

Sevgili Okurlar,

Yerbilimcinin Sesi(Geosound) 'nin 17. sayısını da çıkarabilmenin mutluluğu içindeyiz. Dergimize gerek Kıbrıs'tan ve gerekse Türkiye'den gösterilen ilgiden büyük bir memnunluk duymaktayız. İlk sayılarında bilimsel makale sıkıntısı çeken dergimizde su anda yayınlanmak üzere gelmiş 16 makale bulunmaktadır. Biz bu dergiyi yayınlarken Yerbilimlerine küçük bir katkıımız olsun diye düşünmüştük. Ancak şimdi aranan bir dergi olmamız sorumluluklarını daha da artırmıştır. Maddi sıkıntılara rağmen gösterilen ilgiyi karşılıksız bırakmıyacak ve yayın hayatımızı sürdürmeye çalışacağız.

Yerbilimcinin Sesi(Geosound)'nin 17. sayısında 5 özgün çalışma sonuçlarını bulacaksınız. İlk makale sayın Şener Üşümezsoy tarafından ingilizce olarak ele alınmış olup "Evolution of the NW Anatolian Pb-Zn Deposits: Litospheric Detecments in Compressional and Extentional Regime in NW Anatolian Accretionary Belt and Magmatism and Metallogenesis " başlığını taşımaktadır. Yazar Kuzeybatı Anadolu Pb-Zn yataklarının oluşumuna yeni bir bakış açısı getirmektedir.

İkinci makale sayın Zeki Billor ve Mesut Anıl'a ait olup Mersin Ofiyolitinin bir parçası durumundaki Karagöl ve Zillik Tepe mevkilerindeki kromit yataklarını incelemektedir. Bölgedeki ofiyolitlerin petrografisi ve içindeki kromitlerin jeokimyası üzerinde yapılan çalışmaları kapsamaktadır.

17.sayının üçüncü makalesini de yine bir ingilizce yazı oluşturmaktadır. Sayın Okay Gürpınar tarafından kaleme alınan "Geomechanical Rock Classification(RMR System) of the Delikbek Limestone Situating Along the Kızılırmak Kepez Damsit " başlıklı yazida Kızılırmak üzerine yapılacak Kepez barajında gövdenin oturacağı Delikbek kireçtaşlarının jeomekanik sınıflaması yapılmaktadır.

Bu sayının dördüncü makalesi sayın Cemal Şahinoğlu ve Fikret İşler'e aittir. "Kocayer ve Şahna(Mersin) Yöresinin Jeolojisi ve Petrografisi" adını taşıyan makalede yazarlar bölgedeki ofiyolitik seri ile otokton birimlerin jeolojisi ve petrografisini incelemektedirler.

Son makale sayın Aziz Ertunç'a ait olup "Çoruh-Karakale(Arkun) Barajı Kuvvet Tünel Güzergâhının Mühendislik Jeolojisi İncelemesi" başlığını taşımaktadır. Arkun Barajı'na ait kuvvet tünel güzergâhının ayrıntıları ile incelendiği bu yazıyı da ilgiyle okuyacağınızı umarız.

Bir sonraki Yerbilimcinin Sesi(Geosound)'de buluşmak umuduyla....

Saygılarımızla,

Olgun OSTON
Editör

TO THE READERS,

We are pleased with publishing 17th issue of Geosound. We are so happy because of the close interest which was shown to Geosound, either in Turkey or in Cyprus. There was a lack of the scientific article in the first issues. At the present, there are 16 articles to be published. We thought that we would have a contribution to the Earth Science while publishing this periodical. Now, we are responsible for a periodical which is sought. Geosound will continue being published despite some financial troubles.

In the 17th issue of Geosound, there are the results of the five original studies. In the first article "Evolution of the NW Anatolian Pb-Zn Deposits: Lithospheric Detecments in Compressional and Extentional Regime in NW Anatolian Accretionary Belt and Magmatism and Metallogenesis" Şener Uşümmezsoy indicates the new viewpoint of the formation of NW Anatolian Pb-Zn Deposits.

In the second article chromite deposits, around the Karagöl and Zillik Tepe, a part of Mersin Ophiolite were investigated by Zeki Billor and Mesut Anıl. The article includes the petrography of ophiolites and geochemistry of chromites found in ophiolites.

The third article is "Geomechanical Rock Classification(RMR System) of Delikbek Limestone situating along the Kızılırmak Kepek Damsit". In this article, Okay Gürpınar, made the geomechanical rock classification of the Delikbek Limestone.

In the fourth article of this issue "The Geology and Petrography of Kocayar and Şahna(Mersin) area" prepared by Cemal Şahinoğlu and Fikret İşler explains the petrography and geology of ophiolite and autochthonous units.

The last article belonging to Aziz Ertunç, is the title of "Engineering Geological Investigation of Power Tunnel Alignment of the Çoruh Karakale (Arkun) Dam". In this article, the author investigated the tunnel path of Arkun Dam.

Yours Sincerely

Olgun OSTÜN
Editor

EVOLUTION OF THE NW ANATOLIAN Pb-Zn DEPOSITS : LITHOSPHERIC DETACHMENTS IN COMPRESSIONAL AND EXTENTIONAL REGIME IN NW ANATOLIAN ACCRETIONARY BELT AND MAGMATISM AND METALLOGENESIS

Şener Üşümezsoy

Department of Geology of Istanbul University, Vezneciler,
Istanbul, Turkey

Abstract: The NW Anatolian orogen belt is constituted by the NW verged PaleoTethyan accretion belt of the pre-Late Triassic age, and the SE verged Neo-Tethyan accretion belt of the Late Cretaceous age. PaleoTethyan and Neo-Tethyan accretionary belts of NW Anatolia are jammed between the Pontian Block in the north and the Menderes Massif in the south. Three distinctive calc-alkaline magmatic episodes can be discerned in the NW Anatolian accretionary belt : The Late Carboniferous to Permian batholiths; the Paleogene batholiths and andesitic volcanics; and the Neogene volcanic of calc-alkaline to alkalic affinity.

These magmatic activities were accompanied by Pb-Zn mineralizations episodes. The early batholith emplacement related Pb-Zn mineralizations are situated at the peripheries of the plutons of Late Carboniferous to Triassic age which are emplaced in the metamorphosed subduction-associated pelagic sedimentary prism. The Paleogene batholith-related Pb-Zn mineralizations were confined to the peripheries of the plutons emplaced in the metamorphosed pelagic deposits of PaleoTethyan accretion belt. The formation of youngest Pb-Zn mineralization events were spatially related to the calc-alkaline volcanics of Neogene age overlying the metamorphosed pelagic deposits.

The lead isotope ratios of the different types and ages of Pb-Zn mineralizations of the NW Anatolian accretionary belt interestingly have the single values. For example $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 18, 73-18, 81; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 15,

63-15, 69; 208 Pb/204 Pb: 38, 72-38, 93 overlaps between the lead isotope evolution curves of the upper crust contributed to orogen (C) and orogen (B) in the plumbo tectonic model version I of Zartman and Doe. The lead isotope findings have revealed that Pb-Zn mineralizations in the NW Anatolian accretionary belt originated from the pelagic source, which is situated, among the unconsolidated upper crust and orogen belt when plotted in the plumbo tectonic model of Zartman and Doe. This implies that the initial pelagic lead which was enriched in the subduction-associated accretionary prism has remobilized, and resurged during the successive thermomagmatic process which resulted the subsequent enrichments and mineralizations at the peripheries of the intrusive mass where were emplaced into the metamorphosed pelagic sedimentary prism.

Introduction

Numerous Pb-Zn deposits have been known and mined since ancient times in NW Anatolia. Diverse opinions have been offered about the ore genesis mode and type of mineralization of the NW Anatolian Pb-Zn deposits. Özocak (1) has remarked on the conformable character of the ore lodes of the Kazdağ (Altınoluk), Kalkım (Handeresi, Bağırkac) and Bayındır (Sarıyurt, Kurudere) deposits with respect to the schistosity of the host rocks. On the older hand, Çağatay (2) has emphasized the contact metasomatic characteristics of the mineral paragenesis of the Handeresi, Dursunbey, and Balya deposits and the plutonic-hydrothermal origin of the Yenice (Arapuçandere) deposits. The Bayındır (Sarıyurt, Kurudere) deposits have been interpreted as being diagenetic-exhalative deposits Anıl (3) have remarked that NW Anatolian Pb-Zn deposits were formed as a result of the remobilization of the metallic elements enriched within the metagreywacke deposits of the Paleozoic age as a consequence of subsequent emplacement of the plutons of the Tertiary age.

Üşümezsoy (4) has put forward a long-term life span evolutionary model for both the orogenic evolution of NW Anatolia and the metallogenic evolution of NW Anatolian Pb-Zn deposits. The NW Anatolian orogen belt evolved as a result of successive peripheral island arcs and subduction complex accretion to the Pontian block during the Late Carboniferous to Mid-Triassic times. A continental margin type magmatic arc was constructed above the NW Anatolian accretionary belt during the Tertiary time (4,5). Multistage deposition events were suggested for NW Anatolian Pb-Zn mineralizations in the perspective of long-term orogenic evolution. The final stage deposition of NW Anatolian Pb-Zn mineralization had been formed as a result of the emplacement of the post collisional magmatic arc-related intrusions of Tertiary age (6).

The lead isotope data had been obtained from the ore minerals of the Pb-Zn deposits in NW Anatolia. The work of Wagner et al. (7) lead us to consider the plumbotectonic model of Doe and Zartman, before attempting a solution to the ore genesis problem of the NW Anatolian Pb-Zn mineralizations. The purpose of the present paper is to suggest an evolutionary model for NW Anatolian Pb-Zn deposits by virtue of a synthesis of the orogenic and metallogenic analysis of NW Anatolia of the present author (4,5,6) and the Pb isotope findings of Wagner et al. (7) within the perspective of the plumbotectonic model of Doe and Zartman (8).

Geology of the Edremit Gulf

The major part of the Pb-Zn deposits in the NW Anatolia are located around the Edremit Gulf which comprises NW verged metamorphic oceanic assemblages and arc magmatics of pre Late Triassic age, sedimentary cover of Late Triassic to Mid Cretaceous age, and a volcano-plutonic complex of Tertiary age. The NW verged granodioritic thrust sheets and imbricated oceanic assemblage of pre Late Triassic age were

unconformably overlain by the post orogenic clastic deposits of Upper Triassic age and carbonates of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous age. The metamorphic oceanic assemblage and granodioritic arc plutons of Paleogene age are overlain by calc alkali volcanic rocks of Eocene-Oligocene age and Miocene age (Fig.1).

The NW verged double thrust sheets include oceanic floor and forearc trench-associated accretionary prism and an island arc complex. Evidence for active subduction had been deduced from the granodioritic complex which has been interpreted as being the deeply eroded root of the island arc of pre Late Triassic age. Strongly cataclastic granodioritic mylonitized masses are thrusted NW over the oceanic accretionary wedge comprising metagreywacke, metapelite, metabasite, metacarbonate and ultrabasic rocks association, intercalated by the NW verged nappes, and metamorphosed to low grade greenschist facies to amphibolite facies grade. The gradational transitions from the amphibolite facies to the greenschist; from the metagreywacke to gneisses and from the metabasalt to amphibolite can also be observed in spite of its tectonically intercalations. But the great diversity of (diverse) grade metamorphic rocks from low grade tectonically juxtaposed.

The primary contact relations of the granodioritic arc plutons and oceanic assemblage can be envisaged as being intrusive in character, in spite of its present tectonic contact, because the superposed thermal metamorphic effect is widely observable in the oceanic assemblage close to the granodioritic sheets.

The island arc plutons and related migmatites and amphibolite facies gneisses and the forearc-trench associated accretionary prism are juxtaposed to the NW verged NE-SW trending double thrust system during the prevalence of compressional events in the pre-Late Triassic time and

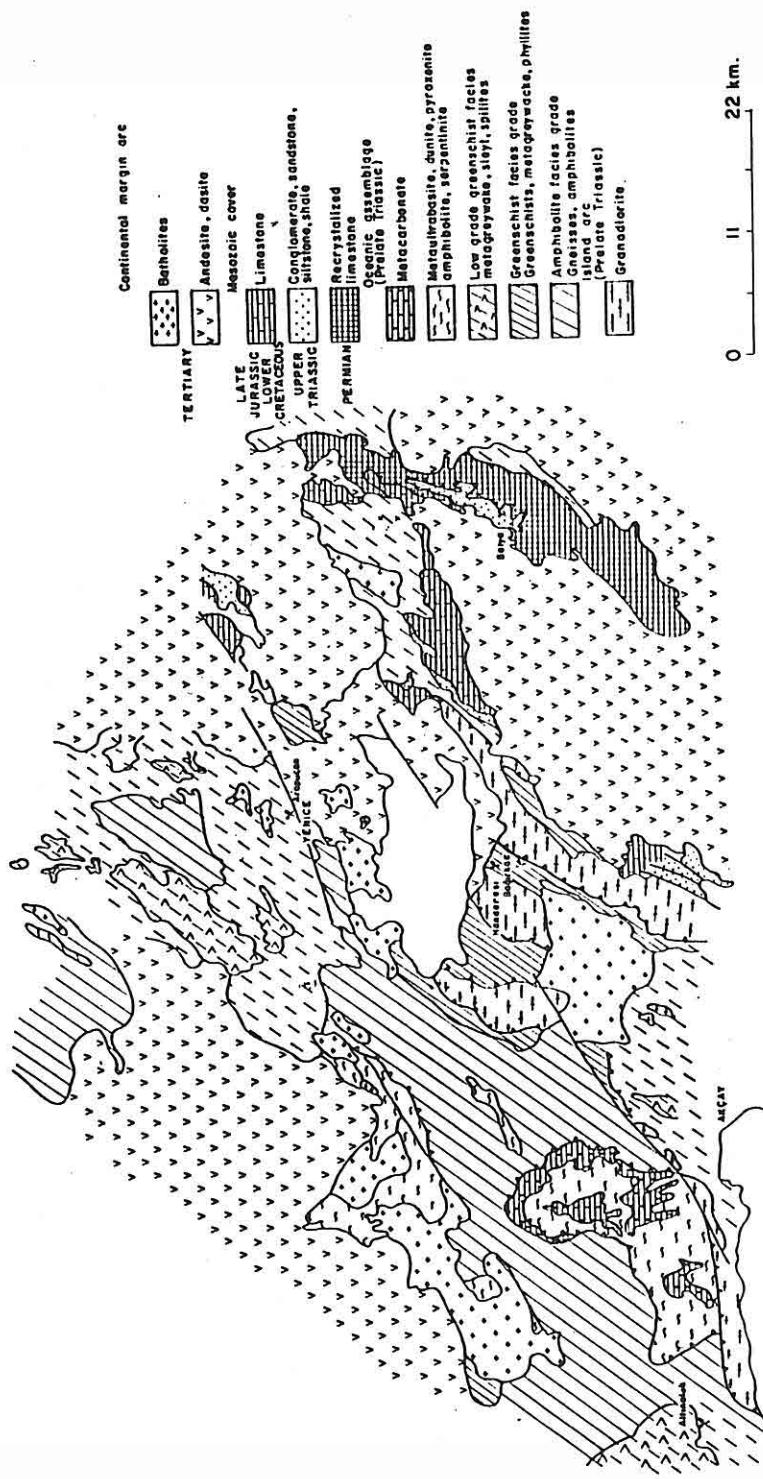


Fig.1- Geological map of the circum Edremit Gulf.

overlain by the post-orogenic deposits of Upper Triassic age includes coarse grain material derived from mylonitized granodiorite, metagreywacke-pelite and metabasic rocks. The carbonate deposits of Upper Jurassic to Early Cretaceous age rest conformly on the Upper Triassic clastic beds.

The Mesozoic sedimentary cover and underlying thrust sheets of island arc and oceanic assemblages of pre-Late Triassic age were covered by the calc-alkaline andesitic and dacitic volcanic lava flows and pyroclastic, and intruded, by the granodioritic plutons and dacitic subvolcanic stocks of Paleogene age. The plutons are circumscribed by the well developed contact metamorphic aureoles reached up to hornblende - hornfels facies. The calc-alkaline volcanics of Miocene age cover the SE part of the Edremit Gulf.

Evolution of the NW Anatolian Orogen Belt

The amphibolite and basalts of the ophiolite sheets in the subduction-accretionary-prism reveal the same origin as oceanic spreading volcanics of Carboniferous age (304 Ma) Bingöl (9). The NW verged oceanic assemblage and migmatites and intrusive calc-alkaline rocks depict on set of south-eastward dipping subduction sited at the north of the Kazdag district (Fig.2a). The oceanic sheets represent the rocks which were accreted above the southeastward dipping subduction zone. The broad subduction zone associated accretionary-prism was developed by the NW transporting of the oceanic sheets as a consequence of the NW migrating of the trench. The subduction-accretionary-prism was suffered by the polyphase folding and regional metamorphism during the accretionary orogeny, and had been intruded on by the arc-related plutons. The metamorphic grade of the oceanic assemblage increases trenchward.

The Kazdag subduction accretionary-prism and forearc system expands to the southern coast of the Marmara Sea,

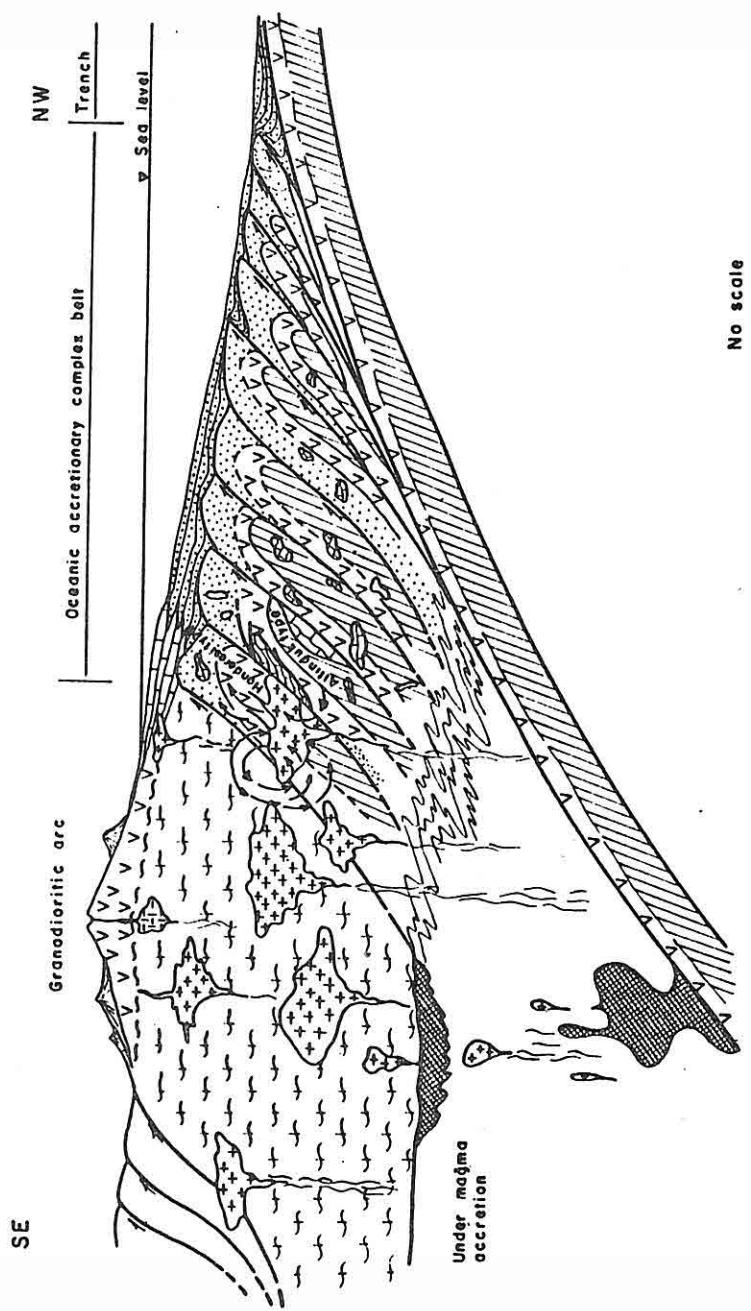


Fig. 2a - Tectonic reconstruction of the NW Anatolia during the
Permian time.

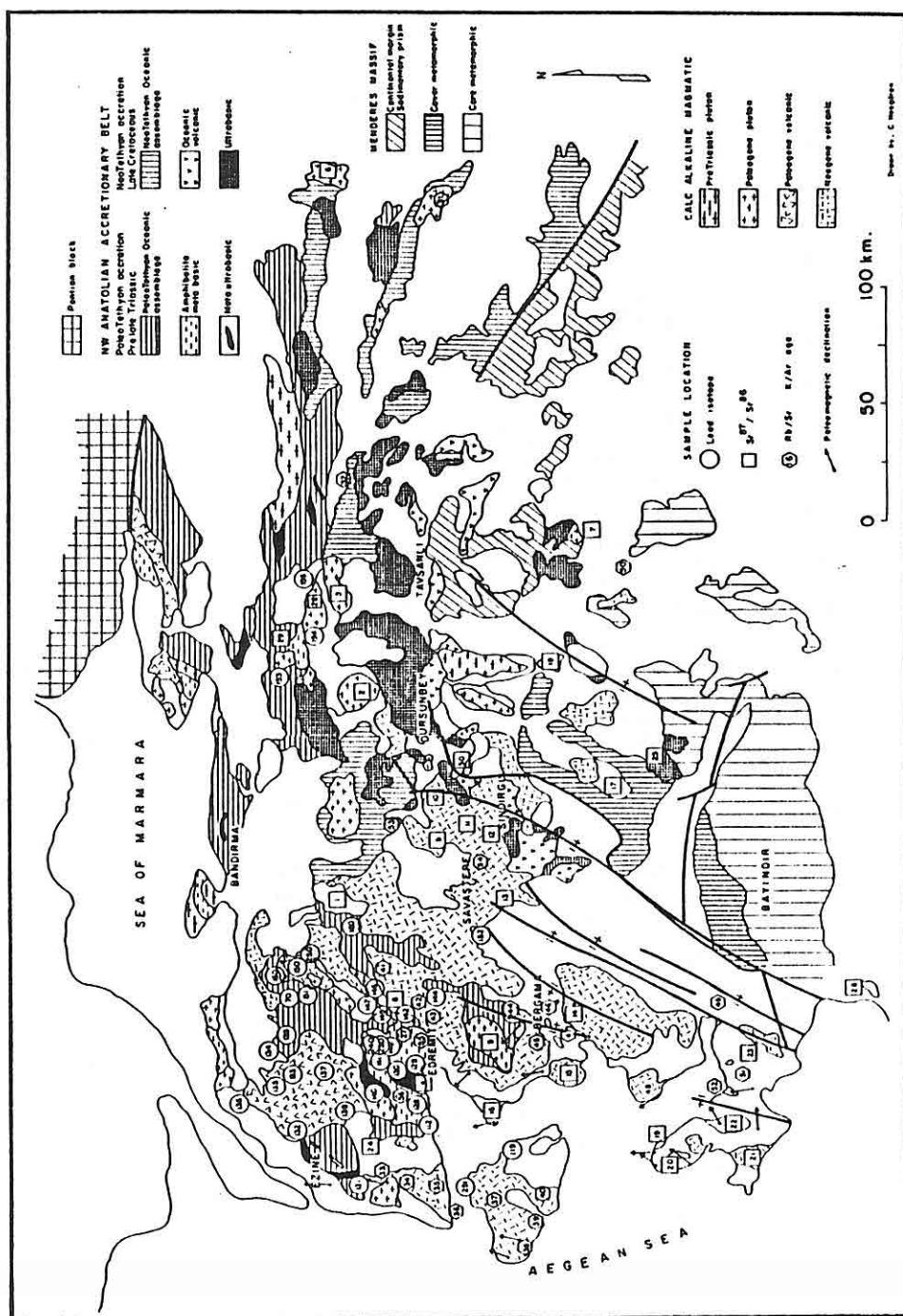


Fig.3- Tectonic division of the NW Anatolia.

and involves Ezine ophiolites. The large expanse of the Kazdağ subduction complex and overlying forearc deposits extend along the Armutlu-Bandırma-Mudanya-Biga, Yenişehir-Uyudağ-Söğüt metamorphic belt beneath the Mesozoic cover (Fig.3). This metamorphic belt indicates the presence of forearc and trench-associated accretionary-prism rocks, developed above the onset southeastward subduction. Kazdağ, Uludağ (10), Söğüt (11) plutons represent the root zone of the island arc belt of Late Carboniferous to Permian age (240-290 MY).

The Kazdağ-Uludağ-Söğüt island arc belt and related forearc ophiolite bearing broad subduction-accretionary-prism were developed in the oceanic domain of PaleoTethyan as a consequence of the successive subduction of the ocean floor to the south and southeastward, and accreted to the Pontian block. The Pontian block and its peripheral successive island arc accretion zone of Late Carboniferous to Early Triassic age was collided with the Menderes massif in the pre-Late Triassic time as a consequence of demise of the western termination of PaleoTethys (5,12) (Fig.4a,b).

The continental or shallow sea type clastic-beds of Upper Triassic-Lower Jurassic age and carbonate deposits of Upper Jurassic-Lower Cretaceous age were deposited on both the Pontian block and its peripheral accretionary belt and Menderes massif (13, 14, 5, 15). The second oceanic-domain İzmır-Ankara Ocean (Neo Tethys) was opened during the Lower Cretaceous time between the Menderes Massif and the NW Anatolian accretionary belt. The İzmır-Ankara Ocean closed by northward dipping subduction beneath the NW Anatolian accretionary belt (Fig.4c,d). The Menderes massif and NW Anatolian accretionary belt recollided in the Paleocene time.

The ductile lower crust of the Menderes massif proceeded to subduct to the northwestward beneath the accreting

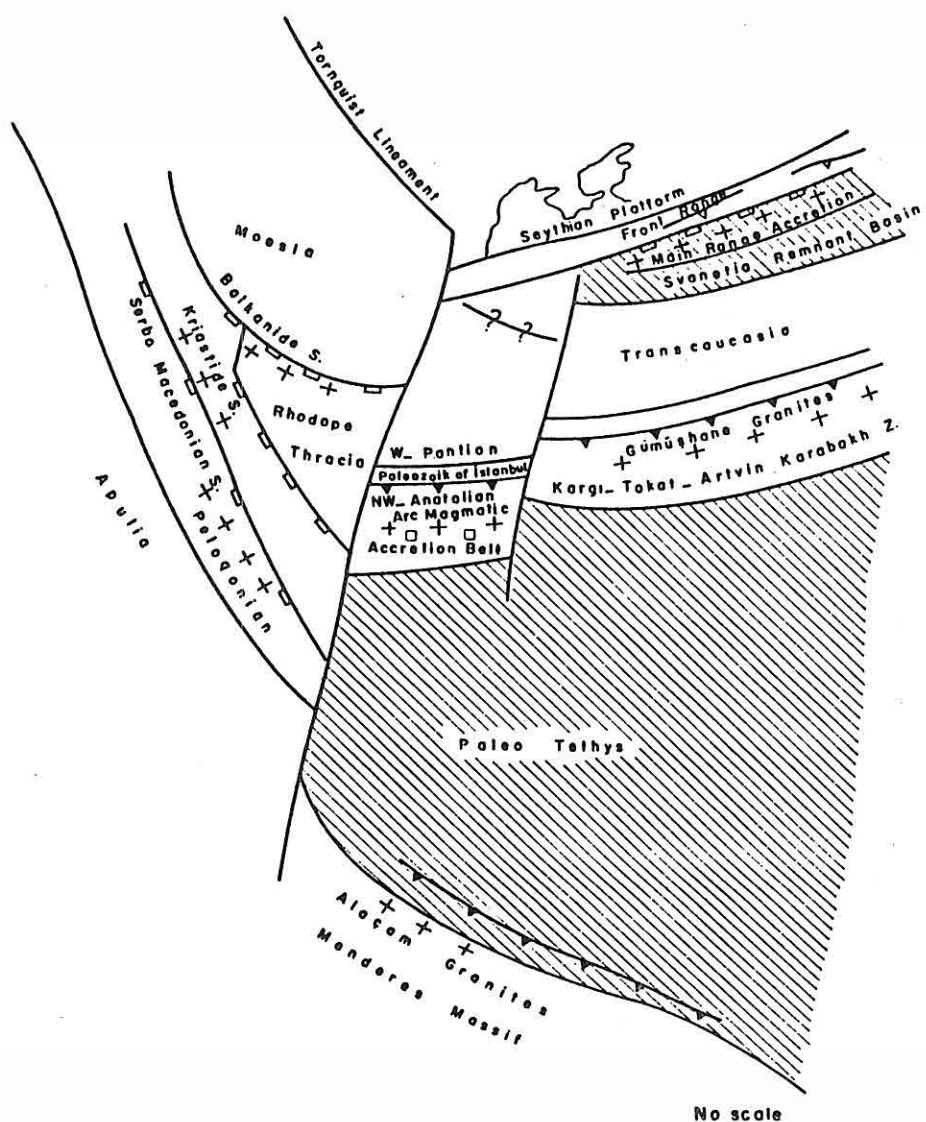


Fig. 4a- Paleotectonic map of the Eastern Mediterranean region in Permian time.

