dokunun içi ve kollarında yaygın kloritleşmeler görülür. Çoğun çatlak dolgusu biçiminde yer alan krizotil ve karbonat oluşumları dışında bu örneklerde opak mineraller olarak kromit, limonit, magnetit ve hematit saptanmıştır.

Deformasyon'un daha etkin olduğu serpentinit kesimleri breşleşmiş ve milonitleşmiştir. Bu kesimlerde kayaç, kirli sarı, açık-koyu kahve, gri ve esme, renklindedir. Bu özelliklerdeki serpentinitlerde ağ dokusu bozulmuş ve yerine metasomatik doku gelişmiştir. Bunun sonucu olarak tüm serpentinit örneklerinde saptanan mineraller dışında, çoğun kuars ve kalsedon olarak silis ile başta magnezit olmak üzere karbonat mineralleri, bu kayalarda yaygın olarak yer alır. Silis ve karbonat mineralleri, kayaç içinde metasomatik veya farklı fazlarda gelişmiş makaslama çatlaklarında, dolgu biçiminde zuhur ederler.

Bindirme düzlemine yakın kesimlerde ve diğer kesimlerdeki bazı makaslama zonlarında serpentinit şisti bir yapı kazanmıştır. Bu kesimlerin örneklerinin mikroskop incelemelerinde; talk, antigorit, çatlak dolgusu olarak çok az krizotil ve bazan da bastit psödomorfları ile opak mineraller saptanmıştır. Ağ dokusu bu kesimlerde tamamen yok olmuştur.

İncelenen tüm örneklerde serpentinleşme ileri derecededir. Bu nedenle serpentinleşme öncesi minerallerin tanımlanabilmesi olanaklı olmamıştır.

Bazik İntrüzif Kayaçlar

El örneğinde som iri veya çok ince kristalidir. Renkleri koyu gri yeşilimsi, gri veya esmer tonları arasında değişir. Mikroskopta saptanan başlıca mineraller plajiyoklas, ojit, hornblend ve klorittir. Plajiyoklas, labrador-bitovnit bileşimli olup yer yer serizitleşme, killeşme veya plajiyoklas kalıntılarında albitleşme saptanmıştır. Ojit bazı örneklerde taze, bazılarında ise hornblend ve kloritle birlikte ojit→hornblend→klorit dönüşüm iliş-

kisi içindedir. Söz konusu bu minerallerden başka, bazik intrüziflerde; epidot, sfen, lökoksen prehnit ve zeolitler ile opak demir mineralleri, çok az miktarda yer alırlar.

Ofitik doku bazik kayalarda tipik olarak izlenmektedir. Ancak bazı örneklerde ofitik doku iyi gelişmemiştir. Bu kayalar gabroyik karakterde olup kristalleri daha iridir. Bu başlık altında sözü edilen kayalar, tümüyle tipik efüzif karakterde olmayıp damar kayacı, hatta subvolkanik dokulara geçiş gösteren kayalar niteliğindedirler.

İncelenen alanda etkin olan metamorfizma, taban blok'unda yer alan volkanik kayaların aksine; tavan blokunda yer alan bazı diyabaz bloklarının kenar zonlarında, metamorfizma minerallerinin gelişimine neden olmuştur (M59, M 62). Bu blokların kenarlarında lavsonit, glokofon, klorit ve sfen ile lökoksen yaygın mineral fazları halindedirler. Glokofon+lavsonit ilişkisinin gözlemlendiği bu kesimlerde mineral bileşimine katılan bazı aktinolitlerde, belirli bir dokusal ilişki göstermeksizin gelişen glokofon oluşumları saptanmıştır (Foto-5). Kalıntı ola-

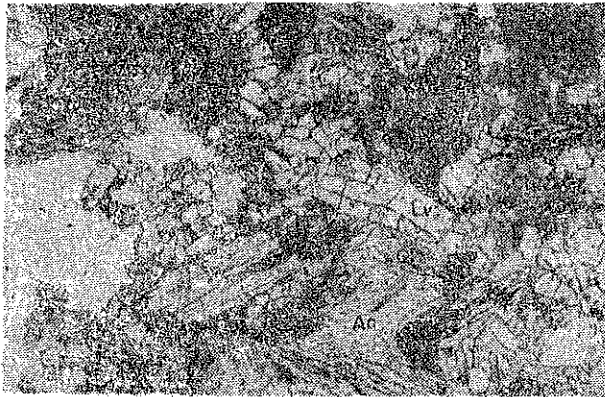


Foto 5. Bazik bir kayacın metamorflaşmış kenar zonunda, lavsonit + glokofon parajenez ilişkisi. Lv; lavsonit, Gl; glokofon, Ac; aktinolit, Chl; klorit. (örnek no; M 59c, paralel ışık, 50 x).

rak birincil ofitik dokusu ile ojit ve plajiyoklas minerallerinin de saptandığı bu kesimlerde, kristal dilinimlerinde bükülme ve makaslama ile kataklastik görünüşler izlenmektedir.

Bazı blokların kenar zonunda yukarıda sözü edilen metamorfik mineral fazlarına, prehnit ikincil ve daha genç evrede oluşmuş bir mineral olarak katılır.

RÖNTGENOGRAFİ İNCELEMELERİ

Mikroskop incelemeleri ile saptanmış olan mineralleri denetliyerek başka fazların varlığını araştırmak amacıyla; şist, metadyabaz, serpantinik ve bazik intrüziflerden örnekler alınmış, bunların röntgenografik analizleri yapılmıştır. Bu amaçla, Phillips röntgen difraktometresi kullanılmıştır. Toz preparat yöntemiyle yapılan analizlerde, Cu K α radyasyonu ve Nikel filtre kullanılarak 20 mm/min., 1X10³ ve 2X10² CPS analiz koşullarında çalışılmıştır. Kaydedilen difraktogramlardaki piklerin "d" değerleri hesaplanmış, bu değerlerle ASTM kartlarındaki d değerleri karşılaştırılarak mineraller saptanmıştır. Bu işlemde mineral tanınması, ölçülebilir nitelikte ve en az 2 pik elde edildiği hallerde yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda mikroskop çalışmaları ile saptanan tüm minerallerin varlığı doğrulanmıştır. Farklı olarak bu yöntemle, bazik şistlerin bindirme düzlemine çok yakın yerlerden alınan 2 örnekte (M25, M 28) jadeit minerali 3 pikle ve kesinlikle saptanmıştır. Metadyabazlarda manezyorit, belirgin piklerde izlenirken (M 20) bazik intrüziflere ait bazı örneklerde; pikleri çok az belirgin, olasılıkla zeolit mineralleri, röntgenografi incelemeleri ile saptanan diğer minerallerdir.

PETROGRAFI VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YORUMU

Ofiyolit topluluğunu etkileyen metamorfizma, metamorfizma koşullarını belirleyen indeks mineral parajenezleri ve minerallerinin oluşumunu sağlamıştır.

Bu minerallerden geniş bir duraylılık alanı olan glokofon, tek başına indeks bir mineral değildir. Yaygın bir biçimde orojenik kuşaklarda, bazan ofiyolit mostralari ile ilişkili olarak zuhur eder. Lavsonit minerali ise, yerkürenin birçok yerinde; yüksek basınç/düşük sıcaklık kuşaklarındaki metabazit ve metasedimentler-

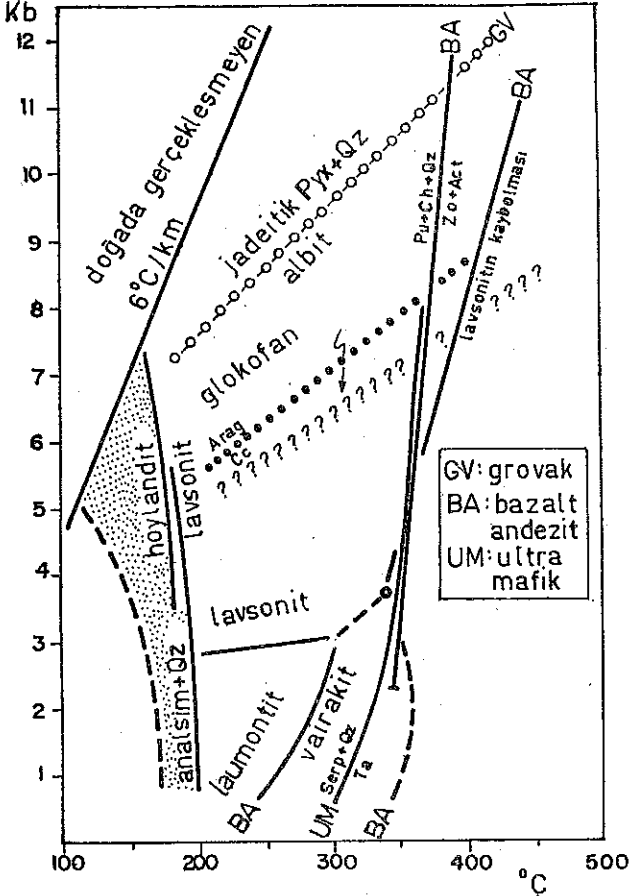
rüziflerde zuhur ederler. Söz konusu diğer metamorfik minerallere oranla tektonik deformasyon izlerinin çok az veya hiç görülmediği prehnit ve zeolitler daha düşük basınç ve sıcaklıklarda, örneğin; 3 Kb altındaki basınçlarda duraylıdır.

düşük olmuştur. En yüksek basınçlar, sadece makaslama zonlarında etkin olmuştur. Özellikle bazik intrüzif kayalarda saptanan prehnit ve zeolit mineralleri, tektonik etkilerin azalması ve ofiyolit yerleşiminin yavaşlaması ile birlikte; daha düşük basınç ve sıcaklıklar da, geç evrelerde oluşmuşlardır. İncelenen alandaki metamorfizma için öne sürülmekte olan bu model, dünyanın birçok orojenik kuşaklardaki metamorfik sahalarda da gözlenmiştir (Blake ve diğerleri; 1969, Coleman; 1972, 1976).

Metamorfizmanın gelişmesinde, tektonik etkenler yanında, sıvı faz'ın bileşimi de önemli rol oynamaktadır. Kayaçların çatlak ve gözeneklerinde yer alan çözeltiler, bitişikteki minerallerle genellikle aynı basınç altındadırlar. Bir kural olarak, katı malzemede etkili basınca eşit olarak kabul edilen hidrostatik basınç niteliğindeki çözelti basıncı (Pf); çözeltideki H₂O ve CO₂'in kısmi basınçları toplamına (Pf=PH₂O+PCO₂) eşittir. Glokofan, aktinolit, lavsonit ve zeolitler gibi Ca-Al minerallerinin varlığı, sıvı fazdaki CO₂ nin çok düşük değerlerde olduğunu göstermektedir. Örneğin laumontit ve prehnit; 2 Kb toplam sıvı basıncında $\times CO_2 = 0.03 \pm 0.02$ değerleri için duraylıdır. Bu değerler Sanbagawa'da 0.03, Fransiscan'da 0.01 dir (Winkler, 1976). Bu bileşimdeki çözeltiler, incelenen alanda yer alan ve bol su içeren pelitik sedimentlerin kristal sularının açığa çıkması ve bunlarla alakatlı olan karbonatların bozulmasını sonucunda oluşmuşlardır (Miyashiro, 1973).

BAZİK INTRÜZİF KAYAÇLARIN PETROLOJİSİ

Bazik intrüzif kayaçlarının türediği magma cinsini saptamak ve metamorfizmanın; birincil kimya bileşiminin değişiminde ne derecede etkin olduğunu anlamak amacıyla serpentinit içinde yer alan üç ayrı kayaç blokunun orta ve kenar kesimlerinden, 10 adet örnek alınmıştır (EK-1). Bu örneklerde gerçekleştirilen ana element analiz değerleri ve bu değerlerden hesaplanan C.I.P.W norm yüzdeleri ile NİGGLİ parametreleri tablolar halinde sunulmaktadır (Tablo-2,3,4).



Şekil 3. Çok düşük derece metamorfizma koşullarında çeşitli kayalarda gelişen ve metamorfik zonlar için tanımlanan mineral ve mineral parajenezleri (Winkler, 1976).

