

FINDIKPINARI VE YÖRESİ (MERSİN) OFİYOLİTLERİNİN JEOLJİSİ VE PETROGRAFİSİ^x

GEOLOGY and PETROGRAPHY of the OPHIOLITES of the FINDIKPINARI and its SURROUNDINGS
(MERSİN)

Fikret İŞLER, Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana.

ÖZ: İncelenen bölgede yerleşme yaşı Üst Kretase olan ofiyolitik seri ve ofiyolitik melanj ile Alt-Orta Miyosen yaşlı kireçtaşları ayrılanmıştır. Ofiyolitik serinin yaklaşık tamamını genelde ayrılmış olan bir kısımda serpantinite dönüşmüş olan peridotitler oluşturur. Büyük çoğunluğunu harzburgitlerin oluşturduğu peridotitler yer yer diyabaz, mikrodiorit ve mikrogabro tarafından kesilirler.

Ofiyolitik seri üstünde yer alan ofiyolitik melanj içinde ofiyolite ait peridotit, serpentinite, diyabaz, gabro, diyorit, spilit ve radyolaritlerin blok ve parçaları ile birlikte Permian, Triyas, Jura ve Kretase'ye ait kireçtaşı ve kumtaşı blok ve parçaları karmaşık olarak bulunurlar.

Yaşları Alt-Orta Miyosen olarak tespit edilen erime boşluklu ve yer yer marnlı seviyeler de içeren kireçtaşları tüm bu birimleri örter konumdadırlar. Bol fosil ve kavkılarını içeren bu seri ofiyolitik çakıllı taban konglomerası ile ofiyolitik seri ve ofiyolitik melanj üzerine yaklaşık yatay bir tabakalanma ile gelir.

ABSTRACT: In the investigated area, ophiolitic series and ophiolitic melange which settlement age is Upper Cretaceous and Lower-Middle Miocene aged limestones has been differentiated. The ophiolitic series is composed mainly of peridotites, which were altered and mostly serpentized. Peridotites generally made up of harzburgite and serpentized harzburgite were sometimes cut locally by diabase, microdiorite and microgabro.

In the ophiolitic melange which take place on the ophiolitic series is observed as blocks and fragments of peridotite, serpentinite, diabase, spilit and radiolarite which belong to ophiolitic unit together with limestone and sandstone blocks and fragments of various size from Permian, Triassic, Jurassic and Cretaceous in age.

The Lower-Middle Miocene aged limestones having some marl levels locally overline these units. This series including abundant fossils and shells in some places was emplaced on the melange and it comes on the ophiolites with basal conglomerate of ophiolite-derived pebbles as horizontal bedding.

GİRİŞ

kuzeybatısında yer alır ve Mersin ofiyolitleri olarak bilinen dilimin orta bölümünü oluşturur (Şekil 1).

İncelenen bölge Mersin'in yaklaşık 40 km

Sahanın çevresi Ternek (1953), Schiettecatte

^x "I. Jeoloji ve Madencilik Sempozyumu"nda bildiri olarak sunulmuştur.

(1961), Biju-Duval ve diğerleri (1974), Öztümer (1974), Juteau (1975), Baroz ve diğerleri (1978), Pampal (1984) ve Tanar (1985) gibi araştırmacılar tarafından genel jeoloji, maden, petrol ve daha değişik amaçlarla incelenmiştir. Bu araştırmalarda ofiyolitlerin petrografisine pek dokunulmamıştır. Ancak Juteau (1975) Türkiye ofiyolitleri isimli çalışmasında Mersin ofiyolitlerini de incelemiş ve bunların serpantinize harzburjitlerden meydana geldiğini belirtmiştir. Pampal (1984) ise ayırdığı Tepe Türlüsü birimi içinde ofiyolitlere biraz değinmiştir.



Şekil 1. İnceleme alanının bulduru haritası

Figure 1. Location map of the investigated area

Çalışmalarımızda ofiyolitli seri ve ofiyolitli melanj, petrografik yönden detaylı bir şekilde irdelenmiş ve birbirleri ile olan tektonik konumları ile Alt-Orta Miyosen yaşlı kireçtaşları arasındaki ilgileri ortaya konulmuştur.

STRATİGRAFİ VE PETROGRAFI

Etüd edilen sahada Üst Kretase yaşlı ofiyolitik birim ve bunlar üzerine gelen karmaşık seri ile Alt-Orta Miyosen yaşlı kireçtaşları yer alır.

OFİYOLİTİK SERİ

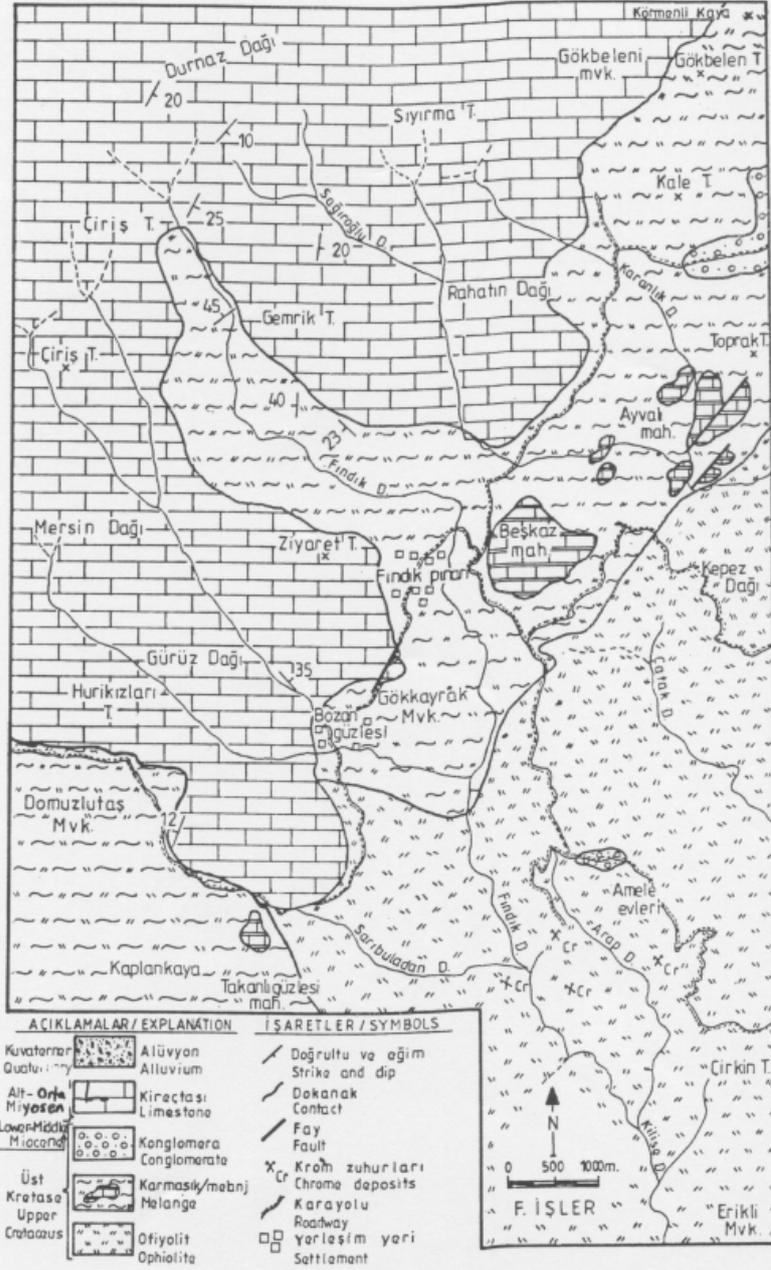
Bölgenin doğu ve güneydoğu kısımlarında geniş yüzeylenme gösterirler. Genellikle koyu renkli, çok kırıklı ve çatlaklı olan bu serinin tabanı gözlenmemiştir. Ancak bu birim üzerine bazı kesimlerde karmaşık seri diğer bazı yerlerde ise taban konglomerası ile Alt-Orta Miyosen yaşlı kireçtaşları gelmektedir (Şekil 2).

Ofiyolitik birim içerisinde herhangi stratigrafik bir seviyeye rastlanılmamış ancak çalışma bölgesinin kuzey doğusunda karışık/melanj içerisinde Körmenli Kaya Tepesi mevkiinde korunmuş bir stratigrafik dizilim tespit edilmiştir (şekil 3). Burada alttan üste doğru şu seviyeler gözlenmiştir; Serpantinize peridotit üzerinde çekiç darbesi ile dağılma özelliği gösteren diyabazlar yer alır. Bunların üzerine bol kırık ve çatlaklı kalsit dolgululu kırmızı renkli kireçtaşları gelir ve üstlere doğru bu birim çok kırıklı ve yer yer mangan içerikli radyolaritlere geçer, daha üst seviyelerde ise yine kırmızı renkli kireçtaşları görülür, fakat bunlar bir öncekilerden farklı olarak radyolarit bantları içerirler. En üst seviyelere doğru ise kırmızı renkli kireç taşları tedrici olarak gri ve bazen pembemsi renkli kireçtaşlarına geçerler. Bu kireçtaşları da bol kırık ve çatlaklı olup 2 ila 40'cm arasında değişen çört bantları içerirler.

Yapılan arazi gözlemleri ve mikroskopik çalışmalar sonucunda Jeoloji Bilimleri Uluslararası Birliği (IUGS)'nin kabul ettiği diyagramlar kullanılarak ofiyolitik seri içerisinde Harzburjit, Serpantin, Ortopirosenit, Diyabaz, Diyorit, Gabro ve Metamorfik seviyeler tespit edilmiştir.

Harzburjit

Ofiyolitik birimin büyük bir kısmını yaklaşık tamamını oluştururlar, kırıklı kaygan olup topografya

litik
Alt-geniş
çok
banı
sim-
ban
şlarık bir
sinin
enli
rafik
üste
inize
elliği
bol
enkl
ırlıklı
İaha
şları
arak
oğru
i ve
Bu
3'cmopik
arası
kul-
pan-
velaşık
afya

Şekil 2. Fındıkpinari ve dolayının Jeoloji haritası

Figure 2. Geological map of the Findikpinari and its surrounding

olarak keskin bir rölyef oluşturmazlar, bol çatlaklı ve D-B yönündeki çatlak sistemi fazlaca, bu özelliklerinden dolayı bazı yerlerde çatlaklar boyunca bloklara ayrılmış ve arazide bloklardan oluşan bir örtü oluşturmuşlardır. Harzburjilerin büyük bir kısmı ayrılmış ve serpantinleşmiştir, bu serpantinleşme bazı yerlerde dıştan içe doğru gelişen zonlu yapıda gelişmiştir.