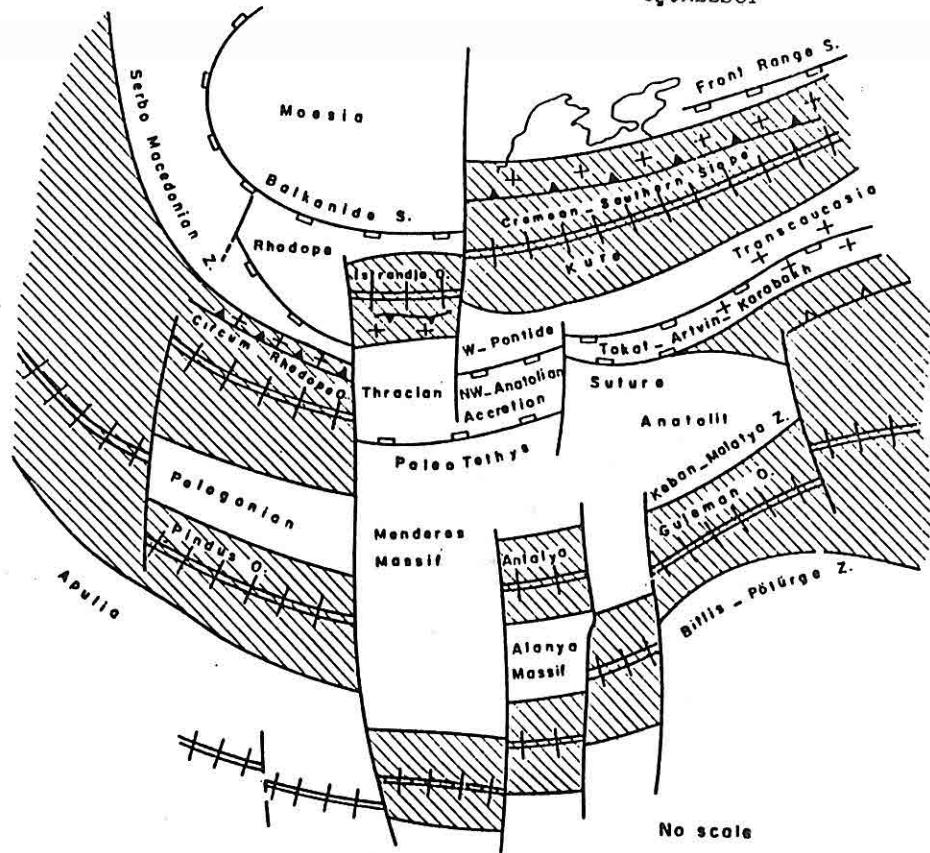


Fig.4b- Paleotectonic map of the Eastern mediterranean region in Early Jurassic time.

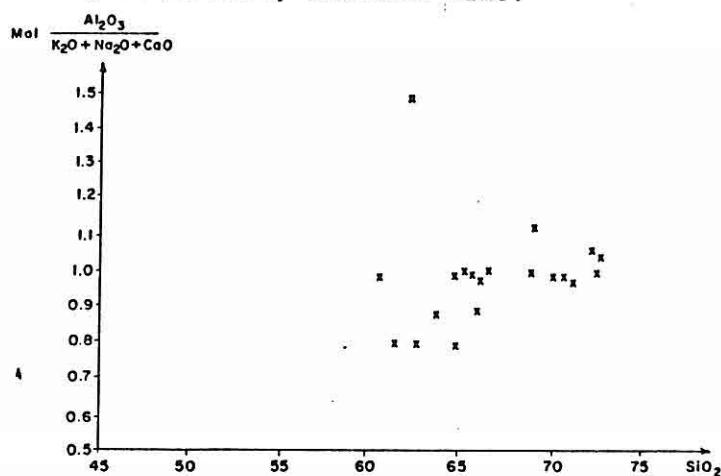


Fig.5- Plot of the mean values of the NW Anatolian batholiths of Paleogene age in mol $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{CaO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ versus SiO_2 . Each cross represents the mean value of the different batholiths (19).

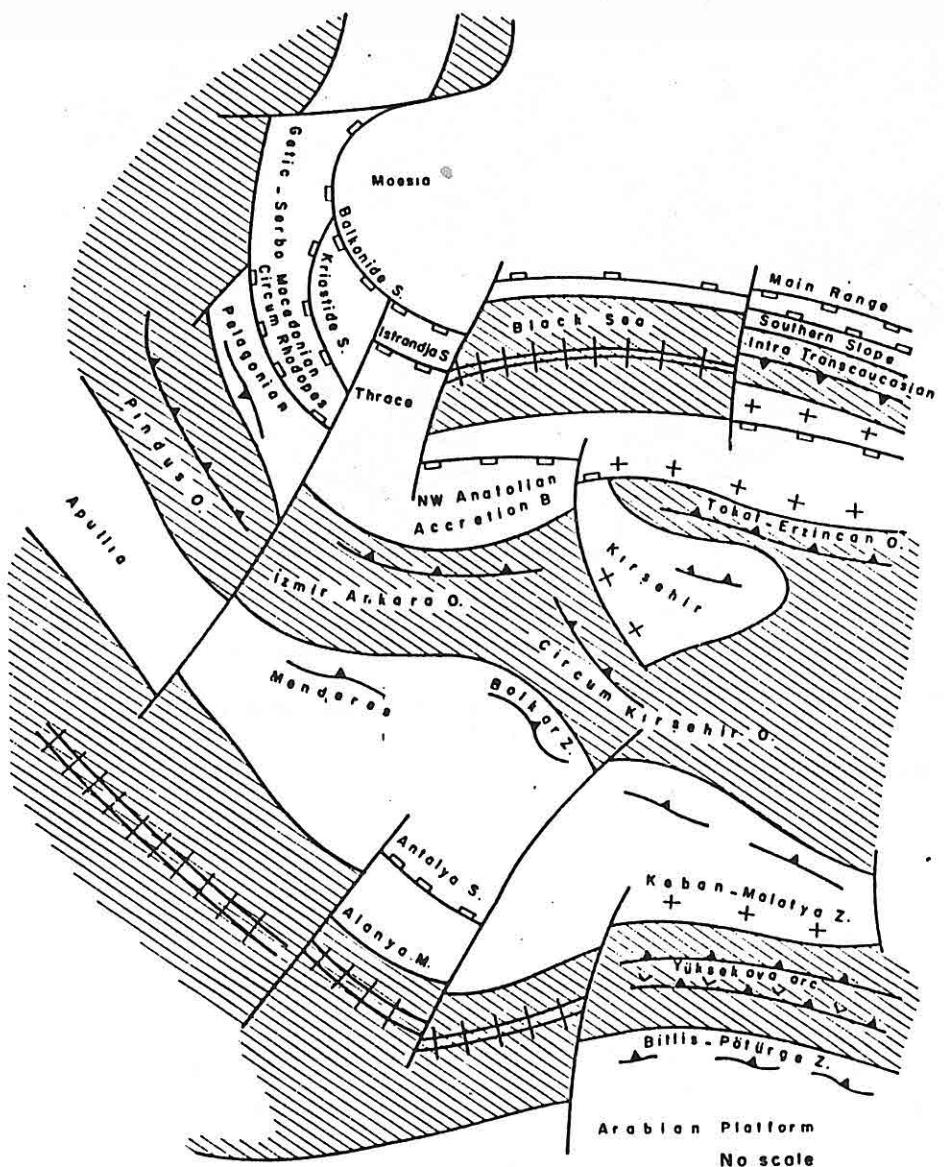


Fig. 4c - Paleotectonic map of the Eastern Mediterranean region time in Late Cretaceous time.

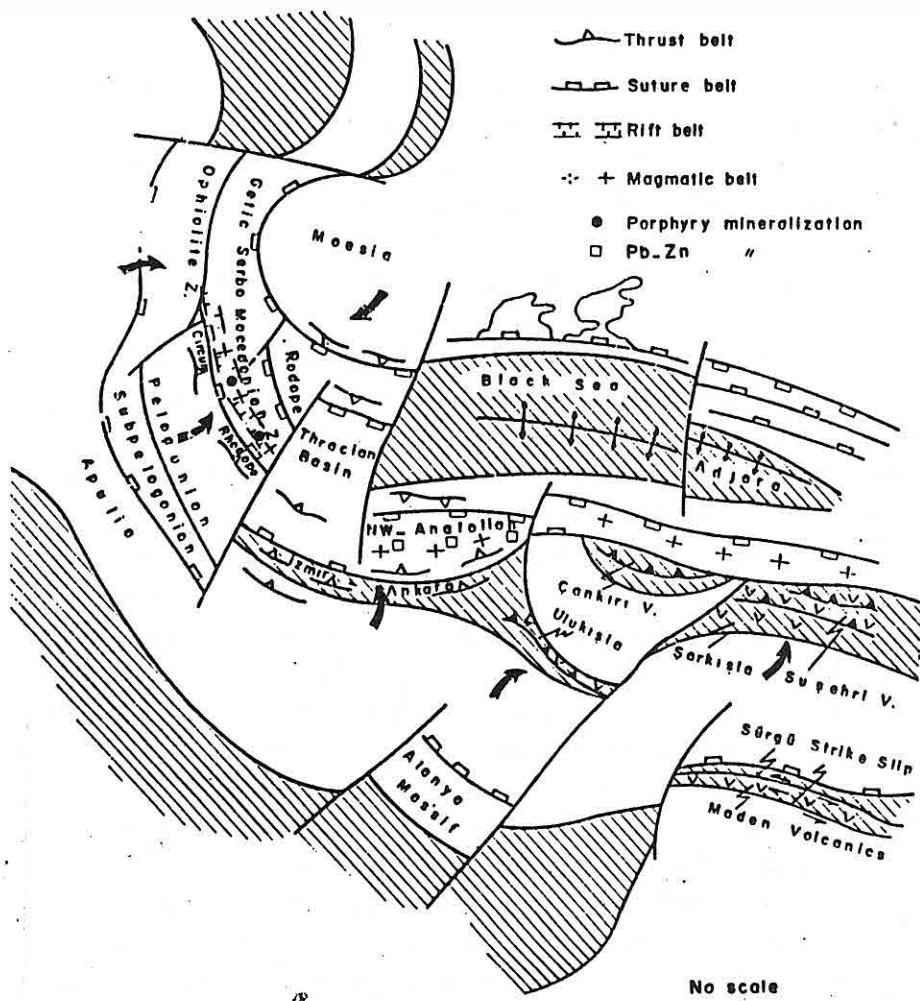


Fig.4d- Paleotectonic maps, of Eastern Mediterranean region in Eocene time.

margin while its brittle upper crust, passive-continental-margin sedimentary prism and Neo Tethyan oceanic-assemblage were displaced to the southeastward as thrust-sheets above the fundamental detachment zone became sited at the contact of the ductile and brittle crust of the Menderes massif as a consequence of continued compressional events following the collision as exemplified in the principal collision belt in Alp Himalayan orogen (16, 17, 6) (Fig.2b).

Initial extentional events resulted in the north dipping gravity faulting in the NW Anatolian accretionary belt while its southern accreting edge was thrusted southward over the underriding Menderes massif. The coeval thrusting sited at the accreting edge of the overriding plate, and gravity faulting events behind the thrusting belt have recently been introduced as factors in Himalaya by Burchfiel and Royden (18). The calc-alkaline andesitic, dacitic volcanic flows interlayered with pyroclastic and clastic deposits of Eocene age filled the northward dipping fault bounded basin extending from Biga-Mudanya-Armutlu-Yenisehir trends. The high Sr 87/Sr 86 ratio of the NW Anatolian batholiths of Paleogene age (0.706-0.713 (19) and high S/I index (Fig.5) suggest that batholithic magma was derived from a continental source. Lithospheric thickening in a collision belt results detachment of lower crustal and lithospheric cold blobs which sink to asthenosphere by the gravity force. Uprising hot asthenospheric melts beneath the decoupled upper crust triggered the melting of the continental source which yields the batholithic magma emplaced within the NW Anatolian accretionary belt during the prevealing copressional regime (Fig.2b).

The post-collisional convergence regime prevailed through Oligocene time. The NW Anatolia accretionary belt was underplated by the underthrusted slab of the lower crust of the Menderes Massif. This underplated slab was withdrawn by virtue of the southward detachment of the underriding

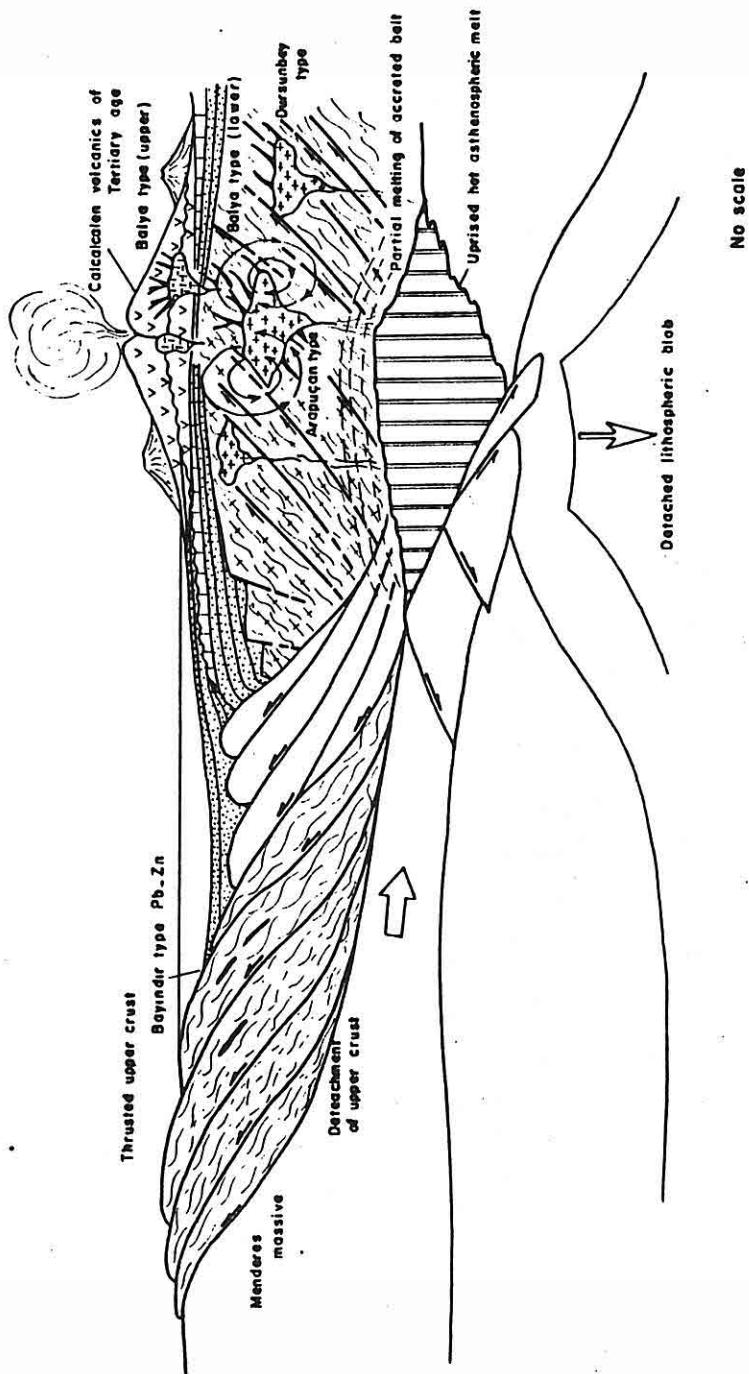


Fig.2b- Tectonic reconstruction of the NW Anatolia during the Paleogene time.

EVOLUTION OF THE NW ANATOLIAN Pb-Zn DEPOSITS

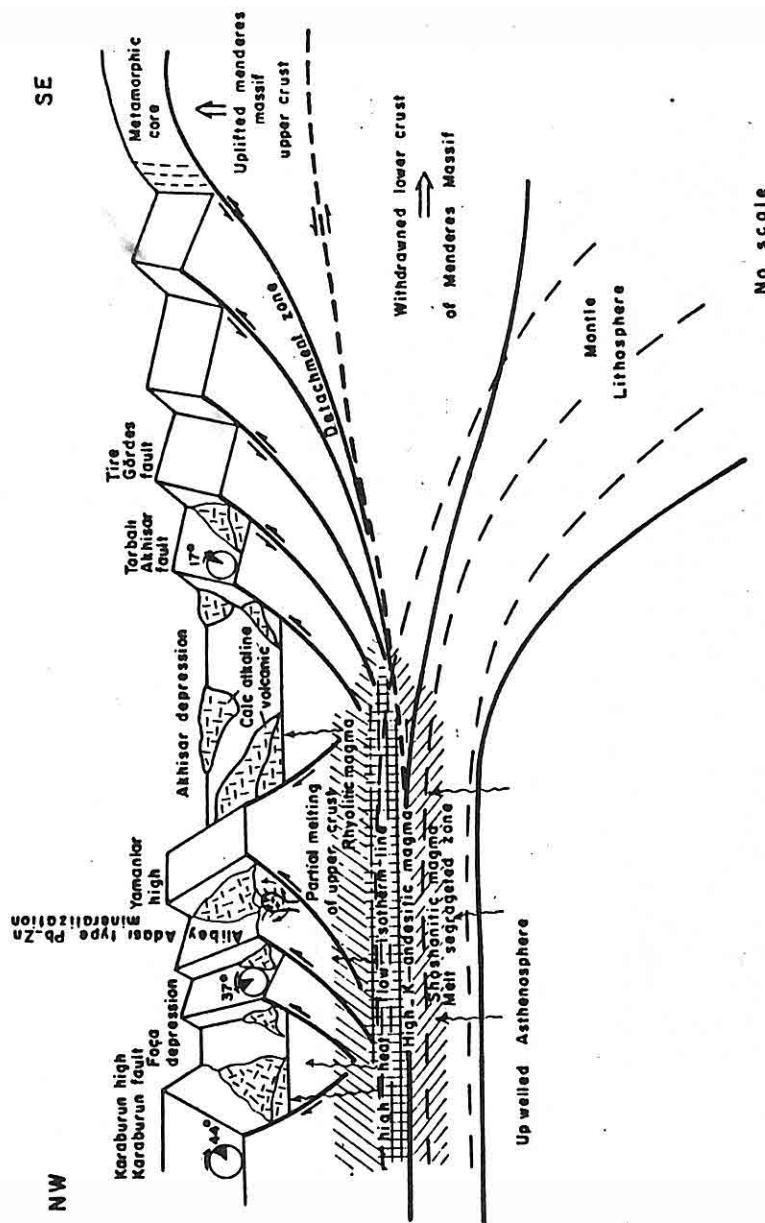


Fig.2c- The tectonic block diagram of the NW Anatolia during the Neogene time.

Menderes massif which was situated on the previous under-thrusting plane at the contact zone of the upper brittle crust and lower ductile cruct during the prevalent extentional regime in the latest Oligocene-Miocene time (Fig.2c).

The decoupling of the underplating lower crust of the Menderes Massif and the overlying NW Anatolian accretionary belt is revealed by interpreting the sixth degree trend surface Bouguer anomaly map (Fig.6) (20). Interestingly, this map divides Western Anatolian into the Northern positive; NW Anatolia accretionary belt and Southern negative; Menderes massif anomaly domains. The negative and positive gravity values increase toward the south and north respectively. The aeromagnetic anomaly map (Fig.7) (21), also delineates the contrasting characters of the overriding NW Anatolia accretionary belt and the under riding Menderes massif. The NW Anatolian accretionary belt is occupied by clusters of positive anomalies whereas the Menderes massif is covered by the homogenous negative anomaly pattern. The distinctive contrasting boundary of the magnetic anomalies depict the northward extention of the underthrusted slab of the Menderes massif beneath the accreting margin of NW Anatolian accretionary belt.

The NE trending block faulting was formed on the NW Anatolian upper plate coeval with the decoupling of the underthrusted slab of the Menderes massif by the detachment faulting as a result of the SE ward escaping and the doming of the Menderes Massif as a lower block, like same mode as suggested by Wernicke and Burchfiel (22). The large-scale listric block faulting were resulted in the differential rotation, alternately clockwise and anti-clockwise, of the different blocks (Figs.2c,3) in the NW Anatolian upper plate (23) by the prevalence SE-NW extention (24).

The NW Anatolian accretionary belt was underplated by the upwelling asthenosphere and subsequently decoupling

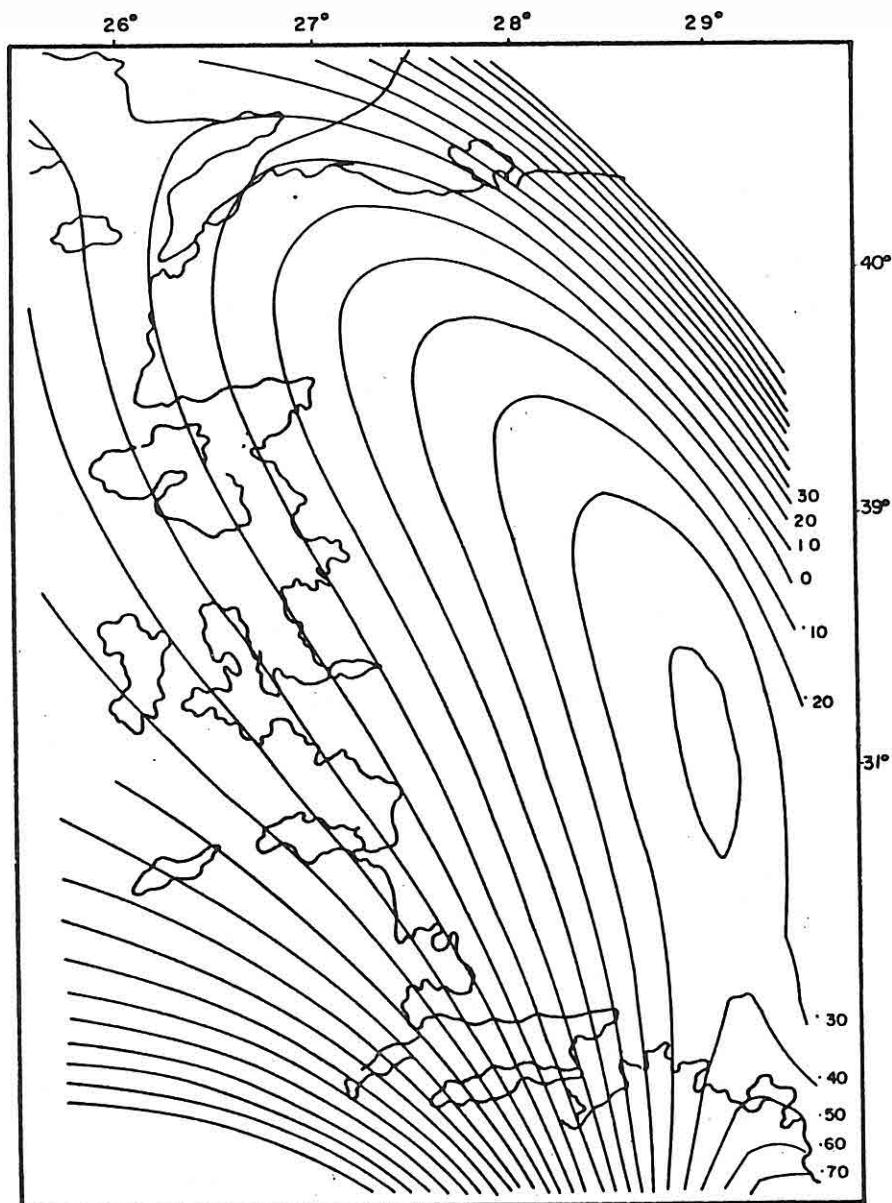


Fig. 6- The 6th degree trend surface Bouguer anomaly map of Western Anatolia (20).

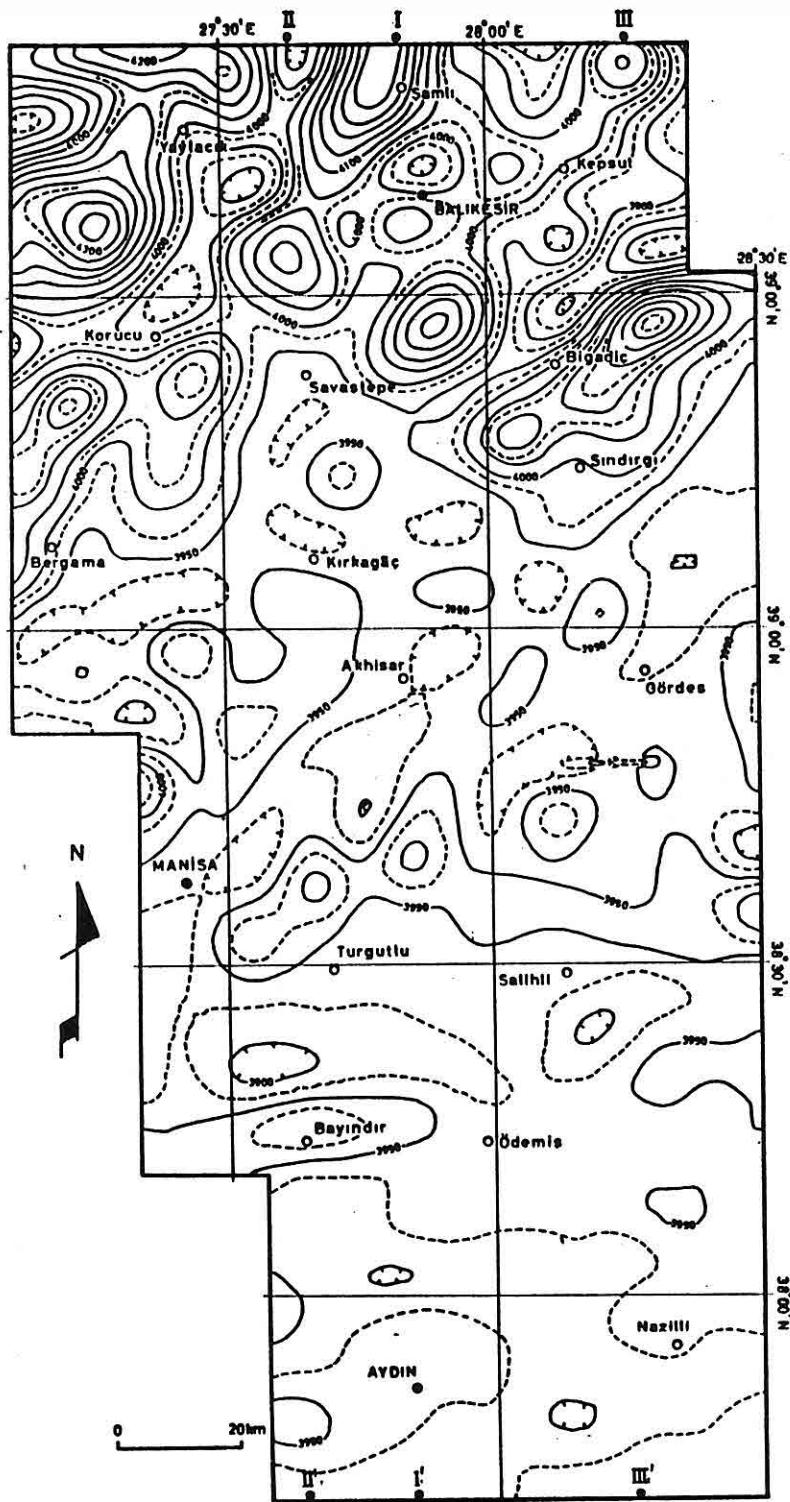


Fig.7- The aeromagnetic anomaly map of Western Anatolia (21).