Tüm bu veriler, metamorfik koşulların, ofiyolit yerleşimi ve özellikle bölgesel itki biçimindeki bindirme ile sağlandığını göstermektedir. Sağlanan litostatik basınca ek olarak yönlü basıncın toplam etkisi, bindirme düzleminin altında kalan kayaçların çok düşük derece metamorfizmasını sağlamıştır. En yüksek basınçların etkili olduğu bu kesimde metamorfizma koşulları; olasılıkla 7Kb ve 350°C dolayında olmuş olması gerekir. Tavan blokunu etkileyen basınç değerleri doğal olarak daha

	Ada yayları toleyit dizi- leri	Okyanus or- tası sirtları abisal tole- yitler	Okyanusal adalar tole- yit dizileri	Yunak dola- yındaki ba- zik kayaçlar
FeO*/MgO %	1-7	0.8-2.1	0.5-2.5	1.31-2.08
SiO ₂ %	46-76	47-51	45-65	45.09-52.80
FeO* %	6-16	6-14	8-16	10.54-12.24
Na ₂ O %	1.1-3.6	1.7-3.3	0.7-4.5	1.30-4.35
K ₂ O %	0.1-2.0	0.07-0.40	0.06-2.0	0.08-0.43
TiO ₂ %	0.3-2.0	0.7-2.3	0.2-5.0	0.88-1.02

Tablo 1 — Çeşitli tektonik düzenlerdeki toleyit dizisi volkanitleri ile Yunak dolayındaki bazik kayaçların kimya bileşimlerinin karşılaştırılması (Değerler Miyashiro; 1975 çizelge 2'den alınmıştır).

Örnek No.	M 59 a	M 59 b	M 59 c	M 62 a	M 62 b	M 62 c	M 69 b	M 69 c	M 69 d	M 69 e
SiO ₂	48.55	50.05	48.54	50.83	52.80	47.35	45.09	48.84	48.01	48.90
TiO ₂	0.90	1.02	0.94	0.97	0.95	0.88	1.02	0.94	1.02	1.01
Al ₂ O ₃	14.99	15.34	15.32	15.46	15.76	14.06	15.52	15.01	16.58	15.34
FeO*	11.42	11.15	11.43	11.00	11.12	10.82	10.54	12.24	10.93	11.00
MgO	6.54	6.62	7.31	5.91	5.34	6.76	8.04	6.17	7.17	6.92
CaO	12.72	9.65	10.35	10.00	8.53	15.93	13.04	8.39	9.08	9.74
Na ₂ O	2.53	3.41	2.99	3.37	2.91	1.30	1.95	4.35	3.87	3.69
K ₂ O	0.10	0.32	0.16	0.18	0.43	0.08	0.11	0.14	0.25	0.27
H ₂ O+CO ₂	2.24	2.43	2.97	2.28	2.17	2.82	4.69	3.92	3.08	3.13
TOPLAM	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tablo 2 — Bazik intrüzif kayaçlardaki kimyasal analiz bileşenlerinin yüz'e dönüştürülmüş durumları.

Analizi yapılan bazik kayaçların tümü benzer kimya bileşimindedir (Tablo-2). Hemen hemen tüm analiz sonuçları, bazalt kimyası ile benzerlik göstermektedir. Kayaçlardaki FeO*/MgO oranı 1.31-2.08 değerleri arasında değişmektedir. Bu değerler çeşitli tektonik düzenlerde yer alan volkanitlerin FeO*/MgO değerleri ile karşılaştırıldığında (Tablo-1) abisal toleyitlerin değişim aralığı ile uyduğu görür (Miyashiro, 1975). Ayrıca bazik kayaçların SiO₂, FeO*, Na₂O, K₂O ve TiO₂ değerleri toleyit kayaçlarını temsil eden değerlerle karşılaştırıldığında; bu kayaçların bileşimlerinin, abisal toleyit ile okyanus adası toleyetine benzer olduğu görülür. Kayaçların SiO₂ kapsamı, bir analiz değeri dışında % 47,35-52.80 arasında değişmektedir. Bu durum, taze abisal toleyitler için ayırtman olan % 47-52 SiO₂ aralığına uymaktadır. K₂O ve Na₂O değerleri; Miyashiro nun metamorfik

kayaçlardaki kimyasal gücü araştırmak için önerdiği Na₂O+K₂O ya karşı Na₂O/K₂O diyagramına uyarlandığında tüm değerler taze kayaçların yer aldığı VV çizgisinin altında yer alır ve abisal toleyit değerleri ile üstlenir (Şekil-4).

C.I.P.W normları incelendiğinde; normativ kuars, diyopsit ve hipersten'in varlığı görülmektedir (Tablo-3). Slikate doymamış bir mineral olan nefelin ve bir analiz dışında olivinin yer almadığı izlenmektedir. NIGGLI değerlerinde serbest silis miktarını işaretleyen Q_z parametresinin "—" değerleri, kayaçta silis'e doymamış minerallerin varlığını işaretlemektedir (Tablo-4).

PETROLOJİK VERİLERİN YORUMU

Bazik kayaçların ana element oksit yüzdeleri, bazalt kimyası ile benzerlik göstermek-

tedir. Bu kayaçlar, silise oldukça doygun olasılıkla toleyitik bir magmadan kristallenmişlerdir. Kayaçlar üzerinde daha sonraları etkili olan metamorfizma, birincil kimya bileşiminin değişmesine önemli bir etkisi olmamıştır. Analiz değerlerinin Na_2O+K_2O ya karşı Na_2O/K_2O diyagramında, VV çizgisinin altında yer alması ve normatif nefelin'in ortaya çıkması sisteme dışarıdan önemli bir alkali ilavesi olmadığını göstermektedir. Aktinolitlerde saptanan glokofan gelişimi Na göçünü göstermekte ise de, bu durum, sistemin içindeki sınırlı madde göçünün ürünü ve sonuçta izo-

kimyasal bir olaydır. Bazı kayaç bloklarının kenar zonlarında alkali oksitlerin daha düşük değerler vermesinin nedeni, olasılıkla bu biçimde bir kimyasal madde göçü ve metamorfizma sonrası bozunmadır (Miyashiro, 1975).

MAGNEZİT YATAKLARININ OLUŞUM SORUNLARI

Avusturya geleneklerine bağlı olarak; mikrokristalen magnezit (Kraubath tipi) ve spatik magnezit (Veitsch tipi) olmak üzere iki ana tipe ayrılan magnezit, hammadde olarak

Örnek No.	M59a	M59b	M59c	M62a	M62b	M62c	M69b	M69c	M69d	M69e
Kuars	3.728	3.236	2.528	5.302	10.973	5.358	0.200	0.281	-	0.366
Anortit	29.233	25.606	27.903	26.535	28.698	32.280	33.287	21.012	27.126	24.481
Volastonit	12.834	7.817	8.411	8.225	4.299	18.237	11.632	7.236	5.996	8.494
Titanit	2.214	2.515	2.310	2.382	2.336	2.159	2.512	2.310	2.515	2.479
Diyopensta	11.092	6.756	7.269	7.109	3.715	15.762	10.053	6.254	9.182	7.341
Olvin	-	-	-	-	-	-	-	-	4.047	-
Enstatit	16.284	16.489	18.197	14.708	13.294	16.841	20.017	15.365	12.089	17.229
Olivferste	-	-	-	-	-	-	-	-	4.047	-
Hipersten	5.191	9.733	10.928	7.599	9.579	1.080	9.964	9.911	6.907	9.988
Ortoklas	0.599	1.877	0.968	1.076	2.514	0.484	0.666	0.846	1.484	1.568
Forsterit	-	-	-	-	-	-	-	-	4.047	-
Hematit	11.424	11.151	11.435	11.002	11.121	10.824	10.535	12.237	10.930	10.999
Diyopsit	23.927	14.573	15.681	15.334	8.014	33.999	21.685	13.490	11.178	15.834
Hiperensta	5.195	9.733	10.928	7.599	9.579	1.080	9.964	9.111	6.907	9.988
Albit	21.444	28.879	25.285	28.494	24.598	10.994	16.461	36.794	32.728	31.253
Diyopvolas	12.834	7.817	8.411	8.225	4.299	18.237	11.632	7.236	5.996	8.494
TOPLAM	97.760	97.571	97.032	97.725	97.832	97.176	95.311	96.087	96.916	96.868

Tablo 3 — Bazik intrüzif kayaçların kimya analizlerinden hesaplanan C.I.P.W. norm yüzdeleri.

Örnek No.	M59a	M59b	M59c	M62a	M62b	M62c	M69b	M69c	M69d	M69e
Al	20.39	21.97	21.19	22.62	24.54	18.45	20.33	21.82	23.08	21.61
Fe	42.33	44.37	45.75	42.40	43.14	40.60	44.25	45.39	44.69	44.45
C	31.46	25.13	26.02	26.60	24.15	38.02	31.07	22.17	22.99	24.97
Alk	5.82	8.53	7.04	8.39	8.16	2.92	4.35	10.62	9.24	8.97
Si	112.04	121.60	113.92	126.17	139.54	105.48	100.23	120.47	113.43	116.95
Ti	1.57	1.87	1.66	1.81	1.89	1.47	1.71	1.75	1.82	1.82
H	17.24	19.68	23.23	18.84	19.11	20.98	34.76	32.23	24.30	24.98
K	0.03	0.06	0.03	0.03	0.09	0.04	0.04	0.02	0.04	0.05
Mg	0.53	0.54	0.56	0.52	0.49	0.55	0.60	0.50	0.57	0.55
Si'	123.28	134.13	128.18	133.56	132.66	111.69	117.41	142.49	136.95	135.87
Qz	-11.24	-12.53	-14.26	-7.39	6.88	-8.21	-17.18	-22.02	-23.52	-18.92

Tablo 4 — Bazik intrüzif kayaçların kimya analizlerinden hesaplanan NIGGLI değerleri.

çeşitli sanayi dalları yanında, özellikle refrakter sanayinde geniş tüketim alanı bulan bir hammaddedir. Oluşumu sadece bilimsel açıdan değil ekonomik açıdan da büyük ilgi çekmiş olan magnezit ile ilgili olarak, yapılan saha çalışmaları yanında yoğun laboratuvar çalışmaları, magnezit oluşumunda etkili olan çeşitli fiziko-kimya koşullarını ve bu koşullar arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı amaçlamıştır.

MAGNEZİT YATAKLARI İLE İLGİLİ SAHA GÖZLEMLERİ

İncelenen alanda kalsit, dolomit, magnezit ve silis yaygın mineralizasyonlar halindedir. Bunlardan magnezit, ekonomik yataklanma oluşturan tek karbonat mineralidir. Bilimsel terimler olmamasına karşın, masif magnezit ve yumrusal magnezit olmak üzere iki tipte gözlenmektedir. Fiziksel görüş farklılığına dayanan bu ayırım, aynı zamanda ilişkileri anlamayı kolaylığının sağlanmasını da amaçlamaktadır.

Masif Magnezitler

Çeşitli kalınlıklarda damar ve damarcıklar, değişik büyüklüklerde tektonize olmuş mercek ve blok halinde zuhur ederler (Foto-

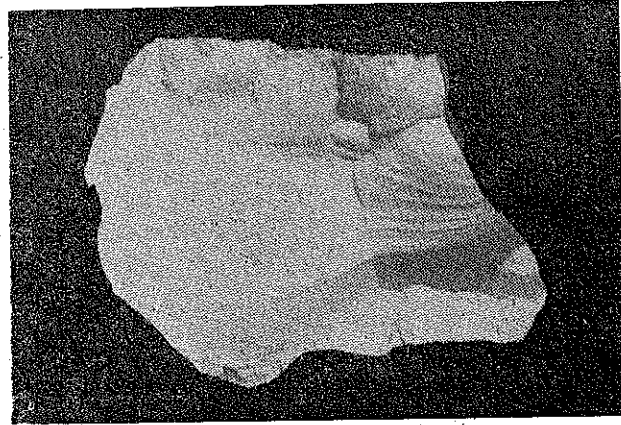
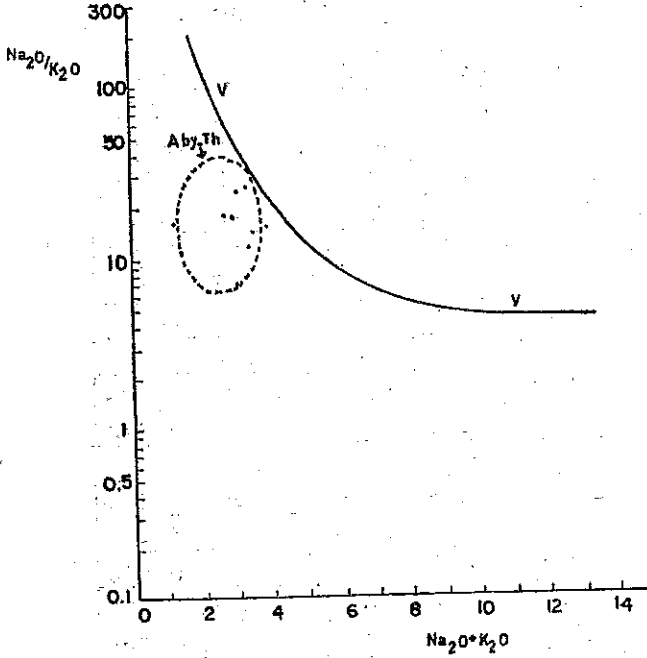


Foto 6. Masif magnezit.