YAŞ Age	LİTOLOJİ Lithology	AÇIKLAMA Explanation
ÜST KRETASE Upper Cretaceous		Gri ve pembe renkli kristalize kireçtaşı (çatlaklı ve kalın çert bantlı)
		Grey and pink crystallized limestone (cracked and thick chert banded)
		Kırmızı kireçtaşı (Radyolarit içerikli) Red limestone (containing radiolarite)
		Radyolarit (çok kırıklı ve mangan içerikli) Radiolarite (cracked and mangan containing)
		Kırmızı kireçtaşı (kırıklı ve kalsit dolgulu) Red limestone (cracked and filling calcite)
		Diya baz Diabase Serpantinize peridotit Serpentinized peridotite

Şekil 3. Körmenli kaya tepesi mevkiinden alınmış ölçeksiz stratigrafik dikme kesit

Figure 3. Unmeasured columnar stratigraphic section from Körmenli kaya tepesi

Yapılan mikroskopik çalışmalar sonucunda şu mineraller gözlenmiştir.

Olivin : %60-80 mertebesinde bol miktarda bulunur. Yaklaşık tüm kesitlerde olivin düzensiz çatlaklı olarak görülmüş ve bu çatlaklardan itibaren serpantinleşme başlangıç veya ilerlemiş safhada izlenmiştir. Ayrışma nedeniyle bazı kesitlerde olivinler kalıntı halinde düzensiz keskin köşeli ve irili ufaklı parçalar şeklinde görülmüşlerdir.

Ortopiroksen : Değişik oranlarda %15 ile %35 civarında izlenirler, bir kısmı ayrılmış bazıları tamamen bastılmıştır. Büyük bir çoğunluğu çok ince diyopsitik eksolüsyon lamelleri içerir, bazı kesitlerde piroksenin dış çeperleri veya çatlakları boyunca talklaşma gözlenmiştir. Tektonizma etkisi olarak yer yer bükülme ve kırılmalar tesbit edilmiştir. Ortopiroksenlerin pösilitik olarak olivin taneleri içerdikleri de görülmüştür.

Klinopiroksen : Bazı kesitlerde çok seyrek olarak görülmüş fakat bu hiç bir zaman %5 in üzerine çıkmamıştır.

Kromit : Yaklaşık tüm kesitlerde irili ufaklı taneler şeklinde değişik oranlarda gözlenmiştir. Düzensiz kırıklı özşekilli ve yarı özşekillerde, tek nikolde vişne çürüğü renginde bazen ise kahverengimsi sarı renkte görülürler.

Opak mineraller : Serpantinleşme gösteren örneklerimizde özellikle olivinin düzensiz çatlakları boyunca veya piroksenin paralel dilinimleri boyunca sıralanma gösterirler, bunların manyetit oldukları tahmin edilmektedir. Bazı örneklerde ise manyetitler oksitlenmiş olup kesitin kısmen rengini değiştirmiş ve hafif sarıya boyamışlardır.

Serpantin

İncelenen bölgede serpantinleşme çok yaygın olarak gözlenmiştir, ancak ayrı bir birim olarak haritalanabilmesi güçtür zira serpantinleşme aynı bölgede değişik oranlarda izlenmiştir. Makroskopik olarak kayaların ilksel görünüşleri tamamen ayrılmış ve renkleri değişmiş olarak izlenir. Genelde hafif kahverengimsi bir durum almıştır. Bazıları ise dıştan içe doğru bir zonlanma gösterir, içkısımlar koyu yeşilimsi siyah, dış kısımlar ise kahverenginde gelişmiştir. Genel olarak çok kırık ve çatlaklı olup kaygan bir yapıya sahiptir. Dokanak yaptığı bazı yerlerde ise yaklaşık 0,5 metre kalınlığa varan şisti bir yapı kazanmıştır.

Yapılan mikroskopik çalışmalar sonucunda şu minareller tesbit edilmiştir.

Olivin : Çoğu kesitlerde tamamen serpantinleşmişlerdir. Diğer bir kısımda ise az olarak küçük kalıntı parçalar şeklinde izlenmiştir.

Serpantin mineralleri : Genellikle olivinlerin daha az olarakta piroksenlerin ayrışması sonucu gelişmişlerdir. Serpantin mineralleri değişik boy ve kalınlıkta krizotil olarak tahmin edilen damarlar tarafından kesilmiştir. Bu damarcıkların bir kısmı tektonizma nedeniyle bükülme ve kırılma gösterir.

ek olarak
n üzerine

klı taneler
Düzensiz
olde vişne
arı renkte

en örnek-
arı boyun-
ca sıralan-
rı tahmin
r oksitlen-
iş ve hafif

ok yaygın
im olarak
işme aynı
mikroskopik
tamamen
Genelde
bazıları ise
içkısımlar
verenginde
tlaklı olup
1 bazı yer-
an şisti bir

ıcunda şu
neleşmişler-
yük kalıntı

n daha az
elişmişler-
kalınlıkta
tarafından
ektonizma

Ortopiroksen : Büyük bir kısmı tamamen ayrılmış ve bastit lameline dönüşmüşlerdir. Az bir kısmı kalıntı olarak kenarları oyulmuş şekillerde izlenirler, bunlarda da yer yer bükülme ve kırılmalar görülür. Bir kısım piroksenler dilinim, çatlak ve dış çeperleri boyunca talklaşma gösterirler. İleri bir safhada ise talklaşma tamamen piroksenlerin yerini alır.

Talk : Bazı serpantinit kesitlerinde çok bol miktarda gözlenmiştir. Genellikle eğri büğrü, ince uzun şekillerde paralel sönmeli ve yer yer kümeler şeklinde izlenirler. Diğer çoğu kesitlerde ise talklaşma piroksen minerallerinin kırık, çatlak ve dilinimleri boyunca veya dıştan içe doğru bir gelişme gösterirler. Bazı piroksen minerallerinin tamamen yerini almışlardır. Bazen piroksenlerin ilksel durumu ve yer yer bükülme izleri kısmen gözlenebilmektedir.

Kromit : Yaklaşık tüm serpantinit kesitlerinde izlenmiştir. Çoğunlukla irili ufaklı taneler şeklinde düzensiz kırıklı diğer bir kısmı ise düzgün köşeli olarak bulunurlar.

Opak Mineral : Özellikle olivin ve piroksenlerin ayrışması sonucu açığa çıkmışlardır, düzensiz kırık ve kılcal çatlaklar boyunca yığılımlar şeklinde görülürler.

Ortopiroksenit (Enstatitit)

Aybeleni mevkiinin 500 m güneyinden alınan örneğin mikroskopik inceleme sonucu ortopiroksenit olduğu görülmüştür. Hemen yakınındaki örneklerin ise harzburjit oldukları tesbit edilmiştir, dolayısı ile harzburjitlerden ortopiroksenitlere tedrici geçiş yer yer görülebileceği mümkündür.

Yapılan mikroskopik incelemeler sonucunda kesitin yaklaşık tamamını enstatitlerin oluşturduğu gözlenmiş ve % 5 civarında da küçük taneler şeklinde olivinler tespit edilmiştir. Birbirine paralel ince ve muntazam g(010) dilinim izleri gösteren ortopiroksenlerin büyük bir kısmı tektonizmadan fazlaca etkilenmiş ve bunun sonucunda büyük bir kısmı bükülmüş ve bazıları ise kırılmışlardır.

Diyabaz

Genellikle çok seyrek olarak Amele evleri mevkiinde küçük dayklar şeklinde görülmüşlerdir. Görünüş olarak bazalta benzerler, koyu yeşilimsi siyah renkte ve yer yer çatlaklı bir yapısı vardır. Melanj içerisinde daha bol bulunmalarına karşın masif içinde çok az bir yer işgal etmeleri dikkati çeker.

Yapılan mikroskopik çalışmalar sonucunda entertertal ve entergranüler bir doku içinde şu mineraller gözlenmiştir.

Plajiyoklas (albit) : Hakim minerali oluştururlar, genellikle ince prizmatik levhalar şeklinde ve çok seyrek olarak feno kristaller şeklinde izlenirler.

Bir kısmında kloritleşme ve serizitleşme görülmüştür. Feno kristaller ise tamamen serizitleşmiştir. Yer yer dalgalı sönmeli ve tektonizma sonucu kırılma ve bükülmeler izlenir.

Piroksen (ojit) : Ertergranüler dokulu olan diyabazlarda bol miktarda ve genellikle uralitleşmiş olarak görülürler. Diğerlerinde ise küçük taneler şeklinde az olarak bulunurlar.

Klorit : Bolca izlenirler, plajiyoklas arası boşluklarda hamurun ve bazı plajiyoklasların aleyhine ikincil olarak gelişmişlerdir. Bazen küçük bademsi boşluk dolgusu olarak görülürler.

İlmenit : Bol miktarda genellikle iğnemi görünüşlü seyrek olarak küçük granüler şeklinde saçınımlı olarak izlenirler.

Lökoksen : Bazı kesitlerde tespit edilmiştir, genellikle ilmenitlerin ayrışması ile oluşmuş ve onların çevresinde bulutumsu görünüşleri ile karakteristiktirler.

Diyarit / Gabro

Bu kayaç türlerine değişik yerlerde Memişkaya tepenin 1 km doğusu ve güneydoğusunda ve Köprüpaşa mevkiinde rastlanılmıştır. Genellikle peridotitler üzerinde irili ufaklı parçalar şeklinde ve bazen yaklaşık 8 metre kalınlığına varan boyutlarda bulunurlar, bazen çok seyrek olarak dayklar şeklinde

de izlenmişlerdir. Çok sert masif ve bol çatlaklıdırlar, koyu renkli ve ince taneli olmaları ile dikkati çekerler.

Bu kayaçların yapılan mikroskopik incelemeleri sonucunda büyük bir kısmının diyorit olduğu tespit edilmiştir. Gabro ile aralarındaki tek farkın diyoritlerde plajiyoklasların %43 An. içeren andezin olmasıdır. Her ikisinde de aynı mineralojik özellikler tespit edilmiştir.

Plajiyoklas : Prizmatik latalar şeklinde bol miktarda görülürler. Genellikle ayrıışmışlardır. Ayrıışma minerali olarak killeşme, serisitleşme ve albitleşme görülür. Özşekilli yarı özşekilli olmalarının yanında bir kısım plajiyoklaslar ayrıışmadan ötürü düzensiz keskin köşeli kalıntı parçalar şeklinde bir durum arzederler, büyük bir kısmında dalgalı sönme gösteren plajiyoklaslarda tektonizma sonucu yer yer kırılmalar gelişmiştir. Plajiyoklaslarda g(010) yüzeyine dik kesitler metodu kullanılarak diyoritlerde %43 An. içeren andezin gabrolarda ise %53 An. içeren Labrador türleri tesbit edilmiştir.

Amfibol : İkinci hakim minerali oluştururlar, bazı kesitlerde hakim mineral olarak görülürler. Bir kısmı ışınal, lifsi şekillerde diğer bir kısmı ise prizmatik lata ve ince taneler şeklinde irili ufaklı gözlenirler. Bazıları baklava dilinimi ve h' (100) ikizi gösterir. Kısmen ayrıışmış olup yer yer kırılma ve bükülmeler tesbit edilmiştir.

Epidot : Seyrek olarak izlenmiştir, Plajiyoklas ve amfibol aleyhine ikincil olarak gelişmiştir.

Opak mineral : Çoğunlukla ferro-magnezyen minerallerin bulunduğu yerlerde irili ufaklı taneler şeklinde görülürler.