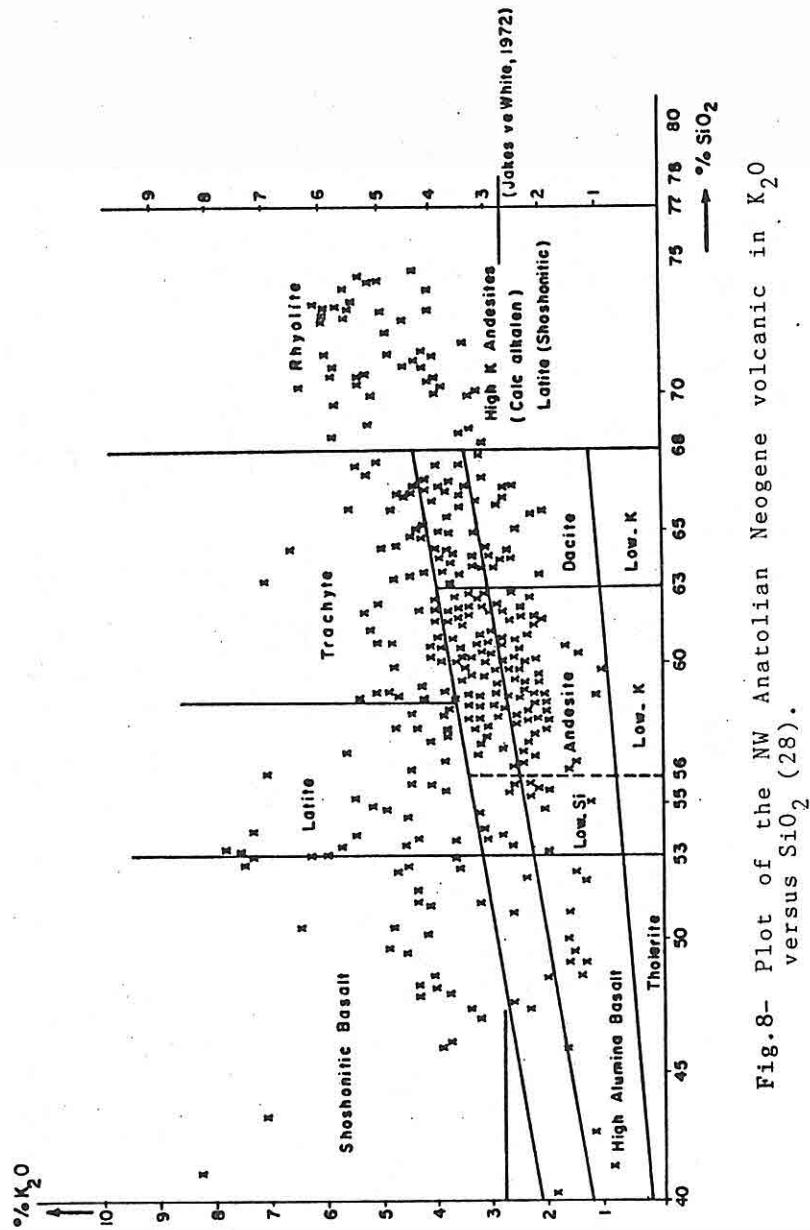


Fig. 8- Plot of the NW Anatolian Neogene volcanic in K_2O versus SiO_2 (28).

of the nonuniform depth-dependent extention events, as modelled by Royden et al. (25), and Beaumont et al. (26). The upwelling asthenosphere resulted in the increase of heat-flow beneath the thinned and block-faulted NW Anatolian accretionary belt, and triggered the fusion of the crust (27). The calc-alkaline magma ascended up through the fault zone and, reaching the surface, filled in the block faulting basin. The high Sr 87/Sr 86 ratio (0.705-0.709) of the calc-alkaline volcanics of Late Oligocene - Late Miocene age (23 MY - 16 MY) evided its crustal origin with minor mantle-generated melt segregation (28). High-K and low-Si contents of the majority of the Neogene volcanics of NW Anatolia (Fig.8) implies that the latitic, trachytic and high-K andesites are the product of the crustal-derived with minor mantle segregatid mixture magmas. Whereas High Si (rhyolite) and low Si (shoshonific basalt) extremes of the volcanic rocks on the other hand originated from asthenospheric segregations and a partial melting of the upper crust (rhyolites). The eruption of crustal-derived calc-alkaline volcanics was followed by the ascending of the asthenospheric melt segregated alkaline volcanics of latest Miocene age (13 Ma - 6 Ma) which reflects its mantle origin with the lower Sr 87/Sr 86 ratios (0.702-0.703) (28, 29, 30).

NW Anatolian Pb-Zn Deposits

The Pb-Zn deposits in NW Anatolia are situated predominantly in or adjacent to the oceanic assemblage of the pre Late Triassic age and are spatially related to granodioritic intrusions of the pre Late Triassic or Tertiary age (Figs.1,3).

The Altinoluk Pb-Zn deposits occur at the contact zone of the amphibole schist and marble intercalations of the amphibolite facies rock, not far from the granodiorite plutons of the Tertiary age. The deposition of the Altinoluk Pb-Zn mineralization zones is principally controlled by

the contact zones of the amphibole schist and marble intercalations, although cross cutted mineralized veins can also be observed. The lode shaped conformable ore bodies consist of galenite, with sphalerite the principal component with quartz and minor chalcopyrite (1).

Haderesi-type deposits are represented by Haderesi, and Bağırkaç mineralizations. These mineralizations took place within the contact zone of the marble lenses interlayered with phyllite and chlorite-epidote-actinolite schist in the contact metamorphic aureoles of the granodiorite intrusion. The metamorphic rocks of green schist grade were superposed by the albite-epidote hornfels facies grade thermal metamorphism. This was reflected by the developing of the andalusite bearing hornfelsic texture on the phyllite and transformation of the marble lenses into calc-silicate rock (2).

The mineralized lodes at the contact of the marble lenses had been formed as a result of the replacement of the carbonatic rocks with to garnet, epidote, and actinolite, bearing skarnified lodes which include mainly galena, sphalerite, pyrite, chalcopyrite, magnetite and hematite as ore minerals. Haderesi type mineralizations can be considered to be plutonogenic hydrothermal replacement-type deposits associated with the granodiorite intrusion of the pre-Late Triassic age (Fig.2a).

Yenice Arapuçandere-type mineralizations occurred in the metagreywacke, splite association of lower grade greenschist facies, as fault-zone-filling type deposits around the Tertiary plutons. The metamorphic grade of the enclosing greywacke splite association increases toward the granodiorite plutons. At the same time, vein type depositions transform to Haderesi-type replacement deposits as a result of the increase of thermal gradients propagation from the rising granodioritic magma. The fault-zone-filling-vein-

type mineralizations cause the silicification of the enclosing metagreywacke and metapelitic wall rocks. The ore minerals include galena, sphalerite, pyrite, chalcopyrite, hematite and magnetite accompanied by quartz, epidote, sericite and chlorite. The Yenice-type Pb-Zn deposits are considered to be related to the hydrothermal fluids driven by the plutonic activities (3) (Fig.2b).

The Pb-Zn deposits in the Balya mine can be assorted into two distinctive type deposits, the shallow-seated-type involved in strongly altered dacitic intrusions and the deep-seated-type included in the skarnified marble layer which is intercalated with metagreywacke and shale of the pre-Late Triassic age and with cataclastic felsic plutonic rocks which were encountered in the bore holes. The metagreywacke, shale and marble intercalation were overlain by the conglomerate, sandstone, and shale beds of the Late Triassic age. A huge carbonate nappe of Permian age thrusted west over the Late Triassic clastic beds. This succession was intruded by the dacitic domes and overlain by the andesitic lava and pyroclastic beds of calc-alkaline character of the Tertiary age.

The deep-seated Pb-Zn deposits are involved in the skarnified marble layers in the metagreywacke and shale succession. The ore minerals include galena, sphalerite, pyrite, chalcopyrite, magnetite, pyrrhotite, arsenopyrite enclosed by garnet, epidote, termolite, wollastonite, and calcite bearing skarnified limestone. The shallow-seated Pb-Zn deposits occurs as vein-type ores in the strongly silicified dacite, and include galena sphalerite and pyrite as principal ore minerals, accompanied by quartz.

Dursunbey Pb-Zn deposits occur in the contact aureole of the granodioritic intrusion of the Tertiary age emplaced in the metapelitic, metagreywacke and marble succession. The inner aurooles consist of magnetite pyrite and pyrrhotite

enclosed by garnet diopsite bearing skarn. The outer aureoles include epidote, actinolite, tremolite, and chlorite bearing retrograde minerals. The principal ore minerals are galena, sphalerite, magnetite, pyrite and chalcopyrite.

Ayvalik Madenadası polymetallic skarn type Pb-Zn-Cu mineralizations located in the skarnified volcanic rocks of the latesit Oligocene age are related to the latite porphyry or porphyry monzonite dykes (27) (Fig.2c).

Lead Isotope Data

The lead isotope ratios and sampling sites are listed in Table-I are referred to in the sketch map (Fig.3). The plotting of the lead isotope ratios of the ore minerals of the NW Anatolian Pb-Zn deposits in the $206\text{ Pb}/204\text{ Pb}$ versus $207\text{ Pb}/204\text{ Pb}$ and $208\text{ Pb}/204\text{ Pb}$ mark a single point (Fig.9). The isotopic uniformity could indicate an essentially single source of the Pb-Zn mineralization of different type and age rather than late stage homogenization. NW Anatolian Pb-Zn deposits which include the single lead isotope ratios which plot as distinctive clustering at the crossing point of the pelagic deposits and mature arc and non-crotonized upper crust, on the Plumbo tectonic assertion of Doe and Zartman (7) and Zartman and Doe (32). On the other hand, this lead isotope of the NW Anatolian Pb-Zn deposits plot on the lead isotope evolution line of the (B) orogen and growth curve of upper crust or non-crotonized crust contributed to orogen (C) in the plumbotectonic model version II of Zartman and Doe (32) (Fig.10).

Conclusion

The result of integrated account of orogenic analysis of the NW Anatolian accretionary belt based on the petrologic, isotopic and tectonic data and lead isotope findings from the NW Anatolian Pb-Zn deposits, reveal that Pb-Zn minera-

<i>Location</i>	<i>Sample</i>	$206\text{ Pb}/204\text{ Pb}$	$207\text{ Pb}/204\text{ Pb}$	$208\text{ Pb}/204\text{ Pb}$
<i>Altınoluk</i>	<i>TG 12 C-1</i>	18.75	15.68	38.82
<i>Altınoluk</i>	<i>TG 12 D-2</i>	18.74	15.68	38.80
<i>Haderesi Maden</i>	<i>TG 13 A-2</i>	18.77	15.68	38.91
<i>Karaaydin</i>	<i>TG 14 E-1</i>	18.73	15.67	38.81
<i>Kurttasi</i>	<i>TG 16 A-2</i>	18.76	15.68	38.92
<i>Sofular</i>	<i>TG 17 A-2</i>	18.75	15.67	38.87
<i>Balya</i>	<i>TG 18 C</i>	18.82	15.70	38.97
<i>Balya</i>	<i>TG 18 D-1</i>	18.81	15.69	38.93
<i>Balya</i>	<i>TG 18 D-2</i>	18.81	15.69	38.93
<i>Balya</i>	<i>TG 18 D-3</i>	18.81	15.69	38.92
<i>Balya</i>	<i>TG 18 E</i>	18.80	15.69	38.94
<i>Avcilar</i>	<i>TG 128 B-2</i>	18.79	15.66	38.81
<i>Doğancilar</i>	<i>TG 133 E</i>	18.76	15.63	38.72
<i>Kocayayla</i>	<i>TG 134 A-1</i>	18.75	15.64	38.74
<i>Hacibekirler</i>	<i>TG 137 A-1</i>	18.81	15.68	38.85
<i>Dağoba</i>	<i>TG 140 A-1</i>	18.77	15.65	38.78
<i>Kuştepe</i>	<i>TG 141- 12</i>	18.79	15.69	38.74
<i>Kozcağız</i>	<i>TG 142 H-1</i>	18.77	15.67	38.89
<i>Maden adası</i>	<i>TG 143 B-2</i>	18.76	15.65	38.76
<i>Halilar</i>	<i>TG 144 D-1</i>	18.76	15.68	38.90
<i>Küserlik</i>	<i>TG 145 A-1</i>	18.77	15.69	38.95
<i>Bağırkaç</i>	<i>TG 146 A-1</i>	18.74	15.66	38.85
<i>Kıraçoba</i>	<i>TG 147 A-1</i>	18.75	15.67	38.87
<i>Arapuçandere</i>	<i>TG 150</i>	18.75	15.67	38.89
<i>Bekten</i>	<i>TG 151-1</i>	18.76	15.67	38.89
<i>Mentesdere</i>	<i>TG 152-1</i>	18.74	15.67	38.91
<i>Madenbelenitepe</i>				
<i>Soğukpinar</i>	<i>TG 153 D</i>	18.72	15.69	38.85
<i>Gümüşköy</i>	<i>TG 155 C</i>	18.74	15.69	38.91

Table 1. Lead isotope ratios of the ore minerals of the NW Anatolian Pb-Zn deposits.

lizations were evolved as a consequence of resurged successive remobilization of the metallic elements related to the plutonic events of pre-Late Triassic and Tertiary time. The early metal enrichment events had occurred in the trench-associated accretionary prism of Carboniferous through Early Triassic age as a result of diagenetic-exhalative or metamorphic processes involving the leaching of the pile, consisting of basic volcanic, metagreywacke and metapelitic pelagic rocks. The Bayındır and Kuştepe (Kazdağ) zinc-rich metamorphic stratiform type Pb-Zn deposits were probably occurred in the same manner. The pelagic origin of the NW Anatolian Pb-Zn deposits evidenced that the successive enrichment of the metallic elements and subsequent depositions related to the plutonic activities through the orogenic episodes, and originated from the oceanic assemblage of pre-Late Triassic age. The subduction-accretionary-prism of Carboniferous-Permian age had been intruded by the island arc batholiths. Haderesi-type deposits were formed at the peripheries of the plutonic bodies as a consequence of the circulation of hydrothermal fluids through the accretionary prism which include initial metallic enrichment. Circulation of the hydrothermal fluids through the subduction-accretionary-prism resulted in a scavenging of the pelagic lead and to its transportation to the high-temperature thermal aureoles of plutons where replacement-type Pb-Zn deposits were occurred as conformable lodes at the contact zone of the marble lenses with the enclosing metapelitic and volcanic rocks.

The second batholith emplacement events had culminated in the Tertiary time as a result of the post-collisional subduction of the detached lower crust of the Menderes massif from the brittle upper crust, beneath the NW Anatolian accretionary orogen belt. Dursunbey-type-skarn deposits and Yenice-type-vein deposits are both a product of the emplacement of the plutonic mass of the Tertiary age. The formation of both types of deposits can be considered

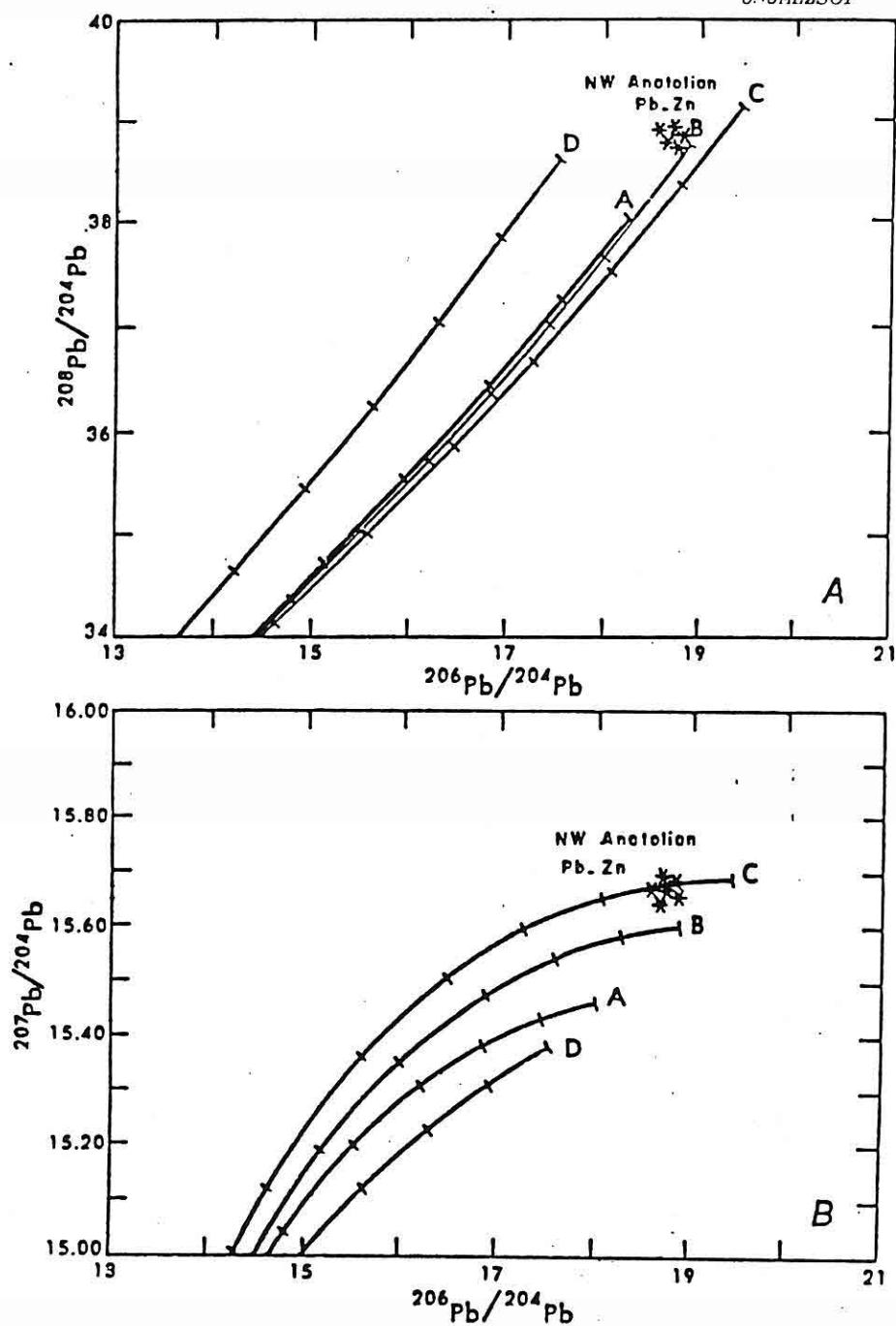


Fig. 9- Plot of the lead isotope ratios of the NW Anatolian Pb-Zn deposits in $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ plumbotectonic model of Zartman and Doe (1981) (A mantle, B orogene, C upper crust, B lower crust).

EVOLUTION OF THE NW ANATOLIAN Pb-Zn DEPOSITS

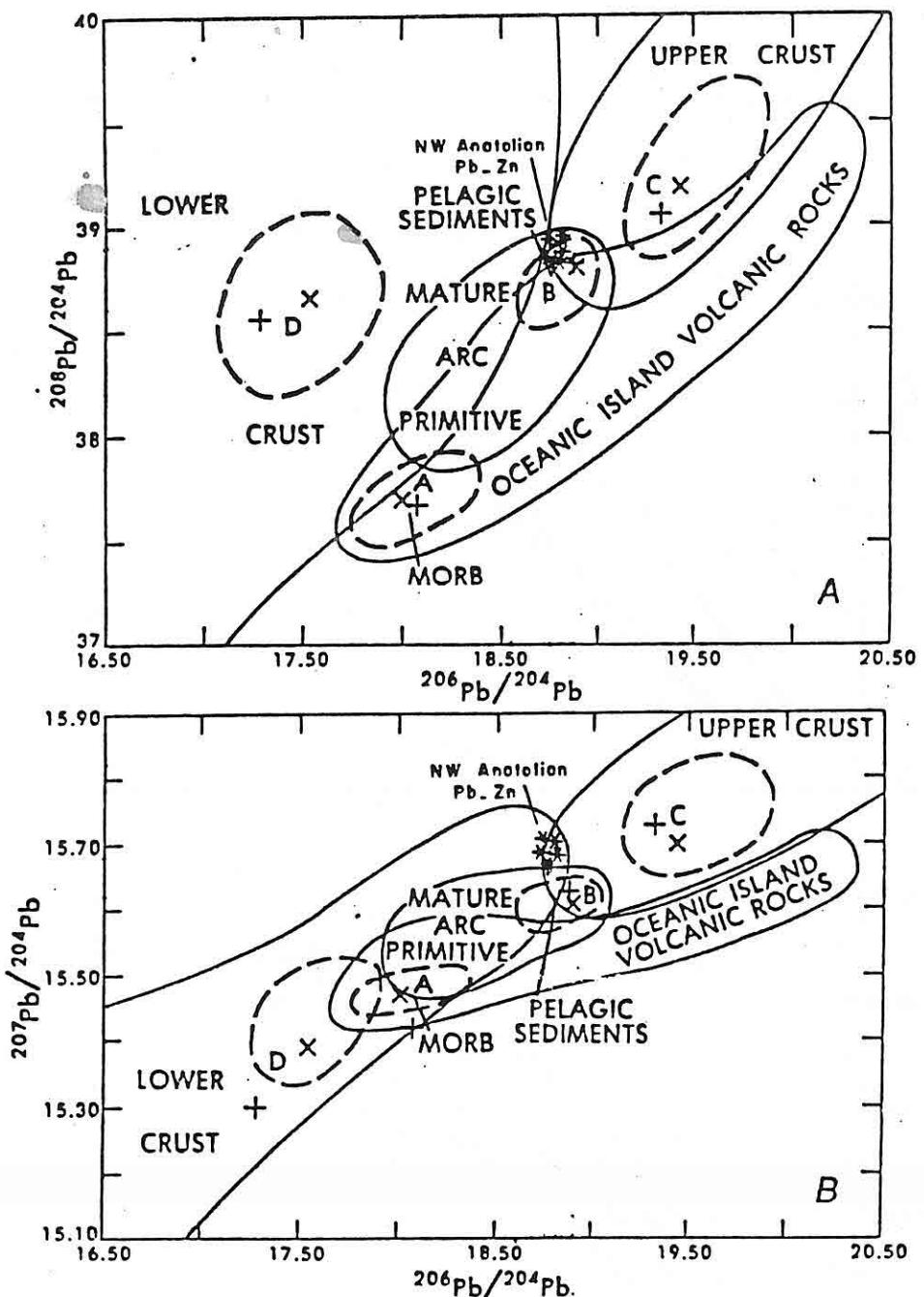


Fig.10- Plot of the lead isotope ratios of the NW Anatolian Pb-Zn deposits in lead isotope evolution curves generated by the plumbotectonic model version II of Zartman and Doe (1981) for the mantle (A) orogene lower crust contributed to the orogen (C) and along the along each curve indicate progressively older time 0.4-by. increments.

to be result of the circulation of the hydrothermal fluids through the pelagic deposits of accretionary-prism of pre-Late Triassic age, which was invaded by the intrusions of Tertiary age. The lead isotope data of Yenice (Arapuçan-dere) and Dursunbey deposits reveal that the lead of these deposits were also originated from the surrounding accretionary-prism. Existence of linneite in the paragenesis of the deposits (2) around the ultrabasic rock, bearing environment leads to the conclusion that metallic elements were derived from the enclosing environment by the leaching of the oceanic assemblage during the circulation of the hydrothermal fluids.

The shallow-seated Pb-Zn deposits in Balya mine are located in the dacitic intrusion above the deep-seated deposits. However, samples collected from both deep-seated skarn type and shallow-seated vein-type ores show the same lead isotope ratios. This result leads us to conclude that sources are the same for both deep seated skarn ore and shallow-seated vein ore both were probably derived from the pelagic deposits of pre-Late Triassic age. Deposition of the vein-type deposits in the strongly altered dacitic dome can be explained by reference to formations related to the ascending ore bearing fluids were derived from the underlying pelagic assemblage as a consequence of the circulation of hydrothermal fluids, and derived from the intrusion of the dacitic domes of Tertiary age, which are responsible for the both alteration of dacitic domes and formation of the vein-type mineralization. The deep-seated skarn-type occurrences related to the deep-seated plutonic mass. The volcanic rocks and associated latite porphyry or porphyry monzonite dykes were a product of the deeper part of the NW Anatolian accretionary belt. Thus, metallic elements of the mineralizations related to the porphyry monzonite dykes can also be said to have originated from the NW Anatolian accretionary belt as a result of the melting and leaching processes. The lead isotopes of the Madenadasi skarn-type

mineralizations associated with porphyry monzonite dykes includes the same isotope ratios as the other type deposits which were originated from the NW Anatolian accretionary belts pelagic deposits.

The Sr isotopes of the NW Anatolian volcanic rocks (0.705-0.709) of Latest Oligocene to Late Miocene age reveal its crustal origin as well as the origin of the batholiths and volcanics (0.706-0.716) of Paleogen age. The oldest mantle-derived rocks in the NW Anatolian volcanics are of Tertiary age or Latest Miocene (9.6 Ma) age, and are represented by the Ezine and Kule alkaline basalts.

The integrated results of the Sr and Pb isotope data indicate that the calc-alkaline volcanics and batholiths and associated Pb-Zn mineralizations in the NW Anatolia were originated from the non-consolidated upper crust rocks consisting mainly of pelagic deposits of the accretionary belt.

References

- 1 Özocak, R., 1977, Batı Anadolu'da metamorfik serilerde raslanan sistoziteye uyumlu görülen bazı Pb-Zn-Cu maden yatakları, M.T.A. Enstitüsü Dergisi, V.88, p.43-48.
- 2 Çağatay, A., 1980, Batı Anatolu Pb-Zn Yataklarının jeoloji mineraloji etüdü ve kökeni hakkında görüşler. Bull. of Geol. Soc. of Turkey, V.23, p.199-123.
- 3 Anıl, M., 1984, Yenice (Arapuçandere-Kurttaşlı-Sotular ve Kalkım-Handeresi) Pb-Zn-Cu cevherleşmelerinin köken sorunu ve Tersiyer volkanizması ile ilişkileri. Jeoloji Mühendisliği, V.20, p.17-31.

- 4 Üşümezsoy, S., 1983, Geological evolution of the Manderesi (Edremit) region and geotectonic setting of NW Anatolia. In 37 Sci. and Tech. Cong. Geology Soc. of Turkey, Abstract, p.87-90.
- 5 Üşümezsoy, S., 1987b, The NW Anatolian accretionary orogeny: Western termination of Paleotetyan suture belt. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, V.30, p.53-62.
- 6 Üşümezsoy, S., 1987a, The tectonic setting of the porphyry and massive sulphide deposits of the Circum Black Sea Geosound, V.15, p.20-49, Cyprus.
- 7 Wagner, G.A., Pernica, E., Seelinger, E., Öztunalı, Ö., 1985, Geologische undersuchungen zur fruhen metallurgie. In Anatolian Bulletin of Mineral Research and Exploration Institute of Turkey, V.102, p.45-81.
- 8 Doe, B.R., and Zartman, R.E., 1979, Plumbotectonics the Phanerozoic In Barnes, B.L. (ed.); Geochemistic of Hydrothermal ore deposits 2nd ed. John Wiley. New York,. 22-70.
- 9 Bingöl, E., 1971, Fiziksel (Radyometrik Radyojenik) yaş tayin metotlarını sınıflarını denemesi ve Pb/Sr ve K/Ar metotlarının Kazdağ'da bir uygulaması. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, V.1, p.1-17.
- 10 Öztunalı, Ö., 1973, Uludağ (Kuzeybatı Anadolu) ve Eğrigöz (Batı Anadolu) masiflerinin petrolojisi ve jeokronolojileri, Fen. Fak. Non., 23, 115 p.
- 11 Çoğulu, E., Delaloya, M., and Chesseix, R., 1965, Sur l'age de quelques roches plutoniques acides dans la region d'Eskişehir Turquie: Arch. Sc. Gener. V.18, p.692-699.

- 12 Üşümezsoy, S., In press, Evolution of the suture belts of the Circum Black Sea. In ed. (Koçyiğit, A.) Melih Tokay, Geology Symposium 87 M.B.T.'u Geological dept. Ankara, Turkey.
- 13 Altınlu, İ.E., 1973, Orta Sakarya'nın Jeolojisi. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler Kitabı, Ankara, p.159-191.
- 14 Akdeniz, N., 1986, Akhisar-Gölmağara-Gördes Sındırıcı arasındaki jeolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 15 Kaya, O., Moster, N., and Kozur, H., 1987, Reconsideration of the ancestral North Anatolian Fault in North-western Anatolia: A latest Early Cretaceous overthrust. In Melih Tokay Geology Symposium 87, M.E.T.U. Geological Dep. Ankara, Abstract, p.52-54.
- 16 Burchfiel, B.C., 1980, Eastern European Alpine System and the Carathian orocline as an example of collosian tectonics: Tectonophysics, V.63, p.31-61.
- 17 Seeber, L., and Armbruster, J.G., 1984, Some elements of continental subduction along the Himalayan front. Tectonophysics. V.105, p.263-278.
- 18 Burchfiel, B.C., and Royden, L.H., 1985, North-South extension with in the convergent Himalayan region. Geology, V.13, p.679-682.
- 19 Ercan, T., Türecan, A.A., 1984, General review of the plutons In Western Anatolia Aegean island. Greece and Bulgaria T.Ercan, M.A.Çağlayan ed., pp.189-208 TJK., Ankara.

- 20 Yilmaz, O., 1975, A combined analysis of gravity and magnetic data from the Aegean Sea, T.P.A.O., Raporu, 28 p. unpub.
- 21 Sanver, M., 1974, Analysis of airborne magnetometric map of Aegean region with two dimensional filters and statistical procedures. Doç. Tezi, İ.T.Ü., p.161, unpub.
- 22 Wernicke, B., and Burchfiel, B.C., 198 , Modes of extensional tectonics journal of structural Geology, V.4, p.105-115.
- 23 Kiessel, G., Laj, C., Sengör, A.M.L., and Poisson, A., 1987, Paleomagnetic evidence for rotation in opposite senses of adjacent blocks in northeastern Aegea and Western Anatolia. Geophysical Res. Lett., V.14, p.907-910.
- 24 Kaya, O., 1979, Orta Doğu Ege Çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği, Türkiye Jeoloji Kurumu Bull. V.22, p.34-58.
- 25 Royden, L., Sclater, J.G., and Von Herzen, R.P., 1980, Continental margin subsidence and heat flow important parameters in formations of petroleum hydrocarbons. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. V.
- 26 Beaumont, C., Keen, E.C., Boutilier, R., 1982, On the evolution of rifted continental margin: Comprasion of models and observations for the Nova Scotian margin: Geophys. J.P. astr. Soc. V.70, p.667-715.
- 27 Mc Kenzie and Birkle, 1988, The Volume and Composition of Melt generated by the extention of the lithosphere Jurnal of Petrology, V.29, pp.625-679.