6). Renkleri beyaz olup demirli minerallerle boyanma görünmez. Yantaş'la keskin sınır gösteren bu tip magnezitlerde, yer yer akma yapıları gözlenmektedir. Çok ince damarlarda bile yumrusal özellikler görünmez. Gözle tanınamıyacak küçüklükte kristallerden oluşan masif magnezitler homojen görünümüldür.

Mikroskopla yapılan incelemelere ait veriler, magnezitlerin serpentinitten metasomatik olarak oluştuğu yönündedir. Çeşitli gelişim evreleri izlenebilen metasomatoz sonucunda, serpentinit magnezit tarafından çeşitli derecelerde ornatılmıştır (Foto-7,8,9). Masif magnezit her zaman metasomatik ilişkilerin korunduğu biçimde çökmemiştir. Bazen magnezit içeren çözelti çatlaklarda ürün vermiştir. Bu durumlarda cevher-yantaş sınırları



Şekil 4. Ofiyolit topluluğundaki bazı intrüziif kayalar için; $Na_2O + K_2O$ 'e karşı Na_2O/K_2O diyagramı. Karşılaştırma için, abisal toleyit'in bileşim alanı (Miyashiro, 1975) diyagramına eklenmiştir. VV çizgisi, tüm taze volkanitler için Na_2O/K_2O üst sınırını tanımlar.

Bu çalışmada inceleme konusu edilen magnezitler, serpentinitler içinde çeşitli biçim ve fiziksel özelliklerde yataklanırlar. Saha gözlemleri ile, magnezit oluşumunu ofiyolit topluluğunu etkileyen yapısal hareketlerle ilgili olabileceği saptanmıştır. Bu nedenle magnezit oluşum sorunlarına yönelik saha ve laboratuvar çalışmaları, levha tektoniği ilkeleri de dikkate alınarak yürütülmüş ve bu sorunlara çözüm getirilmeye çalışılmıştır.

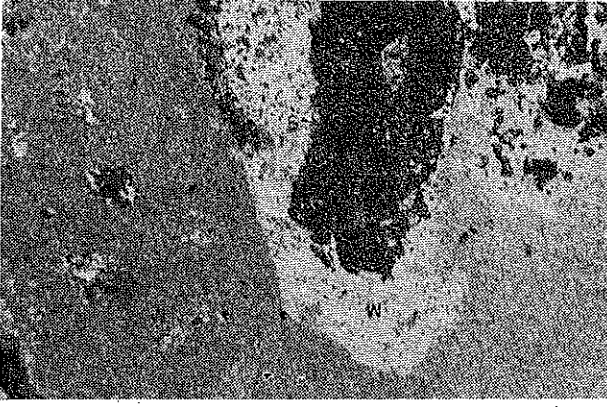


Foto 7. Serpentinite parçasında ornatma. Ornatma dış yüzeyler boyunca ilerlemiş olmasına rağmen, ornatma öncesi serpentinite sınırları, kalıntı olarak görülebilmektedir. M; magnezit, S; serpentinite (\times nikol, 50 \times).



Foto 8. Çeşitli derecelerde izlenen ornatma (metasomatoz) bazı parçaların hacminin büyük bir bölümünde etkili olmuştur. M; magnezit, S; serpentinite (\times nikol, 50 \times).

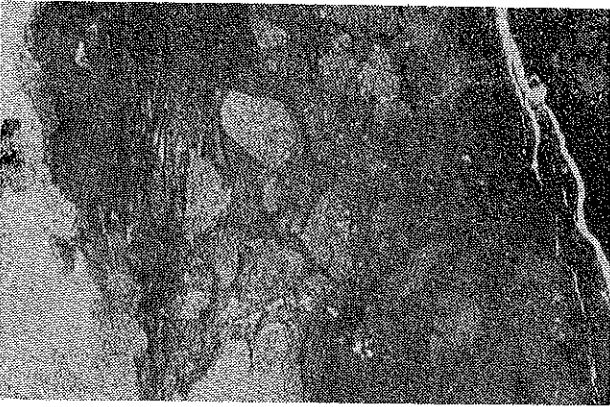


Foto 9. Had evrede ornatma. Örnek, serpentinite kalıntısı göstermeksizin tümü ile magnezitleşmiştir. Buna rağmen metasomatoz öncesi serpentinite breş sınırları izlenebilmektedir (\times nikol, 20 \times).

keskindir ve herhangi bir ornatma izi görünmez.

Masif magnezitlerde saha gözlemleri ve mikroskop incelemeleri ile saptanan parajenez ilişkisi, genellikle magnezit+serpentin biçimindedir. Yer yer kalsedon ve kuars olarak silis'in bazen de talk mineralinin magnezitle parajenez girdiği gözlenmiştir.

Yumrusal Magnezitler

Birkaç milimetre ile 0,5 metre arasında değişen kalınlıklarda; çoğun kıvrımlanmış paralel veya yantaşı ağ biçiminde kaplayan damar ve damarcıklar veya çeşitli derecelerde tektonize olmuş bloklar halinde zuhur ederler. Karnıbahara benzer görüntüsü nedeniyle bu tip magnezitlerde "Karnıbahar magnezit" denen (blumenkohl magnezit) yumrusal görünüş egemendir (Foto-10). Birey yumrular,

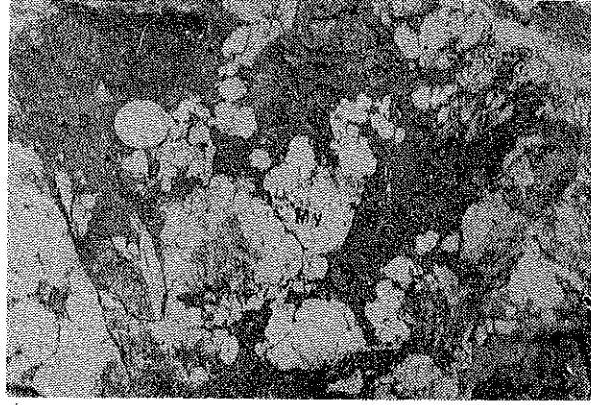


Foto 10. Meşelik C Magnezit Alanında, milonitleşmiş serpentinite içinde gelişmiş olan, birleşik ve bireysel magnezit yumruları. My; yumrusal, magnezit, S; serpentinite.

mikroskobik boyutlarda olabildikleri gibi bazan birkaç santimetre çaplı büyüklüktedir. Yumru oluşumu; magnezit oluşumunu sağlayan çözeltilere, uzun taşınma yolu ve geniş reaksiyon yüzeyi sunan breşleşmiş ve milonitleşmiş kayaç zonlarında gelişmiştir (Foto-11). Aynı çözeltiler yumruların oluşan damar ve damarcık biçimlerinde de ürün vermişlerdir. Magnezit oluşumundan sonra yumru yüzeyleri ince bir film halinde demirli minerallerle boyanmıştır. Bu nedenle yumrusal magnezitlerin rengi açık sarı ile açık kahve arasında değişmektedir.

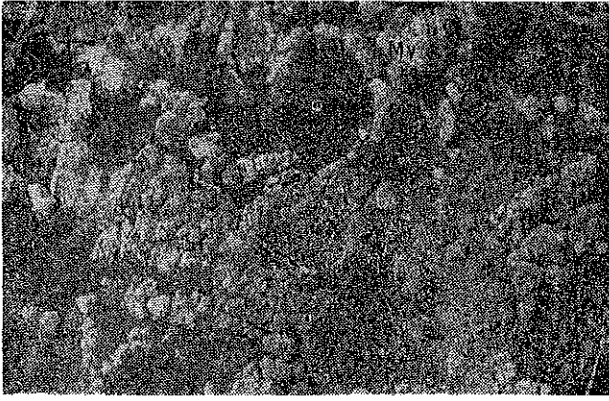


Foto 11. Ağ yapılı yumrusal magnezit. Milonitleşmiş serpentinit içinde gelişen yumrusal magnezit daha sonra etkin olan tektonizma nedeniyle kırılma ve deformasyon izleri göstermektedir. My; yumrusal magnezit, S; serpentinit.

terir. Bu zonlarda yumrusal magnezit ya serpentin veya senkron oluşumlar olarak silis mineralleri ile dokanak halindedir. Saha gözlemleri ve mikroskop incelemelerinde yumrusal magnezit oluşumu ile ilgili saptanan parajenez ilişkileri; genellikle magnezit+kuars/kalsedon bazan magnezit+serpentin biçimindedir. Daha seyrek olarak da talk minerali magnezitle parajenez ilişkisi içindedir.

Mikroskop incelemeleri karbonat minerallerini ayırtlamada, özellikle çok ince kristalli ve homojen olan magnezitlerde araştırma yapmada, sınırlı olarak vermektedir. Bu nedenle mikroskopla saptanamayan olası başka karbonat minerallerinin bulunması için; değişik fiziksel özelliklerdeki çeşitli magnezit örneklerinin röntgenografi incelemeleri yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda, bazı yazarların jel magnezit diye adlandırdıkları mikrokristallen magnezitlerin, jel halinde olmadıkları ve kristalinite derecelerinin yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca çok düşük P/T koşullarında oluşan; hidromagnezit, neskehonit, lansfordit ve çok yüksek P/T koşullarında oluşan; forsterit, enstatit, antofilit gibi magnezyum minerallerinden herhangi birisi saptanamamıştır.

Mikroskop incelemeleri yumrusal magnezitlerin, masif magnezitler gibi çok ince kristallerden oluştuğunu göstermektedir. Her iki tip magnezitlerde saptanan 1 mikrondan kü-

çük kristal boyutu yanında, yumrusal görünüş, yumrusal magnezitler için mikroskop altında da tipiktir. Yumrusal magnezitlerle ilgili metasomatik doku magnezit oluşumu için en uygun fizikokimya koşullarının sağlandığı makaslama zonlarında yaygın bir biçimde izlenmektedir. Metasomatoz sonucunda yumrusal magnezit, bazan damar biçiminde, bazan da bir kaç mikron büyüklükte olabilen yer yer küresel büyüme gösteren şekillerdeki birey yumrular halinde oluşmuştur (Foto-12).

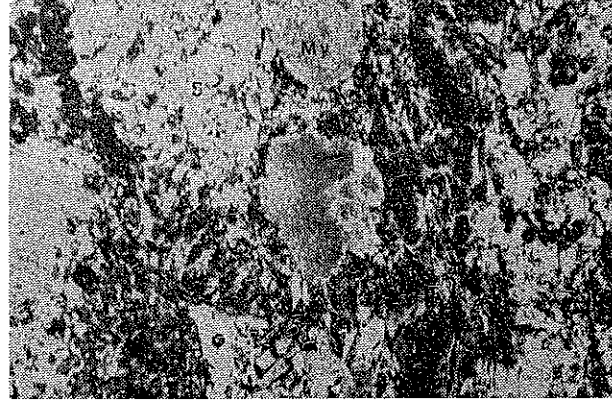


Foto 12. Milonitik zondaki makaslama boyunca, dizili bir biçimde gelişmiş magnezit yumruları. My; yumrusal magnezit, S; serpentinit (\times nikol, 50 \times).

Yumrular bazan, makaslama zonlarında serpentin mineraleri ile paralel yönlenme göstermektedir.

Diğer Karbonat Mineralleri

Kalsit ve dolomit biçimlerindeki karbonatlaşma, serpentinit ve bazik kayaların çatlaklarında birkaç mm. kalınlıklarda yaygın döl-gular halinde olduğu gibi, makaslama zonlarında bazan kayaç hacminin % 60'ına varan oranlarda zuhur eder. Yer yer magnezitin de katıldığı karbonatlaşma çeşitli evrelerde oluşmuştur.