Metamorfik Kayaçlar

Ofiyolitik serinin bir yerinde Köprübaşı mevkiinin hemen 300 m doğusunda N 75 E doğrultulu ve 60° SE eğimli güzel tabakalanma gösteren metamorfik kayaçlar tesbit edilmiştir. Arada kuvars bantları içeren şistler bazı kesimlerde çok ezilmiş görünümlü olup çekiç darbesiyle çabucak dağılma özelliğine sahiptir. Alınan örneklerin mikroskopik incelenmesi sonucu kuvars-epidot şist ve amfibol şist oldukları tes-

bit edilmiştir. Bu tür metamorfik kayaçların ofiyolitiklerin yerleşmesi anında sürüklenme ile meydana gelmiş olabilecekleri düşünülmektedir. Zira bu seviyeler fazla bir kalınlık arzemezler.

Kuvars-epidot şistte epidot türü olarak klinozoitler olarak tespit edilmiştir. Birbirine paralel ince uzun prizmatik bağetler şeklinde gelişmiş olan klinozoitler kesitin yaklaşık tamamını oluştururlar. Bunlar arasında da küçük granü taneleri şeklinde dalgalı sönmeli kuvars taneleri ve çok az olarak opak mineraller görülür.

Amfibolit şist örneğinde ise belli bir yönde belli belirsiz bir yönelme gösterirler. Kırılma ve bükülmeler bolca izlenir, ayrıca kristaller yanlara doğru hafifçe uzanım kazanma eğilimi gösterirler. Yaklaşık amfibollerle aynı oranda görülen plajiyoklaslarda tektonizmanın etkisi olan kırılma ve bükülmelere daha sıkça izlenir. Ayrıca büyük bir çoğunluğunda zonlu yapı ve dalgalı sönme görülür.

OFİYOLİTLİ MELANJ / KARMAŞIK

İnceleme bölgesinin merkezi kısmında Fındıkpınarı, Ayvalı mahallesi, Gökkayrak mevki ve Domuztaş mevkiilerinde yaygın olarak gözlenirler. Bu bölgelerde ofiyolitik bir matris içerisinde çok değişik boyutlarda bir cm büyüklüğünde parçadan yüzlerce metre büyüklükte boyutlara kadar varan yabancı eleman içerirler. Yabancı elemanların büyük çoğunluğunu değişik yaşlardaki kireçtaşları daha az olarak kumtaşları ve konglomeralar oluşturur. Bunların yanında yine küçük parça ve blok şeklinde bol miktarda ofiyolite ait elemanlardan peridotit, serpantin, diyabaz, gabro, diyorit, radyorit kırmızı renkli kireçtaşı ve spilitler görülmektedir. Bu parça ve bloklarda genellikle çok kırıklı, çatlaklı ezik ve breşik bir durumda görülmeleri ve bazılarının kenarlarının yuvarlaklık kazanmış olmaları dikkati çeker.

Pampal (1984), yaptığı çalışmalarda Tepeköy türüsü olarak ayırdığı karışık içerisinde Permiyen, Triyas ve Jura yaşlı kireçtaşı bloklarını tespit etmiştir. Çalışma sahasının güneydoğusunda bölgemizin sınırları dışındaki Samlar mahallesinde yüzeylenen kireçtaşı bloklarından alınan örneklerin Engin Meriç

ofiyolit-
neydana
zira bu

inozoizit
ce uzun
nozoitler
Bunlar
dalgalı
ta opak

belli be-
küllmeler
hafifçe
amfibol-
tektoniz-
aha sıkça
lu yapı ve

kısımında
mekkii ve
nirler. Bu
ok değişik
1 yüzlerce
1 yabancı
n büyük
1 daha az
ırur. Bun-
künde bol
it, serpan-
nızı renkli
a ve blok-
breşik bir
enarlarının

Tepeköy
Permien,
it etmiştir.
bölgemizin
yüzeylenen
agin Meriç

tarafından yapılan paleontolojik determinasyonu sonucu *Neoschwagerina* sp. mikrofosilli bulunarak kayaca Permien yaşı verilmiştir.

Ofiyolitik seriye ait parça ve blokların karmaşık içerisindeki durumları kısaca şu şekilde özetlenebilir. Peridotitlerin büyük bir kısmı ya serpantinleşmiş veya serpantinize bir görünüş kazanmıştır, çok çatlaklı, kaygan ve kırılğan bir yapıya sahiptirler. Gabro/diyorit genellikle çok sağlam ve serttirler, koyu renkli olup, ince taneli olmaları ile dikkati çekerler. Koyu renkli ve bazaltik görünümlü olan diyabazlar genelde çok sert olmalarına karşın bazı kesimlerde çekiç darbesi ile ufalama gösterirler. Genelde mor renkli olan spilitlere Çevlik Güzlesi yakınlarında rastlanılmıştır. Bol miktarda bademsi boşluklu olup genelde kalsit, zeolit ve az olarak epidot ve klorit dolguludur. Çekiç darbesi ile çabuk dağılabilen bir özelliğe sahiptir. Spilitlerde alt seviyelere doğru belli belirsiz yastık tipi tespit edilmiş ve bunların büyük bir kısmı deforme olmuş diğer bir kısmında ise yastıkların yalnızca yuvarlaklığı izlenebilmiştir. Kırmızı renkli kireçtaşları ve radyolaritler çok kırıklı kendi içinde kıvrımlı ve faylı olup çoğunlukla parçalanmış vaziyette izlenirler.

KONGLOMERA

Bu birim Amele evlerinin hemen kuzeyinde ve Yağlıçaklı Tepede az, fakat Demirşık yolu üzerinde Bozalan mevkiinde daha yaygın olarak görülür. Elemanlarını tamamen ofiyolite ait parçalar oluşturur, genellikle güzel yuvarlaklık kazanmış çok az bir kısmı ise köşeli olarak gözlenir. Tane boyutları 0,5 cm den 30 cm'ye kadar değişir. Gevşek kalsit çimento ve çabucak dağılabilen bir özelliğe sahiptir. Karasal bir oluşuk olan ve kırmızı renkleri ile dikkati çeken bu konglomeralar doğrudan ofiyolitler üzerinde görülürler.

MİYOSEN KİREÇTAŞLARI

İnceleme bölgesinde çok büyük bir yayılım gösteren kireçtaşları üst Kretase Ofiyolitik seri ve ofiyolitli karmaşık/melanj üzerine bir diskordansla gelir. Beyaz, gri ve bazen hafif pembemsi renklerde

görülür, bol miktarda erime boşlukludur. Bu özelliğinden dolayı çoğu kere tabakalanma bozulmuş olarak izlenir. Erime boşluklarının genişlediği bazı kesimlerde küçük çapta sarkit ve dikit oluşukları gelişmiştir. Çok bol miktarda mikro ve makro fosil içerirler. Keklik pınarı Tepe, Gemrik Tepe ve 'Sala Dağı'ndan derlediğimiz örneklerin Engin Meriç tarafından yapılan paleontolojik incelemesi sonucunda;

Heterostegina sp.
Amphistegina sp.
Asterigerina sp.
Borelis sp.
Operculina sp.
Bryozoa

fosillerini tespit ederek kayaca ALT-ORTA MİYOSEN yaşını vermiştir.

Ayrıca Sarpın Kayasından derlenen örneklerde ise;

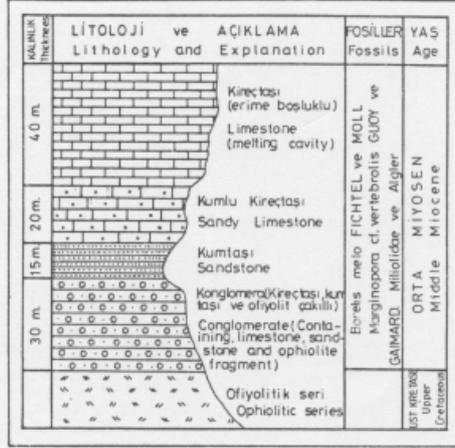
Borelis melo FICHTEL ve MOLL

Marginopora cf. *vertebrolis* GUOY ve GAIMARD
Miliolidae

Algler
mikrofosilleri tespit edilmiş ve kayaca ORTA MİYOSEN yaşı verilmiştir.

Ofiyolitik seri üzerine fazla kalınlık göstermeyen taban konglomerası ile oturan Alt-Orta Miyosen kireçtaşlarının en iyi gözlendiği yer sahamızın güneydoğusunda Sarpın Kayası ve güneybatısında yer alan Kurucaolukpınar çeşmesidir.

Sarpın Kayası'nda ofiyolit üzerinde 25-30 metre civarında iri ofiyolit, kireçtaşı ve kumtaşı çakıllarını içeren konglomera yer alır. Bunun üzerine uyumlu olarak çabuk dağılabilen orta taneli kumtaşı gelir. Bu kumtaşından yaptırılan inceksitlerin incelenmesi sonucunda kalsit çimento içinde elemanlarının büyük çoğunluğunun serpantinleşmiş peridotit parçalarının oluşturduğu ve bol miktarda da fosil kavrısı içerdiği görülmüştür. Yaklaşık 10-15m kalınlığında bulunan bu kumtaşlarının üzerinde uyumlu olarak düzgün tabakalı Alt-Orta Miyosen kireçtaşları yer alır (Şekil 4).



Şekil 4. Sarpin kayası mevkiinden alınmış stratigrafik dikme kesit

Figure 4. Measured columnar stratigraphic section from Sarpin kayası

Kurucaolukpınar Çeşmesinde biraz farklılıklar tespit edilmiştir. Ofiyolit üzerine gelen konglomera daha az kalınlıkta oluşmuş ancak üstte doğru kumtaşı, konglomera ardalanması şeklinde gelişmiştir. Daha üstlere doğru kumlu kireçtaşı ve Alt-Orta Miyosen kireçtaşlarına geçmiştir.

Alt-Orta Miyosen kireçtaşının karmaşık üzerinde gözlemlendiği en iyi yer ise Çevlikgözlesi Yaylasının güneydoğu kesimidir. Burada spilit, radyolarit ve ezik serpantinize peridotit karmaşası üzerine breşik görünümlü keskin köşeli irili ufaklı gabro/diyorit ve ofiyolit parçaları gelir daha üstlere doğru aynı seviye breşik kumlu kireçtaşına geçer, daha sonra kireçli kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve nihayet Alt-Orta Miyosen kireçtaşlarına uyumlu olarak geçiş gösterirler. Bunlarda bol miktarda mikro ve makro fosil ve fosil kavkaları içerirler.

Alt-Orta Miyosen kireçtaşları ofiyolitik seri üzerinde yaklaşık yatay tabakalı, az bir kalınlık ve şapka görüntüsü ile dikkati çekerler. Fakat Durnaz

Dağında kalınlıkları yaklaşık 600 metreyi geçer. Buralarda yer yer alt tarafta marn üstte doğru kireçtaşı şeklinde bir gelişme gösterir.