- 28 Savaşçın, Y., 1982, Batı Anadolu'daki Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik ögeleri. Batı Anadolu'nun geç tektoniği ve volkanizması, Türkiye Jeoloji Kurumu Yayıını, Ankara, pp.22-38.
- 29 Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F., and Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea. Bull. Volcan., V.36, p.473-496.
- 30 Ercan, T., Satır, M., Kreuzer, H., 1985, Batı Anadolu Senozoyik volkanitlerine ait yeni kimyasal izotopik ve radyometrik verilerin yorumu, Türkiye Jeoloji Kurumu, V.28, p.121-136.
- 31 Dora, Ö., and Savaşçın, Y., 1982, Alibey-Madenadalrı (Ayvalık) bölgesi magmatizması: TÜBİTAK 7. Bilim Kongresi Yerbilimleri Seksiyonu, Tebliğler Kitabı, p.11-83.

KARAGÖL VE ZİLLİK TEPE (GÖZNE-MERSİN) OFİYOLİTİNİN PETROGRAFİSİ VE KROM
CEVHERLEŞMELERİNİN METALOJENİK-JEOKİMYASAL İNCELEMESİ^X

Zeki BILLOR ve Mesut ANIL

Ç.O.Müh.Mim.Fak.Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZET : Mersin ofiyolitinin bir parçası olan Karagöl ve Ziftlik Tepe mevkii-lerinde düzensiz kromit cevherleşmeleri gözlenmektedir. Tüm masif ölçeginde komple bir seri oluşturan ofiyolitik birlik inceleme alanında yalnızca harzburjistik tektonit ve gabroyik kümülatlarla temsil edilmektedir. Bu birlik Alt-Orta Miyosen yaşlı kireçtaşları tarafından örtülmektedir.

Mercek, damar ve saçınımalar şeklinde gözlenen kromit cevherleşmesi oldukça düzensiz bir dağılım gösterir. Kristal ölçeginde yapılan mikroprop analizlerinde Türkiye ve diğer Akdeniz ülkelerinde yüzeyleyen ofiyolitik kuşaklara bağlı olarak gözlenen kromit yataklarıyla oluşum mekanizması bakımından büyük bir benzerlik göstermektedir.

PETROGRAPHIE OF THE KARAGÖL AND ZİLLİK TEPE (GÖZNE-MERSİN) OPHIOLITE AND METALLOGENIC-GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF CHROMITE MINERALISATIONS

ABSTRACT

Irregularly distributed chromite mineralizations were observed in the Karagöl and Zillik Tepe regions, where a part of Mersin ophiolite crops out ophiolite assemblage was represented in the studied area by harzburgitic tectonite and gabbroic cumulates. This assemblage is covered by the Lower-Middle Miocene limestones.

-
- X) Bu çalışma Ç.O.Araştırma Fonu (Adana)'nca desteklenmiştir.
 - X) This study was supported in the Post graduate School of Science Project by the Scientific Research Found of Çukurova University.

The chromite ores, deposited such as lens, vein and disseminated, show an irregular distribution.

Microprobe analysis, that were done at the crystal scale, show that there is a great similarity between the Karagöl and Zillik Tepe chromite deposits and the other chromite deposits which occur in the ophiolitic belt in the mediterranean countries and Turkey.

GİRİŞ

İnceleme alanı olarak seçilen bölge Mersin ili kuzeyinde Gözne doyalarında yüzeylenen ofiyolitik birimleri kapsamaktadır (Şekil 1). Burada ki ofiyolitler Öst Kretase'de muhtemelen Pozantı-Karsantı ofiyolitiyle birlikte bölgeye yerlestikten sonra Orta Eosen başından itibaren (Lutesiyen)(1) Ecemis fay hattıyla bu masiften ayrılarak güneye kaymıştır. Masifin genel uzanım yönü KD-GB olup, kendisine en yakın il konumundaki Mersin'den dolayı literatüre "Mersin Ofiyoliti" olarak geçmiştir. Sözkonusu ofiyolit üzerinde yerli ve yabancı bir çok araştırcı çalışmıştır. Bu bölgede otokton ve allokton birimler yüzeylenmektedir. İnceleme alanının kuzeyinde ve kuzeybatısında Bolkar Dağları yer alır. Doğu ve batı kesiminde ise daha çok karbonat bileşimli post-tektonik Miyosen birimleri yüzeylenmektedir. Allokton birim olarak yalnızca Mersin ofiyoliti bulunmaktadır.

Bölgelerde 1950'li yıllarda beri birçok araştırcı çalışmıştır. Bunlar arasında genel jeoloji amaçlı çalışmalar yoğunluktadır. Blumenthal (2,3,4), Demirtaşlı ve Diğ.) (5,6), Özgül (7), Gökten (8), Gedik ve Diğ.(9), Güvenç (10), Juteau (11), Pampal (12,13,14), Tanar (15), İşler (16) gibi araştırcılar genel jeoloji ile ilgili çalışmalar yapmışlardır.

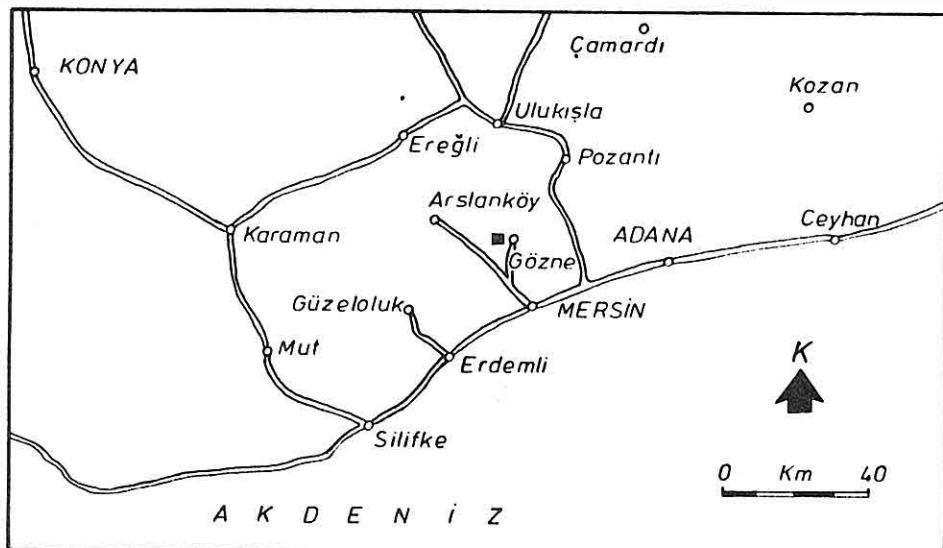
Bu çalışmada Gözne çevresinde yüzeylenen ofiyolitik birim ile bunlar içinde yataklanan kromit cevherleşmesinin petrografik ve metalojenik incelemesi yapılmıştır.

PETROGRAFİ

Bu başlık altında daha çok ofiyolitik birliğe ait kayaçlar incelenmiştir. İnceleme alanında yüzeylenen Miyosen yaşlı kireçtaşları, önceki çalışmalarla ayrıntılı olarak incelendiğinden burada tekrar ayrıntılı olarak ele alınmamıştır.

Ofiyolitik Birlik

İki ayrı mevki olarak seçilen inceleme alanında başta Karagöl ve Zillik Tepe olmak üzere birçok yerde krom zuhuru bulunmaktadır.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

Sahada Mersin ofiyolitinin diğer bölgelerde gösterdiği ofiyolitik melanj, radyolarit, pelajik kireçtaşısı ve volkanik seri görülmemektedir. Serpentinleşme gösteren harzburjitik tektonitler ile yalnızca bir bölümde yüzeylenen gabroyik kümülatlar görülmektedir. Özellikle kromit cevherleşmelerinin izlendiği kısımlarda bulunan dünitik kümülatlar haritalanacak kadar büyülükte mostra vermemektedir. Ancak kalınlıkları 0,5-15 cm arasında değişen gabro ve piroksenit damarlar tüm ofiyolitik masifi kesmektedir. Ayrıca genel yönleri KD-GB istikametine olan dolerit-diyabaz daykları da damar komplekslerini oluşturmaktadır.

Harzburjit :

İnceleme alanında yüzeylenen ofiyolitik kayaçların büyük bir kısmını oluşturur. Yüzey zonlarında fazlaca kırıklı olup, topografik olarak genellikle keskin rölyef göstermez. Dış zonlarda ayrılmış ve serpentinleşmiş olduklarıdan kahverengiden yeşile kadar değişen renk tonlarındadır. Bazen zonlu bir iç yapı sunarlar.

Mikroskopik incelemelerde kayacın başlıca olivin, ortopiroksen (enstatit), klinopiroksen ve kromit gibi minerallerden oluştuğu anlaşılmıştır. Bazı kesitlerde ise opak mineral olarak ikincil manyetite rastlanır.

Kayacın en yaygın mineralinden olivin toplam kayaç hacminin % 70-80'ini oluşturur. Ancak bu oran serpentinleşmenin yoğun olduğu kesitlerde % 60'a kadar düşer. İncelenen hemen her kesitte parçalanma (granulation = baklava dilimleri gibi birçok parçaya ayrılma), çekilme ve ezilme gibi yüksek derecede deformasyon izleri görülür. Olivin kristallerinin özellikle kırılma noktasından başlayarak serpentin grubu minerallerinden krizotil ve lizardite dönüştüğü izlenmektedir.

Ortopiroksen (enstatit) kayaç hacminin % 20-30'unu oluşturmaktadır, genellikle düzensiz dağılımlıdır. Olivinlere göre daha elastik oluklarından bu kristallerde uzama, bükülme ve kıvrımlanma gibi deformasyonlar daha yaygındır. Bazlarında eksolüsyonlar halinde diyopsid lamelleri görülür. Kırık zonlarında gelişerek artan belirgin bir talklaşma izlenir.

Klinopiroksen oldukça azdır ve kayaç hacminin en fazla % 2-5'ini oluşturur. Coğu kez diyopsid ve bazen ojit bileşimindedir.

Kromit kristalleri hemen her kesitte görülür. Tabii ışıkta kırmızı-zımbat portakal rengi ile özellik taşırlar ve yer yer küçük boyutlu olivin kapanımları içerirler. Kayaç içinde oldukça düzensiz bir dağılımları vardır.

Opak minerallerden manyetit, hemzişit, limont ve demir oksit görülmektedir. Bunlar özellikle serpentinleşmenin yaygın olduğu kesitlerde olivinin düzensiz çatlaklarına ve piroksenlerin dilinimleri boyunca yerleşmişlerdir.

Serpentin grubu minerallerinden lizardit ve krizotil en yaygın olanıdır. Bazı kesitlerde % 70'e ulaşan serpentinleşme derecesi saptanmıştır. Genellikle halkalı-zincirli bir doku gösteren krizotil ve lizarditin yanı sıra talk, çok nadir olarak da tremolit, aktinot ve klorit gibi ikinçil minerallere rastlanmaktadır. Olivinlerin serpentinleşme safhasında açığa çıkan magnezyum, karbonat şeklinde ana kayacın kırık ve çatlaklarına dolmasıyla da manyezit damarları ortaya çıkmıştır.

Dunitik Kümülatlar :

İnceleme alanı olarak seçilen Karagöl ve Zillik Tepe Mevkilerinde haritalanacak büyülüklükte mostra veren dünitler yüzeylememektedir. Ancak, özellikle cevherleşmenin görüldüğü kesimlerde izole bandlar, uyumlu şeritler veya kromit kütlesini çevreleyen zarflar şeklinde sıkça rastlanır. Kahverengiye kaçan renkleriyle karakteristik olan bu bandlar çiplak gözle bile görülebilen büyülüklükte kromit kristallerini içerirler.

Mikroskopik incelemelerde; % 90-95 oranında olivin, % 5 oranında ortopiroksen ve % 2'ye ulaşan kromit bileşimleriyle oldukça homojen bir dağılım gösterirler. Bu dunitik bandlarda da harzburjitlerde olduğu gibi belirgin deformasyon izleri gözlenir. Olivinlerde parçalanma yaygın olup, ortopiroksenlerden enstatitte büzülme, kıvrımlanma ve uzama izleri yaygındır. Diyopsid ve nadiren ojit bileşimli klinopiroksenler çok seyrek olup, bunlar genellikle deformasyonlardan fazlaca etkilenmemiştir.

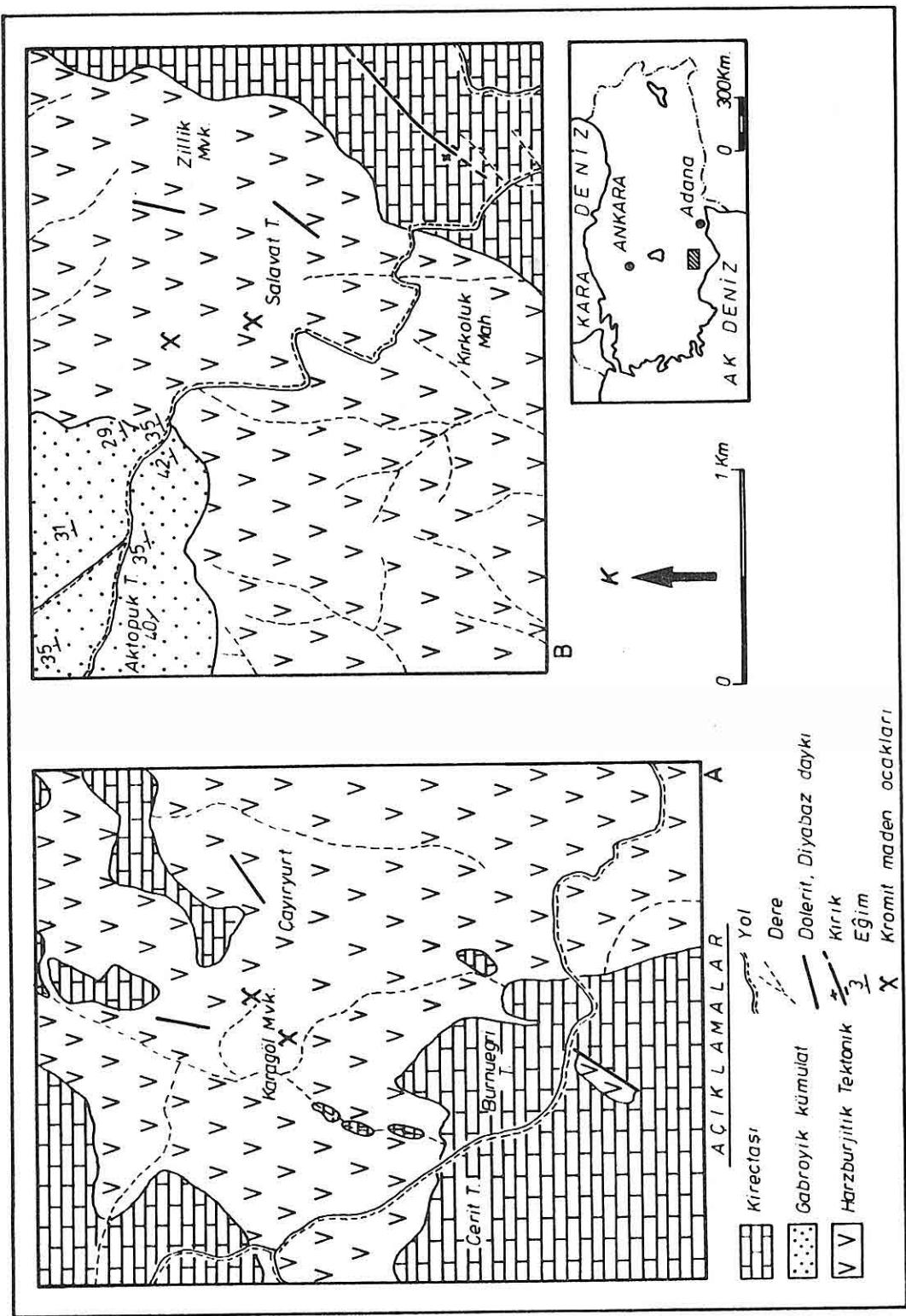
Gabroyik kümülatlar Aktopuk Tepe Mevkiinde yüzeylenirler (Şekil 2). Arazide açık renkleriyle dikkat çekerler. Bazen magmatik tabakalaşmanın da gözlendiği bu kayaçlar daha çok masif yapılidırlar.

Mikroskopta incelenen kesitlerde taneli doku içinde en yaygın mineral türü plajiolastır. Prizmatik çubuklar şeklinde çoğu zaman tane özelliğini korumakla beraber, kaolin, serizit ve albit gibi ikincil ayrışım minerallerine dönüştükleri izlenir. Plajiolaslarda deformasyon sonunda ikizlenme, uzama ve kopma gibi mekanik değişiklikler görülür.

Plajiolasların çoğu Labrador bileşiminde olup, andezin bileşiminde olanlarına da rastlanır. Hatta bazı kesitlerde andezin latalarının beli bir oran oluşturma nedeniyle kayacın diyoritik bir karakter kazandığı görülmüştür. Klinopiroksenler 1-3 mm boyutunda izole kristaller halinde bulunmaktadır. Genellikle prizmatik kristaller halinde görülen hornblendler oldukça yaygındır. Olivin ise çok seyrek olarak görülmekte olup, çoğu kez tamamen serpentine dönüşmüştür. Aksesuar olarak apatit, biyotit, epidot ile opak minerallerden manyetit izlenir.

Serpantinit :

Harzburjit ve düniteliden dönüşüm yoluyla oluşan serpentin grubu minerallerinden oluşan bu kayaçlar haritada gösterilecek kadar göstermezler. Aynı bölgede bile farklı derecede serpentinleşmenin izlendiği inceleme alanında özellikle cevherleşmenin görüldüğü Karagöl ve Zillik Tepe Mevkilerinde cevher kütelerini kesen faylar boyunca kalınlıkları bir kaç santimetreden bir kaç on santimetreye kadar değişen zırhlar şeklinde kayma düzlemlerinde, fazlaca kırılmış tektonik zonlarda, cevher damarı, kese ve ceplerinin etrafında yaygın bir şekilde izlenir. Ana kayacı harzburjit veya dünitel olan bazı zonlarda % 70'e kadar çıkabilen bir serpentinleşme görülmüştür. Buralardan alınan kayaç örneklerinden yapılan ince kesitlerin mikroskop altındaki incelemelerinde, tamamına yakın bir kesimin serpentin grubu minerallerinden krizotil ve lizardite



Şekil 2. Karagöl (A) ve Zillik Tepe (B) mevkilerinin jeoloji haritaları.

dönüşmiş olan olivin kalıntılarına, çoğu kez bastitleşmiş ve/veya talk-laşmış enstatit kristallerine rastlanır. Bu kristaller ayrıca yer yer diopsid lamelleri de içermektedir. Tamamen serpentinleşmiş kayaç içinde birer ada gibi görülen ve çoğu kez 0,2 mm'den küçük olan saçınımlı kromit kristallerine de rastlanır. Gerek kristal catlaklarında, gerekse deformasyonlar sırasında oluşan süreksizlik zonlarındaki olivin ve pi-roksenlerin ayrışmaları sırasında oluşmuş bulunan opak minerallerde yaygın olarak izlenmektedir.

Dolerit-Diyabaz Daykleri :

Mersin ofiyolitinin bir çok yerinde yaygın bir şekilde gözlenen ve çoğunun genel uzanım yönü KD-GB olan izole dolerit-diyabaz daykleri'na inceleme alanında Karagöl'ün kuzeyinde ve Salavat Tepe dolaylarında yüzeylemektedir. Masif, kalınlıkları genelindeki 0,5-25 m arasında değişen bu dayklar, ofiyolitik birliğe ait kayaçları kesmektedir.

Mikroskopik incelemelerde çoğu kez entersetal ve bazen de taneli doku içinde andezin, labrador ve ikincil albit bileşimindeki yaygın bir şekilde plajiolas, klinopiroksenlerden ojit, amfibollerden hornblend ve dönüşüm mineralleri olarak da klorit, klinozosit, prehnit, epidot gözlenir.

Konglomera ve Kireçtaşları

Ofiyolitik birim üzerine diskordansla gelen konglomeralar ve bunların üzerinde yer alan kireçtaşları inceleme alanında da oldukça yaygındır. Tamamen ofiyolitik malzemeden türemiş konglomeralar inceleme alanında haritalanacak büyülükté değildir. Elemanlarının çoğu yuvarlak ve seyrek olarak da köşeli parçalardan oluşmuş bu kayaçlar karasal ortamda çökelmiş olup, özellikle ofiyolitlere ait kayaçlardaki ferromagnezyumlu minerallerin ayrışması sebebiyle de kırmızıtmotrak bir renge sahiptirler. Önemli bir karstlaşma bölgesi olan inceleme alanında kireçtaşları üzerinde sık olarak erime boşlukları gözlenmektedir.

Mikroskop altındaki gözlemlerde kireçtaşının tamamen küçük ksenomorf kalsit taneciklerinden olduğu ve ikincil iri kalsit kristallerinden meydana gelen damarcıkların kayacı katettiği görülür. Burnueğri Tepe mevkisinden alınan örneklerin ince kesitlerinde kalsit kristallerinde ikizlenmeler görülürken, kayaçta % 10'a ulaşan detritik kuvars rastlanır. Bu haliyle de kayaç kumlu kireçtaşına geçiş gösterir. Kireçtaşlarından alınan örnekler üzerinde yapılan paleontolojik çalışmalarda Alt ve Orta Miyosen

yasını veren fosiller bulunmuştur (14)

OFİYOLİTLERİN JEOKİMYASI

İnceleme alanında yüzeylenen harzburjitlerden 4, dünitlerden 2, gabrolardan 2 ve dolerit-diyabaz dayklarından da 2 adet olmak üzere alınan toplam 10 adet petrografik örneğin analizleri MTA merkez laboratuvarlarında yaptırılmıştır (Tablo 1). Bu analizler baz alınarak inceleme alanındaki kayaçlar çeşitli diyagramlarda incelenmiştir.

Harzburjit, dünit ve gabroların $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ diyagramındaki durumları

İncelenen 4 harzburjit ve 2 dünit örneğinin Harker (17)'in geliştiği bu diyagramdan (şekil 3) da anlaşıldığı gibi magnezyumca zengin ve alüminyumca fakir oldukları görülür. Gabrolar ise sınır çizgisine yakın bir yere düşerler.

Harzburjitlerin $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}-\text{MgO}$ üçgen diyagramındaki durumları

Karagöl ve Zillik mevkisinden alınan ve maddi imkansızlıklar nedeniyle ancak 4 harzburjit ve 2 dünit örneği şekil 4'deki üçgen diyagramda incelendiğinde 6 noktanın da MgO köşesinde kümelendiği görülür.

MgO / CaO diyagramı

İnceleme alanından harzburjit, dünit ve gabro örnekleri MgO/CaO diyagramında (şekil 5) incelenmiştir. Bu diyagramda da benzer özellik izlenir. Harzburjit ve dünitler MgO köşesinde kümelenirken, gabrolara ait iki örnek Diopsid-Bronzit-Anortit Üçgeni içinde kalmıştır. Gerçekten de incelenen gabrolar kalsik plajiolas yönünden oldukça zengindirler.

Dolerit-Diyabaz Dayklarının durumları

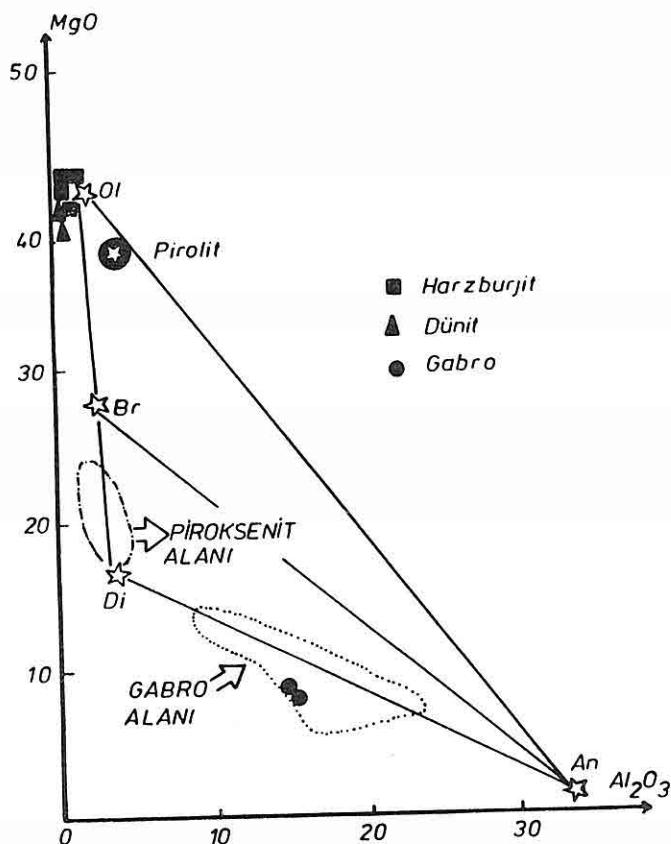
Gerek ait olduğu magma ve gerekse oluşum evresi bakımından ofiyolitik birliğin diğer birimlerinden tamamen farklı olan (toleyitik bir magma ya aittirler-olivinli veya kuvarslı toleyit) bu kayaçlardan çok az sayıda analiz yaptırılabildiği için yalnızca alkalin/silis diyagramındaki durumları şekil 6'da verilmiştir. İnceleme alanından alınan iki örneği temsil eden noktalar subalkalin bölgeye düşmüştür.

CEVHERLEŞMELER

İnceleme alanında ekonomik öneme sahip tek cevherleşme kromit cevherleşmesi olup, yer yer görülen asbest ve manyezit damarları ekonomik değere sahip değildir. Karagöl ve Zillik Tepe Mevkii'ndeki kromit zonları-

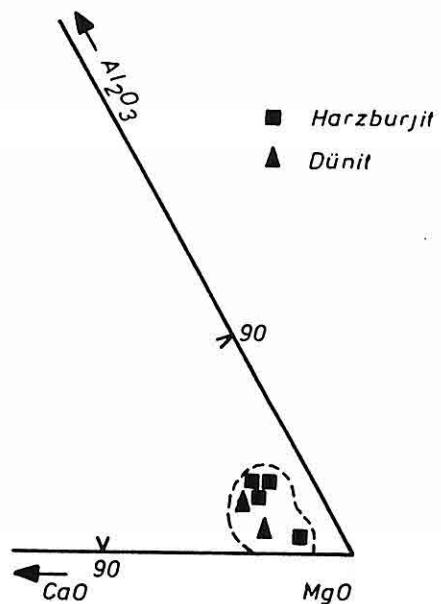
Element	Ornek Numaralari									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	37.50	38.00	37.41	38.21	37.00	38.16	48.50	43.00	52.60	52.83
Al ₂ O ₃	0.20	1.14	0.90	1.10	0.35	0.90	14.95	16.50	15.12	14.96
Fe ₂ O ₃	8.60	8.60	8.96	8.70	10.00	9.70	10.20	11.40	8.60	8.26
FeO	1.00	0.70	1.40	1.30	3.60	2.96	5.40	6.95	5.10	4.61
MnO	0.20	0.20	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.18	0.17
MgO	39.00	37.00	37.96	37.00	39.00	38.18	8.50	8.50	5.80	5.69
CaO	0.65	0.75	0.90	0.95	1.25	1.16	9.50	10.50	9.66	9.20
Na ₂ O ₃	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.00	2.75	2.36	2.38
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.50	0.30	0.67	0.76
TiO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.50	0.30	0.65	0.77
P ₂ O ₅	0.10	0.10	0.13	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
A.K.	13.00	13.55	13.02	12.96	9.00	9.20	2.00	2.00	1.96	2.01
SiO ₂	43.10	43.78	42.57	43.61	40.41	41.74	48.77	42.87	52.43	53.33
Al ₂ O ₃	0.27	1.61	1.02	1.26	0.38	0.98	15.01	16.45	15.15	15.10
Fe ₂ O ₃	9.58	9.90	10.19	9.93	10.92	10.61	10.22	11.38	8.50	8.33
FeO	1.14	0.81	1.59	1.48	3.93	3.24	5.62	6.92	5.00	4.66
MnO	0.30	0.24	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.18	0.17
MgO	44.83	42.64	43.18	42.72	42.60	41.76	8.60	8.48	5.78	5.74
CaO	0.70	0.70	0.86	1.02	1.10	1.37	9.27	9.55	10.42	9.28
Na ₂ O	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.00	2.71	2.34	2.41
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.70	0.10	0.13	0.10
TiO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.50	0.30	0.65	0.77
P ₂ O ₅	0.11	0.11	0.15	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
Toplam	100.08	99.84	99.85	100.42	99.73	100.07	99.99	99.06	100.68	99.99

Tablo 1. İnceleme alanının ait harzburjıt, dunit, gabro ve dolerit dayklarına ait kimyasal analiz sonuçları
1-4; Harzburjıt, 5-6; Dunit, 7-8; Gabro 9-10; Dolerit-diyabaz



Sekil 3. İnceleme alanındaki harzburjıt, dünit ve gabroların Harker(17) diyagramındaki durumları.

nın tamamı dünitik zarfla çevrili harzburjิต tektonitler içinde yataklanmıştır. Bu iki cevher zonundan 1970'li yıllara kadar aralıklarla işletme yapılmış ve bir miktar cevher çıkarılarak değerlendirilmiştir. Gerek piyasada durumları ve gerekse cevher zonlarındaki düzensizlikler nedeniyle terkedilmiş bulunan galerilerin tamamına emmîyet açısından girilememiştir. Cevherleşme mercek, damar, cep şeklinde veya ezikli kısımlarda düzensiz bir şekilde bulunmaktadır. Kompakt, nodüler ve saçılımlı kromit cevherlerinin bulunduğu bu iki zondan alınan cevher örnekleri üzerinde ince ve parlak kesitler yaptırılarak kristallerin ana kayaç içindeki durumları ile kromite eşlik eden diğer minerallerin varlığı araştırılmıştır.