Sözkonusu karbonat minerallerinden dolomit, bazı yerlerde tektonize olmuş merccek ve bloklar biçiminde bireysel mostralara, bazan magnezit-dolomitli magnezit-dolomitli kalsit biçiminde tedrici geçişli ve diğer karbonatlarla birlikte zuhur etmektedir.

Silis Oluşumları ve Demir Mineralleri

Kuars ve kalsedon mineralleri biçimlerindeki silis oluşumları, genellikle yumrusal

magnezitlerle köken ilişkisi gösterirler. Yumrusal magnezitlerle senkron olarak oluşan silis, sonuçta ya bu magnezitlerle doğrudan doğruya dokanak halinde veya yumrusal magnezit yataklarının dolayındaki serpentinitlerde çökelmiştir. Daha genç evrelerde oluşan silisin her iki tipteki magnezitlerle köken ilişkisi yoktur. Magnezitlerin içinde gelişen çatlaklarda, ikincil bir mineral olarak zuhur eder.

Mikroskop altındaki incelemelerde bazı serpentinit örneklerinde, silis minerallerinin metasomatik olarak gelişimi belirgin bir biçimde gözlenmiştir. Serpentin+kuars/kalsedon parajenezi gösteren silis mineralleri, genellikle yumrusal magnezit, çok seyrek ve daha az olarak masif magnezitlerle senkron oluşum ilişkisi içindedirler.

İkincil demir mineralleri özellikle yumrusal magnezitlerde izlenebilmektedir. Sistemde en son çökelen limonitimsi demir mineralleri, magnezit oluşumundan sonra da çatlaklar boyunca geliştiği, serpentiniti olduğu gibi, birkaç mikronluk kalınlıkta film yüzeyleri halinde magnezit yüzeylerini de boyamışlardır.

YATAKLARIN TEKTONİĞİ

Magnezit yatakları, yapısal hareketlerden çeşitli derecelerde etkilenmişlerdir. Bu hareketlerin sonucu olarak her tipteki magnezitlerde; bloklanma, bresleşme, milonitleşme ve kıvrımlanmalar izlenebilmektedir.

Bloklanma, magnezit yataklarında çeşitli derecelerde izlenmektedir. Şiddetli tektonizma nedeniyle yataklar bazan birincil yatak şekillerini koruyacak biçimde bloklanmışlar bazan da yataktan kopan, az çok rotasyonel hareketlerle taşınan ve birbirinden ayrılan yatak parçaları, mostrada bireysel bloklar halinde zuhur ederler (Foto-13). Bu durumlarda bile bazı blokların içinde kırılmış ve bilyeler gibi hareketler geçirerek yuvarlaklaşmış daha küçük parçalar gözlenmektedir. Çeşitli büyüklükte olabilen bloklardan büyük olanlarında; blok kenarında milonitleşme ve sık kırıklar gelişmiştir. Kırıklar blokların iç kesimlerinde düzensiz ve daha seyreklerdir. Serpentinitin bloklarla dokanakta olan kesimleri milo-

nitleşmiş ve yer yer yapraklanma kazanmıştır. Milonitleşme, küçük bloklarda tüm blok hacminde etkin olmuştur.

Bloklanma olayı bazik kayalardan sonra en ileri derecede masif magnezitlerde gelişmiştir. Bu olay, yumrusal magnezit yataklarında, yer yer silisleşmiş serpentinitlerde daha hafif ve daha seyrek izlenir. Yumrusal magnezitlerde bloklanma, çeşitli oluşma evreleri, kıvrımlanma hatta silisleşmeden sonra da gelişebilmiştir (Foto-14,15). Blok ve diğer

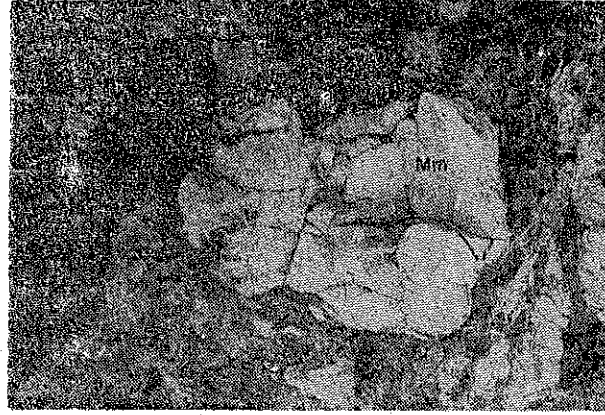


Foto 13. Tektonizma sonucu taşınan ve rotasyonel hareketlerle yuvarlaklaşan "masif magnezit" bloku. Blok'un yantaşa olan basınç etkisi belirgin. Bloku çevreleyen serpentinit milonitleşmiş durumda. Mm; masif magnezit, S; serpentinit.

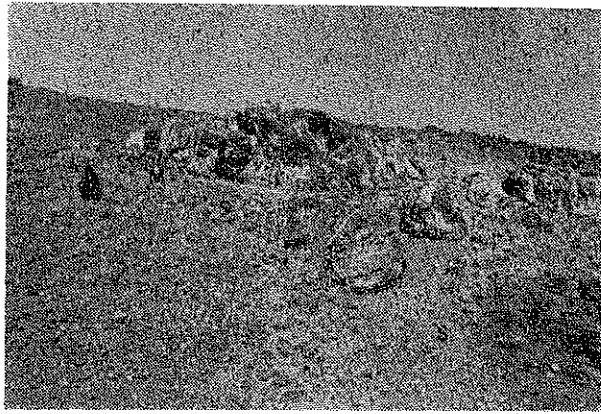


Foto 14. Magnezit oluşumundan sonra silisleşmiş ve bloklanmış kayaç (Böğrüdilik Magnezit Alanı). M; magnezit, s; silisleşmiş serpentinit, S; serpentinit, B; bazik kayaç bloku.

biçimlerdeki magnezit yataklarında çeşitli yönlerde gelişmiş kavisli perdah yüzeyleri (slicken sides), taşınma ve rotasyonel hare-

MAGNEZİTLERİN OLUŞMA YAŞI VE OLUŞUM KOŞULLARI

Magnezitlerin Oluşma Yaşı

Türkiye'nin çeşitli yerlerindeki magnezit yataklarında, özellikle ekonomiye yönelik çalışmalar yapan birçok çalışmacı (Petrascheck; 1963, Kaaden; 1969, Arda ve diğerleri: 1971), magnezit oluşumu için gerekli olan CO₂'nin kökeninden hareket ederek, magnezitlerin Neojen yaşı olduğunu öne sürmüşlerdir. Oysa inceleme alanı ile ilgili saha verileri, özellikle yumrusal magnezit oluşumları ile ilgili olan silisleşmelerin, Orta-Üst Paleosen ve Alt Eosen kayaların ekilemediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca Neojen yaşı sedimentlerin taban seviyelerinde; yuvarlak bazan köşeli yoğun masif magnezit çakılları ve yumrusal magnezit parçalarının varlığı, önemli bir başka veri olarak gözlenmektedir. Bu metinde, bundan önce sözü edilen, magnezit yatakları ile ilgili yapısal özellikler, sıkışma ve taşınma hareketlerinin sonuçlarıdır. Masif magnezitlerde, çökelme esnasında hafif kıvrımlanmış akma izleri dışında, önemli bir hareket görülmemektedir. Buna göre bu magnezitlerin taşınma işlemlerinden önce, sıkışma tektoniğinin başlangıç evrelerinde oluşmuş olmaları gerekir. Masif magnezitlerin çeşitli biçimlerindeki deformasyon ve dislokasyonu, diyajenezden sonraki sıkışma ve taşınma hareketleriyle sağlanmıştır. Tümünde kıvrımlanmanın geliştiği yumrusal magnezitler ise; masif magnezitlerden sonra ve çeşitli evrelerdeki sıkışma ve taşınma işlemlerinin paralelinde oluşmuş olmaları gerekir. Bu oluşum, bu hareketlerin yavaşladığı ve etkilerinin azaldığı zamanlara kadar sürmüştür.

Bölgede, Üst Kretase-Alt Paleosen'de etkin olan sıkışma tektoniği dışında, magnezit yataklarında sıkışma etkileri ve taşınmalara neden olabilecek başka yapısal hareketler saptanamamıştır. Orta Eosen ve sonraki yapısal hareketler, gerilme tektoniği özelliğindedir. Örneğin bu hareketlerden Orta Eosen yaşı olanlar büyük gravite yarılımlarının oluşumu ve yarılım düzlemlerinin iki yanındaki kayalarda, sadece bir kaç metre derinliğe kadar etkin olan rekristalizasyon ve kataklastik deformasyona neden olmuşlardır.



Foto 15. Foto 14, teki mostrada yakın plandan bir görünüş. Birbirini kesen ve kıvrımlanan farklı evrelerdeki yumrusal magnezit oluşumunu, yantaşın silisleşmesi izlemektedir. My; yumrusal magnezit, Ss; silisleşmiş serpentinit.

ketleri işaret ederler. Magnezit yataklarındaki bir diğer yapısal etki kıvrımlanmadır. Bu etki özellikle yumrusal magnezitlerde her zaman görünen bir özelliktir. Tektonizmanın kıvrımlama etkisi, çatlak ve boşluklardaki katılaşmamış magnezitlerde olmuştur. Yumrusal magnezitlerin değişik oluşum evrelerinde izlenen kıvrımlanma, oluşma ile birlikte sürekli olan tektoniği yansıtır. Yapısal hareketler katılaşmamış cevheri kıvrımlandırırken, katılaşmış ve kıvrımlanmış yumrusal magnezitlerde; kırılma, breşleşme ve milonitleşmelere neden olmuştur. Bu olaylar yumrusal magnezit yataklarında, birbirini izleyen çeşitli evreler halinde saptanabilmektedir. Kıvrımlanma olayı yalnız yumrusal magnezitlerde bu denli etkinken, bu olay masif magnezitlerde; çok ince damarcıklarda bile hiç görünmemektedir.

İnceleme alanında saptanan bu yapısal ve riler ve stratigrafi ilişkilerin tümü, magnezitlerin Üst Kretase-Alt Paleosendeki yapısal hareketlerle sentektonik olarak oluştuklarını göstermektedir. Masif magnezitler, ofiyolit yerleşme hareketinin başlamasından önce ve sadece sıkışmaların etkin olduğu başlangıç evlerinde; olasılıkla yitim zonunda oluşmuşlardır. Yumrusal magnezit oluşumu yitim zonundan başlamış ve ofiyolit yerleşimini sağlayan taşınmanın tüm evreleri boyunca sürmüştür.

Magnezit Oluşumu ve Oluşum Koşulları

Oluşumu, yer bilimcilerin büyük ilgisini çeken magnezit uzun yıllardan bu yana yoğun saha ve laboratuvar çalışmalarına konu olmuştur. Bu konuda yapılan öncel çalışmaların birçoğunda, magnezit oluşumu için gerekli olan karbondioksit'in (CO_2) kaynağı ile ilgili olarak; aşağıdan yukarıya (ascendant) oluşum veya yukarıdan aşağıya (descendant) oluşum olmak üzere başlıca iki görüş öne sürülmüştür. Kursch, Kraft (Lesko, 1972'den alıntı) gibi araştırmacılar; magnezit'in serpentin ve ultrabaziklerin atmosferik etkilerle ayrışması sonucunda oluştuğunu kabul etmişlerdir. Von Clar, Heisleitner, Donath, Vohrzka (Lesko 1972'den alıntı) gibi hidrotermal (ascendant), oluşumu savunan araştırmacılara göre magnezit; derin ayrışım ocaklarında, serpentin'in yüksek basınçta CO_2 li termal çözeltilerle ayrışması sonucunda oluşur. Oluşan magnezit, yüzeye yakın yerlere taşınır ve çöker. Türkiye'deki magnezit yataklarında yapılan çalışmalarda, bu oluşum görüşlerinden biri veya her ikisi öne sürülmüştür.