SONUÇ

Yapılan çalışmalar sonucunda etüd edilen bölgede üst Kretase'de yerleşmiş olan ofiyolitik seri içerisindeki harzburjit olarak tespit edilen peridotitlerin büyük bir kısmı serpantinleşmiştir.

Karmaşık içinde diyabaz, gabro, spilit, radyolarit ve kırmızı renkli kireçtaşı blok ve parçalarının bolca bulunmasına karşılık, ofiyolitik seri içerisinde bu birimlerden bir kısmına hiç rastlanılmamış diğer bir kısmı ise az olarak gözlenmiştir.

Ofiyolitik serinin tabanında görülen metamorfik birimlerinin kalınlıklarının az oluşu ve devamlılıklarının olmayışı ofiyolitik serinin yerleşmesi esnasında bu birimlerin metamorfizma olmuş olabileceklerini düşündürmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından MMF-87-6 Nolu proje olarak desteklenmiştir. Bu desteği sağlayan Ç.Ü. Araştırma Fonu Başkanı ve Rektör Yardımcısı Sayın Prof. Dr. İbrahim GENÇ'e teşekkür etmeyi borç bilirim. Ayrıca ilgi ve desteğini gördüğüm Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Ahmet ACAR'a da teşekkür ederim.

DEĞİNİLEN BELGELER

Baroz, F., Bemolli, D., Duval, B.B., Bizon, G., Letouzey, I., 1978, *Correlations of the Neogene formations of the Florence Rise and of northern Cyprus-Paleogeographic and structural implications ; Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 42 part 1, 903-926, Washington.*

Biju-Duval, B., Courier, P., et Letouzey, J., 1974, *Interpretation de la structure des Monts de Misis, Turquie (Chevauchement Pliocene et masses allochtones mises en place au Miocene) et son extension en Méditerranée orientale; Deuxieme Reunion Ann. Sci. Terre, p. 48, Nancy.*

geçer.
reçtaşı

IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks., 1973, Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks Recommendations, N.Jb. Miner. Mh.,H.4. 149-164, Stuttgart.

edilen
tik seri
ridotit-

Juteau, Th., 1975, Les ophiolites des nappes, d'Antalya (Taurides occidentales Turquie) Petrologie d'un fragment de l'ancienne croûte oceanique téthysi enne ; Sc. de la Terre, Mem. No. 32, 6925, Nancy.

dyolarit
n bolca
ıde bu
iğer bir

Öztümer, E., 1974, Antalya, Mut ve Adana Havzaları Tersiyer Biyostratigrafisi ve Mikropaleantoloji Yenilikleri. 2. Petrol Kong. Tebliğleri, 217-228, Ankara.

amorfik
lıkları
ında bu
rini dü-

Pampal S., 1984, Aslanköy-Tepeköy (Mersin) Yöresinin Jeolojisi ; S.Ü.Fen-Edebiyat Fak. Ferz Derg. Sayı 3.

Schietecatte, J.P., 1961. Geology of the Misis Moun- tains ; Geology and History Turkey. Sirtica Shel Limited, 305-312 Tripoli, Libya.

raştırma
destek-
ta Fonu
of. Dr.
bilirim.
şkanımız
derim.

Tanar, Ü., 1985, Kömürlü (Tarsus-Mersin) Bölgesi n Karaisalı-Kuzgun, Memişli. Formasyonlarını n Molluska Faunası" ; Jeo.Müh.Derg. 24, 17-20.

Temek, Z., 1953, Mersin-Tarsus Kuzey Bölgesini n Jeolojisi ; M.T.A. Ens. derg. 44.

zon, G.,
Neogene
northern
ral im-
Sea Drill-
ton.

1974, Inter-
Misis, Tu-
es alloch-
on exten-
Deuxieme

9. Hafta Saha Jeolojisi II Mersin ofiyoliti bilgileri

INTRODUCTION

Ophiolites were defined in Penrose Conference (Geotimes, 1972) and have been interpreted as oceanic lithosphere fragment obducted onto continental margins during orogenic processes (Gass, 1967; Coleman, 1971; Dewey and Bird, 1971).

The eastern Mediterranean ophiolites in southern Turkey crop out along two belts, namely, Peri-Arabic belt comprising Hatay, Baer-Bassit, Troodos, Cilo, Guleman, Zagros and Oman (Ricou, 1971), and the Tauride belt along which discontinuous oceanic lithosphere fragments (e.g. Lycian nappes, Alihoca, Beyşehir-Hoyran nappes, Pozantı-Karsantı, Mersin) in association generally with metamorphic sole and ophiolitic mélange are seen on both sides of the calcareous axis (Juteau, 1980; Dilek and Moores, 1990) (Figure 1). The Tauride belt, the part of the Alpine-Himalayan orogenic belt in southern Turkey, consists of a series of nappe sheets in which oceanic and continental rock assemblages with distinct lithological and structural features are present (Figure 1) (Özgül, 1976). The ophiolitic massifs in the Tauride belt, cropping out along either northern or southern part of the Taurus calcareous axis, present generally dismembered relicts of oceanic lithosphere derived from northern branch of the NeoTethyan ocean some time during Late Cretaceous (Juteau, 1980; Şengör and Yılmaz, 1981; Ricou et al., 1984; Robertson and Dixon, 1984; Dilek and Moores, 1990) (Figure 1).

The Mersin ophiolite, one of the Tethyan oceanic lithospheric remnant, is located in the eastern end of the central Tauride belt. There are three distinct nappe sheets in the Mersin Ophiolite Complex (MOC), in structural upward order these are namely the ophiolitic mélange, the subophiolitic metamorphic rocks and the ophiolitic units (Figure 2). The ophiolitic melange is represented by continental margin units, rift-related sediments, slabs of metamorphic rocks, ultramafic and mafic rocks, rootless blocks of platform carbonates (Permian to Cretaceous in age). This unit is in turn tectonically overlain by the sub-ophiolitic metamorphic rock assemblages that are folded, imbricated and cut by number of diabasic dikes (Parlak et al., 1995). The structurally highest tectonic pile in the study area is the oceanic lithospheric rocks that comprise mantle tectonites, ultramafic and mafic cumulates, Late Jurassic-Early Cretaceous alkali basalts and Late Cretaceous (?) tholeiitic basalts and diabases (Parlak et al., 1997) (Figure 2).

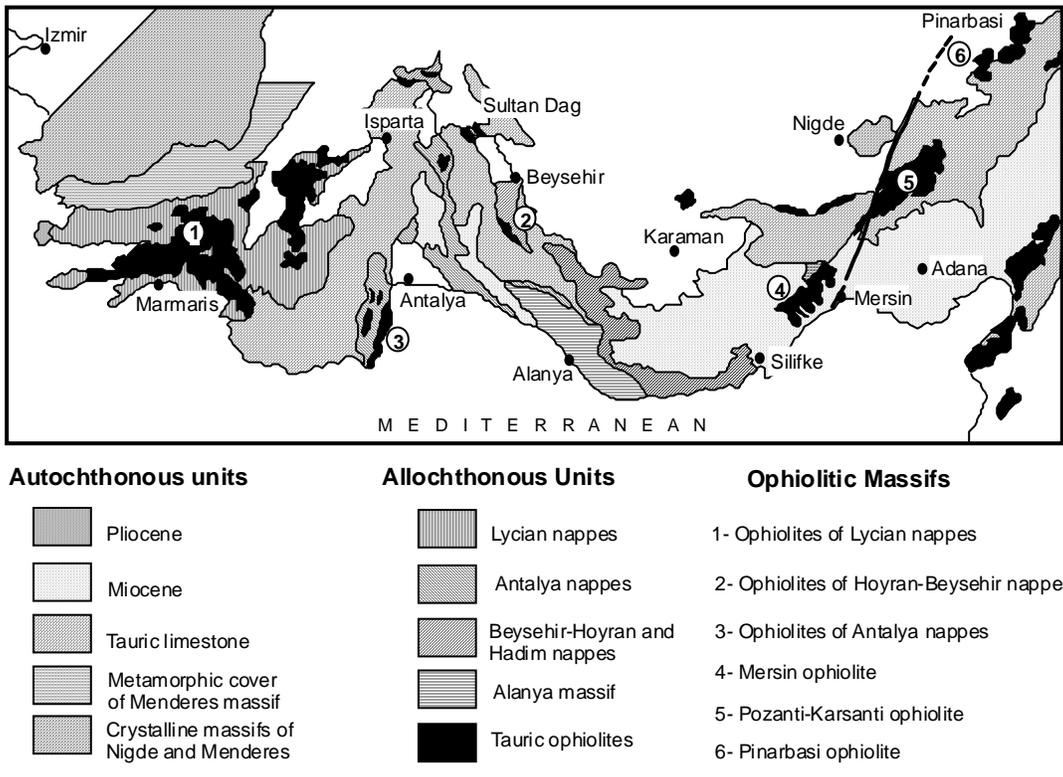


Figure 1. Ophiolites of the Tauride belt in southern Turkey (Juteau, 1980).

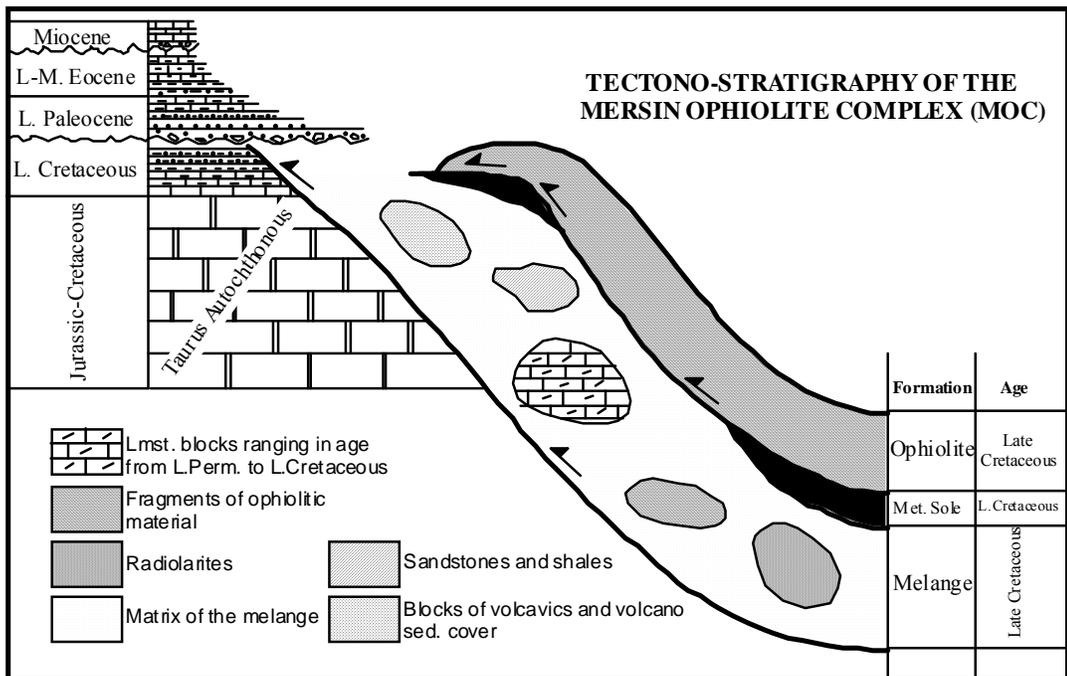


Figure 2. The main tectonostratigraphic units of the Mersin ophiolite complex.