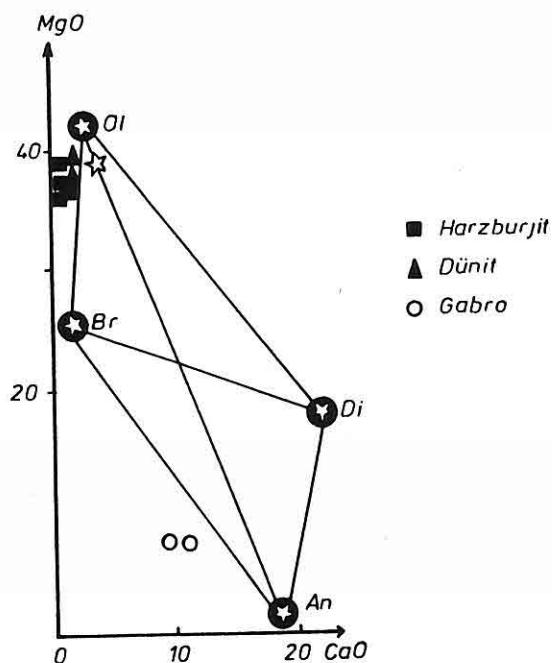
Sekil 4. Karagöl ve Zillik Tepe harzburjıt ve dünit örneklerinin $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ diyagramındaki durumu.

Mikroskopik Gözlemler

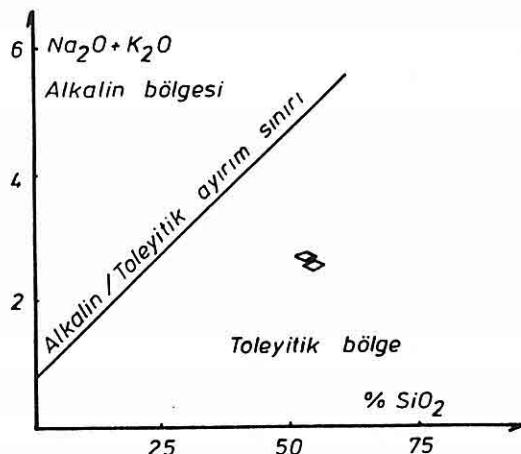
Gangı tamamen serpentinleşmiş olivinden oluşan ve nadiren ortopiroksenlerin izlendiği dünit bileşimli ana kayaç içinde çapları 3 cm'yi bulan nodül şeklindeki kromit kütlesi ile kompakt ve saçınımlı kromit kristalleri birlikte gözlenebilmektedir. Saçınımlı kromit kristallerine ise hemen her bandda ve bizzat harzburjıtler içinde de yaygın bir şekilde rastlamak mümkündür.

Deformasyona en fazla maruz kalan kompakt cevher türlerinde kromit kristallerinin çoğu özşekilsiz olup, kristaller arasındaki dokanaklar net değildir. Buna karşılık saçınımlı kromitlerin çoğu 0,2-0,5 mm arasında olup, yarı özşekilli kristaller halindedir. Kompakt cevher örneklerinde gözlenen parçalanma, uzama ve çevrelenme gibi özellikler saçınımlı kromitlerde daha seyrek olarak gözlenmektedir.

Bol kırıklı ve çatlaklı kromit içeren kesitlerde kromitin yanısıra pendlandit $(\text{Ni},\text{Fe},\text{Co})_9\text{S}_8$ ve millerit (NiS) gibi ikincil sülfürlü mineralleri de izlenmiştir. Tali olarak gözlenen ve genellikle 0,2 mm den küçük boyutlu bu mineraller ya serpentinleşmiş gang içinde izole taneler halinde veya



Şekil 5. İnceleme alanından alınan harzburgit, dünit ve gabroları temsil eden noktaların MgO/CaO diyagramındaki durumları.



Şekil 6. İnceleme alanına ait iki dolerit-diyabaz dayının alkalin/silis diyagramındaki durumu.

kromit kristallerinin kırık ve çatlaklarında görülürler. Birçok kromit kristalinin birbiri üzerinde kayarak oluşturduğu nodüllerde gelişen

çatınlarda, kristaller arasında sıkışmış şekilde bulunan serpantinize olivin taneleri de gözlenmektedir.

Ayrıca bu metalize parlak kesitler üzerinde seçilen belirli noktalardan elektron mikroskopta görüntüler alınmış, gerek kromit kristallerinin gang içindeki durumları, kristaller içindeki kapımlar, kırık sistemleri, gerekse diğer deformasyon izleri incelenerek levha 1'de açıklamalarıyla birlikte verilmiştir.

Kristal Kimyası

Parlak kesitlerden 19 adeti metalize edilerek İngiltere (Imperial Collage)'de JSM-35 Model elektron mikroskopunda kristal ölçünginde kimyasal analizleri yapılmıştır (Tablo 2). Herbir kromit kristali üzerinde 5 adet analiz yapılmış daha sonra ortalamaları alınarak bu analizlerin ortalaması değerden sapma miktarları araştırılmıştır. Kristal bazında önemli bir zonlanma görülmemiştir.

Değinilen analizler baz alınarak çeşitli jeokimyasal diyagralarda Karagöl ve Zillik Tepe Mevkii kromitlerinin özellikleri incelenmiştir.

$\text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al}) = f (\text{Mg}/\text{Mg}+\text{Fe})$ diyagramı

Üç değerli katyonların iki değerli katyonlara oranı şeklindeki bu diyagramda Karagöl ve Zillik Tepe nodüler, kompakt ve saçılımlı kromitlerinin dağılımları görülmektedir (Şekil 7). Bu diyagramda Mg/Fe değişiminin dar bir alanda kalmasına karşılık Cr/Al dağılımının nisbeten daha geniş bir alana yayıldığı açıkça görülmektedir. Bir karşılaştırma yapmak amacıyla değişik bölgelere ait ofiyolitik kuşaklardaki kromitlerinin durumları da verilmiştir.

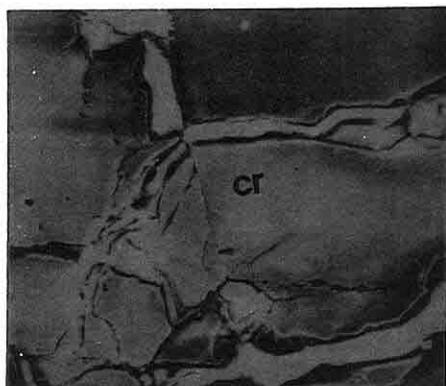
$\text{Mg}/\text{Mg}+\text{Fe}$ ve $\text{Cr}/\text{Cr}+\text{Al}+\text{Fe}^3 = f(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ diyagramı

İnceleme alanına ait kromit örneklerinin bu diyagramda (Şekil 8) da $\text{Mg}/\text{Mg} \text{ Fe } \text{Cr}/\text{Cr} \text{ Al } \text{Fe}^3$ 'un kromit yüzdelerine göre dağılımları görülmektedir. Karagöl ve Zillik Tepe kromitlerini temsil eden 25 noktanın $\text{Mg}/\text{Mg} \text{ Fe}$ dağılımlarında oldukça düzensiz ve geniş bir alan gözlenirken, $\text{Cr}/\text{Cr} \text{ Al } \text{Fe}$ dağılımlarında lineere yakın bir dağılım gözlenmektedir.

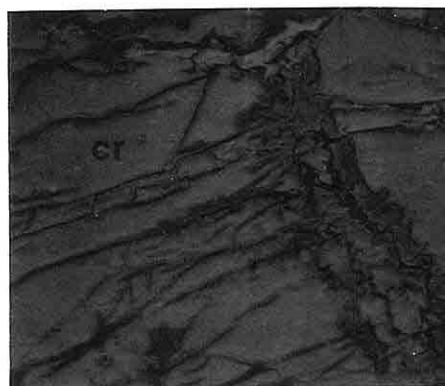
Stevens (18) üçgen diyagramı

Aynı örnekleri karakterize eden noktalar bu AFC üçgen diyagramında daha çok alüminyumlu kromit bölgесine düşüğü gözlenmektedir (Şekil 9). Gerçekten de gerek Pozantı-Karsantı ve gerekse Kızıldağ ofiyolitine bağlı

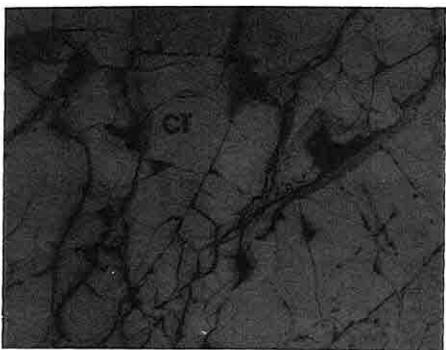
LEVHA I



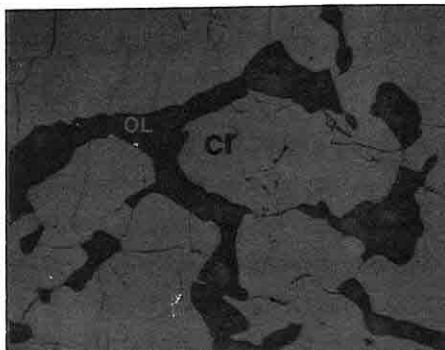
1 $\underline{250\text{ m}}$



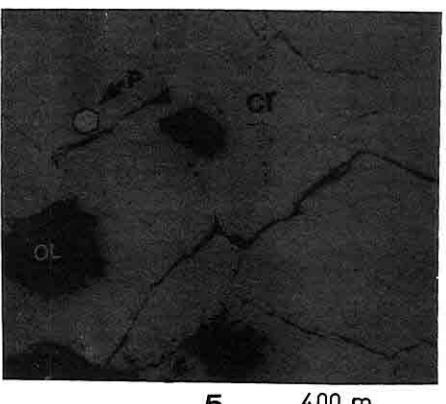
2 $\underline{100\text{ m}}$



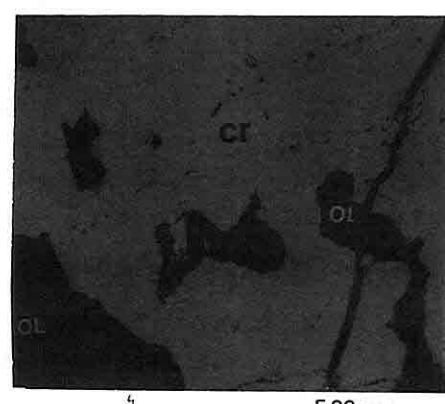
3 $\underline{350\text{ m}}$



4 $\underline{500\text{ m}}$



5 $\underline{400\text{ m}}$



6 $\underline{500\text{ m}}$

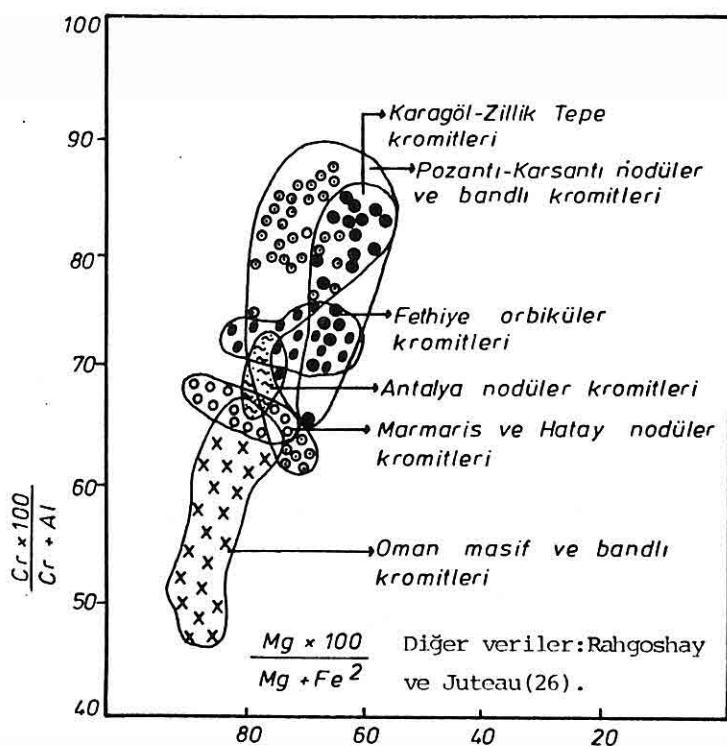
PARLAK KESİTLER ÜZERİNDE ELEKTRON MİKROSKOPU GÖRÜNTÜLERİ

1. Kromit kristallerinin genel görünümü, birincil ve ikincil kırık sistemi. Açık renkli görülen kısımlar da kromit bileşimindedir. Çatlak aralığında koyu renkli kesimler, serpantinleşmiş olivinlerdir (Y.I., Elektron Mikroskopu).
2. Kromit kristallerindeki ayrıntılı iç yapı. Kırıkların kenar zonlarından itibaren manyetitleşme belirtileri (koyu gri), ana çatlaklar ile kılcal kırık şebekesi görülmektedir (Y.I., Elektron Mikroskopu).
3. Masif kromitlerde gözlenen kataklastik kırıklar. Kristaller arası dokanaklar açık olmamakla beraber; birbirini oblik veya dik kesen en az iki kırık şebekesi görülmektedir. Bu iki şebekeyi ise, kılcal nitelikse üçüncü bir kırık ağı çevirmektedir (Y.I., Elektron Mikroskopu).
4. Yarı özsekilli, az deform olmuş kromit kristalleri. (Cr) Kristallerin dokanaklar oldukça belirgin olup bunların arasında büyük ölçüde serpantinleşmiş olivin (Ol) gangı yer almaktadır (Y.I. Elektron Mikroskopu).
5. Kromit kristalleri (Cr) içinde yer yer görülen ikincil sülfür minerallerinden pendlandit (p) ve kromit içindeki olivin (ol) kapanımları (Y.I., Elektron Mikroskopu).
6. Nodüler kromit (Cr) ve olivin (ol) kapanımları (Y.I., Elektron Mikroskopu).

KARAGÖL VE ZİLLİK TEPE OFİYOLİTİ İLE KROMİT CEVHERLEŞMESİ

Örnek No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ci:203	58.34	59.27	51.31	60.93	59.78	60.81	60.59	58.20	56.19	57.39	61.36	54.05	59.80	57.20	58.51	62.07	53.71	53.58	61.45
FeO	15.20	16.01	11.69	14.60	14.75	14.81	15.06	12.23	12.60	13.96	14.02	13.66	14.02	12.70	12.60	12.71	12.80	11.96	12.70
Fe2O3	2.87	3.30	2.26	3.20	3.90	3.50	3.26	3.75	3.69	3.90	3.68	3.20	4.16	2.95	3.78	4.02	3.95	4.20	4.81
Al2O3	9.52	7.83	16.80	7.06	7.91	6.88	6.89	12.07	11.77	10.37	6.81	13.09	8.08	10.98	9.32	7.04	13.14	13.72	6.75
MgO	13.82	12.57	15.80	12.82	13.09	12.39	12.10	14.33	14.45	13.15	12.73	14.08	12.76	13.83	13.76	12.46	14.05	14.25	12.61
CaO	0.04	0.09	0.10	0.06	0.04	0.07	0.06	0.05	0.05	0.03	0.03	0.06	0.03	0.02	0.07	0.07	0.02	0.01	0.08
TiO2	0.14	0.12	0.11	0.18	0.14	0.24	0.21	0.15	0.22	0.12	0.18	0.11	0.13	0.14	0.21	0.20	0.08	0.11	0.09
SiO2	0.17	0.62	0.18	0.06	0.12	0.13	0.14	0.09	0.16	0.13	0.13	0.09	0.14	0.04	0.15	0.22	0.16	0.16	0.06
MnO	0.02	0.00	0.08	0.08	0.08	0.26	0.36	0.15	0.00	0.17	0.13	0.06	0.16	0.15	0.22	0.20	0.12	0.06	0.12
Na2O	0.40	0.15	0.50	0.33	0.64	0.38	0.26	0.17	0.46	0.34	0.38	0.50	0.26	0.60	0.44	0.06	0.45	0.25	0.65
V2O	0.31	0.20	0.04	0.06	0.06	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.09	0.08	0.04	0.05	0.06	0.02	0.00
NiO	0.08	0.10	0.16	0.14	0.02	0.18	0.18	0.15	0.05	0.12	0.08	0.14	0.14	0.14	0.16	0.07	0.18	0.03	0.12
TOPLAM	100.63	99.52	98.94	99.53	100.55	99.46	99.73	99.20	99.67	99.71	99.54	98.95	99.79	97.83	99.26	99.17	98.72	98.15	99.25
Cr/Fe	2.92	2.75	3.31	3.06	2.88	2.99	2.95	3.16	3.10	2.89	3.12	2.88	2.96	3.28	3.31	3.08	2.89	2.99	3.20
Cr/Al	8.00	9.90	4.00	11.36	9.90	11.60	11.50	6.09	6.28	7.29	11.9	5.80	10.48	6.06	8.26	5.36	5.37	5.12	11.97
32 oksijen bazına göre																			
Cr	11.62	12.00	10.40	12.33	12.12	12.31	12.21	11.30	11.37	11.63	12.44	10.95	12.12	11.59	11.86	11.58	10.89	10.82	12.45
Al	2.93	2.41	5.18	2.17	2.43	2.12	2.12	3.71	3.62	3.19	2.09	4.03	2.49	3.37	2.87	2.16	4.05	4.28	2.08
Fe3	0.55	0.63	0.43	0.61	0.75	0.79	0.62	0.72	0.71	0.75	0.70	0.61	0.80	0.56	0.72	0.77	0.76	0.80	0.90
Fe2	3.20	3.42	2.48	3.12	3.15	3.12	3.22	2.60	2.69	2.98	3.00	2.92	3.09	2.72	2.60	2.72	2.73	2.56	2.71
Mg	5.07	4.81	5.79	4.72	4.80	4.51	4.43	5.25	5.30	4.82	4.67	5.16	4.68	5.06	5.04	4.57	5.15	5.22	4.62
Cr/R2O3	0.77	0.79	0.64	0.81	0.79	0.81	0.81	0.72	0.72	0.74	0.81	0.70	0.76	0.74	0.76	0.79	0.69	0.66	0.80
Al/R2O3	0.19	0.16	0.32	0.14	0.15	0.14	0.14	0.23	0.23	0.20	0.13	0.15	0.16	0.21	0.18	0.14	0.25	0.26	0.12
Mg/RO	0.61	0.57	0.70	0.60	0.60	0.59	0.57	0.66	0.66	0.68	0.60	0.63	0.60	0.65	0.65	0.62	0.65	0.67	0.62
Fe ₂ O ₃ /Fe	0.14	0.15	0.14	0.16	0.19	0.18	0.16	0.18	0.20	0.20	0.18	0.17	0.21	0.17	0.21	0.22	0.21	0.23	0.24

Tablo 2. Karagöl-Zillik Tepe kromitlerinin Mikroprop analiz sonuçları ve katyonik değerleri



Şekil 7. İnceleme alanına ait kromitlerin $\frac{Cr \times 100}{Cr + Al}$
 $f(Mgx100/Mg + Fe^{2+})$ diyagramındaki durumları

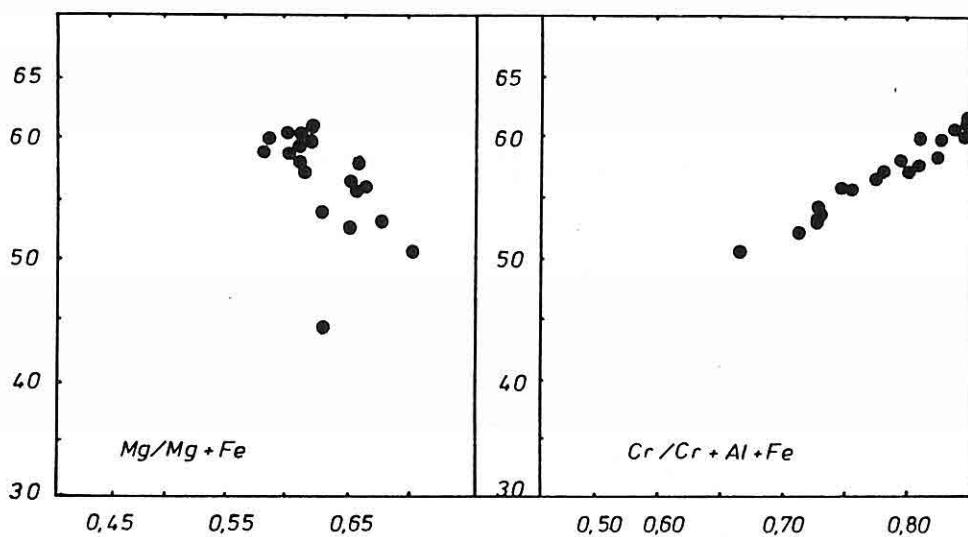
kromitlerde de benzer özellik bulunmaktadır (19).

$Cr_{x}100/Cr+Al = f(Mgx100/Mg+Fe^{2+})$ ve $Fe^{3+}x100/Cr+Al+Fe = f(Mgx100/Mg+Fe^{2+})$
diyagramı

İnceleme alanındaki kromitlerin cevherleşme tipini saptamak amacıyla oluşturulan bu diyagram (Şekil 10)'da analizleri temsil eden noktaların daha çok podiform tip bölgesinde kümelendikleri görülmektedir.

$Al/R^3 = f(Cr_2O_3)$ diyagramı

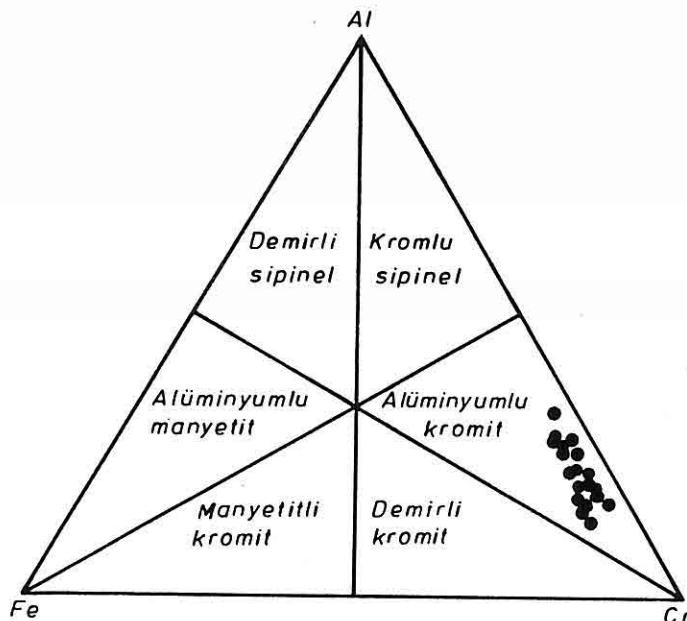
Mineral ölçüğünde yapılan analizlere ait noktaların çevrelediği sınırlar ve aynı zamanda Oman, Hatay, Marmaris, Antalya, Fethiye, Pozantı-Karsantı kromitleri karşılaştırılmıştır (şekil 11). Bölge kromitlerinin kristal ölçüğünde Cr_2O_3 içerikleri oldukça yüksek görülmektedir.



Şekil 8. İnceleme alanına ait kromitlerin $Mg/Mg+Fe$ ve $Cr/Cr+Al+Fe: f(Cr_2O_3)$ diyagramındaki dağılımı.

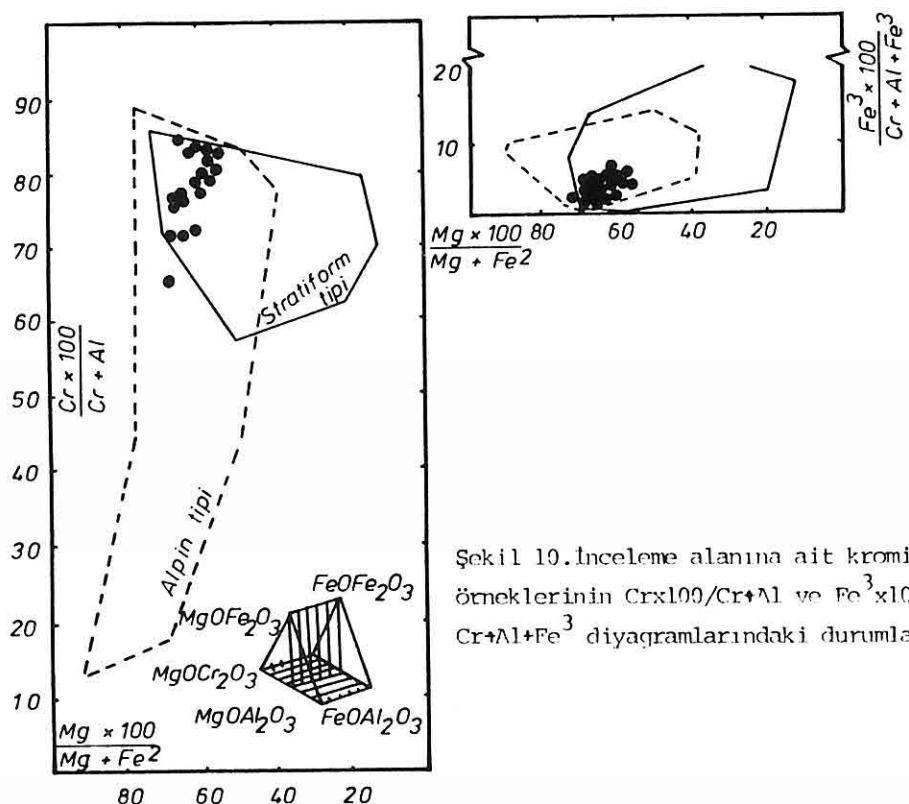
Kromitlerin Jenezi

Ofiyolitik kompleksler içindeki kromit yataklarlarıyla ilgili olarak günümüzde kadar birçok görüş ortaya atılmıştır. Bu görüşlerin tamamı kromitlerin ofiyolitlerin bugünkü yerlerini almalarından önce, okyanus kabuğu içinde ultrabazik magma odası içinde oluştuğu ve daha sonra gerek kabuk içinde ve gerekse bindirmeyle bugünkü yerlerini alırken plastik halde deformasyon geçirdikleri şeklindedir. Türkiye başta olmak üzere ofiyolitik komplekslere bağlı kromitler üzerinde çalışmalar yapan Borchert (20-21) özellikle nodüler kromitlerin yalnızca magma odası içinde, kromit kristallerinin üst üste kayarak, kütlenin konveksiyon akımları ve gravite bileşenlerinin bileskesiyle, magma odası tabanı arasındaki açının 50° 'nin üstünde olduğu anlarda gerçekleşebileceğini savunmuştur. Kıbrıs Torodos masifindeki kromitli ofiyolitler üzerinde uzun yıllar çalışan Greenbaum (22) da kromit kristallerinin magmatik oda içinde segregasyonla dünitlerin taban kısımlarına veya tabana yakın ortamda dünit veya harzburjistik kısımlarda yatakladığını belirtmiştir. Önceleri birbirine yakın görüşler şeklinde ortaya atılan bu oluşum teorilerine, son yıllarda yapılan çalışmalarla da yeni boyutlar kazandırılmıştır.