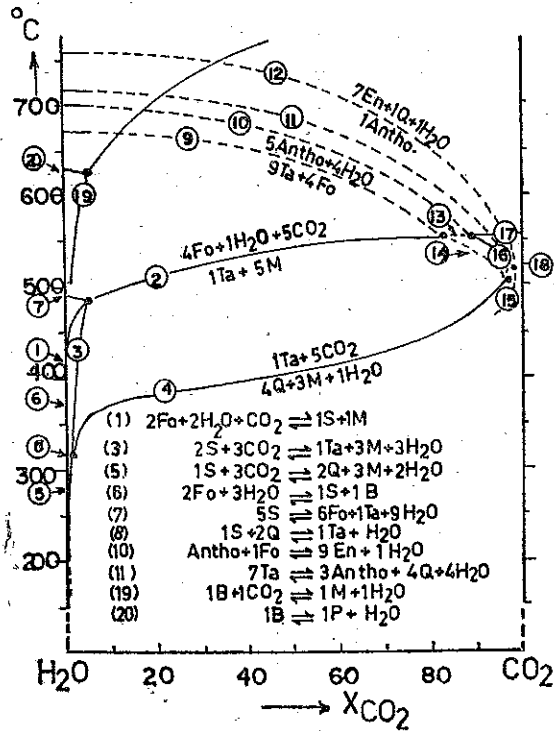
CO_2 , Mg^{+2} iyonunu karbonat halinde bağlamak için kuşkusuz en önemli faktörlerden biri olması yanında basınç, sıcaklık, pH, sıvı faz'ın bileşimi gibi fiziko-kimya parametreleri de, magnezit oluşumunda önemli rol oynarlar. Bu çalışmada, öncel laboratuvar sonuçları ile desteklenen ve levha tektoniği ilkeleri ışığında değerlendirilen saha veri ve bulguları incelenen alandaki magnezitlerin oluşumunda; CO_2 faktörü yanında ofiyolit yerleşim esnasında Mg^{+2} kaynağı olan serpentin

etkileyen basınç ve sıcaklıkların, başlıca faktörler olduğu saptanmaktadır.

İncelenen magnezitler; büyük ölçüde ofiyolit yerleşimi ve metamorfizma ile eş zamanlıdır. Aşağıdaki tepkimelerle oluşan ve bu sonucu destekleyen; magnezit+kuars/kalsedon, magnezit+kuars/kalsedon+serpentin ve zaman zaman talk'ın katıldığı bu parajenezlerin duraylılık alanları Greenwood (Griffis, 1972) ve Johannes (1969)'in deneylerine konu olmuştur.

Bu araştırmacılar Johannes; 7 Kilo-bar basınç (Kb) ve $600^\circ C$ 'a kadar olan sıcaklıklardaki P/T koşullarındaki değişik CO_2 (X_{CO_2} , %mol CO_2) değerleri için, incelenen alandaki magnezit parajenezlerinin de yer aldığı $MgO-SiO_2-H_2O-CO_2$ sistemindeki birçok mineral ve mineral parajenezlerinin duraylılık alanlarını incelemiştir (Şekil-5,6).

İncelenen alanda, genellikle erken evredeki magnezit oluşumunu işaretleyen; magnezit+serpentin parajenezi bu yazarın deneysel çalışmalarını gösteren Şekil 5,6 daki 1,3 ve



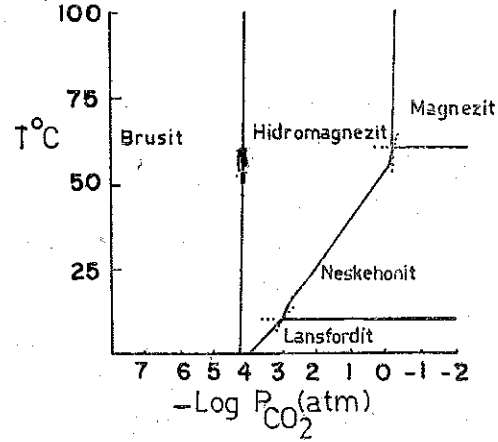
Şekil 5. $MgO-SiO_2-H_2O-CO_2$ sistemindeki eşbasınç duraylılık eğrileri (Johannes, 1969).

bileşimindeki çözeltilerin varlığı halinde duraylıdır. Daha önce sözü edilen magnezitli parajenezlerin duraylılık alanları, basınçta azalma ile; düşük sıcaklık ve yüksek XCO_2 değerlerine doğru kaymaktadır (Şekil-6). Bu nedenle magnezit oluşumlarını sağlayan XCO_2 değerlerinde artış, ancak geç evrelerde; daha düşük basınç ve sıcaklıklarda oluşan prehnit ve zeolitlerin duraylılık alanını sınırlayan koşulların altında beklenebilir.

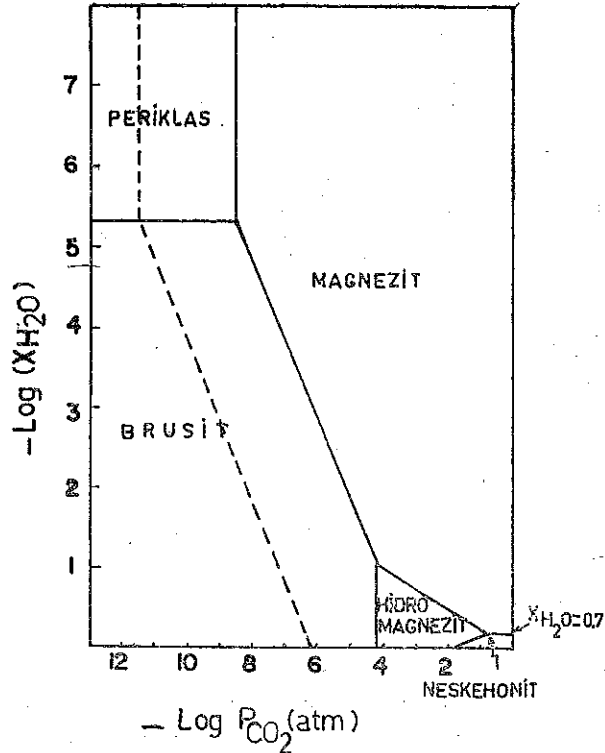
Saha verileri; magnezit oluşumunun ofiyolit yerleşiminin yavaşlaması ve buna bağlı olarak basınç ve sıcaklığın azalması boyunca da sürdüğünü göstermektedir. Buna rağmen incelenen alanda, yüzeysel koşullarda (1 Atm. basınç, 25°C sıcaklık) magnezit oluşumu ile ilgili her hangi bir veri saptanamamıştır. Yüzeysel koşullarda, çözeltilerden doğrudan doğruya magnezit çökelişi, Mg^{+2} iyonunun yüksek hidrate özelliği nedeni ile yer almaz (Langmuir; 1965, Christ ve Hostetler; 1970). Christ ve Hostetler'e göre Mg^{+2} iyonunu, su molekülünde taşımak yerine serbest hale geçirmek için 79 Kcal./Mol.⁻¹ daha fazla enerji gerekir. Langmuir (1965) yaptığı deneysel çalışmalarda (Şekil—7,8) yüzeysel koşullarda neskehonit ve hidromagnezitin, magnezite dönüşecek biçimde metasabil olarak çökeldiklerini saptamıştır. Bu minerallerin dehidratlaşması sonucu, yüzey koşullarında daha duraylı bir faz olan magnezit oluşur. Bu yazara göre doğrudan doğruya magnezit oluşumu için; 60°C nin üzerindeki sıcaklıklar, sıvı fazda yüksek iyonik güçler, yüksek CO_2 değerleri ve normal atmosferin çok üzerindeki basınçlar veya bu koşulların çeşitli biçimlerdeki kompozisyonları gereklidir. Oluşumunun günümüzde de izlendiği Avustralya'nın güney doğusundaki Coorong Lagünündeki magnezitlerde saptanan (Alderman ve Borch, 1960, 1961, Borch, 1965, Alderman; 1965) bu ara evrenin gerekliliği, mikrokristalin magnezitlerde hidrate mineral relikleri saptayan Lesko (1972) tarafından da öne sürülmüştür. Yazara göre Mg^{+2} iyonu, önce brusit veya hidromagnezit biçimindeki hidrate mineraller halinde çökeler. Bu mineraller, değişerek magnezite dönüşürler.

İncelenen alandaki magnezitlerde, yukarıdaki hidrate mineraller veya bunların relik-

lerine rastlanamamıştır. Ayrıca en genç magnezit oluşumlarında bile, sıkışma deformasyonu izlerinin saptanması ve kuars/kalsedon biçimindeki silisin parajenezde yer alması; incelenen magnezitlerin yüzeysel koşulların çok üstündeki P/T koşullarında oluştuğunu yansıtmaktadır.



Şekil 7. $\text{XH}_2\text{O}=1$ kabul edilerek $\text{MgO}-\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$ sisteminde 0-100°C değerleri arasındaki duraylılık ilişkileri (Langmuir, 1965).



Şekil 8. $\text{MgO}-\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$ sisteminde 25°C ve 1 atmosfer toplam basıncındaki muhtemel duraylılık ilişkilerinin $\text{PCO}_2-\text{XH}_2\text{O}$ diyagramı (Langmuir, 1965).

Magnezit oluşumunu sağlayan en önemli koşullardan biri olan CO₂'nin kaynağı ile ilgili görüşler; genellikle ascendant ve descendant oluşum modelleri etrafında toplanmaktadır. Türkiye'deki magnezit yataklarında çalışmalar yapan birçok araştırmacı da, çalışmalarında bu oluşum modellerinden birinin veya her ikisinin paralelinde görüşler savunmuşlardır. Bu araştırmacılardan Wijkerslooth, (1945)'a göre CO₂ nin kaynağı, sıcak ve yağışlı iklimlerde organik artıkların ayrışması sonucu meydana gelen, yüksek CO₂ içerikli yağmur suları veya sialik sulardır. Borchert (1958) ve Gök (1972 a,b, c,) da aynı görüşü paylaşmışlardır. Dursunoğlu (1973) CO₂ kaynağı olarak, yüzeysel suların varlığını öne sürmüştür. Brennich (1958) ve Gümüş (1970) hidrotermal kökeni savunurlar. Aynı görüşü paylaşan Petrascheck (1963), Kaaden (1963, 1964), Arda ve diğerleri (1971)'ne göre magnezit oluşumunu sağlayan CO₂ Neojen yaşlı volkanik aktiviteden kaynaklanır.

Bu görüşlerden, hidrotermal oluşumu doğrulayacak herhangi bir veri, incelenen alanda saptanamamıştır. Magnezit oluşumuna neden olacak, yaşlı hidrotermal faaliyet izleri saptanamadığı gibi, incelenen alanda yumrusal magnezitler ile kesildikleri izlenen bazik kayalar magnezitlerden daha yaşlıdır. Bu kayalar ile cevherleşme arasında, CO₂ açısından herhangi bir ilişki yoktur. Bölgede yer alan en yaşlı volkanik faaliyet, Neojende olmuştur. Ancak daha önce sözü edilen saha ilişkileri, cevherleşmenin daha erken evrelerde; Üst Kretase-Alt Paleosende oluştuğunu göstermektedir. Bu nedenle yukarıdaki araştırmacıların sözünü ettiği Neojen yaşlı oluşum, en azından incelenen alan için söz konusu olmak gerekir.

İndeks metamorfik minerallerin duraylılık alanları içindeki koşullarda, magnezit, oluşumunu sonuçlandıran sıvı faz; yüksek H₂O, çok düşük CO₂ değerinden oluşur. Bu bileşimdeki çözeltiler, başlıca; bu koşullarda meydana gelen metamorfik reaksiyonlardan kaynaklanır. Metamorfik reaksiyon kökenli çözeltilerden başka, bu minerallerin duraylılık sınırları dışında, magnezit oluşumuna; atmosferik suların da katılmış olması beklenebilir.

MAGNEZİT YATAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Magnezit; MgO içeriği bakımından doğrudan doğruya ve geniş miktarda üretilen en önemli Magnezyum bileşimidir. Gerek tüvenan hammadde olarak magnezit, gerekse bunun türevleri olan kostik kalsine magnezit ve sinter magnezit, endüstrinin çeşitli dalları ve refrakter sanayinde büyük ölçüde tüketilmektedir. Ülkemizde magnezit ürünlerinin üretimi; tüvenan magnezit, refrakter tuğla ve harç biçimlerinde yapılmaktadır. Son yıllarda, bu ürünleri tüketen sanayinin gelişmesi ile orantılı olarak, bu maddelere olan gereksinme artmaktadır. Dördüncü 5 yıllık kalkınma planı ve ondan sonraki 5 yılda öngörülen üretim hedeflerini gerçekleştirmeye yönelik olarak, son yıllarda Türkiye'deki magnezit yataklarının değerlendirilmesi ve yeni yataklar bulunması çalışmalarına hız verilmiştir. Yunak İlçesi dolayındaki magnezitlerin oluşum sorunları ile birlikte, ekonomik açıdan değerlendirilmesi; bu çalışmaların bir bölümünü oluşturur. Varlığı daha önce Wirtz (1955), Brennich (1958) ve Kaaden (1963) tarafından arşivlere geçirilmiş olan, Yunak İlçesi dolayındaki magnezit cevherleşmelerinin ekonomiye yönelik olarak 1975 yılının başında başlatılan ayrıntılı yatak incelemeleri, 1977 yılının son aylarına dek sürmüştür.