Different parts of the ophiolite suite are well exposed within roughly the NNW-SSE extending series of deep valleys beneath the Miocene carbonates approximately 50 km NW of Mersin (Figure 3 and 4).

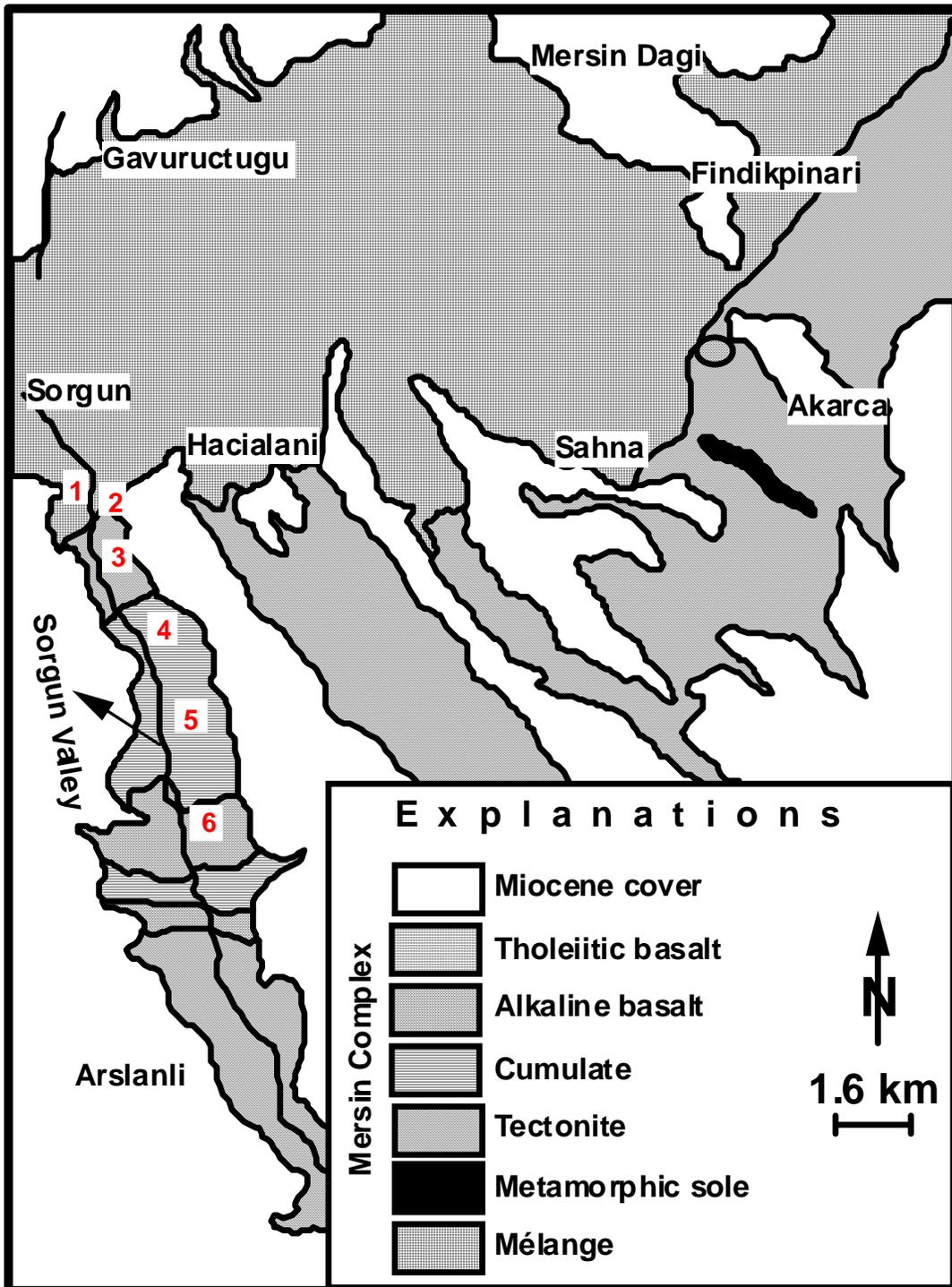


Figure 3. Geological map of the western part of the Mersin ophiolite. Numbers indicate the sites of the field excursions within the Sorgun valley (Parlak, 1996).

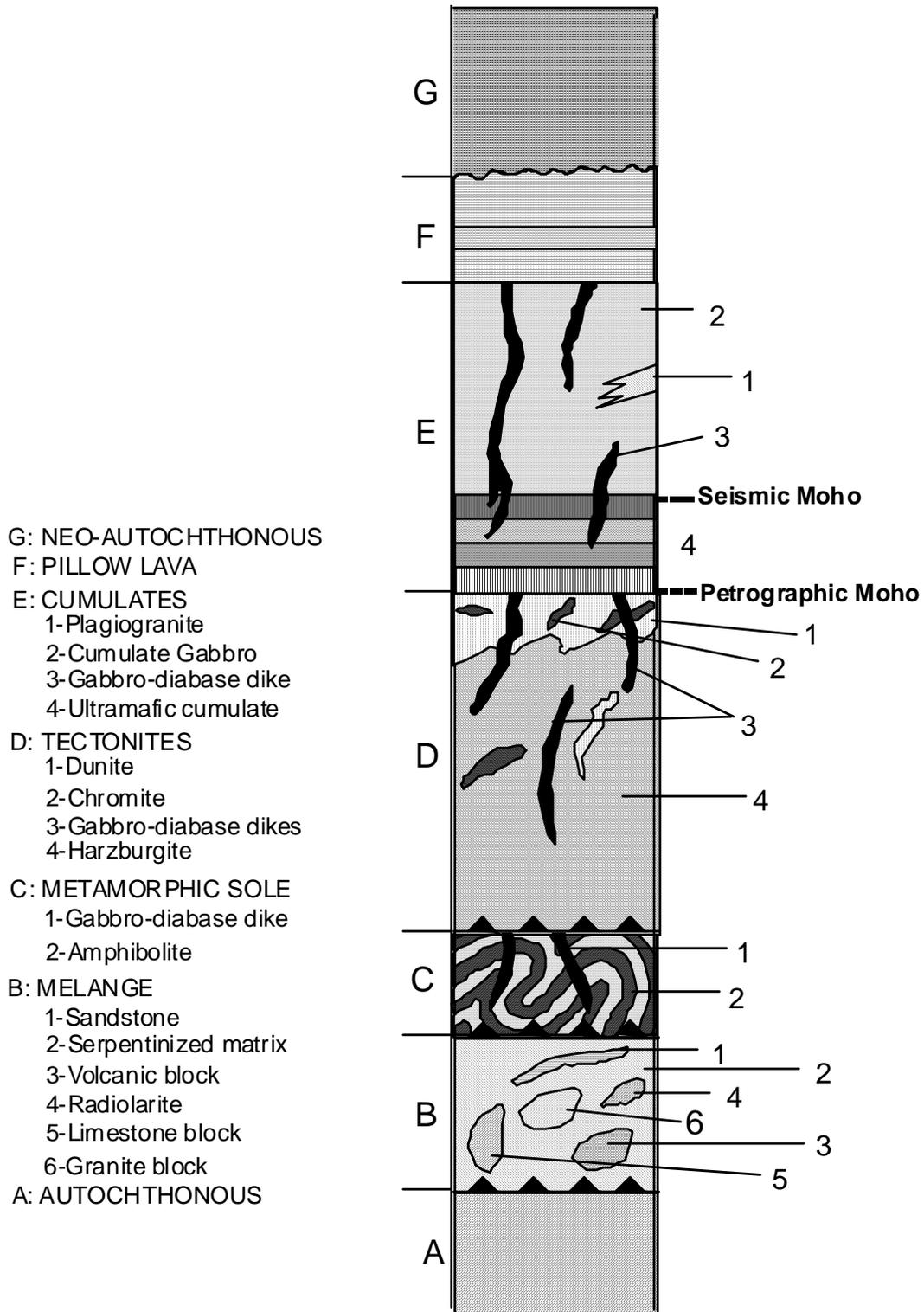


Figure 4. Detailed stratigraphic column of the rock units in the Mersin ophiolite (Parlak, 1996).

DESCRIPTION OF THE LOCATIONS

STOP-1

Ophiolitic Melange

We will have a stop in the ophiolitic mélangé near Sorgun village. In this location we will not examine the rock units of the mélangé in detail but a general view from south to north and discussion. The ophiolitic melange in Mersin complex consists of continental margin units, rift assemblages, platform fragments, slabs of ophiolites and metamorphic rocks. The contacts between these tectonostratigraphic units are tectonic (Photos 1-3).



Photo 1. a) Pelagic limestones intercalated with the alkaline volcanics and tuffs. b) Plant bearing sandstones. c) Overturned carbonate cemented sandstone and siltstone intercalation. d) Mudstone and radiolarite intercalation.



Photo 2. a) Beddy sorted conglomerate comprising pebbles of alkaline volcanics. b) Brecciated limestone blocks (Late Triassic-Jurassic). c) Late Triassic aged cherty limestone. d) Rootless limestone blocks in the mélangé.

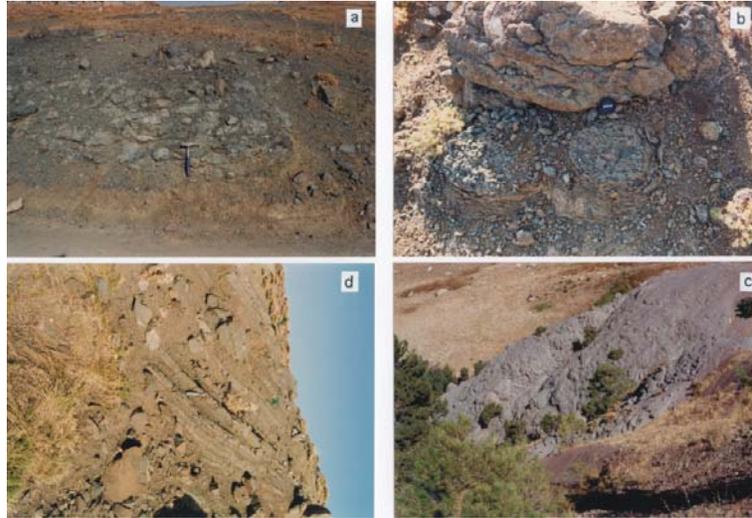


Photo 3. a) Serpentinized harzburgite fragments in the mélangé. b) Gabbro fragments in the mélangé. c) Pillow basalts in the mélangé. d) Fragments of volcano-sedimentary rocks in the mélangé.

STOP-2

Tectonic contact between ophiolitic mélangé and ophiolite

The boundary between ophiolite and mélangé is well seen on the way from Sorgun to Erdemli (Mersin) just one km south of the Sorgun bridge. The contact is highly sheared and serpentinized. The orientation of the contact is N70E/71SE (Photo 4).