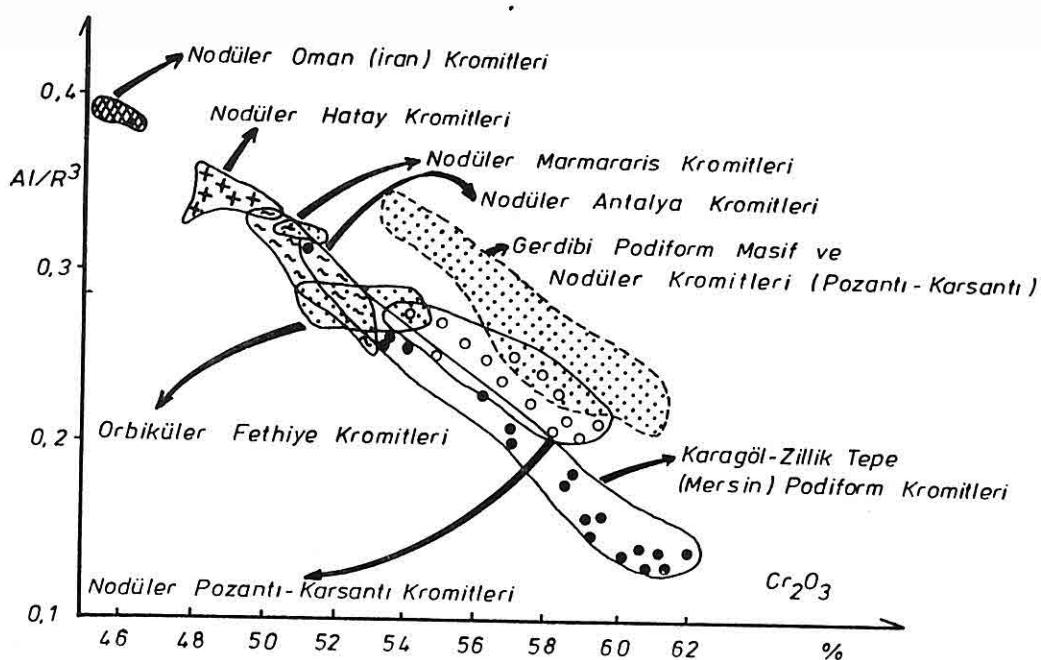
Şekil 9. Karagöl ve Zillik Tepe kromitlerinin Stevens (18) AFC üçgen diyagramındaki durumları.

Ofiyolitik komplekslerin tabanını oluşturan tektonitler içindeki kromitlerin plastik fluajla deformeli olduklarını veya mantonun yerleşmesi sırasında kromit kristallerinin katı halde deformasyona uğradıkları görüşü benimsenmiştir. Dickey (23) podiform kromitlerin kümülatlar gibi türbülanslı zonlarda olduğunu ve böylece bazen nodüler bir özellik kazandıklarını belirtmiş ve daha sonra da bu nodüllerin gravite nedeniyle tabanındaki harzburjitle kadar indiğini savunmuştur. Yine Türkiye, Yunanistan, İran ve Suriye başta olmak üzere ofiyolitik kompleksler üzerinde uzun yıllar çalışan Juteau (24) bütün bu yapısal özelliklerin mantodan kaynaklanan pirolitik (sıcak) diyapirin magma odası içinde yükselmesi sırasında pikritik magma kanallarına kromitin yerleşmesi şeklinde gelişliğini ve kısmi ergime etkilerinin bu sebeple ortaya çıktığı görünüşü benimsemiştir. Yazarca göre kromitlerdeki çekilme, gerilme ve parçalanma gibi deformasyonlar segregasyon sonunda plastik halde oluşmaktadır. Dünyanın en tipik nodüler kromitinin görüldüğü Guleman bölgesinde yapılan son çalışmalarda da Juteau'nun daha önce belirttiği bu diyapirik yükselme modeli benimsemiştir (25).



Şekil 10. İnceleme alanına ait kromit ömeklerinin $\text{Cr}_{\times}100/\text{Cr}+\text{Al}$ ve $\text{Fe}^{3+}\times 100/\text{Cr}+\text{Al}+\text{Fe}^{3+}$ diyagramlarındaki durumları.

Mersin ofiyolitine bağlı olarak Karagöl ve Zillik Tepe Mevkilerinde izlenen kromit cevherleşmeleri, masifin diğer kesimlerinde gözlenen kromit cevherleşmeleriyle benzer özellikte olup, tipik podiform (alpin) tipi yataklanma görülür. Yataklanmalar küçük boyutlu mercek, düzensiz damar ve dünitik gang içinde saçınımlar şeklinde şeklindedir. Kompakt, nodüler ve saçınımlı cevher tiplerinden, özellikle kampakt ve nodüler kromitlerde önemli deformasyon izleri görülmekte olup, kristallerin birbiriyle olan dokanakları açık değildir. Kristallerde görülen diğer deformasyon izleri de gözönüne alındığında inceleme alanındaki kromit yataklanmasının muhtemelen ultrabazik magmanın magma odasında konveksiyon akımları ve türbüfans hareketlerinin etkisinde kaldığı ve dünitik kümülatların alt zonlarında magmatik segregasyonla oluştuktan sonra gravite nedeniyle tabana kaydığını söyleyenebilir. Ayrıca dünitik çeperle çevrili bu kütleyelerin harzburjitelere



Şekil 11. Karagöl ve Zillik Tepe kromitlerinin $\text{Al}/\text{R}^3 : f(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ diyagramındaki durumu (diğer veriler Rahgoshay, 1985'den sözlü görüşme).

içindeki dokanaklarının genellikle tektonik karakterli olması da bu görüşü doğrular niteliktedir.

EKONOMİK JEOLOJİ

1950'li yıllarda itibaren varlığı bilinen ve 1975 yılına kadar aralıklarla işletilen Karagöl ve Zillik Tepe mevkilerindeki oacaklardan ne kadarlık kromit cevheri çıkarıldığı kesin olarak bilinmemektedir. Çünkü bu süre içinde değişik şirketler faaliyet göstermiş ve ancak krom piyasasının canlı olduğu dönemlerde cevher çıkarılmıştır. Hicbir kayıdın tutulmadığı bu iki cevher sahasında daha ne kadarlık bir kromit rezervinin kaldığı ancak bu oacaklarda çalışan işçilerin ifadeleri ve girilebilen galeri duvarlarında yapılan damar kalınlıkları gözönüne alınarak tahmini rakamlar verilebilir. Bu incelemeler sonunda 20.000 Ton görünür ve 50.000 Ton da muhtemelen rezervin mevcut olabileceğini belirtmek, büyük bir iyimserlik sayılmalıdır. Gerek girilen galeriler ve gerekse eski stok sahalarından alınan cevher örneklerinin kimyasal analizleri yaptırlımış olup, % 35-52 Cr₂O₃'luk bir dağılım saptanmıştır.

SONUÇLAR

Karagöl-Zillik Tepe (Gözne-Mersin) kromlu ofiyolitleri, başta Mersin Ofiyolit Kompleksi olmak üzere tüm Akdeniz kuşağında gözlenen diğer ofiyolitik komplekslerle benzer özelliktedir. İnceleme alanında ofiyolitik seriden yalnızca harzburjistik tektonitler ve gabroyik kümülatlar gözlenmektedir. Dünit, Wehrlit ve piroksenit damarlariyle zaman zaman ardalanmalı olan bu harzburjitel, kalınlıkları 0,5-30 m arasında değişen dolerit-diyabaz daykları ile de kesilmişlerdir.

Cevher zonları genellikle dünitik bir zonla çevrili olup, küçük boyutlu mercek ve kırık dolgusu olarak yataklanmış kromitlerde, kompakt, nodüler ve saçılımlı kromit tipleri ayırtlanmıştır. Mikroskopik gözlemlerde aşırı derecede serpantinleşmiş olivin gangi içinde görülen kromitlerin maden mikroskopu altında bol kırıklı oldukları ve deformasyon geçirdikleri anlaşılmıştır. İkincil minerallerden pendlandit ile millerit'in kromite eşlik ettiği saptanmıştır. Ayrıca cevher örneklerinden yapılmış parlak kesitler elektron mikroskopunda incelenerek her kristalden 5 analiz yapılmış ve belli bir zonlanma görülmemiştir. Ancak kristallerin kenar kısımlarında ve çatlaklıarda hafif bir manyetitleşme gözlemiştir. Kötü bir işletme ve tutulmayan kaytlardan yataktan ne kadar kromit cevherinin çıkarıldığı bilinmemekle birlikte, % 35-52 Cr₂O₃ içerikli 20.000 ton kromit cevherinin varlığı düşündürmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ç.O.Araştırma Fonu FBE-87-2 nolu proje çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Yazarlar proje süresince desteklerinden dolayı sayın Prof.Dr.İbrahim GENÇ ve Prof.Dr.Ural DİNÇ başta olmak üzere tüm Ç.O.Araştırma Fonu ilgililerine, ayrıca yazarlardan birinin Ingiltere'de görevlenmesine imkân tanıyan Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yönetim Kurulu üyelerine ve makalenin dactilosunu gerçekleştiren Yazım Birimi ilgililerine teşekkür etmeyi görev birlirler.

KAYNAKLAR

- (1). Yetiş, Cengiz, New Observations on the age of the Ecemis Fault:
International Symposium on the Geology of Taurus Belt,
Proceedings, 159-164 (Ankara), 1984.
- (2) Blumenthal,M.M. Un aperçu de la géologie du Taurus dans Les vilayets
du Niğde et d'Adana: M.T.A. Enst.Publ., seri 13, No:6,95 p,
1941.
- (3) Blumenthal,M.M. Der Karanfil Dag, ein markantes Baughied des cilicishen
Taurus: M.T.A. Enst.Bull.Ankara, no 2, pp.273-286, 1946.
- (4) Blumenthal,M.M., Le système structurale du Taurus su Anatolien. In
"Livre à la mémoire du Prof.Paul Fallot": Mémoire hors.
série Soc.Géol.Fr.tom II, pp.611-661, 1960-1963.
- (5) Demirtaşlı,E.,Bilgin,A.Z.,Erenler.F.,Işıkklar,S.,Selim.M.,Turhan,N.,
Bolkardağları'nın Jeolojisi: Cumhuriyetin 50.Yılı Yerbilim-
leri tebliğleri, 42-57, 1973.
- (6) Demirtaşlı,E.,Bilgin,A.Z.,Selim,M., Geology of the Bolkardag mountains:
Geology of the Taurus Belt symposium: 125-143, 1983.
- (7) Özgül.N., Torosların temel jeoloji özellikleri: Türkiye Jeol.Kur.Bült.,
19,1,65-78,1975.
- (8) Gökten,E.,Silifke yöresinin temel kaya birimleri ve Miyosen stratigra-
fisi. Türkiye Jeol.Kur.Bült., 19,1, 65-78, 1976.
- (9) Gedik,A., Birgili,S.,Yılmaz,H.,Yoldaş,R., Mut-Ermenek-Silifke yöresi-
nin jeoloji ve petrol olanakları: Türkiye Jeol.Kur.Bült.
22, 7-26, 1979.
- (10) Güvenç,T.,Tetis'in Permiyen ve Triyas stratigrafisi ve paleocoğrafyası:
H.O.Yerbilimleri Derg., 7,27-42, 1981.
- (11) Juteau, Th., Ophiolites of Turkey: Ofioliti, Special Issue, v.2, p.
199-237, 1980.
- (12) Pampal,S., Arslanköy-Tepenköy (Mersin) yöresinin jeolojisi: S.O.Fen
Derg., 3, 247-258, 1983.
- (13) Pampal,S., Adana Havzası kuzey kesiminin Miyosen stratigrafisi: Türkiye
Jeol.Kur. Bült, 5, 65-74, 1984.

- (14) Pampal,S., Güzeloluk-Sorgun (Mersin) yöresinin jeolojisi: G.O. Müh.Mim.Fak.Derg., 2,143-170, 1987.
- (15) Tanar,Ü., Kömürlü (Tarsus) Bölgesi "Karaaisalı-Kuzgun, Memişli Formasyonlarının Molluska Faunası Jeol.Müh.Derg., 24,17-20, 1985.
- (16) İşler,F., Fındıkpinarı ve Yöresi (Mersin) ofiyolitlerinin Jeolojisi ve Petrografisi: Ç.O.Yerbilimleri (Baskıda).
- (17) Harker,A., The geology of small isles of Inverness-Shire: Mem.Feol. Surv.Scotland, 60 p., 1908.
- (18) Stevens,R.E.,Composition of some chromites of the western hemisphere: Am.Mineral, 29, 1-34, 1944.
- (19) Anıl,M., Billor,Z.,Özüş,S.,Gerdibi Grubu (Pozantı-Karsantı-Adana) Kromit Yataklarının Jeolojisi ve Metalojenisi: Tübitak Doğa, Mühendislik ve Çevre, 11,2, 175-205, 1987.
- (20) Borchert,H., Erfahrungen an türkischen Chromerzlagerstaten. In "symposium on chrom ore" Cento, Ankara, pp.92-108, 1960.
- (21) Borchert,H.,Principles of the genesis and enrichment of chromite ore deposits:
- (22) Greenbaum,D.,The chromiferous rocks of the Troodos ophiolite complexe, Cyprus: Econ.Geol., 72,pp.1175-1194, 1977.
- (23) Dickey,J.S.Jc., A hypothesis of origin for podiform chromite deposits: Geochim, et Cosmochim. Acta, 39, pp.1061-1074, 1975.
- (24) Juteau,Th., Les ophiolites des nappes d'Antalya (Taurides Occidentales, Turquie). Pétrologie d'un fragment de l'ancienne croute océanique téthysienne: Sci. de la Terre, Mém. 32, 692 p., 1975.
- (25) Oşumezsoy,S., Kefdağ ve Soridağ (Guleman) kromit küttelerinin oluşumu üzerine yeni bir yaklaşım: Jeoloji Müh.Derg., 29, 47-60, 1986.

**GEOMECHANICAL ROCK CLASSIFICATION (RMR SYSTEM) OF THE
DELİKBEK LIMESTONE SITUATING ALONG THE KIZILIRMAK-KEPEZ
DAMSLITE**

Okay GÜRPINAR

Dept. of Geology, Faculty of Engineering, İstanbul
University, İstanbul, TURKEY

ABSTRACT : This work entails the Geomechanical Rock Classification (RMR system) of the Delikbek limestone that occurs along the Kepez damsite. The limestone appears as blocks within the metamorphic rocks. The parameters that are derived from the limestone as a result of the field and laboratory studies were collectively evaluated in order to establish the position of the limestone from the point of view of the Geomechanical Rock Classification. In the light of this basic rock rating, the Delikbek limestone may thus be classified as "Good Rock" in generally and in some areas, it displays "Fair Rock" characteristics.

In the subsurface excavations (for tunnel and adit) which are due to be undertaken soon, the techniques to be utilised should be selected in the light of these ratings.

JEOMEKANİK KAYA SINIFLANDIRMASININ (RMR SİSTEMİ), KIZIL-
IRMAK - KEPEZ BARAJ YERİNDEKİ DELİKBEK KİREÇTAŞINA UYGU-
LANMASI

ÖZ : Bu inceleme Kızılırmak üzerinde yapılacak Kepez bara-
jında, gövdenin oturtulacağı Delikbek kireçtaşının Jeomeka-
nik sınıflaması amacıyla yapılmıştır. Kepez metamorfitini
oluşturan sistler içerisinde bloklar halinde bulunan Delik-
bek kireçtaşında Jeomekanik sınıflamaya esas olan paramet-
reler değerlendirilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre, kireç-
taşı genellikle "iyi kaya" bazı kesimlerde ise "oldukça
iyi kaya" nitelikleri gösterir.

Bu özellikler gözetilerek özellikle yeraltı kazıla-
rında (tünel ve galeri) gerekli ve yeterli olacak teknik
girişimler belirlenmelidir.

INTRODUCTION

The Kepez Damsite was selected 6 km. downstream from the Boyabat site as a result of explorations (Fig-1). The Kızılırmak River in the vicinity of the projected dam axis has a channel on a roughly straight line in the SSW-NNE direction for a stretch of approximately 1 km. while upstream and downstream of this section the direction of flow is E-W. The projected dam axis is located roughly at the middle of the section in the SSW-NNE direction which forms a limestone distributed gorge of width of 80 to 100 m., whereas schist is predominantly distributed in the surroundings of the E-W direction channels upstream and downstream and the valleys are opened wide.

The river-bed elevation at the projected dam axis is 190 m. and the slope gradients are 70° to 80°. The high of the dam is 130 m.

At the Kepez Damsite, there were 32 boreholes for a total length of 8671.02 m., 80 permeability test in alluvium, 2473 water pressure test in rock and 8 exploratory adits for a total length 827.80 m. provided by E.i.E. "Electrical Power Resources Survey and Development Administration" with D.S.i. "State Hydraulic Works" During preliminary investigation and feasibility phases (13).

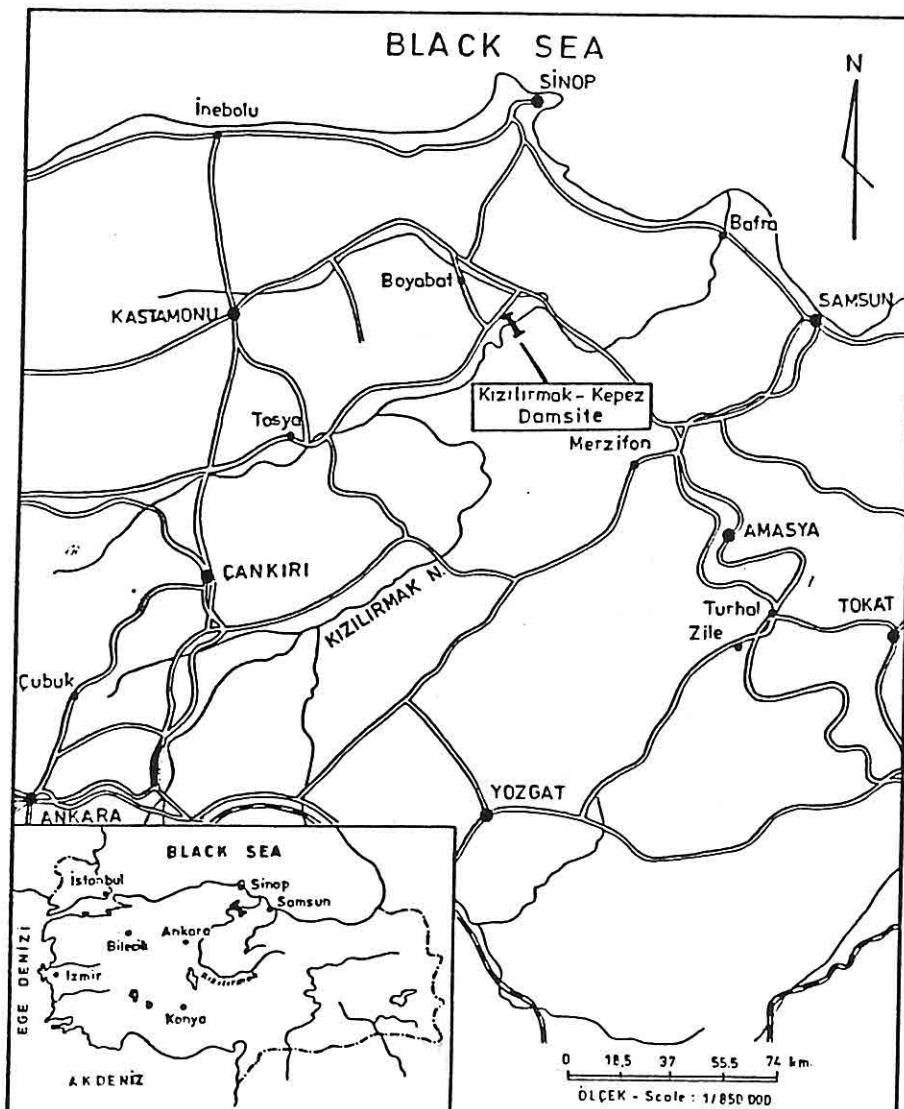


Fig.1 - Location map of the investigated area

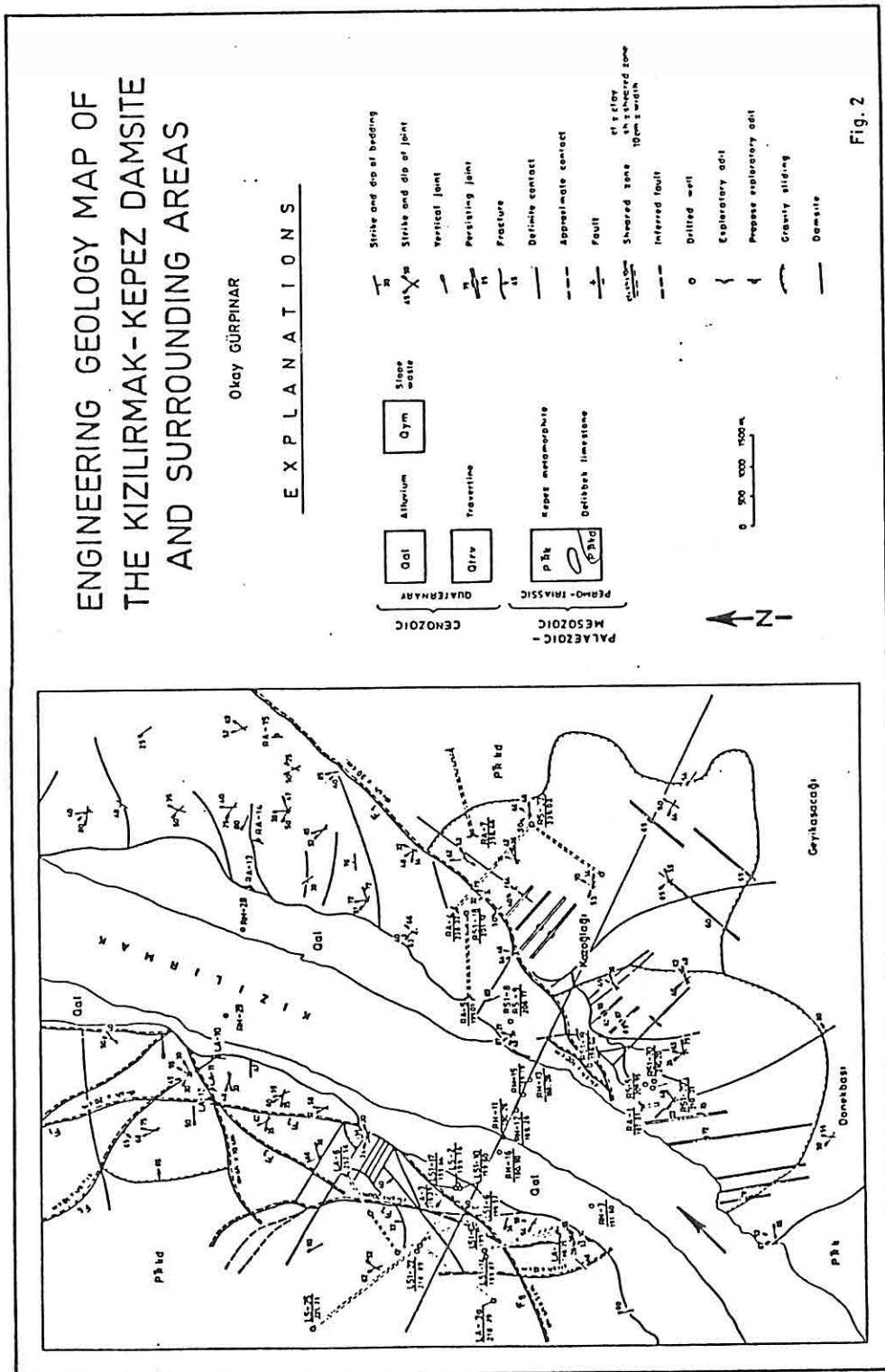


Fig. 2

The Geomechanical Rock Classification (RMR System of Bieniawski) is based on the following parameters; strength of intact rock material, drill core quality "RQD", spacing of discontinuities, condition of discontinuities, ground water conditions and orientation of discontinuities. The data for these parameters were obtained from the exploratory adits and field observations. The detailed structural sections of adits made by geologist of E.I.E. become very helpful for this investigation (13). Data related with strength of intact rock material was supplemented by the laboratory tests (9).

DAM SITE GEOLOGY

The basal rocks in the vicinity of the Kepez Damsite consist of limestone and schist with the greater made up of limestone (Fig-2). Limestone appears as blocks within the schist at the damsite. These basal rocks are covered by small-scale slope waste while at the river bed, a sand-gravel layer is deposited to a thickness of approximately 45 m. (8,11).

Kepez Metamorphite

Schist was called as Kepez metamorphite is distributed at the back of the dam abutment, from the ground surface to a depth of 300 to 500 m. underground. There are epidote-chlorite-muscovite schist-graphite schist and exposures of these repeatedly alternate in a complex pattern. The facies of the schist is greenschist facies. As a result of boring, Calcareous schist has been found underground at the left-bank side. There is distribution of metaconglomerate underground on the right-bank side upstream of the dam axis (8,13).

Schistosity is extremely developed on the whole with weathering at the surface layer and the rock is easily exfoliated and friable, while also at parts the schist has become clayey. The schist is weak against mechanical shocks such as from drilling, and cores are mostly in poorer condition than the original and from this fact also it is estimated that the schist distributed at this damsite is slightly crushed as a whole. As an exception, the meta-conglomerate is comparatively massive and hard. The age of the schist is younger than Delikbek limestone age of upper Permian, because the limestone is block in the schist (8).

Delikbek Limestone

The limestone at the Kepez damsite was named as Delikbek limestone (11, 13). The color of limestone is white to gray to blackish gray when unmetamorphosed but white to creamy upon recrystallization, hard, brittle, compact, medium thick-bedded or massive, occasionally dolomitized. The rock is generally microcrystalline with advanced recrystallization, and calcite has been formed. The thin section may contain some of the following of fossils; Neoschwa-gerinid, Ostracod, Algae ext. According to these fossils list, the age of the Delikbek limestone is Upper Permian. The thickness of the limestone is more or less 500 m. (8).

Slope Waste

Slope waste is distributed on the left bank side of the river, and the portion of change in topography on the right-bank side upstream of the dam axis.

The slope waste at the left-bank is clayey sand intermixed with breccia of schist (weathered and friable) and limestone (fresh, hard) and there is practically no content of fine particles. The thickness of these slope waste deposits are around 7 m. (13).

Alluvium

The alluvium deposit is a sand layer containing clay and has an intermixture of gravel of pebble to cobble size. The quantity of gravel is in the range of %20 - %40 on the whole with parts where the quantity reaches up to around %70. The thickness of the alluvium deposit is around 44 m. according to the result of boring investigations (8, 13).

DISCONTINUITIES

The term of discontinuity is called as fault, bedding, crack, joint, lineation, foliation and fold axis in the Engineering Geology. Discontinuities were investigated at the Kepez damsite. Eight exploratory adits were excavated and 32 boreholes were drilled in the limestone for learning of engineering properties of discontinuities and their classifications. Exploratory adit excavated and boreholes drilled are indicated in Table 1,2,3.

Discontinuities measured on the surface were shown on the geological map scale of 1/1000 (Fig-2). And also discontinuities were marked to the geological section of 1/50 in the adits (13).

The strike of beds are N10-20W and make an angle of 40°-55° with the river and diagonally across the dam axis. They are dipping downstream and towards the right bank. Dip angles are between 50°-60° NE.

The faults are well exposed in the abutments and exploratory adits. They are gravity faults in general. A few of them are reverse faults. The list of main faults is indicated in the Table 4, and also the faults are marked in the geological map scale of 1/1000 (Fig-2). The filling materials of fault zone are clays and crushed foliated

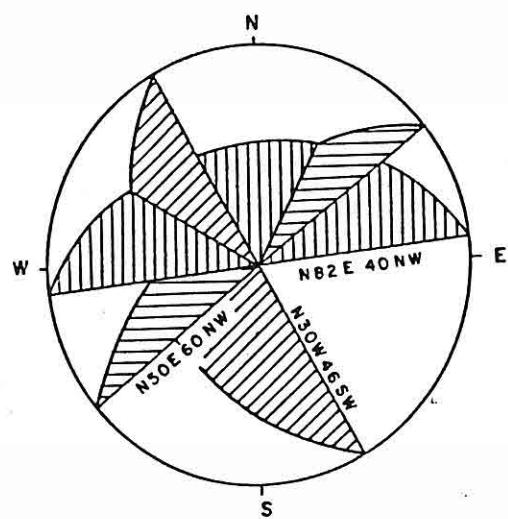
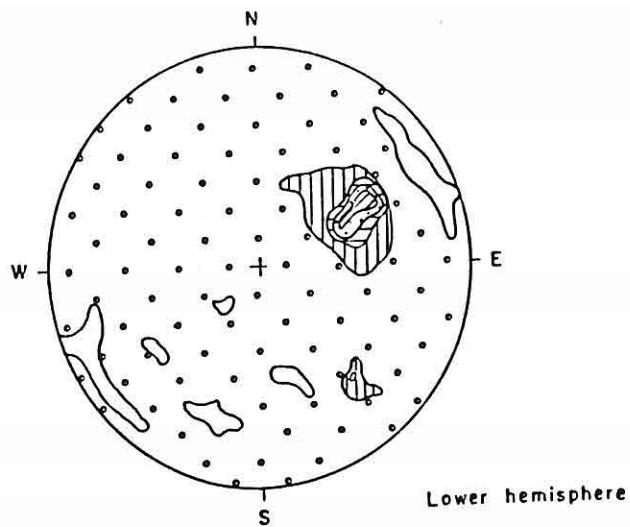


Fig.3 - Contour diagram of 2973 joints which were right bank adits (RA-4, RA-5, RA-7) and stereographic projection of major joints.