YATAKLARIN AÇINLANMASINDA UYGULANAN YÖNTEMLER

Yatakların açınlanmasına yönelik olarak yapılan çalışmalar 3 yıl kadar sürmüş, bu süre içinde jeolojik harita alımı, mostra temizliği, yarma, galeri, sondaj gibi madencilik faaliyetleri gerçekleştirilmiştir.

Mostra temizliği bazan 0.5 m. yi aşkın kalınlıkta toprak örtüsü ile kaplı magnezit oluşuklarını ortaya çıkarmak için uygulanmıştır.

Yarma çalışmaları, cevherleşmenin; eğimi, yantaşla olan ilişkilerini, verimini, derine doğru fiziksel ve mineralojik değişimlerini saptamak amacıyla yapılmıştır. Mostra temizliğinden sonra ortaya çıkan magnezit yüzeylemelerinin genel doğrultularına dik ola-

arak açılan bu yarmaların sayısı, toplam 38 olup boyutları değişik olmuştur. Kazı niteliğindeki bir başka çalışma, büyük bir magnezit blokunun inebildiği derinliği araştırmak amacıyla, Karataş A Magnezit Alanında açılan 55 m. uzunluğundaki galeridir. (Ek-3).

Mostra temizlikleri ile Meşelik A,B,C magnezitli alanların ortaya konmasından sonra, tektonizmanın cevherleşme üzerindeki denetimini araştırmak amacıyla (Ek-1), bu yatakları kapsayan yaklaşık 9,5 Km² lik bir alanın 1/5000 ölçekte jeoloji haritası yapılmıştır (Ek-3). Pusla-şeritmetre yöntemi ile yapılan bu haritalama sonucunda, cevherleşmenin; tektonizmanın denetiminde olduğu ve yatakların başlıca, kuzey ile dar açılar yapacak doğrultularda yer aldığı saptanmıştır. Bu bulgu diğer yerlerdeki serpentinit mostralarında, bu doğrultuların uzantıları boyunca yeni yatakların aranmasına kılavuzluk etmiştir.

Ayrıca aynı yöntemle, yataklarla ilgili daha ayrıntılı bilgi verecek, 1/1000 ölçekte jeoloji harita alımları, mostra temizlikleri ve yarma çalışmalarını izleyecek bir biçimde, bütün yataklar için ayrı-ayrı yapılmıştır.

Sondaj faaliyetleri, kazı ve haritalama çalışmalarını izleyen evrede yapılmıştır. Yapılan istikşaf ve rezerv amaçlı sondajlar toplam 1050,85 m. olup çeşitli eğim ve derinliklerde gerçekleştirilmişlerdir. Sondajlar, magnezit blokları içeren yataklarda belirli bir planlama çerçevesinde ayrı-ayrı yapılmış (Ek-5), nispeten düzenli ve daha az rizikolu yataklanma sunan kesimlerde diyagonal sondaj ağı uygulanmıştır.

Magnezit oluşum sorunlarına yönelik olarak alınan örnekler dışında, ayrıca yatakların mineralojik bileşimindeki değişimleri ve tenörlerini ortaya koymak amacıyla örnekler alınmıştır. Yüzey, yarma ve sondaj karotlarından sistematik olarak alınan bu örneklerin sayısı 117 dir.

MAGNEZİTLİ ALANLARIN GENEL NİTELİKLERİ

Magnezit oluşumları, belirli bir yerdeki büyük cevher birikimleri olmaktan, fazla, da-

ğmık ve nispeten küçük boyutlarda yataklanmalar şeklindedir. Maden yatağı açısından ekonomik değer sunan sektörler; Meşelik Köyü'nün batısında, güneyinde ve güneybatısında, Böğrüdük Köyü'nün kuzeyinde, Yunak İlçesinin bitişiğindeki Muhacir Mahallesi ve daha batısındaki Karataş Mevki'inde mostra verirler (Ek-1).

Bu sektörlerden Meşelik A Magnezit Alanı; Meşelik-Kurtuşağı yolu üzerinde ve Meşelik Köyünden itibaren 2,5 Km. uzaklıkta yer alır (Ek-5). 290 m. uzunluk 15 m. genişlikte, çeşitli sıklık ve kalınlıktaki kıvrımlı yumrusal magnezit damarcıklarından oluşan bir mineralizasyon zonu içinde; 50 m. uzunluk 6 m. kalınlıktan, 5 m. uzunluk ve 1 m. den az kalınlıklara kadar değişen çeşitli boyutlarda masif ve yumrusal magnezit blok ile mercikleri yer alır. Çeşitli derecelerde tektonik etkilenmeler gösteren blok ve mercikler, genel bir cevherleşme doğrultusu verecek biçimde dizilidir. 25 m. kadar derinliğe ulaşan cevherleşmenin genel doğrultusunu N40E, eğimi 45°SE dir.

Meşelik B Magnezit Alanı; Meşelik A Magnezit alanının 800 m. kadar güneybatısındadır. 155 m. uzunluk ve 40 m. genişlikteki mineralizasyon zonu içinde, 28 m. uzunluk ve 3 m. kadar kalınlıklara ulaşabilen, 22 adet masif magnezit mercik ve blok'u vardır. Cevherleşme ve mineralizasyon zonunu oluşturan damarcıklar, farklı fazlarda oluşmuş ve birbirlerini kesen sistemler halindedir. 30 m. kadar derinliğe ulaşan cevherleşmenin genel doğrultusu N-S olup, ortalama 50° ile doğuya eğimlidir.

Meşelik C Magnezit Alanı, Meşelik Köyünün güneybatısındaki tepenin üzerinde, bindirme düzleminin yakınlarında yer alır. Cevherleşme ağimsı damarcıklı (network) tipte yataklanma gösterir. Magnezit, yumrusal tiptedir. 185 m. kadar uzunluk, 60 m. kadar genişliğe ulaşan başlıca, 6 mostra saptanmıştır. Bunlardan birinin doğrultusu N60W, eğimi 15° NE olup, diğerlerinin doğrultuları N50E eğimleri ise dike yakındır. Cevherleşme 60 m. derinliğe ulaşmaktadır. Kıvrımlı, değişik kalınlık ve sistemlerdeki magnezit damar ve da-

marcıklarından oluşan yatakta; yer yer kıvrılma ve bloklanmalar biçiminde deformasyon izleri görülür.

Birim Tepe Magnezit Alanı, Meşelik Köyünün 1 Km. kadar güneybatısında yer almaktadır. Cevherleşme; düzensiz, masif magnezit, blokları ve yumrusal magnezit mineralizasyonları halindedir. 37 m. uzunluk ve 8 m. genişliğe ulaşan mostralardan sayısı 14 tür.

Sinem Tepe Magnezit Alanı, Birim Tepe'nin 1,5 Km. batısındadır. Cevherleşme; yumrusal magnezitten oluşan mineralizasyon zonları, tektonize olmuş masif magnezit mercekleri olarak mostra verir. Başlıca mostra sayısı 17 olup, 46 m. uzunluk ve 16 m. kadar genişliğe ulaşırlar. Derinliği 10 m. ye ulaşan cevherleşmede egemen doğrultu N50W, eğim 60° SW dir.

Böğrüdelik Magnezit Alanı, Böğrüdelik Köyünün kuzeybatısındaki sırt'ın üzerinde yer alır. Bir masif magnezit merceği dışında cevherleşme; yumrusal tipte ve ağmsı damarcıklar biçimindedir. Deformasyon izlerinin en hafif olduğu bu alanda, haritalanabilen başlıca 31 adet mostradan en büyük olanının uzunluğu 145 m. genişliği 40 m. dir. Sondaj verilerine göre 27 m. kadar derinliğe ulaşan cevherleşme genellikle N ile dar açılar yapan doğrultularda zuhur eder.

Karataş A Magnezit Alanı, Yunak İlçesi'nin 3 Km. batısında yer alır. Cevherleşme; yumrusal magnezitten oluşan mineralizasyon zonları, değişik şekil ve boyutlardaki tektonize masif magnezit blok ve mercekleri biçimlerindedir. Magnezit mostralardan sayısı 51'e ulaşmakta olup en büyükleri 150 m. uzunluk ve 55 m. genişliktedir. Egemen doğrultu ve eğimler, N55W; 30-35-40°NE, N20W; 60°SW, N53W; 75°SW, N—S; 35°E, N25E; 35°NW dir.

Karataş B Magnezit Alanı, Karataş A Magnezit Alanının kuzeydoğusunda yer alır. Cevherleşme Karataş A alanındaki gibidir. Sayıları 12'ye ulaşan mostralardan boyutları 60 m. uzunluk ve 20 m. kadar genişliktedir. Egemen cevher doğrultu ve eğimleri N17W; 60°NE, N—S; 85°E, N10E; 60°SE dir.

Karataş C Magnezit Alanı, Karataş A Magnezit Alanının 400 m. kadar güneybatısında yer almakta olup aynı alanla benzer cevherleşme özellikleri gösterir. Başlıca mostralardan, en fazla 65 m. uzunluk ve 15 m. genişliğe kadar ulaşır. Egemen cevherleşme doğrultu ve eğimleri, N25E; 25—30°SE, N40E; 25°SE dir.

Yunak İlçesinin batı kenarında yer alan Muhacir Mahallesi Magnezit alanında cevherleşme; yumrusal magnezitten oluşan mineralizasyon zonları, masif magnezit blok ve mercekleri biçimindedir. Magnezit mostra boyutları 500 m. uzunluk ve 200 m. genişliğe ulaşır. Cevherleşmede egemen doğrultu ve eğimler, N 60W; 55°NE, N45W; 50° SW, N15E; 55°NW, N70E; 50° NW dir.

TENÖR VE REZERV

Magnezit oluşumlarının ortalama tenörleri saptamak amacıyla, sayısal açıdan, laboratuvar olanakları ölçüsünde; yüzey, yarma ve sondajlardan sistematik olarak 117 adet örnek alınmıştır. Silis ve yantaşın bazan cevhere yapışık olması, bazan da gang biçiminde cevherin içinde yer alabilmesi nedeniyle bazı örneklerin analiz sonuçları, olağanın üzerinde değerler vermiştir. Ancak bunlar sayısal olarak çok azdır ve genel değerlendirmeye katılmamışlardır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, her bir magnezitli alan ile ilgili ortalama MgO tenör değerleri, aynı yöntemle hesaplanan

Alan'ın adı	MgO %	CaO %	SiO ₂ %
Meşelik A	45.72	1.46	1.94
Meşelik B	48.30	1.02	1.38
Meşelik C	46.48	0.43	2.37
Birim Tepe	47.79	0.61	0.32
Sinem Tepe	47.27	0.76	0.36
Böğrüdelik	46.00	1.03	3.15
Karataş A	46.39	1.10	1.01
Karataş B	47.27	0.99	0.95
Karataş C	45.79	2.36	0.70
Muhacir mh.	46.85	0.50	1.56

Tablo 5 — Magnezit cevherlerindeki yararlı ve zararlı bileşenlerin tenör değerleri.

ve cevherdeki zararlı bileşenleri oluşturan ortalama CaO ve SiO₂ tenör değerleri aşağıdaki tabloda verilmektedir (Tablo-5).

Rezerv hesabı, mercek ve blok şeklindeki yataklarda; yatak en yakın geometrik şekle idealize edilerek yapılmıştır. Meşelik C Magnezit Alanındaki ağımsı damarcıklar biçimindeki yataklanma için ise farklı yöntem uygulanmıştır. Sondaj verilerinden yararlanarak yatağın eşkalnlık haritaları yapılmış rezerv hesabına esas olan yatak hacmi bu haritalardan hesaplanmıştır. Hesaplanan, ayrı ayrı magnezit alanlarına ait tüvenan cevher rezervleri; görünür, muhtemel, mümkün ve jeolojik rezerv olarak aşağıdaki tabloda verilmektedir (Tablo - 6).

ayrıntılı 1/ 25 000, 1/5 000, 1/1000 ölçeklerde jeoloji harita almaları yapılmıştır.