Photo 4. Tectonic contact between mélange and ophiolite.

STOP-3

Chromite mine in the tectonites and isolated diabase dike

An abandoned chromite mine will be visited in this stop and later on an isolated diabase dike intruding the tectonite will be seen.

The chromian spinel compositions in the Mersin ophiolite are different from those of oceanic crust (Dick and Bullen, 1984) and stratiform complexes (Irvine, 1971) and similar to chromian spinels from Troodos ophiolite (Hebert and Laurent, 1990) and Border Ranges ultramafic and mafic complex (Burns, 1985). Spinel with high Cr# (>60 %) are restricted to volcanic arcs whereas low Cr# (<60 %) in spinels is typical of oceanic crust (Photo 7c).

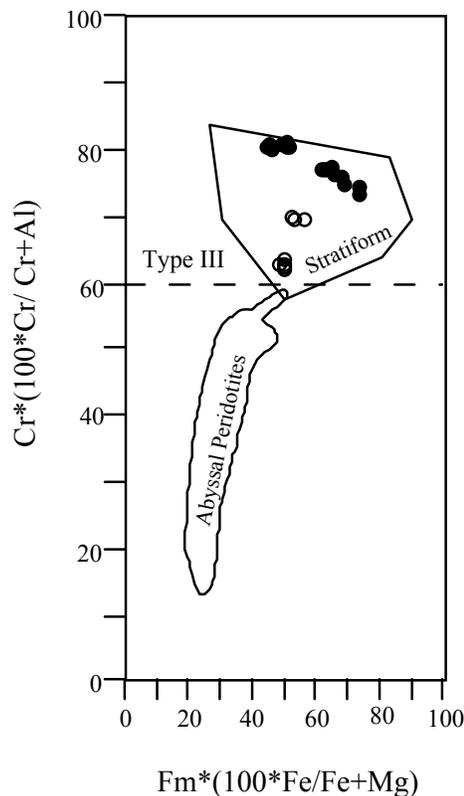


Figure 5. Chromian spinel compositions from ultramafic cumulates (filled circles) and peridotites (open circles) in the Mersin ophiolite (from Parlak et al., 1996). Type III spinel field and abyssal peridotite field from Dick and Bullen (1984), stratiform field from Irvine (1967).

The ophiolite body is cross cut at all structural levels by numerous mafic dikes (Photo 5). The dikes do not intrude the underlying mélange or platform carbonates. Therefore dike emplacement postdate the formation of the ophiolite and metamorphic sole but predate the final obduction onto the Tauride platform. The

isolated diabase dikes in the Mersin ophiolite suggest the geochemical characteristics of Island Arc Tholeiites (Figure 6) (Parlak and Delaloye, 1996).

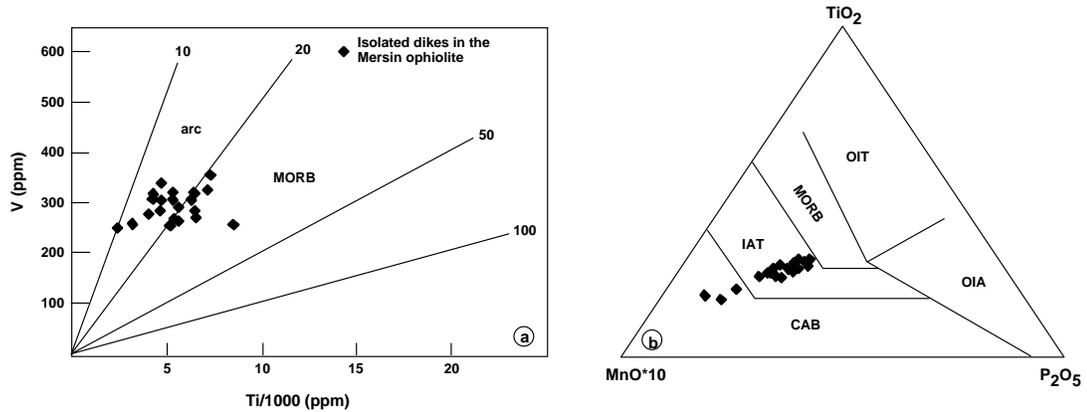


Figure 6. a) Plot of Ti vs V for the dike swarms of the Mersin ophiolite (after Shervais, 1982). b) TiO₂-MnO-P₂O₅ plot of the tholeiitic dike swarms (after Mullen, 1983).



Photo 5. a and b) Diabase dikes within the metamorphic sole. c) Diabase dike within the gabbroic cumulate. d) Diabase dike within the tectonite.

STOP-4 and 5

Ultramafic-mafic cumulates

In this stops, the ultramafic and mafic cumulates are well seen along roughly the N-S extending Sorgun valley (Figure 3). Total thickness of the cumulates is over 3 km (Figure 4). The rock association from bottom to top show following sequence: it starts with dunites (Photo 6a) in which stratiform chromite occurrences are present (Photo 7c) and gradually passes into dunite-wehrlite alternation zone (Photo 6b). A clinopyroxenite layer (Photo 6c) covers the previous rocks. Olivine gabbro with a thin sandwiched layer of wehrlite are the following units (Photo 6d). More than 2000 m thick gabbroic rocks constitute the rest of the section. Within the gabbroic

cumulates, olivine gabbro, leuco gabbro (Photo 7a), gabbro and anorthosite (Photo 7b) are the most conspicuous lithologies.

The ultramafic cumulates, which generally exhibit adcumulate texture, display structures such as igneous lamination, size grading and rhythmic layering (Photo 7d). Mafic cumulates show rhythmic-graded layering and are characterized by adcumulate, mesocumulate and orthocumulate texture (Photo 8). Abundance of monomineralic cumulate layers (dunite, clinopyroxenite) especially in the ultramafic section is an evidence of adcumulate origin (Jackson, 1971).

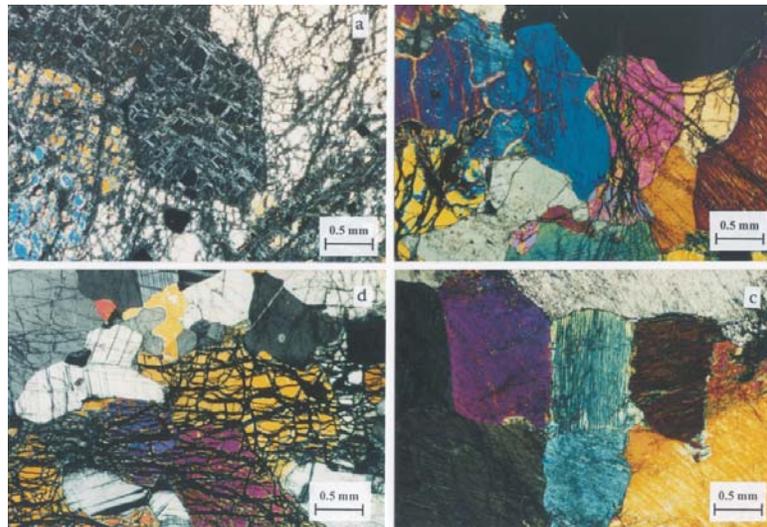


Photo 6. a) Photomicrograph of adcumulate dunite from the base of the ultramafic cumulate. b) Olivine-clinopyroxene adcumulate wehrlite. c) Adcumulate clinopyroxenite. d) Olivine gabbro showing the mesocumulate texture.

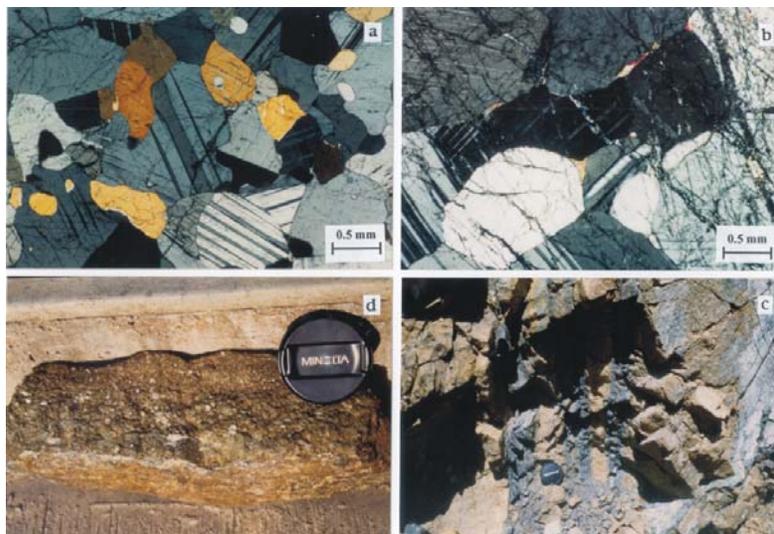


Photo 7. a) Leucogabbro, cumulus plg and intercumulus cpx. b) adcumulate anorthosite, cpx is the intercumulus phase. c) Stratiform chromite band within the dunite rich ultramafic cumulate. d) Size grading in clinopyroxenite at the base of the ultramafic cumulate.

Phase or crystallization layering result from the appearance or disappearance of one or more minerals (Hess, 1989). Phase variation of cumulus and intercumulus minerals of the Mersin ophiolite cumulate suite is illustrated in Figure 7. The cumulus phases are olivine, Cr-spinel, clinopyroxene and plagioclase. Post cumulus phases are orthopyroxene, clinopyroxene, plagioclase and olivine.

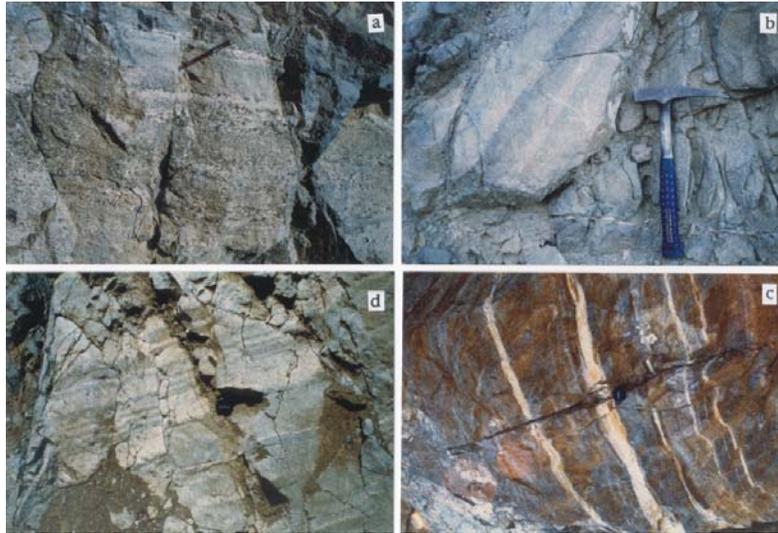


Photo 8. **a)** Magmatic lamination in the gabbroic rocks and coarse grained olivine crystals parallel to the lamination. **b)** Mineral graded layering in gabbros. **c and d)** Rhythmic layering in gabbros, cm-scale plagioclase and clinopyroxene alternation.