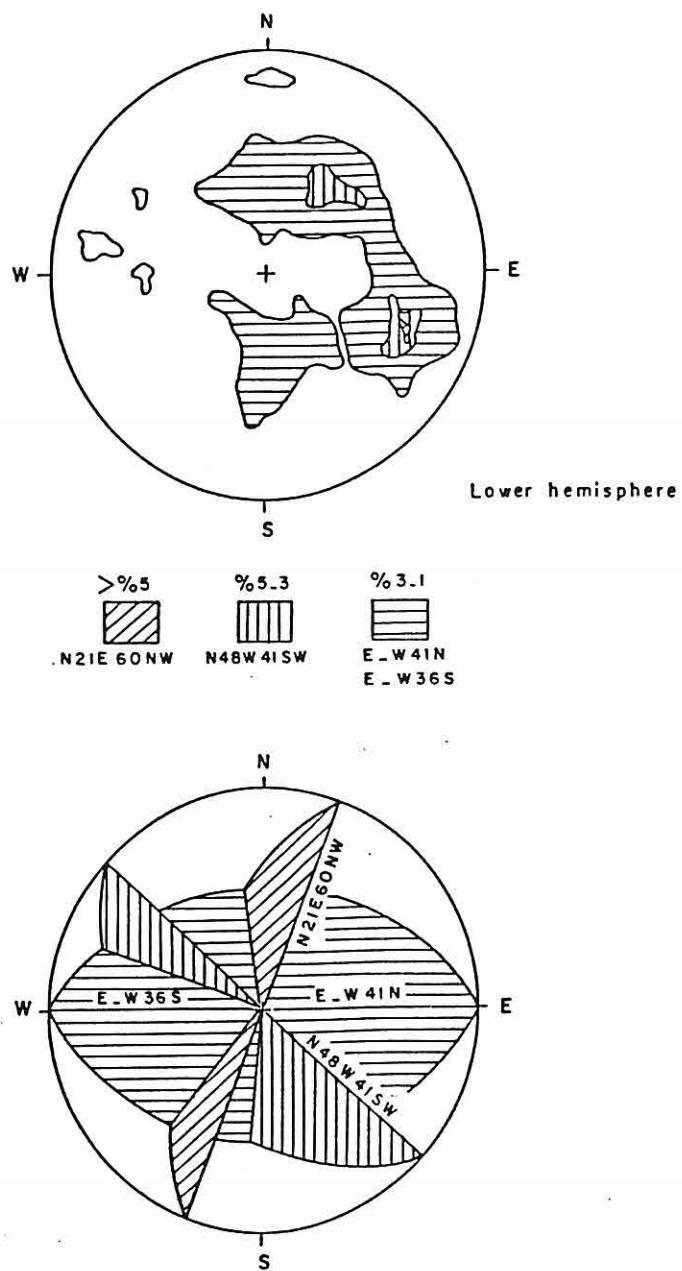


Fig.4 - Contour diagram of 4902 joints which were measured at the left bank adits (LA-2, LA-3, LA-6) and stereographic projection of major joints.

LOCATION	ADIT NUMBER	ELEVATION (m.)	LENGTH (m.)	DIRECTION
LEFT BANK	LA- 2	198.35	52.2	N 14 W
	LA- 3	218.39	296.5	N 55 W (0-33m) , N 40 W (33-296.5m)
	LA- 3a	218.39	61.3	N 35 E
	LA- 6	252.56	122.0	N 62 E (0-70m) , N 24 W (70-122 m)
RIGHT BANK	RA- 1	187.21	8.0	
	RA- 4	237.58	142.0	N 52 W (0-80m.) , N 39 E (80-142m)
	RA- 5	199.01	65.0	N 84 W
	RA- 7	305.15	80.8	N 77 E
TOTAL	8 Adits	830.2		

Table.1 - Exploratory adits at Kepez damssite

rock material with occasionally calcite veinlets. The faults of F_5 and F_9 are developed boundary of limestone and schist. The others are in the limestone (Fig-2).

There are few joints in schist, but joints are well developed and well exposed in the limestone. The greater part of joints at the ground-surface and in the exploratory adits have been measured, were projected on "Schmidt Equal Area Nets" (Fig-3,4). Joints measured of 7875 on the ground surface and in the adits are divited as degree of dominant. The results are as indicated in the Table 5. Some of the joints are opened aperture on surface, but in the adits, they are closed aperture. Some of the joints are parallel to the faults, some of them are crossed the faults with angle. The joint strike of N10W is parallel to the bedding strike that's why this joint is named as "strike joint". At each survey-station two or three joint sets were measured in the limestone (Fig-2). Some of the joint sets are continue in

DRILL HOLE LOCATION	DRILL HOLE NUMBER	ELEVATION (m.)	DEPTH (m.)	DIRECTION AND INCLINATION
LEFT BANK	LS - 2	199,76	369,81	Vertical
	LS - 4	212,38	189,02	"
	LS - 7	330,80	70,40	"
	LS - 24 A	586,87	726,50	"
	LS - 25	221,71	357,00	"
	LS - 45	412,00	108,00	"
	LSi - 1	227,89	207,45	E - W , 55 °
	LSi - 6	199,57	66,10	N 68 W , 45 °
	LSi - 6 A	199,77	252,00	N 56 W , 55 °
	LSi - 10	199,60	100,00	N 60 W , 45 °
	LSi - 14	199,87	580,50	E - W , 45 °
	LSi - 17	199,84	343,50	N 37 W , 65 °
	LSi - 22	218,89	219,50	N 65 W , 30 °
	LSi - 26	224,01	334,00	N 40 W , 85 °
	LSi - 27 A	224,01	68,55	E - W , 70 °
TOTAL (15 Holes)		3992,33		

Table.2 - Drill holes on the left bank of the Kepez damssite.

long distance some of them are parallel to the river.

Foliation planes are well developed in various strikes in schist. But they are not well developed in the limestone. Some of the foliation planes are slightly seen in the calcschist level of the limestone.

GEOMECHANICAL CLASSIFICATION OF THE DELİBEK LIMESTONE

DRILL HOLE LOCATION	DRILL HOLE NUMBER	ELEVATION (m.)	DEPTH (m.)	DIRECTION AND INCLINATION
RIVER BED	RH - 3	191,60	125,65	Vertical
	RH - 11	190,26	342,00	"
	RH - 12	189,26	100,00	"
	RH - 13	188,26	100,00	"
	RH - 15	189,15	101,00	"
	RH - 16	190,60	101,00	"
	RH - 28	190,00	400,00	"
	RH - 30	187,00	200,00	"
	RH - 31	187,00	200,00	"
RIGHT BANK	RS - 5	209,95	321,54	"
	RS - 9	206,17	465,00	"
	RS - 23	239,02	482,50	"
	RSİ - 8	206,17	455,10	N 60 W , 45°
	RSİ - 18	201,12	398,50	N 80 E , 55°
	RSİ - 19	196,02	289,00	N 3 W , 45°
	RSİ - 20	210,01	266,20	N 13 E , 60°
	RSİ - 21	210,20	311,20	N 45 W , 70°
TOTAL (17 Holes)			4658,69	

Table.3 - Drill holes on the right bank and in the river bed of the Kepez damsite

Fold axis is not seen in the limestone at the damsite. Dip angels of the bedding are towards northeast. That's why one bank of the fold is seen in the limestone at the damsite.

FAULT NUMBER	STRIKE AND DIP	SHEARED ZONE (cm)	EXPLANATION
F-1	N15-52 W , 30-48 SW	cl + sh = 10-100	Dipped in upstream direction at strike roughly orthogonal to river
F-2	N45 W , 55 SW	cl + sh = 20-30	Dipped in upstream direction at strike roughly orthogonal to river
F-3	N5-12 W , 40-42 NE	cl + sh = 10	Dipped in right-bank direction intersecting river diagonally at gentle angle
F-4	N - S , 40 W	cl + sh = 30	Roughly parallel to river, dipped in left-bank direction
F-5	N 20 E , 78 NW	cl + sh = 100	Roughly parallel to river, boundary of limestone and schist at the left bank
F-6	N 27 E , 40 SE	cl + sh = 20	Parallel to river, dipped in right-bank direction
F-7	N 20 E , 80 SE	cl + sh = 5	Roughly parallel to river, dipped in left direction
F-8	N 30-35 W , 65 SW	cl + sh = 10	Dipped in upstream direction at the left bank
F-9	N 10 W , 42-45 NE	cl + sh = 5	Dipped in downstream direction at the left bank
F-10	N 35 E , 88 NW	cl + sh = 20	Boundary of limestone and schist, at the right bank

Table.4 – Main faults at the Kepez damsite cl=clay, sh=sheared zone).

ADIT LOCATION	NUMBER MEASURED	PREDOMINANT JOINT	NEXT PREDOMINANT JOINTS	
		S max.	Submax. 1	Submax. 2
RIGHT BANK	Right-bank adits (RA-4, RA-5, RA-7)	2973	N 30 W , 46 SW	N 50 E , 60 NW N 82 E , 40 NW
	Right-bank ground surface	1472	N 30 W , 45 SW	N 42 E , 60 NW N 82 E , 40 NW
LEFT BANK	Left-bank adits (LA-2, LA-3, LA-6)	4902	N 21 E , 60 NW	N 48 W , 40 SW E-W , 40 N
	Left-bank ground Surface	1382	N 50 W , 50 SW	N 22 E , 60 NW N 10 W , 40 SW

Table.5 – Distribution pattern of the joint sets in the Kepez damsite (in the adits and on the ground surface).

GEOMECHANICAL ROCK CLASSIFICATION (RMR SYSTEM) OF THE
DELİKBEK LIMESTONE

The Geomechanical Rock Classification is based on the following six parameters.

- 1- Strength of intact rock material (Point load strength index or uniaxial compressive strength),
- 2- Rock Quality Designation (RQD),
- 3- Spacing of discontinuities (ISRM recommendation),
- 4- Condition of discontinuities (roughness, Persistence, separation, Weathering, filling),
- 5- Ground water conditions,
- 6- Orientation of discontinuities.

For each parameter that constitute the basic input parameters were considered by five ratings. The total rating of each parameter specifies the rock mass classes. The basic in-situ Rock Mass Rating (RMR) values determine on the following five rock mass classes (4,5,6).

- Class I - Very good rock
- Class II - Good rock
- Class III - Fair rock
- Class IV - Poor rock
- Class V - Very poor rock

The meaning of rock mass classes cover average stand up time for subsurface excavations (tunnel, adit exc.), friction angle and cohesion of the rock mass and modules of deformability (7).

In order to apply the Geomechanical Rock Classification, it is necessary to identify the structural regions within the rock mass. After this, the first step is to establish the sum of all the ratings obtained from each five parameters. This will give the "Basic Rock Mass

Rating". The second step is to make rating adjustment according to the orientations of the discontinuities. Because of the influences of discontinuity orientations depend upon the selection of the engineering application, ratings in this second step are separated as foundation, slope stability, tunnel excavation. The adjustment for discontinuity orientation yields the final rating (5).

Strength of Intact Rock Material

Uniaxial compressive strength test was made on the core samples from drill-holes for the rating of strength of intact rock material. Core samples of seventy-five were tested in the Lab. of Engineering Faculty of İstanbul University. Uniaxial compressive strengths of the Delikbek limestone are varying from 1005 to 1342 kg/cm². Some core samples were taken from the crushed zone in the limestone have the low values of compressive strength that vary from 378 to 875 kg/cm². The low values are represent %2 to %6 within the Delikbek limestone. The values of 1005-1342 kg/cm² correspond to the range of value "100-200 Mpa" giving a rating 12 (Table 6).

Rock Quality Designation (RQD)

A method for quantitative description of rock mass and its classification was developed by Deere (1,2). The classification index called Rock Quality Designation (RQD) is based on analysis of recovered core taking into account the number of fractures and the amount of alteration or softening in the rock mass as observed in rock cores from a borehole. Instead of counting the fractures, the total length of the core pieces of size equal to and longer than 10 cm. which are hard and sound is measured.

A correlation between RQD and joint volume J_v has been suggested by Palmstrom (1975) as follows:

GEOMECHANICAL CLASSIFICATION OF THE DELİBEK LIMESTONE

PARAMETER			RANGES OF VALUES				
1	STRENGTH OF INTACT ROCK MATERIAL	Point load strength index	> 8 MPa	4-8 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	For this low range uniaxial compres- sive test preferred
		Uniaxial compressive strength	> 200 MPa	100-200 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	10-25 MPa 3-10 MPa 1-3 MPa
2	DRILL CORE QUALITY ROD		15	12	7	4	2 1 0
	RATING	90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%	
3	SPACING OF DISCONTINUITIES		> 3 m	1-3 m	0,3-1 m	50-300 mm	< 50 mm
	RATING	30	25	20	10		5
4	CONDITION OF DISCONTINUITIES		Very rough surfaces No separation Hard joint wall rock	Slightly rough surfaces Separation<1mm Hard joint wall rock	Slightly rough surfaces Separation<1mm Soft joint wall rock	Slickensided surfaces or Gouge < 5mm thick or Separation 1-5mm Continuous joints	Soft gouge >5mm thick Separation >5mm Continuous joints
	RATING	25	20	12	6		0
5	GROUND WATER	Inflow per 10 m. tunnel length	None		< 25 litres/min.	25-125 litres/min.	> 125 litres/min.
		Oran	OR		OR	OR	OR
		Joint water pressure	0		0,0 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5
		Major principal stress	OR		OR	OR	OR
		General conditions	Completely dry		Moist only (interstitial water)	Water under moderate pressure	Severe water, Problems
RATING			10	7	4		0

Table.6 - Classification parameters and their ratings
(After Bieniawski, 1975a).

BANK LOCATION	ADIT			RATING OF RQD				
	NUMBER	DIRECTION	LENGTH (m)	3	8	13	17	20
				%	%	%	%	%
LEFT BANK	LA-2	N 14 W	52.2	—	3	25	70	2
	LA-3	N 55 W	33.0	—	2	15	78	5
		N 40 W	263.5	—	—	55	40	5
	LA-3a	N 35 E	61.3	—	—	32	68	—
	LA-6	N 62 E	70.0	—	8	42	48	2
		N 24 W	52.0	—	2	26	72	—
RIGHT BANK	RA-4	N 52 W	80.0	—	—	65	35	—
		N 39 E	62.0	—	10	40	48	2
	RA-5	N 84 W	65.0	—	5	18	75	2
	RA-7	N 77 E	80.8	—	1	8	90	1

Table.7 - Drill core quality (RQD) results of the adits
and percentages of their rating at the Kepez
damsite.

$$\text{RQD} = 115 - 3.3 J_v \text{ (approx.)}$$

(RQD = 100 for $J_v < 4.5$)

J_v is the total number of joints per m^3 . The relationship can be used for estimating the RQD when core is not available. However, it may be pointed out that J_v is more sensitive to joint frequency than RQD. Priest and Hudson (1976) found good correlation between RQD and joint frequency per meter (λ) as follows:

$$\text{RQD} = 100 \cdot e^{-0.1\lambda} (0.1\lambda + 1)$$

For the application of this method in the adits, total number of joints for each meter of the right and left walls separately. The average value of RQD was obtained from ratio between these two values.

In the RMR system of Bieniawski the values of RQD and their ratings are as follows (5):

<u>RQD (%)</u>	<u>Rock Description</u>	<u>Rating</u>
90-100	Very good quality	20
75-90	Good quality	17
50-75	Fair quality	13
25-50	Poor quality	8
25	Very poor quality	3

Drill core quality and total number of joints for each meter were calculated in the adits at the Kepez damsite. The results of RQD distributions were indicated in the Table 7.

Spacing of Discontinuities

There were three discontinuity planes as bedding, joints and faults in the Delikbek limestone at the Kepez damsite. The data related with these discontinuities were

obtained from the field surveys on the surface and in the adits as underground excavations. In this RMR system of Bieniawski, classifications of joint spacing and thickness of bed (after Deere 1963) were used as follows :

<u>Spacing of Joints</u>	<u>Description</u>
<5 cm	Very close
5-30 cm	Close
30-100 cm	Moderately close
100-300 cm	Wide
>300 cm	Very wide
<u>Thickness of Bed</u>	<u>Description</u>
<5 cm	Very thin
5-30 cm	Thin
30-100 cm	Medium
100-300 cm	Thick
>300 cm	Very thick

At the Kepez dams site the bedding are varying from "thin" to "Medium" and also the joints are "Moderately close spacing". In the Delikbek limestone at the Kepez dams site, the rating of spacing of discontinuities is the value of 20 for the basic rock mass class (Table 6). Because joints are more predominant (%80-90) of the whole discontinuities.

Condition of Discontinuities

This parameter of RMR system includes persistence (continuity), separation, roughness and wall rock condition of the discontinuities. Persistence (continuity) is the length of the discontinuity trace on outcrop. Separation (aperture) is the perpendicular distance between adjacent rock walls of an open discontinuity in which the intervening space is air, water or partly filled with occasionally washed away filling material. Roughness means undulated

surfaces and smooth to slickensided surfaces. Wall rock condition is the weathering grade of rock material on the adjacent rock wall of an open or partly filled discontinuity.

The Persistence (continuity) of discontinuities are used as follows (after ISRM 1975):

<u>Persistence</u>	<u>Description</u>
<1 m	Very low
1-3 m	Low
3-10 m	Medium
10-20 m	High
>20 m	Very high

The apertures of discontinuities can be classified as follows (after ISRM 1975) :

<u>Aperture Width</u>	<u>Description</u>	<u>Remarks</u>
<0.1 mm	Very tight	
0.1 - 0.5 mm	Tight	
0.5 - 2.5 mm	Moderately wide	Joints
2.5 - 10 mm	Wide	
>10 mm	Very wide	
1 - 10 cm	Large	Out washes
10 - 100 cm	Very large	Discontinuities
>100 cm	Cavernous	and joint discontinuities developed by tensile movements or major shears

The faults well developed at the damsite and surroundings (Fig-2). Some of them were seen at the boundary of limestone and schist. Some of them were also developed within the Delikbek limestone. The persistence of the faults are varying from high to very high in generally.

Roughness of the fault planes varies between slightly rough-rough surfaces and slickensided surfaces.

The apertures of the faults are varying from 5 cm to 100 cm. These apertures were filled by filling material. The filling materials of the faults are clay and crushed zone material. The clayey gouge material was formed as a result of weathering and decomposition of these crushed and re-foliated shistose rocks. The fault wall rocks are mostly slithly and medium weathering grade is only concerning the fault wall starting from the boundary of fault zone material which is included in the foliated part of the rock. Five samples of the filling material were tested for classification. The following Atterberg limits are; $W_L = \%55.2 - \%78.4$, $W_P = \%20.2 - \%25.6$, $I_P = \%35.2 - \%43.8$. These values indicate high plasticity clay (CH) according to the United Classification of Casagrande, 1948.

The persinstence of the joint sets are between high-very high characters. The seperation divisions of more than eighty percent of the joint sets are varying from tight to very tight.

The other percent of the joint sets are moderately wide. They are represented by mostly slightly rough to rough and rarely smooth to slickensided surfaces. The surfaces of joint plane are unweathered to slightly weat-hered in generally. Calcite veins are seen in the some aperture of moderately wide of the joints.

The rating of 20 for the parameter of condition of discontinuities was chosen for the basic rock mass classification by taking their most convenient characteristics among the ranges of value (Table 6).

Ground Water Condition

Ground water is one of the important effect on the behaviour of fractured rock mass. In the limestone, water speepage through some partly open discontinuities is the result of secondary permeability of the rock mass. The water table showing the low hydraulic gradient is higher than the river in both bank. The Kizilirmak river is the character of influent stream at the damsite. Exploratory adits in limestone were excavated above the ground water level. The upper level adits of LA-6 and RA-7 are dry character, and the lower level adits of LA-2, LA-3, LA-3a, RA-4 and RA-5 are character of moist only (interrestitial water). The ratings of the general conditions of ground water in the adits are varying from the values of 7 to 10 (Table 6).

Orientation of Discontinuities

In the Geomechanical Rock Classification the effect of discontinuity strike and dip orientation in tunnel and adit is indicated in table 8 and their ratings adjustment for discontinuities orientations are also indicated in table 9.

'At the dam axis, orientations of strikes and dips of joints with strikes of adits were calculated from table 8 and 9. The results of orientations are as shown below in table 10.

STRIKE PERPENDICULAR TO TUNNEL AXIS		STRIKE PARALLEL TO TUNNEL AXIS		IRRESPECTIVE OF STRIKE	
Drive with dip	Drive against dip	Dip 45°-90°	Dip 20°-45°	Dip 45°-90°	Dip 20°-45°
Dip 45°-90°	Dip 20°-45°	Dip 45°-90°	Dip 20°-45°	Dip 45°-90°	Dip 20°-45°
Very Favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very Unfavourable	Fair

Table.8 - The effect of discontinuity and dip orientation in tunnelling (After Bieniawski, 1975a).

GEOMECHANICAL CLASSIFICATION OF THE DELIKBEK LIMESTONE

ADIT NUMBER	DIRECTION	CLASSIFICATION PARAMETER AND THEIR RATINGS				ROCK DESCRIPTION	MASS CLASSES
		STRENGTH OF INTACT ROCK	DRILL CORE QUALITY RQD	CONDITION OF DISCONTINUITIES	GROUND WATER	ORIENTATION OF DISCONTINUITIES	
LA - 2	N 14 W	12	17	20	20	-5	II
			13		7	71	Good rock
LA - 3	N 55 W	12	20	20	7	-5	II
		17	13			74	Good rock
LA - 3a	N 40 W	12	17	20	20	-5	II
		20				71	Good rock
LA - 6	N 35 E	12	17	20	20	-10	II
		13				67	Good rock
LA - 6	N 62 E	12	13	20	20	-10	II
		8				69	Good rock
RA - 4	N 24 W	12	17	20	7	-5	II
		13				65	Fair rock
RA - 5	N 52 W	12	13	20	7	-5	III
		17				60	Fair rock
RA - 7	N 39 E	12	13	20	7	-5	II
		8				71	Good rock
RA - 7	N 84 W	12	17	20	7	-5	II
		13				67	Good rock
RA - 7	N 77 E	12	17	20	10	-5	II
		13				74	Good rock
RA - 7						70	Good rock

Table.11 - Geomechanical Rock Classification (RMR System) of the Delikbek limestone at the Kepez damsite.

STRIKE AND DIP ORIENTATION OF DISCONTINUITIES		VERY FAVOURABLE	FAVOURABLE	FAIR	UNFAVOURABLE	VERY UNFAVOURABLE
RATINGS	Tunnels	0	-2	-5	-10	-12
	Foundations	0	-2	-7	-15	-25
	Slopes	0	-5	-25	-50	-60

Table.9 - Rating adjustment for discontinuity orientations
(After Bieniawski, 1975a).

JOINT SETS	DIRECTION OF ADITS.							
	LA-2		LA-3		LA-3a		LA-6	
	N 14 W	N 55 W	N 40 W	N 35 E	N 62 E	N 24 W	N 52 W	N 39 E
N 21 E, 60 NW	-2	0	-2	-12	-12	-5		
N 48 W, 40 SW	-5	-5	-5	-10	-10	-5		
E-W, 40 N	-5			-5	-5			
E-W, 35 S	-5	-5	-5	-5		-5		
N 30 W, 46 SW							-10	-5
N 50 E, 60 NW						0	-12	-5
N 62 E, 40 NW						-5	-5	-5

Table.10 - Rating adjustment for discontinuity orientations
in the direction of adits

CLASS NO.	I	II	III	IV	V
DESCRIPTION	Very good rock	Good rock	Fair rock	Poor rock	Very poor rock
RATING	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20

Table.12 - Rock mass classes determined from total ratings
(After Bineniawski, 1975a).

CLASS NO.	I	II	III	IV	V
AVERAGE STAND UP TIME	10 Year for 5m span	6 months for 4m span	1 week for 2m span	10 hours for 1,5m span	10 minutes for 0,5m span
COHESION OF THE ROCK MASS	> 300 kPa	200 - 300 kPa	150 - 200 kPa	100 - 150 kPa	< 100 kPa
FRICITION ANGLE OF THE ROCK MASS	> 45°	40° - 45°	35° - 40°	30° - 35°	< 30°
MODULUS OF DEFORMABILITY	> 54000 MPa	54000-16000 MPa	1800-5600 MPa	5600-1800 MPa	< 1800 MPa

Table.13 - Meanings of rock mass classes (After Bineiawski,
1975a).

CONCLUSION

The Geomechanical Rock Classification (RMR system) of the Delikbek limestone at the Kepez damsite was made from six major geotechnical parameters. In the classification date were carried out in the exploratory adits and also supplemented by the field observations.

The basic total ratings of six parameter for RMR system were shown in the table 11. In the light of the basic rock rating, the Delikbek limestone may thus be classified as "Good Rock" in generally and in the some areas it displays "Fair Rock" characteristics (Table 12). Meanings of the rock mass classes of RMR system are indicated in the table 13.

In the subsurface excavations (for tunnel and adit) which are due to be undertaken soon, the techniques to be utilised should be selected in the light of these ratings.

Acknowledgements : I would like to thank Mr. and Mrs. Yigitbaş for drawing and typing the manuscript.

REFERENCES

- (1) DEERE,D.U., Technical description of rock cores for engineering purposes. Rock Mech. Eng. Geol., Vol.1, pp.18-22. 1963.
- (2) DEERE,D.U., Geological considerations. Chapter in Rock Mechanics in Engineering practice (Editors K.G. Stagg and O.C. Zienkiewicz), pp.1-20, London, Wiley 1968.
- (3) BIENIAWSKI,Z.T., Engineering classification of jointed rock masses. Trans. S.African Inst. Civ. Engrs., Vol.15, No.12, pp.335-344, Dec. 1973.

- (4) BIENIAWSKI,Z.T., Geomechanic classification of rock masses an its application in tunneling, Proc. of 3rd. Cong of Int. Soc. Rock Mechanics, 2, 27-32, Denver 1974.
- (5) BIENIAWSKI,Z.T., Case studies; Prediction of rock mass behaviour by the geomechanics classification. Proc. 2nd. Aust. N.2 pp.36-41, Conf. Geomech., Brisbane, 1975a.
- (6) BIENIAWSKI,Z.T., Rock mass classification in Rock Engineering; Proc. Symposium on Exploration for Rock Engineering, Johannesburg, 1976.
- (7) BIENIAWSKI,Z.T., The Geomechanics Classification (RMR system) in desing applications, Proc. Vol.II, Pan. Rep. I.A.E.G, II.3 - II.47, Lisboa, 1983.
- (8) GÜRPINAR,O., Kızılırmak-Kepez Baraj yerinin Mühendislik Jeolojisi, Mühendislik Jeolojisi Bülteni, Cilt II, Sayı II, İstanbul 1988.
- (9) GÜRPINAR,O., Kızılırmak-Kepez Baraj yerindeki Delikbek kireçtaşının jeoteknik özellikler, Mühendislik Jeoloji Bülteni Cilt II, Sayı II, İstanbul 1988.
- (10) I.S.R.M., Description of rock masses joints and discontinuities, 2nd. draft, Agust 1975.
- (11) KIRMACIOĞLU,A., ERTUNÇ,A. ve AYDINLAR,M., Kızılırmak-Kepez bent yerleri ve civarının jeoloji raporu, E.İ.E.İ. yayını, 1968.
- (12) PRIEST,S.D. and HUDSON,J.A., Discontinuity spacing in rock, Int. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., Vol.13, pp.147, 1976.
- (13) TAŞLICA,A.H., Kızılırmak-Kepez baraj yeri Mühendislik Jeolojisi incelemesi, E.İ.E.İ. yayını, 50 s, 1979.

KOCAYER VE ŞAHNA (MERSİN) YORESİNİN JEOLOJİSİ VE PETROGRAFİSİ

Cemal ŞAHİNÖĞLU

Fikret İŞLER

Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları
-Subesi D.S.İ. 6.Bölge Müd.
Adana/TURKEY

Ç.O.Müh.Mim.Fak.
Jeoloji Müh.Böl.
Adana/TURKEY

ÖZET

Bu çalışmada inceleme bölgesinde yüzeylenen yerleşme yaşı Öst Kretase olan ofiyolitik seri, ofiyolitli melanj ve Miyosen yaşlı kireçtaşları ayrıtlanmış, birbirleri ile olan ilişkileri incelenerek detay petrografik etüdleri yapılmıştır.

Ofiyolitik serinin büyük bir bölümünü harzburjitler teşkil etmektedir. Bunlar da yoğun tektonik etkilere maruz kalmış ve serpentinleşme yaygın olarak gelişmiştir.