Stratigrafik istif, rekristalize kireçtaşı, sist, metadiyabazlar, serpentin ve bazik intrüzif kayalardan oluşan ofiyolit topluluğu ile Alt Eosen, Neojen ve Kuvaterner yaşlı kayalardan oluşur. Ofiyolit topluluğu, sıkışma tektoniği niteliğinde olan Üst Kretase-Alt Paleosendeki yapısal hareketlerle yerleşmiş, bu hareketlerin bir aşaması olan bindirme ile serpentin ve bazik intrüziflerden oluşan kayaç topluluğu; ofiyolit'in diğer birimleri üzerine itilmişlerdir Gerilme tektoniği niteliğinde olan Orta Eosen ve sonrası hareketler, NW-SE gidişli büyük gravite yarılımları ile bölgeye horst-graben'li bir yapı kazandırmıştır.

Alan'ın Adı	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Gör. + Muh. + Müm.	Jeolojik
Meşelik A	5 453.1	5 243.5	2 726.5	13 423.1	45 355.0
Meşelik B	1 930.5	1 060.0	1 930.5	4 921.0	208 147.8
Meşelik C	38 500.0	7 937.6	225 000 0	271 507.6	276 994.7
Birim Tepe	—	2 016.3	7 727.3	9 743.6	9 743.6
Sinem Tepe	2 287.0	8 409.2	11 794.0	22 490.2	24 191.2
Böğrüdellik	32 758.2	51 948.4	32 758.2	117 468.8	148 868.8
Karataş A	17 229.6	12 493.0	8 614.8	38 337.4	78 466.0
Karataş B	2 975.4	7 888.0	2 975.4	13 838.8	21 722.8
Karataş C	3 257.5	4 531.0	3 257.5	11 046.0	11 046 0
Muhacir mah.	—	52 117.0	—	52 117.0	199 537.0
Diğer Alanlar	—	1 080.0	125 000.0	126.080.0	126 080.0
TOPLAM	104 461.3	154 724.0	421 784.2	680 969.5	1 150 152.9

Tablo 6 — Magnezit alanlarındaki cevher rezervleri.

Yatakların değerlendirilmesine yönelik olarak gerçekleştirilen tüm çalışmaların sonunda; bu çalışmadan önce bir kaç mostra halinde bilinen magnezit zuhurları geliştirilmiş, ayrıca daha birçoklarının varlığı ortaya konmuş ve tüm yataklar ekonomik boyutlara kavuşturulmuştur.

SONUÇLAR

Çalışma boyunca saha ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiş, stratigrafi ile yapı ilişkilerinin ortaya konması ve çeşitli cevherleşme sorunlarının çözümlenmesine yönelik;

Ofiyolit topluluğuna ait kayalar, sıkışma tektoniği ile eşzamanlı olarak "çok düşük derece metamorfizması"ndan etkilenmiştir. Ofiyolit yerleşimi ve özellikle bindirme olayı ile ilgili olan bu metamorfizma, incelenen alanda varlığı ilk kez ortaya konan; jadeit, glokofan/krossit, lavsonit, prehnit ve zeolit gibi, indeks minerallerle temsil edilmektedir. Metamorfizma esnasında, önemli bir alkali göçü olmamıştır.

İncelenen alandaki magnezitler fiziksel görünüşleri açısından masif ve yumrusal tiplerde zuhur ederler. Tüm magnezitler mikrokris-

talen yapıdadır. Magnezitler ofiyolit yerleşimi ve metamorfizma ile eşzamanlı olarak birbirini izleyen çeşitli evrelerde oluşmuşlardır. Oluşum olasılıkla yitim sonunda başlamış ve ofiyolit yerleşiminin bitimine kadar sürmüştür. Oluşumla birlikte, magnezit yatakları çeşitli derecelerde deforme olmuş ve taşınmışlardır.

Magnezit oluşumu, yüzyesal basınç ve sıcaklıkların çok üstündeki P/T değerlerinde, başlıca metamorfik kökenli ve çok düşük değerlerde CO₂ içeren çözeltilerin serpentiniti metasomatize etmesiyle sağlanmıştır.

Tektoniğin denetiminde olduğu saptanan magnezitlerde, cevherleşme doğrultuları izlenerek bilinenler dışında yeni yataklar ortaya konmuştur. Yatakların aranması ve ekonomik yönden değerlendirilmesine yönelik olarak 38 adet yarma 37 adet sondaj 55 m. uzunluğunda yatay bir galeriden oluşan madencilik faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Böylece incelenen alanda MgO tenörü % 45,71-48,30 arasında değişen, 104 461.3 ton görünür, 154 724.0 Ton muhtemel, 421 784,2 Ton mümkün ve tüm zenginleşmeyi kapsayan 1 150 152,9 Ton jeolojik magnezit rezervi ortaya konmuştur.

KATKI BELİRTME

Bir doktora tezi olan bu çalışma, İ.Ü. Fen Fakültesi Mineraloji ve Petrografi Kürsüsünde hazırlanmıştır. Çalışmayı yöneten ve araştırmalara ışık tutan hocam Prof. Dr. Ö. Öztunalı'ya sonsuz şükran borçluyum. Çalışma boyunca her türlü maddi destek ve çalışma koşullarından yararlandığım M.T.A. Enstitüsünün, çalışmalarımın sürdüğü zamandaki yöneticilerinden; Doç. Dr. S. Alpan, Dr. İ. Seyhan, O. Dursunoğlu ve O. Amcaoğluna teşekkürü borç bilirim. Mikrofosil tayinlerini yapan Prof. Dr. A. Dizer, çeşitli konularda önerilerinden yararlandığım, Prof. Dr. O. Eroskay, Doç. Dr. Y. Yılmaz, laboratuvar çalışmalarım da yardımcı olan V. Önder, kimya analizlerinin yapılmasını sağlayan M.T.A. Enstitüsünden T. Saltoğluna, ayrıca çizimleri titizlikle yapan D. Balım ile tezi daktilo eden M. Savaş'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

ALDERMAN A. R., BORCH C.C. (1960). Occurrence of hydromagnesite in sediments in South

Australia: Nature, V. 188, n. 4754, s. 931.

— (1961). Occurrence of magnesite-dolomite sediments in South Australia: Nature, V. 192, n. 4805, s. 861.

ALDERMAN A. R. (1965). Dolomitic sediments and their environment in the South Australia: Geo. Cosmo. Acta, v. 29, n. 12, s. 1355-1365.

ARDA T., GÖK S., ÇETİN A., AKPINAR A., ÇELİK M. ve ERKEÇ H., (1971) Kütahya ili magnezit maden sahaları: M.T.A. Rap. n. 4273.

ASBESTOS, MAGNESITE and SEPIOLİTE DEPOSITS OF TURKEY (1965). M.T.A. Ens. yayını. 121.

AUSTIN F.R. and KERR P.F., (1942). Optical mineralogy. Mc. Graw Hill, New York, London.

BARNES I. and O'NEIL J.R., (1969). The relationship between fluids in some fresh Alpine-type ultramafics and possible modern serpentinisation, Western United States: Geol. Soc. Am. Bull, v. 80, s. 1947-1960.

BARNES I., O'NEIL J.R., RAPP J.B. and WHITE D. E., (1973). Silica carbonate alteration of serpentine, wall rock alteration in Mercury Deposite of the California Coast Ranges: Econ, Geol., v. 68, s. 388-398.

BİNGÖL E., (1977). Murat Dağı Jeolojisi ve ana kayalık birimlerinin petrolojisi; T.J.K. Bül. c. 20, sa. 2, s. 13-66.

BLAKE M.C., IRWIN W.P. and COLEMAN R.G., (1969). Blueschist facies metamorphism related to regional thrust faulting: Tectonophysics v. 8. s. 237-246.

BORCH C.C., (1965). The distribution and preliminary geochemistry of modern carbonate sediments of the Coorong area South Australia: Geo. Cosm. Acta, v. 29, n. 7, s. 698-708.

BOWEN N.L., and TUTTLE O.F., (1949). The system MgO-SiO₂-H₂O: Bull. Geol. Soc. Am., v. 60, s. 439-460.

BRENNICH C., (1958). Türkiye'deki magnezitler: M. T.A. Ens. Rap. n. 2567.

— (1959). Hırsızdere (Çambaşı-Denizli) magnezit zuhuru: M.T.A. Ens. Rap. n. 2698.

— (1964). Bursa İli Orhaneli İlçesi Topuk Köyü civarı krom-magnezit-amyant zuhurları: M.T.A. Ens. Rap. n. 3806.

BRINKMANN R., (1971). The geology of Western Anatolia: Geology and History of Turkey, The Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli Libya, s. 171-190.

— (1972). Mesozoic troughs and crustal structure in Anatolia: Geol. Soc. Am. Bull. v. 83, s. 819-826.

— (1976). Geology of Turkey: Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.

- CHRIST C.L., and HOSTETLER P.B. (1970). Studies in the system $MgO-SiO_2 - CO_2-H_2O$ (II), The activity product constant of magnesite: *Am. Jour. Sc.*, v: 268, s. 439-453.
- CHIPPING D.H. (1971). Paleoenvironmental significance of chert in the Franciscan formation of Western California: *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 82, s. 1707-1712.
- COLEMAN R.G., (1971). Plate tectonic emplacement of upper mantle peridotites along continental edges: *Jour. Geophys. Research.* v. 76, s. 1212-1222.
- (1972). Blueschist metamorphism and plate tectonics: 24 th. I.G.C. Montreal, sec. 2, s. 19-26.
- DEER W.A., HOWIE R.A., ZUSMANN J., (1963). *Rock Forming Minerals I*: Longmans-London.
- DEWEY J.F. and BRENDA H., (1970). Plate tectonics and continental growth: *Nature*, v. 225, s. 521-525.
- DEWEY J.F. (1976). Ophiolite obduction: *Tectonophysics*, v. 31. s. 93-120.
- DIETZ R.S. (1963). Alpine serpentines as oceanic rind fragments: *Geol. Soc. Am. Bull.*, V. 74, s. 947-952.
- DURSUOĞLU O., (1973). Tavşanlı Gör-Gel Madencilik ve Sanayi A.Ş. ne ait magnezit ruhsat sahaları: M.T.A. Ens. Rap. n. 5158.
- EISBACHER G.H., (1969). Neue beobachtungen zur deutung der knolligen magnesite im tonschieferkomplex des Alpenen bundsandsteins der Nördlichen Kalkalpen; *Mineral. Deposita*, v. 4, s. 219-224.
- ELLIS A.J. and GOLDING R.M., (1963). The solubility of carbon dioxide above 100°C'nin water and in sodium chloride solutions: *Am. Jour. Sc.*, v. 261, s. 47-60.
- ERENTÖZ C., (1966). Türkiye stratigrafisinde yeni bilgileri: M.T.A. Ens. Der. sa. 66, s. 1-19.
- ERNST W.G., (1963). Petrogenesis of glaucophane schist: *Jour. Petr.*, v. 4. s. 1-30.
- (1971). Do mineral paragenesis reflect unusually high-pressure conditions of Franciscan metamorphism: *Am. Jour. Sc.* v. 270, s. 81-108.
- (1972). Occurrence and mineralogical evolution of blueschist belt with time: *Am. Jour. Sc.* v. 272, s. 657-668.
- EVANS W.B. and TROMMSDORF V., (1974). Stability of enstatite talc, and CO_2 -metasomatism of metaperidotite, Val d'Éfra, Lepontins Alps: *Am. Jour. Sc.*, v. 274, s. 274-296.
- GARRELS R.M., THOMPSON M.E. and SIEVER R. (1960). Stability of some carbonates at 25°C and one atmosphere total pressure: *Am. Jour. Sc.* v. 258, s. 402-418.
- GASS E.G., SMITH A.G. and WINE F.J. (1976). Ophiolitlerin kökeni ve yerleşmesi (Çeviren: TEKİRLİ M.E.): *Yeryuvarı ve İnsan*, c. 1, sa. 2, s. 27-29.
- GO. O., TAKESHI O. and KATSUMI G., (1966). Properties of silica in water: *Geo. Cosm. Acta*, v. 10, s. 123-132.
- GOLDSCHMITH J.R. and HEARD H.C., (1960). Sub-solidus phase relations in the system $CaCO_3 - MgCO_3$: *Jour. Geol.* v. 69, s. 45-74.
- GOLDSMITH J.R., GRAF D.L., WITTERS J. and NORTHROP D.A., (1962). Studies in the system $CaO - FeCO_3$. 1) Phase relations 2) A method for major element spectrachemical analyses 3) Compositions of some ferroan dolomites: *Jour. Geol.* v. 70, s. 659-688.
- GÖK S., (1972). Eskişehir-Küplü-Sepetçi-Margı-Başören bölgeleri magnezit sahaları: M.T.A. Ens. Rap. n. 4825.
- (1972). Türkiye magnezit yatakları jeolojisi: M.T.A. Ens. rap. n. 4961.
- (1972). Muğla İli Datça-Marmaris-Köyceğiz-Fethiye ilçeleri civarında yapılan genel talk-asbest ve magnezit prospeksiyonları: M.T.A. Ens. Rap. n. 4998.
- GRIFFIS R., (1972) Genesis of a magnesite deposit Deloro the Twp. Ontario: *Econ. Geol.*, v. 67, s. 63-71.
- GUILLOU J.J., (1970). Les magnesites Cambriennes de Pacios (province de Lugo-Espagne). leur environnement paléogéographique: *Bull. B.R.G.M.*, sect. 4, n. 3, s. 5-19.
- (1972). La serie carbonates magnesienne et l' evolution de la composition de l'hydrosphere: *Comp. Reunds*, v. 274. ser. D., s. 2952-2955.
- (1973). Les concentrations magnésiennes silicates en contexte metamorphique, appot métasomatique ou préexistence: *Comp. Reuds*, v. 276 ser. D. s. 149-151.
- GÜMÜŞ A., (1970). Türkiye metalojenisi: M.T.A. Ens. yay. n. 144.
- HARKER R.I. and TUTTLE O.F. (1955). Studies in the system $CaO, MgO-CO_2$ part I. the thermal dissociation of calcite, dolomite and magnesite: *Am. Jour.* v. 253, s. 209-224.
- HILL R.E.T., BOETTHER A.L., (1970). Water in the earths mantle, melting curves of basalt water and basalt-water-carbondioxide: *Science*, v. 167, s. 980-981.
- HSÜ K.J. (1971). Origin of the Alps and Western Meditteranean: *Nature*, v. 233, s. 44-47.
- ILIÇ M., (1969). Methodik der prospektion und der untersuchung der magnesitlagerstätten in Jugoslavien: *Ves: Geol.*, K. 27 ser. A., s. 293-308. Beograd.
- ILIÇ M. and POPEVIÇ A. (1970). Results of a recent study of the Beli Kamen magnesite deposit: *V.G.Z.G.G.I.*, K. 28, ser. A, s. 25-60 Beograd.
- İLHAN E., (1971). The structural features of Turkey: *Geology and History of Turkey*, The Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli Libya.