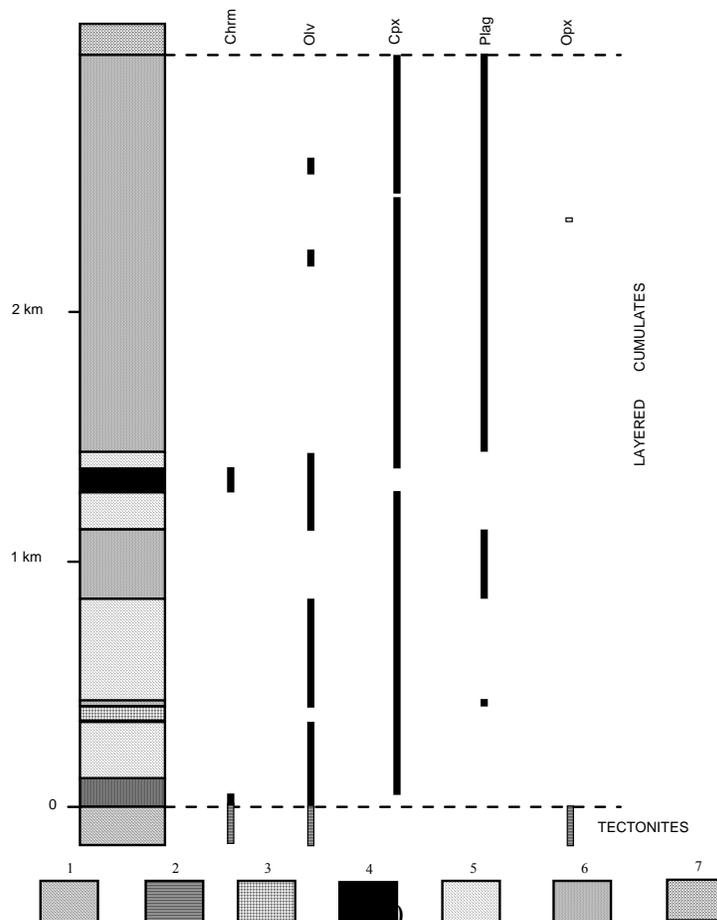


Figure 7. Phase distribution within the cumulates. 1-mantle tectonites, 2-dunite and wehrlite alternation zone, 3-clinopyroxenite, 4-dunite, 5-wehrlite, 6-gabbro, 7-basalt.

Cryptic layering demonstrates variation in chemical composition of certain minerals throughout a layered sequence of rocks (Wager and Brown, 1968; Hess, 1989). They are represented by Ca-clinopyroxenes, An-rich plagioclases and Fo-rich olivines. Cryptic variation of the ultramafic and mafic cumulates are shown in Figure 8 in terms of chrom content (Cr#) in Cr-spinel, forsterite (Fo) content in olivine, Mg content (Mg#) in clinopyroxene, anorthite (An) content in plagioclase and Mg content (Mg#) in orthopyroxene with respect to stratigraphic height. It is obviously illustrated that there is limited cryptic variation throughout the cumulate sequence of the Mersin ophiolite. (Figure 8).

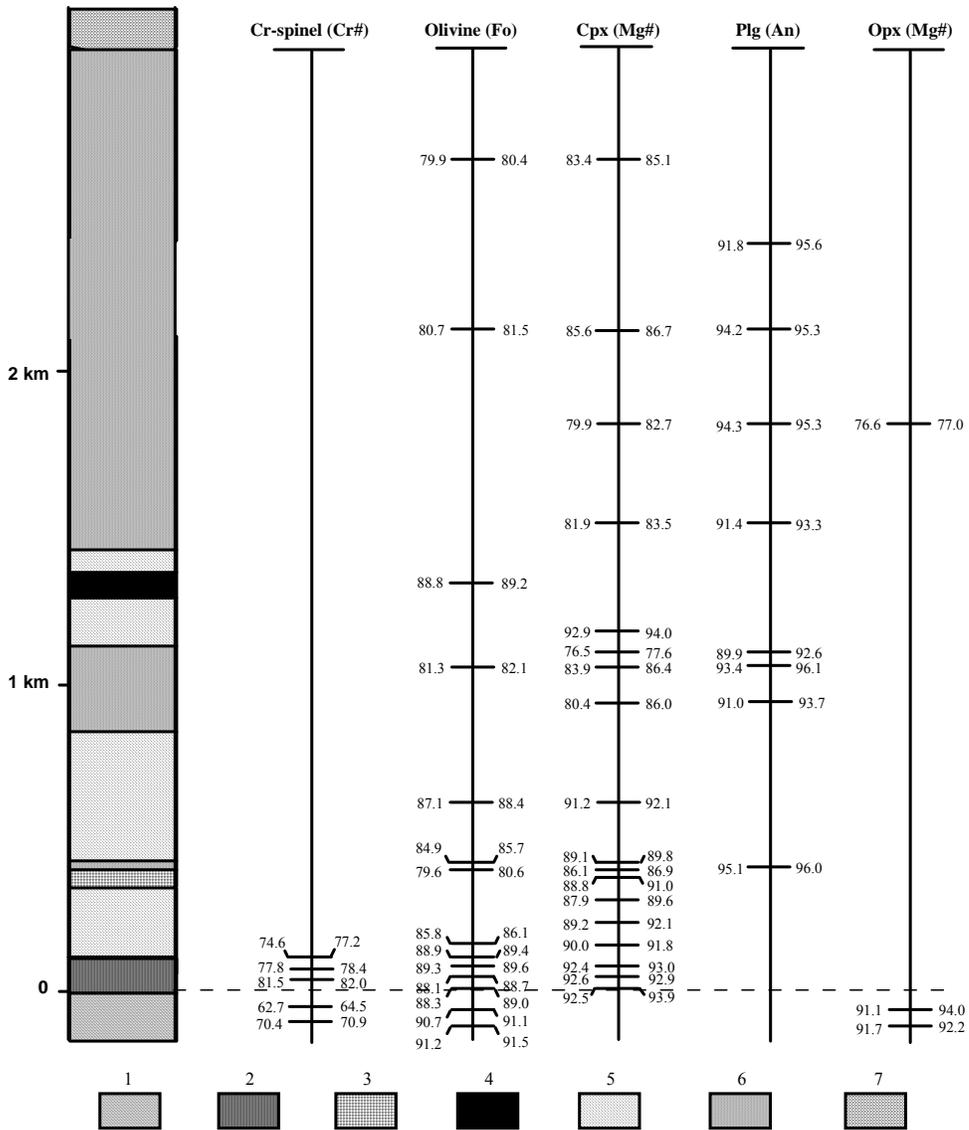


Figure 8. Cryptic variation within the cumulative rock of the Mersin ophiolite. Legend of the lithologies same as in Figure 7. Numbers represent minimum and maximum values in individual samples.

The mineral chemistry of mafic and ultramafic phases suggest that the Mersin ophiolite was formed in an arc or supra-subduction zone tectonic environment in which high pressure crystal fractionation took place some time during Late Cretaceous (Parlak et al., 1996) and show close similarity to those of modern island arc settings (Figure 9).

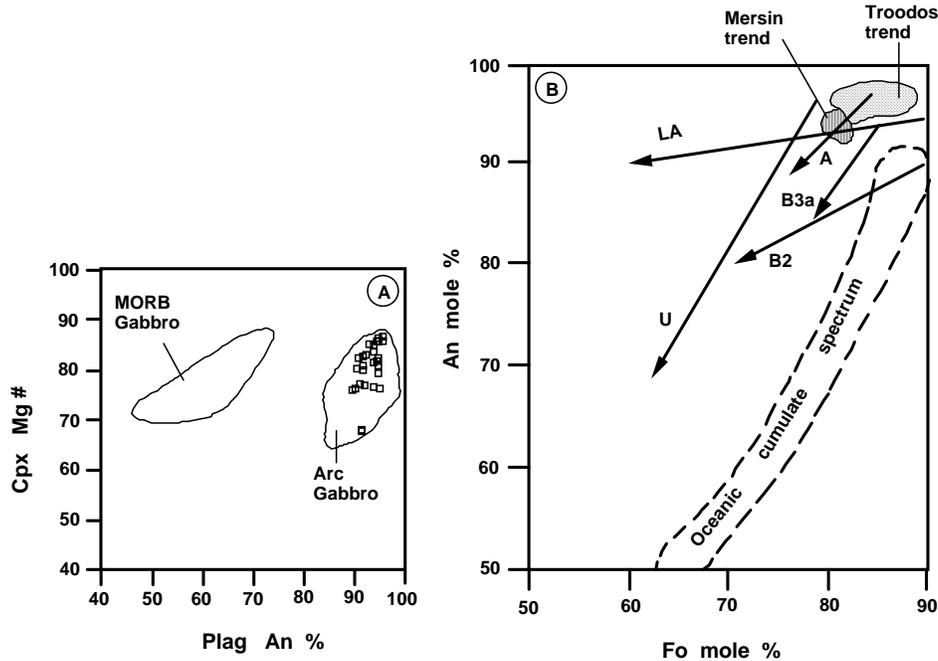


Figure 9. a) Compositions of coexisting plg and cpx in the cumulate gabbro. Field of Morb and Arc gabbros are from Burns (1985). b) Covariation of olivine and plagioclase in the cumulate of the Mersin ophiolite. LA: Lesser Antilles (Arculus and Wills, 1980), A: Agrigan volcano-Mariana arc (Stern, 1979), B2 and B3a: Boisa volcano, Papua (Gust and Johnson, 1981), U: Usa volcano, Japan (Fujimaki, 1986).

Coleman (1986) described for the Border Ranges Ultramafic and Mafic Complex (BRUMC) the magma generation in the mantle wedge above a subduction zone beneath an immature island arc where magma chambers generate ultramafic and mafic cumulates that crystallize at high pressure (Figure 10). The Mersin ophiolite cumulate sequence shows similar relationships to BRUMC in Alaska (Burns, 1985) in terms of phase variation and mineral chemistry.

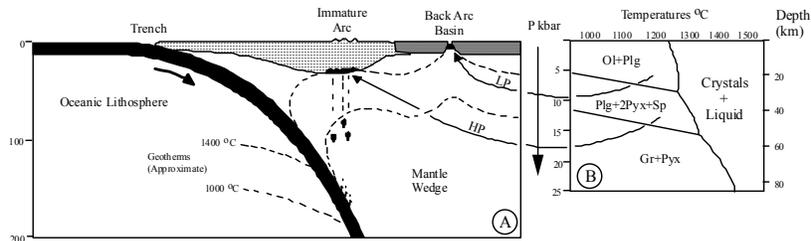


Figure 10. a) Generalized relationships between sites of arc generated magmas, magma chamber at the base of island arc from high pressure ultramafic and mafic cumulate sequences such as those found in the Border Range ultramafic and mafic complex (BRUMC) in Alaska (Coleman, 1986). **b)** Mineral facies crystallizing from both high- and low-pressure magmas shown (Morse, 1980).