- JOHANNES W., (1969). An experimental investigation of the system $MgO-SiO_2-H_2O-CO_2$: Am. Jour. Sc., v. 267, s. 1083-1104.
- KAADEN G.v.d., (1963). Konya ve Eskişehir yakınındaki magnezit zuhurlarının prospeksiyonu, M.T.A. Ens. Rap. n. 3451.
- (1964). Konya-Meram batısında Sümerbank magnezit yatakları hakkında ön rapor: M.T.A. Ens. Rap. n. 3399.
- (1965). Sümerbank magnezit yatakları (Konya-Meram): M.T.A. Ens. Rap. n. 3543.
- (1966). Türkiye'de glokofan kayaçların önemi ve dağılışı. M.T.A. Ens. Mec., n. 67, s. 36-67.
- KAADEN G.v.d., (1971). The basement rocks of Turkey: Geology and History of Turkey. The Petroleum Exploration Society of Libya Tripoli, Libya.
- KERRICK D.M., (1974). Review of metamorphic mixed-volatile (H_2O-CO_2) equilibria: Am. Min., v. 59, s. 729-762.
- KETİN İ., (1959). Türkiye'nin orejenik gelişmesi: M.T.A. Ens. Der. sa. 53, s. 78-86.
- (1966). Anadolunun tektonik birlikleri: M.T.A. Ens. Der. sa. 66, s. 20-34.
- KETİN İ. ve CANİTEZ N. (1972). Yapısal Jeoloji: İ.T.Ü. ya. sa. 869.
- LANGMUIR D., (1965). Stability of carbonates in the system $MgO-CO_2-H_2O$: Jour. Geol., v. 73, s. 730-754.
- LESKO I., (1972). Über die bildung von magnesitlagerstätten: Min. Dep. v. 7, s. 61-72. Berlin.
- LIU J.G. (1971). Synthesis and stability relations of prehnite: $Ca_2Al_2Si_3O_{10}(OH)_2$: Am. Min., v. 56, s. 507-528.
- LOCK WOOD J.P. (1971). Sedimentary and gravity-slide emplacement of serpentinite: Geol. Soc. Am. Bull., v. 82, s. 919-936.
- MAGNEZİT, (1975). T.M.M.O.B. Maden Mühendisleri Odası.
- MANOLJOVIĆ D., (1973/1974). Deposits of vein magnesites in the area of Eskişehir-Tavşanlı (Turkey): V.G.Z.G.G.I., K. 31/32, se-A, s. 15-26 Beograd.
- Mc. KENZIE D.P., (1970). Plate tectonics of the Mediterranean region: Nature, v. 226, s. 239-243.
- MELSON W.G., BOWEN V.T., ANDEL T.H. SIEVER R., (1966). Greenstones from the central valley of the Mid-Atlantic ridge: Nature, v. 209, s. 604-605.
- METAL DIŞI MADENLER (1977). T.C. Başkanlık Devlet Planlama Teşkilatı Dördüncü 5 Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- MILADINOVIĆ D., (1969). A contribution to knowledge of economic and geologic characteristics of magnesite area in central Bosnia: Bull. Geol., v. 13, s. 293-300, Sarajevo.
- MINNING ANNUAL REVIEW (1976).
- MIYASHIRO A., SHIDO F. and EVING M., (1971). Metamorphism in the Mid Atlantic ridge near 24° and 30° N: Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. A., v. 268, s. 589-603.
- MIYASHIRO A. (1972). Pressure and temperature conditions and tectonic significance of regional and ocean floor metamorphism: Tectonophysics, v. 13, s. 141-159.
- (1972). Metamorphism and related magmatism in plate tectonics: Am. Jour. Sc., v. 272, s. 629-656.
- (1973). Metamorphism and Metamorphic belts: John Wiley and Sons. New York.
- (1975). Classification, characteristics and origin of ophiolites: Jour Geol. v. 83, s. 249-281.
- MOORES E., (1970). Ultramafics and orogeny, with models of the U.S. Cordillera and the «Tethys»: Nature v. 228, s. 837-842.
- MUELLER R.F. (1973). System $(CaO-MgO-FeO-SiO_2-C_2H_2O-O_2)$, some correlations from nature and experiment: Am. Jour. Sc., v. 273, s. 152-170.
- NEBERT K., (1959). Anadoludaki sima magnetizmasına ait silis teşekkülleri: M.T.A. Der. sa. 53, s. 1-20.
- NIEHOFF W., (1964). 1961 yazında yapılmış olan Afyonkarahisar 72/1 72/3 ve 72/4 numaralı 1/100 000 ölçekli harita paftalarının revizyon çalışmalarına müteallit rapor: M.T.A. Ens. Rap. n. 3388.
- NISHIHARA H., (1965). Origin of bedded magnesite deposits of Manchuria: Econ. Geol. n. 7, s. 698-708.
- ÖZGÜL N., (1976). Torosların bazı temel jeoloji özellikleri: T.J.K. Bül., c. 19, sa. 1, s. 65-78.
- ÖZKAYA İ., (1976). Mihalicık (Eskişehir) bölgesindeki asbest yataklarının oluşumu: TJK Bül., c. 19, sa. 1., s. 53-59.
- ÖZTUNALI Ö., (1973). Maden yatakları oluşumları ve değerlendirilmeleri: Fen Fak. İstanbul.
- PETRASCHECK (1963). Eskişehir civarında bulunan lületaşı ve magnezitler: M.T.A. Ens. Rap. 344/A.
- RAMBERG H., (1952). The origin of metamorphic and metasomatic rocks: Cambridge University Press, London.
- ROSENBERG R.E., and HOLLAND H.D., (1964). Calcite-dolomite-magnesite stability relations in solutions at elevated temperatures: Science, v. 145, s. 700-701.
- ROSENBERG P.E. and MILLS J.W., (1966). A mechanism for the emplacement of magnesite in dolomite: Econ. Geol. v. 61, s. 582-586.
- SAYLES F.L. and FYFE W.S., (1973) The crystallisation of magnesite from aqueous solution: Geo. Cosm. Acta. v. 37, s. 87-99.

- SCARFE C.M., WYLLIE P.T. (1976). Serpentine dehydration curves and their bearing on serpentinite deformation in orogenesis Nature, v. 215, s. 945-946.
- SIEGL W., (1969) Entwurf zu einer salinar-sedimentären entstehung der magnesite von typ Entachen (Salzburg): Min, Dep., v. 4, s. 225-233, Berlin.
- SKIPPEN J. and TROMMSDORF V. (1975). Invariant phase relations among minerals on T-X fluid section: Am. Jour., v. 275, s. 561-572.
- SLAUGHTER J., KERRICK D.M. and WALL V.J., (1975). Experimental and thermodynamic study of equilibria in the system $\text{CaO-MgO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O-CO}_2$: Am. Jour. Sc. V. 275, s. 143-162.
- SPRY A, (1969). Metamorphic textures: Pergamon Press, Oxford.
- SUNDAL Ü. (1968). Erzincan-Refahiye Ekecik köyü magnezit zuhurları: M.T.A. Ens. Rap. n. 4536.
- (1969). Erzurum-Aşkale Liç ve Saptiran magnezit zuhurları: M.T.A. Ens. Rap. n. 4143.
- TROMMSDORF V. and EVANS B.W., (1972). Progressive metamorphism of antigorite schist in the Bergel tonalite aureole (Italy): Am. Jour. Sc. v. 272, s. 423-437.
- (1977). Antigorite-ophicarbonates; phase relations in a portion of the system $\text{CaO-MgO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O-CO}_2$: Contr. Min. Petrol., v. 60, s. 39-56.
- TRÖGER W.E., (1959). Optische bestimmung der gestensbildenden minerale, teil I: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- TÜRET E., (1966). Konya-Batı Meram magnezitleri ıslak triajla zenginleştirme tecrübeleri: M.T.A. Ens. Rap. n. 3637.
- VALDIYA K.S., (1968). Origin of the magnesite deposit at southern Pithoragarh, Kumaon Himalaya, India: Econ. Geol., v. 63, s. 924-934.
- WINCHEL N.A., (1959). Elements of optical mineralogy: John Wiley and Sons inc. New York.
- WINKLER H.G.F., (1974). Petrogenesis of metamorphic rocks: Spinger-Verlag. New York, Heidelberg. Berlin.
- (1976). Petrogenesis of metamorphic rocks: Springer Verlag, New York.
- WIRTZ D., (1955). 73/1.2.3.4. Emirdağ ve 74/3 Katarancı paftalarında yapılan jeolojik harita çalışmalarını hakkında rapor: M.T.A. Ens. Rap. n. 2363.
- WIJKERSLOOTH P.de, (1945). Die hydrothermalen Umwandlungen des Chromites als Begleiterscheinung der Magnesitbildung in Westenatollen: M.T.A. Mec. 1945.
- WYLLIE P.J. and HUANG W.L., (1976). Carbonation and melting reactions in the system $\text{CaO-MgO-SiO}_2\text{-CO}_2$ at mantle pressures with geophysical and petrological applications: Contr. Min. Petr., v. 54, s. 79-107.
- WYLLIE P.J., (1977). Mantle fluid compositions buffered by carbonates in peridotite- $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$: Jour, Geol., v. 85, s. 187-250.
- ZIVANOVIĆ D., (1969). Geological and economical characteristics of the main magnesite area of Konjuh: Bull. Geol. v. 12, s. 217-228, Sarajevo.
- YILMAZ Y., (1977). Bilecik, Söğüt dolayındaki eski temel karmaşığının petrojenetik evrimi: İ.Ü.F. F. Tatbiki Jeoloji Kürsüsü, doçentlik tezi (yayımlanmamış).