STOP-6

Volcanics intercalated with cherty limestone and radiolarites

In this last stop, we will visit the volcanics and associated radiolarites in the Mersin ophiolite. Basaltic rocks are situated at three localities in the Mersin ophiolite. Two of these outcrops are seen in the Sorgun valley and the third one is located at Findikpinari village (Figure 3). Field observations and geochemical studies show that these volcanic rocks differ from each other. Volcanic rocks in the Sorgun valley are seen as two nappe-packages between harzburgitic tectonite and cumulate. The volcanic rocks are basaltic lava flows and pillow lavas intercalated with pelagic cherty limestones and radiolarites (Photo 9c-d). The radiolarites (*Archaeodictyomitra apiara* and *Ristola cf. boessi* determined by Holdsworth, B.K. at Keele University-England) yielded Late Jurassic-Early Cretaceous age range. However, basaltic rocks near Findikpinari are represented by pillow lavas and underlying diabases that are thought to be Late Cretaceous in age (Photo 9 a-b).

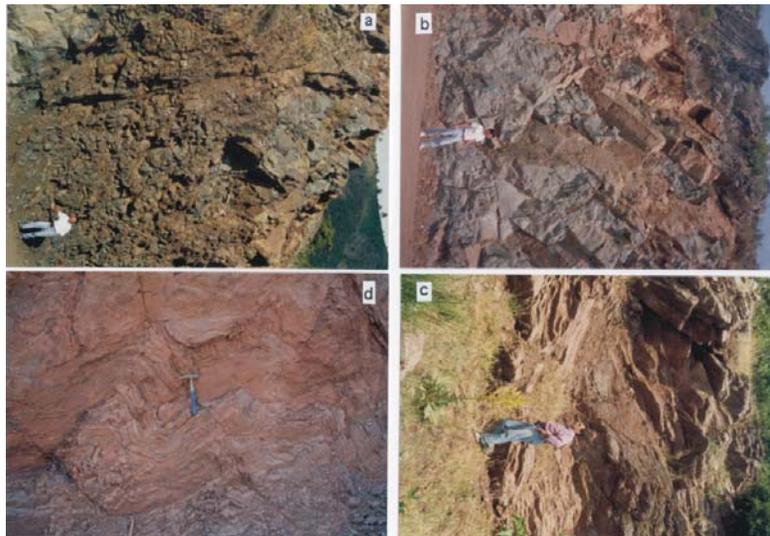


Photo 9. a-b) Late Cretaceous basalts and diabases. **c-d)** Late Jurassic-early Cretaceous basalts and associated radiolarites-cherty limestone.

Volcanic rocks present two discrete geochemical and structural features. The first one is represented by basaltic pillow lavas intercalated with radiolarites and pelagic limestones (Late Jurassic-Early Cretaceous), whereas the second one is represented by basaltic pillow lavas and diabase (Late Cretaceous ?). Basaltic rocks associated with deep marine sediments show an alkaline affinity. Major and trace element

compositions suggest that these volcanic rocks formed in a within plate basalt setting. REE chemistry of these volcanic rocks, which shows LREE enrichment, also confirms the formation in an ocean island /sea mount (WPB) environment. Basalts and diabases of the second group, which exhibit similar geochemical features, differ from the above mentioned group by their tholeiitic affinity. Major and trace element chemistry suggests that these rocks have the chemical features of a supra-subduction zone setting. Flat-lying REE patterns of basalts and diabases are also an indicative of an arc-related environment.

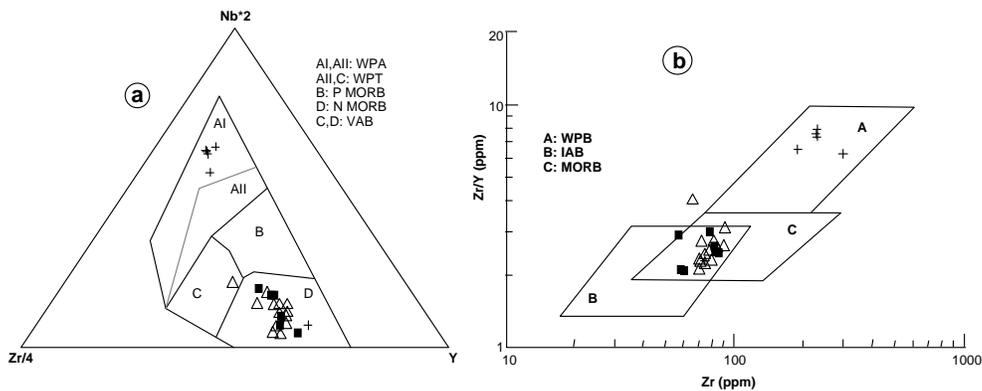


Figure 11. a) Nb-Zr-Y (after Meschede, 1986) and b) Zr/Y vs Zr (after Pearce and Norry, 1979) tectonomagmatic discrimination diagrams for the volcanics of the Mersin ophiolite.

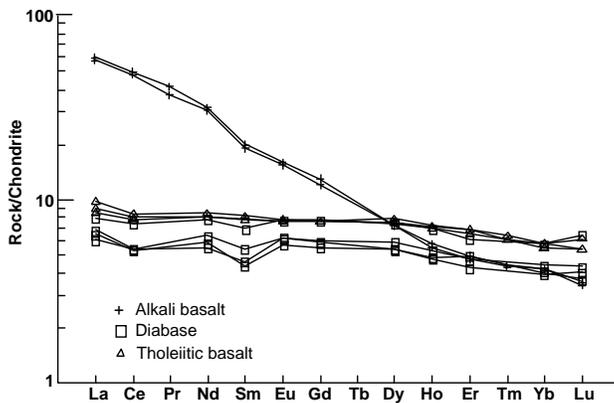


Figure 12. Chondrite normalized REE pattern of the volcanics in the Mersin ophiolite (normalizing values from Sun and McDonough, 1989)

REFERENCES

- Arculus, R.J., and Wills, K.J.A., 1980; The petrology of plutonic blocks and inclusions from the Lesser Antilles island arc. *J. Petrol.*, 21, 743-99.
- Burns L. E., 1985. The Border Ranges ultramafic and mafic complex, south-central Alaska: cumulate fractionates of island-arc volcanics. *Canad. J. Earth Sci.* 22, 1020-1038.
- Coleman R.G., 1971. Plate tectonic emplacement of upper mantle peridotites along the continental edges. *J. Geophys. Res.*, 76, 1212-1222.
- Coleman R.G., 1986. Ophiolites and accretion of the North American Cordillera. *Bull. Soc. géol. France*, 8, 961-968.

- Dewey, J.F. and Bird, J.M. 1971. Origin and emplacement of the ophiolite suite: Appalachian ophiolites in Newfoundland. *J. Geophys. Res.*, 76, 3179-3206.
- Dick, H.J.B., and Bullen, T., 1984; Chromium spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas. *Contr. Mineral. Petrol.*, 86, 54-76.
- Dilek Y. and Moores E.M., 1990. Regional tectonics of the eastern Mediterranean ophiolites. In: Malpas J., Moores E.M., Panayiotou A. and Xenophontos C. (eds.) *Ophiolites and oceanic crustal analogues. Proceedings of Troodos ophiolite symposium-1987*, 295-309.
- Fujimaki, H., 1986; Fractional crystallization of the basaltic suite of Usu volcano, southwest Hokkaido Japan, and its relationships with the associated felsic suite. *Lithos*, 19, 129-140.
- Gass I.G., 1967. The ultrabasic volcanic assemblages of the Troodos massif, Cyprus. In Wyllie, P.J. ed., *Ultramafic and related rocks*, John Wiley, Newyork, 121-134.
- Geotimes, 1972. Penrose conference report, ophiolites. 17, 24-25.
- Gust, D.A., and Johnson, R.W., 1981. Amphibole bearing cumulates from Boisa island, Papua New Guinea: evaluation of the role of fractional crystallization in an andesitic volcano. *Journal of Geol.*, 89, 219-232.
- Hébert, R., and Laurent, R., 1990; Mineral chemistry of the plutonic section of the Troodos ophiolite: New constraints for genesis of arc-related ophiolites. In: Malpas J., Moores E., Panayiotou A. and Xenophontos C. (eds.) *Ophiolites-oceanic crustal analogues. Proceedings of Troodos ophiolite symposium-1987*, Cyprus. 149-163.
- Hess P.C., 1989. *Origins of igneous rocks*, Harvard University press, p. 336.
- Irvine, T.N., 1967; Chromian spinel as a petrogenetic indicator, part 2. petrologic applications. *Canad. J. Earth Sci.*, 4, 71-103.
- Jackson E.D., 1971. The origin of ultramafic rocks by cumulus processes. *Fortschr. Mineral.*, 48, 128-174.
- Juteau T., 1980. Ophiolites of Turkey. *Ofioliti*, 2, 199-235.
- Morse, S.A., 1980. *Basalts and phase diagrams*. Springer-Verlag, New York, 493 p.
- Mullen, E.D., 1983; MnO/TiO₂/P₂O₅: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 62, 53-62.
- Özgül N., 1976. Some geological aspects of the Taurus orogenic belt (Turkey). *Bull. geol. Soc. Turkey*, 19, 65-78. (in Turkish).
- Parlak, O., 1996. *Geochemistry and geochronology of the Mersin ophiolite within the eastern Mediterranean tectonic frame (southern Turkey)*. PhD Thesis, Univ., of Geneva (Switzerland), 242 pages.
- Parlak O., Delaloye M. and Bingöl E., 1996. Mineral chemistry of ultramafic and mafic cumulates as an indicator of the arc-related origin of the Mersin ophiolite (southern Turkey). *Geol. Rundsch.*, 85, 647-661.
- Parlak O., Delaloye M. and Bingöl E., 1995. Origin of sub-ophiolitic metamorphic rocks beneath the Mersin ophiolite. *Ofioliti*, 20, 97-110.
- Parlak O., Delaloye M. and Bingöl E., 1997. *Geochemistry and tectonic setting of volcanic rocks in Mersin ophiolite, S. Turkey*. Abstracts of International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region (IESCA-95) 43p, 9-14 October, Izmir (Güllük)-Turkey.
- Ricou L.E., Marcoux J. and Whitechurch H., 1984. The Mesozoic organization of the Taurides: one or several basins? In: Dixon J.E. and Robertson A.H.F. (eds.) *The geological evolution of the eastern Mediterranean*. *Geol. Soc. Spec. Publ. No. 17*, 349-360.
- Ricou, L.E., 1971; Le croissant ophiolitique péri-arabe, une ceinture de nappes mises en place au Crétacé supérieur. *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.*, Paris, 13, 327-349.
- Robertson A.H.F. and Dixon J.E., 1984. Aspects of the geological evolution of the eastern Mediterranean. In: Dixon J.E. and Robertson A.H.F. (eds.) *The geological evolution of the eastern Mediterranean*. *Geol. Soc. Spec. Publ. No. 17*, 1-75.
- Shervais, J.W., 1982; Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas: *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 59, 101-118.
- Şengör A.M.C. and Yılmaz Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Wager L.R. and Brown G.M., 1968. *Layered igneous rocks*. W.H. Freeman, San Francisco, California, 588p.