Ofiyolitli melanj ofiyolitik seride ait tüm parça ve bloklarının yanında farklı yaşta kireçtaşları, kumtaşları ve konglomera parça ve bloklarını içerir.

Ofiyolitik seri, üzerine uyumsuzlukla gelen ve bölgesel olarak çok farklı kalınlıklarda görülen Miyosen kireçtaşları bol fosilli olup, karstik yapılar fazlaca gelişmiştir.

THE GEOLOGY AND PETROGRAPHY OF KOCAYER AND ŞAHNA (MERSİN) AREA

ABSTRACT

In this study Upper Cretaceous ophiolitic series, ophiolitic melange and Miocene Limestone has been differentiated. Their petrographic properties have been investigated in detail.

The ophiolitic series are mainly composed of harzburgite which were subjected to tectonic affects and mostly serpentized.

The ophiolitic melange consists of ophiolitic fragments and blocks also fragments and blocks of limestone, sandstone and conglomerate all

in different age

The Miocene limestone which settled on top of ophiolitic series in disconformity can be seen in various thicknesses in several regions. Many fossils are involved and karstic formations have developed:

1. GİRİŞ

Türkiye'nin Akdeniz ve Bolkar dağlarının Akdeniz'e bakan güney yamaçlarında yer alan çalışma alanı, İçel il merkezinin 40 km kuzey-batısında, Mersin merkez ve Erdemli ilçeleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Yaklaşık 110 km^2 lik bir alanı kapsayan inceleme bölgesi, Silifke O_{32-b1} ve Silifke O_{32-b4} paftaları sınırları içerisinde yer almaktadır. (Şekil 1).



Şekil 1: İnceleme alanının bulduru haritası

İnceleme alanı ve yakın çevresi, bir çok araştırmacı tarafından değişik amaçlarla incelenmiştir (1-8) Juteau (9) Mersin ofiyolitlerinin serpentinize olmuş büyük harzburgit dilimlerinden meydana geldiğini bu dilinimlere paralel cm kalınlıklarında dünit ve ortopiroksenit bant-

larının yer yer gözlendiğini ve bunları kesen çok sayıda diyabaz dayklarının varlığından sözetmiştir. Renkli melanj diye ayırdığı birimlerin ofiyolitik seri altında yeraldığını belirtmiştir. Çalışmalarımızda diyabaz-dayklarına çok seyrek rastlanılmış, ayırtlamış olduğumuz ve renkli melanj'a karşılık gelen ofiyolitli melanjin ofiyolitik seri üzerine tektonik olarak yerleşmiş olduğu tespit edilmiştir. Pampal (10) sahamızın bir kısmını içeren çalışmalarında ise Öst Kretase-Paleosen yaşını verdiği ve Tepeköy türlüsü olarak isimlendirdiği birimin tabanında serpentinit, diyabaz ve peridotitten oluşan ofiyolitik birimin ve üst seviyelerinde ise Radyolarit, Kumtaşı, Kireçtaş ve Bloklar bileşenlerinden oluşan filisin yeraldığını belirtmiştir. Çalışmalarımızda İşler (11) ve Şahinoğlu (12)'da olduğu gibi ofiyolitik birim ve ofiyolitli melanj ayrı ayrı ele alınmış ve detay petrografisi yapılmıştır.

2. STRATIGRAFİ VE PETROGRAFI

İnceleme alanında Öst Kretase yaşlı ofiyolitik seri ve ofiyolitli melanj, Alt-Orta Miyosen yaşlı kireçtaşları ve güncel yamaç molozlarından oluşan bir istif gözlenmiştir (Şekil 2).

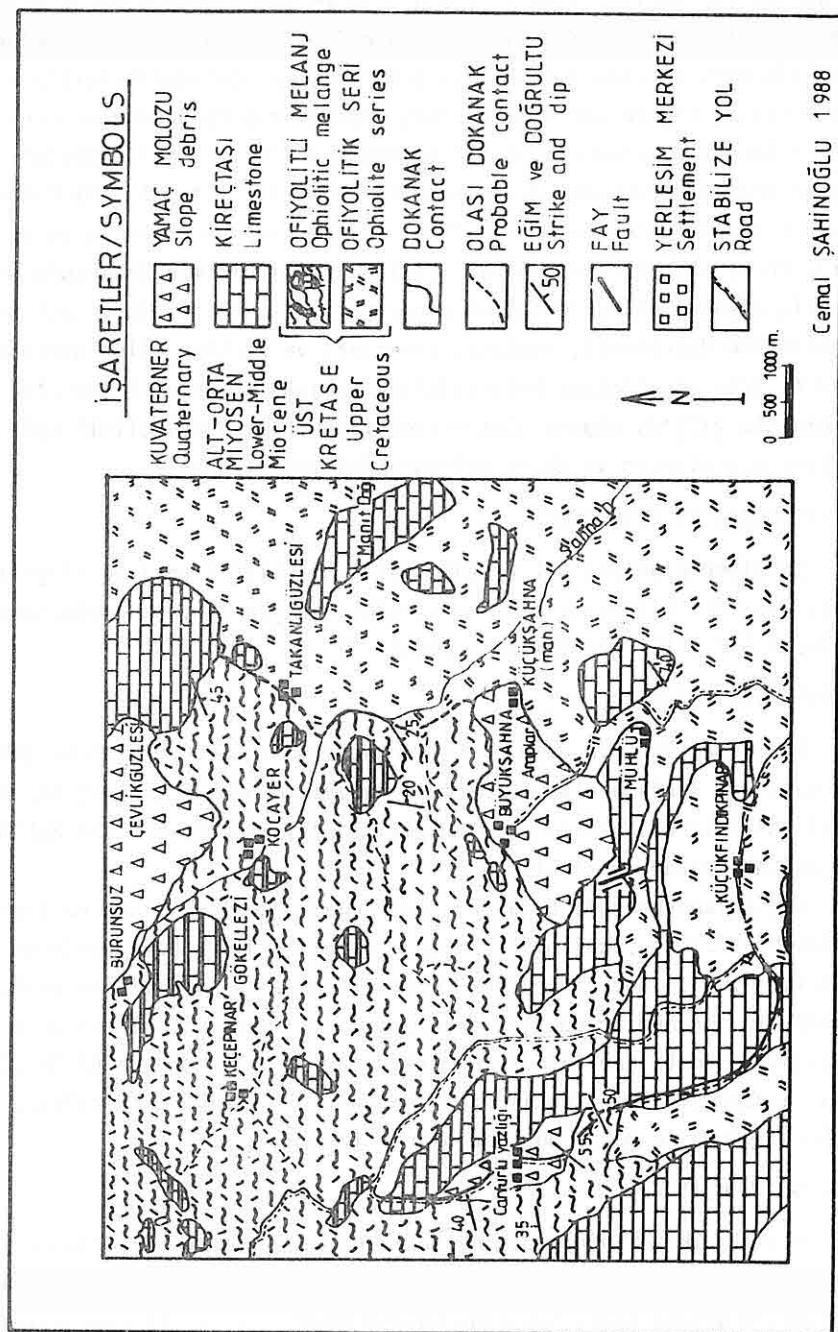
2.1. Ofiyolitik Seri

İnceleme alanının doğu, güney-doğu ve güneyinde görülen ve yerleşme yaşı Öst Kretase olan bu birimin en iyi görüldüğü yerler: Bozon güzlesi, Sarıcıcekli mevkii, Manıt yolu, Sandallıtaş mevkii ile Mühlü ve Küçükfındıkpinarı yazılıklarıdır.

Yeşil, kahverengi, koyu gri renklerde; genellikle sert ve kırılgan olan bu birimde yoğun bir şekilde ayrışma görülür. Bazı yerlerde bol kırıklı yapısı nedeniyle irili ufaklı parçalara ayrılmış ve bloklar şeklinde bir görünüm arzeder. Alınan örneklerin ince kesitlerinin polarizan mikroskopta yapılan petrografik incelemesi sonucunda büyük bir kısmını harzburjitlerin teşkil ettiği ofiyolitik seride serpentinit, diorit, diyabaz ve gabro daha az olarak izlenmiştir.

2.1.1. Harzburjit

Ofiyolitik serinin tamamına yakınına oluşturan bu kayacın en iyi görüldüğü yerler; Mühlü ve Sandallıtaş mevkiiidir. Yer yer bazı kesimleri tazeliğini muhafaza etmiş olmasına karşın büyük bir bölümü serpentinizedir. Koyu gri, koyu yeşil ve siyah renkleri ile dikkat çekerler. Bazı örneklerde konsantrik bir renk değişimi gözlenir. Dıştan içe doğru;



Şekil 2 : Kocayer ve Sahna (Mersin) Dolayının Jeoloji Haritası

kahverengi olan örnekler rastlanır. Bu zonlu yapı harzburjitlerdeki ayrışmayı gösterir.

Polarizan mikroskopta yapılan petrografik incelemelerde; bir kısmının taze görünümlü olmalarına karşın diğer bir kısmının serpantinize oldukları tespit edilmiştir.

Kayacın büyük bir kısmını oluşturan olivinler, düzensiz çatlaklar boyunca ayrılmış ve serpantinleşmiş oldukları için küçük parçalar haline dönüşmüştür. İkinci sıranın canlı, polarize renklerini veren bu parçalar düzensiz ve sivri köşelidirler. Pösilitik olarak piroksen ve kromit minerallerinin içinde de gözlenir.

İri taneler halinde görülen piroksen minerali kayaç içinde % 10 ila % 20 oranlarında bulunur. Paralel sönme ve eksolüsyon şeklinde diyopsit lameli verirler. Kırıklı ve kenarlarından itibaren düzensiz çatlak ve dilinimleri boyunca ayrışma gösteren piroksenlerin tamamı ortopiroksenlerden oluşmuş ve bazıları kısmen bastitleşmişlerdir. g' (010) dilinim izleri gayet iyidir ve bazılarında tektonizma sonucu büklümme görülür. Bazı piroksenlerde ise talklaşma izlenmiştir. Talklaşmanın yoğun olduğu kayaçlara "talklı harzburjit" adı verilmiştir.

Genellikle olivinlerin ayrışması sonucu oluşan serpentin mineralinden sadece krizotil, küçük damarcıklar şeklinde olduğu için tanımlanmıştır.

Ortopiroksenlerin ayrışması sonucunda gelişmiş olan talk minerali özellikle Mühlü yakınlarından alınan örneklerde sıkça izlenir.

Kromit ve demiroksit ise nadir olarak izlenir. Sağlam örneklerde iri, ayrılmış olanlarda ise irili ufaklı ve düzensiz köşeli taneler halinde dikkati çeken kromitler; tabii ışıkta vişne çürügü, koyu kahve; polarize ışıkta ise siyah renkli görülürler. Demir oksitler ise olivinlerin ayrışması sonucu açığa çıkmışlardır.

2.1.2. Serpantinit

Koyu yeşil, koyu gri ve siyah renklidir. İnceleme alanının kuzey-doğusundaki Bozon güzlesi en iyi görüldüğü yerdır. Tektonizmadan dolayı yoğun kayma izleri görülür.

İnce kesitlerde yapılan incelemede kayacın; elek (mesh) struktürü gösterdiği izlenmiş ve serpentin mineralleri kayacın yaklaşık tamamına yakınına oluşturduğu görülmüştür. Kayaç düzensiz çatlaklar boyunca kılcal krizotil damarları tarafından kesilmiştir. Olivin ve piroksenler

tamamen ayrılmışlardır. Ayrışmış olan piroksenlerin sönme açılarından bunların ortopiroksen türünde oldukları tespit edilmiştir. Olivin ve piroksenin ayrışması sonucunda bol miktarda küçük taneler halinde manyetit izlenir. Piroksenlerin ayrışması ile açığa çıkan manyetitler g' ((010)) dilinim yüzeyine paralellik arzeder. Olivinin ayrışmasıyla gelişmiş olanlarda ise düzensiz çatlaklar boyunca dizilim gösterirler.

Bazı serpantinit kesitlerinde gözlenen talk mineralleri genellikle piroksenlerin dilinimleri boyunca gelişmişlerdir. Yine az miktarda tespit edilmiş olan kromitler düzensiz köşeli ve irili ufaklı taneler şeklinde dirler.

2.1.3. Diyorit

Manıt yolu, Takanlı güzlesi, Küçükfındıkpınarı ve Keben tepesinde dayklar halinde görülürler. Öst zonlarda yoğun ayrışma görülmekle birlikte ; ara zonlarda yer yer sağlam mostralları da gözlenir. Taneli ve mikrogronü porfirik süstrütür gösteren diyoritlerde hakim minerali oluşturan plajiyoklaslar yoğun bir şekilde ayrılmışlardır. Ayrışmanın nispeten az olduğu kristallerde yapılan ölçümelerde plajiyoklasın % 36 ila % 48 arasında anortit içeren "andezin" oldukları tespit edilmiştir. İkinci hakim minerali oluşturan amfibollerin bir kısmı ayrışırken bazıları otomorf şekillerini korumuşlardır. Aktinolit, epidot ve klorit başlıca ayrışma ürünüdür. Net pleokrizmaları, prizmatik ve çubuk şeklinde görünenleri ile dikkati çeken aktinolitler küme şeklinde bir araya gelmişlerdir. Klorit, serizit, epidot, zeolit ve kalsit mineralleri plajiyoklasların aleyhine gelişmiş ikincil, mineralallerdir. Sfen ve opak mineraleri ise iri ve düzensiz taneler şeklinde seyrek olarak izlenirler.

2.1.4. Diyabaz

Takanlı güzlesi ile Küçükşahna en iyi görüldüğü yerler olup, genellikle dayklar şeklinde izlenirler. Koy gri-koyu yeşil renkleri, düzensiz çatlakları ile dikkati çekerler.

Entergranüler ve entersertal strütür gösteren kayaçta hakim minerali oluşturan plajiyoklaslar, genellikle kibrıt çöpünü andıran ince uzun çubuklar şeklinde dizilmişler ve tamamen albitleşmişlerdir. Plajiyoklas latalarının arasındaki boşluklarda görülen piroksenler atomorf ve sub otomorf şekilde izlenirler. İkincil alterasyon minerali olarak

izlenen kloritler genellikle kalsitle birlikte bulunur ve bazan da sferolitik olarak görülürler. Zeolit ve ilmenit ise az miktarda izlenmiştir.

2.2. Ofiyolitli Melanj

Burunsuz, Sarılar, Keçepınar ve Gökellezli mahalleleri, Çamurlu yazılığı ile Şahna ve Kocayer köyleri civarında inceleme alanında en geniş yeri kaplayan birimdir. Büyük çoğunluğunu ofiyolit blok ve parçaları oluşturur. Bu ofiyolit parçaları ile birlikte değişik yaş ve özellikle kireçtaşları ve kumtaşları çok karmaşık bir durum arzederler.

Ofiyolit parçalarından peridotitler çok bolca bulunur ve büyük bir çoğunluğu serpentinleşmiştir. Diorit, mikrodiyorit ve gabro genellikle çok sert ve keskin köşeli irili ufaklı parçalar şeklinde yer yer görülürler, Diyabaz çok ince taneli kimi zaman çekiç ile dağılabilen ayrışma gösterir. Radyolaritler kendi içlerinde kıvrımlı ve çok kırıkçı olarak zaman zaman büyük bloklar şeklinde görülür. Spilitler bademsi boşluklu ve kısmen yastık debili şekilde Çevlik güzlesinde görülürler. Kırmızı renkli kireçtaşlarına çok seyrek rastlanılmıştır.

Ofiyolitli melanj içinde farklı yaşta ve bol miktarda bulunan kireçtaşları değişik renk ve sertlikte olup kırıkçı çatlaklı ve yer yer bresimsi yapıda izlenirler. Kocayer köyünden alınan örneklerin Engin Meric tarafından yapılan paleontolojik tayinleri sonucunda;

Neoschwagerina sp.

Verbeekina sp.

Polydixodina sp.

fosilleri bulunarak kayaca Permyen yaşı verilmiştir. Ayrıca Pampal (10) ofiyolitli melanj içinde değişik yerlerde Triyas, Jura ve Üst Kretase yaşlı bloklar tespit etmiştir.

2.3. Miyosen Kireçtaşı

Kendisinden daha yaşlı olan ofiyolitik seri ile ofiyolitli melanjı bir uyumsuzlukla örten kireçtaşları; bir kaç metre ile 70-80 metreye varan kalınlığa sahiptir. Bej renkli, yumuşak, kırılınan ve dağılık özellikleri bu birim yataya yakın tabakalanma gösterir. Genellikle; tabanı 4-5 metreye varan kalınlığı olan bir konglomera ile başlayan birim; yer yer 8-10 metre kalınlığındaki killi, kumlu seviyelerle

devam eder. En üst seviyeler ise tabakalanması pek belirgin olmayan, alt seviyelere oranla daha dayanıklı bir kireçtaşının seviyesi ile sona erer (Şekil 3).

En iyi görüldüğü yerler; Gıcık dağı, Ciritalanı, Kocabelen, Kurucaoluk Pınarı, Keben tepesi ve Manıt dağı ve civarıdır.

Bu kireçtaşları bol miktarda makro ve mikro fosil içermektedir. Altınan örneklerin Engin Meric tarafından yapılan paleontolojik tayinleri sonucunda;

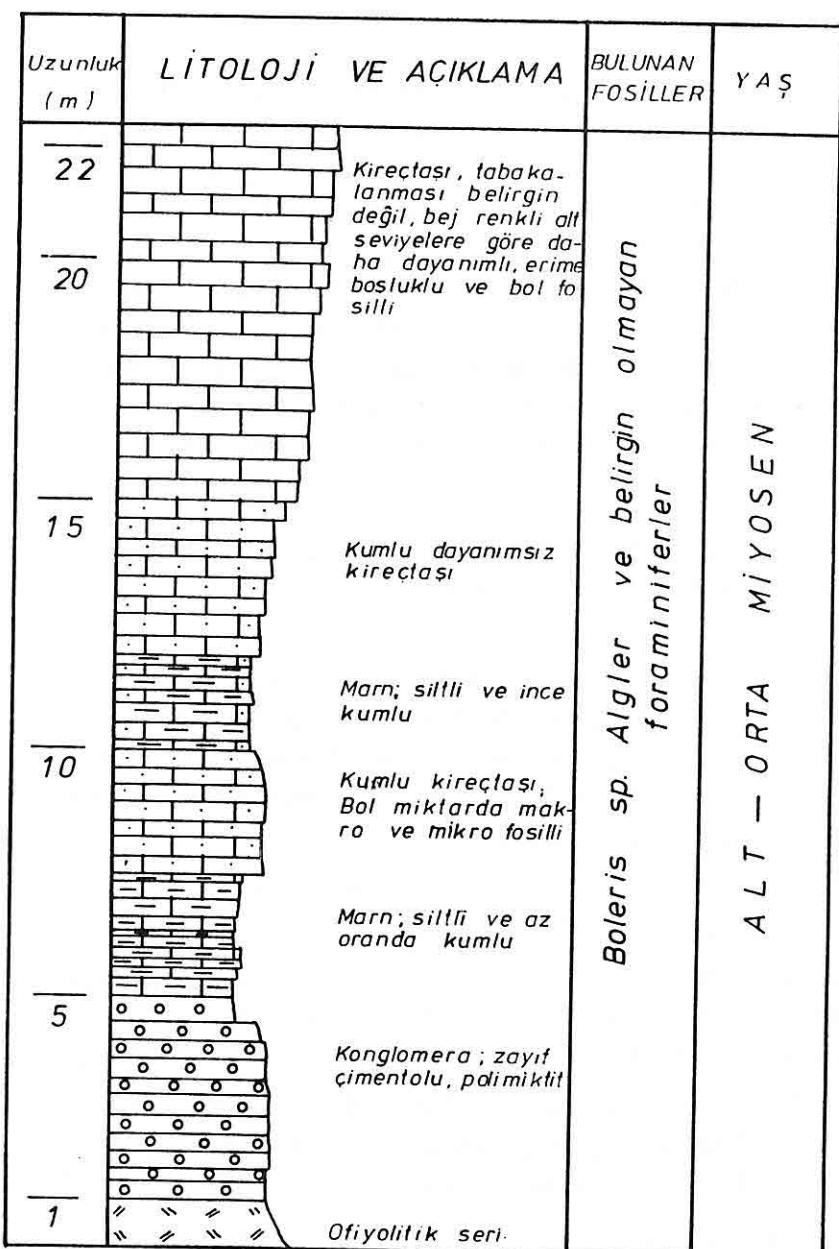
Borelis sp.,
Amphistegina sp.,
Triloculina sp.,
Textulariidae,
Nodosariidae,
Miliolidae,
 Algler,
Heterostegina sp.,
Globigerinidae sp.,
 Bryozörler,
Gypsina sp.,
Peneroptis sp.,

ve belirgin olmayan foraminifer fosilleri bulunarak formasyona "Alt-Orta Miyosen" yaşı verilmiştir.

2.4. Kuvaterner

İnceleme alanında Kuvaterner; alüvyon ve yamaç molozları ile temsil edilir. Alüvyon; dere yataklarında ve Yaylaevleri mevkiiinde görülür. Ancak haritalanabilecek kadar yer işgal etmezler. Yamaç molozları ise; inceleme alanının kuzeyindeki Çevlik güzlesi ve Sarılar mahallesi, Çamurlu yazılığı ve Şahna Köyünde genişçe yayılım gösterir.

Yamaç molozlarının esas malzemesinin kireçtaşları elemanları oluşturur. Yeraltısı su açısından kireçtaşları ile birlikte önem taşırılar. Ancak; yer yer heyelan, kayma ve akma yapıları gösterdikleri ve bu jeolojik olaylara son derece elverişli olan serpentinitlerle bir arada bulundukları için bu olaylara karşı son derece dikkatli olmak ve doğanın dengesini değiştirebilecek olaylara girişmeden önce bölgede ayrıntılı mühendislik jeolojisi çalışması yapmak gereklidir.



Sekil: 3-Kurucaoluk Pınarından ölçülmüş stratigrafik dikme kesiti

SONUÇLAR

İnceleme bölgesinde ayırtlanmış olduğumuz ve yerleşme yaşı Öst Kretase olan ofiyolitik serinin büyük bölümünü harzburjitlerin oluşturduğu gözlenmiş ve serpentinleşmenin çok yaygın olduğu tespit edilmiştir. Tektonik olarak ofiyolitik seri üzerine gelen ofiyolitli melanj içinde Permiyen, Triyas, Jura ve Öst Kretase yaşlı kireçtaşı blokları tespit edilmiş ve ofiyolitik seride ait parçalarla çok karmaşık bir durumda olmaları tektonizmanın büyük etkinliğini göstermektedir, ayrıca tektonizmanın etkisi minerallerde büükülme ve kırılmalar şeklinde de izlenmiştir. Alt-Orta Miyosen'de taban konglomerası ile başlayan kireçtaşları hem ofiyolitik seriyi hem de ofiyolitli melanji örter durumdadır.

KAYNAKLAR

- (1) Schiettecatte, J.P., Geology of the Misis Mountains; Geology and History Turkey. Sirtica shell Limited, 305-312, Tripoli, Libya 1961.
- (2) Baroz, F., Bernolli, D., Duval, B.B., Bizan, G., Jetouzey, I., Corelations 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, 1978.
- (3) Ternek, Z., Mersin-Tarsus kuzey bölgesinin jeolojisi, M.T.A. Enst.18,44 Ankara, 1953.
- (4) Anıl, M., Billor, Z., Özüs, S., Gerdibi Grubu (Pozantı-Karsantı-Adana) Kromit yataklarının jeolojisi ve metalojenisi, Doğa, Türk Müh. ve çevre bilimleri derg. Cilt 11, Sayı 2, Ankara, 1987.
- (5) Bingöl, F., Petrologie du Massif ophiolitique de Pozantı-Karsantı (Taurus Cilicien Turquie); Etude de la Partie orientale, Thèse de spécialité, Univ. Strasbourg, 1978.
- (6) İşler, F., Çiftehan (Nigde) Volkanitlerinin mineralojik Petrografik ve jeokimyasal incelenmesi; (Baskıda), Türkiye Jeol.Bült. Cilt 31, Sayı 2. 1988.
- (7) Tanar, O., Kömürlü (Tarsus-Mersin) Bölgesi " Karaaisalı-Kuzgun, Memişli Formasyonlarının Molluska faunası " Jeo.Müh.Derg.24,17-20, 1985.

- (8) Biju-Duval, B., Courrier, P., et' Letouzey,J., Interpretation de la structure des Monts de Misis, Turquie (chevauchement Pliocene et masses allochtonos mises en places Miocene) et son extension en mediterraneae orientale; Deuxieme Reunian Ann. Sci. Terre, Nancy 1974.
- (9) Juteau, Th., Les ophiolites des nappes, d' Antalya (Taurides occidentales Turquie) Pétrologie d'un fragment de l'ancieenne croute océanique téthysi enne; Sc. de la Terre, mem. No 32,6925, Nancy, 1975.
- (10) Pampal, S., Aslanköy-Tepeköy (Mersin) yöresinin Jeolojisi; S.O. Fen-Edb.Fak.Fen dergisi, Sayı 3,8 s, Konya, 1984.
- (11) İşler, F., Fındıkpinarı ve yöresi (Mersin) ofiyolitlerinin Jeolojisi ve petrografisi: Ç.O.Müh.Fak. 1.Jeoloji ve Madencilik Sempozyumu program ve özler, Sivas, 1 s, 1988.
- (12) Şahinoğlu,C., Kocayer ve Şahna (Mersin) yöresinin Jeolojisi, Petrografisi ve hidrojeolojisi; Ç.O.Fen Bilim.Ens.Jeo.Müh.Anabilim dalı Master Tezi, 84 s, (yayınlanmamış), 1988.

ÇORUH-KARAKALE(ARKUN)BARAJI KÜVVET TÜNEL GÖZERGAHININ
MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ İNCELEMESİ

Aziz ERTUNC

Ç.O.Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü-Adana

ÖZET: Karakale (Arkun) baraj yeri ile, akış aşağıdaki Yusufeli rezervuarı arasında kalan düşüyü değerlendirmek ve aynı zamanda Yokuşlubağ helyanlarından kaçmak amacıyla tasarlanan kuvvet tüneli için, sağ ve sol yamaçtan olmak üzere iki seçenek araştırılmış ve sol yamaçtaki tuf düzeylerinin daha fazla olması nedeniyle, sağ yamaçtan geçecek güzergâhın daha elverişli olduğu saptanmıştır. Her iki güzergâhta da ana kaya, Üst Kre-tase yaşılı Berta formasyonudur. Berta formasyonu, bimodal bir volkanizma ürünüdür. Bu formasyonda spilitik bazalt ile riyolit, dasit ardalanmaktadır. Araya çamurtaşısı, marn, kireçtaşısı ve kumtaşısı karışmıştır. Hidrotermal ayırmalar ve dayklar olağandır.

Engineering geological Investigation of Power Tunnel
Alignment of the Çoruh-Karakale(Arkun)Dam

ABSTRACT: The aim of this study is to evaluate waterfall between Karakale (Arkun) damsite and its downstream side of the Yusufeli reservoir and to avoid from the yokuşlubağ Landslide area. For this purpose a power tunnel is planned along the slope. The left slope is mainly composed of altered tuff; on the contrary right slope is very convenient for this tunnel. Upper Cretaceous aged volcanoclastic character of hydrothermal altered Berta formation crops out along the Karakale (Arkun) damsite and power plant station. Which is mainly consist of mudstone, marl, limestone, sandstone interbedded spilite, rhyolite and dasite alternations with some dykes.

GİRİŞ:

Çoruh Nehri üzerindeki baraj ve kuvvet tünel olanaklarının araştırılmasına 1969 yılında Elektrik İşleri Etüd İdareşi tarafından başlanmıştır. Bayburt'un kuzeydoğusundaki Laleli baraj yeri ilk kademe olmak üzere, Kılıççı, Norgah, İspir, Güllübağ, Çetinboğaz, Özümlü, Yusufeli, Zeytinlik, Artvin, Borçka ve Muratlı baraj yerleri ve rezervuarları ile yeni seçenekler günümüze kadar araştırılmış, çalışmalar yukarı Çoruh'ta fizibilitenin; Orta ve Aşağı Çoruh'ta ise kesin projelerin bitim aşamalarına gelmiştir. (1-2) Yazar, 1985 yılına kadar yapılan çalışmalarda bulunmuş ve ayrıca daha sonra Yukarı Çoruh'ta yapılan fizibilite çalışmalarında danışman olarak görev yapmıştır.

Yukarı Çoruh'un son kademesi olarak düşünülmüş olan Özümlü baraj yeri, rezervuar sol yamacında bulunan Yokuşlubağ heyelanları nedeniyle terkedilmiş; bunun yerine heyelanların akış yukarıındaki Karakale (Arkun) baraj yeri ile sağ yamaçtan tünel seçeneği araştırılmıştır.

İnceleme alanı, Çoruh Nehri boyunca Erzurum ve Artvin illerinin sınırlarında bulunmaktadır (Şekil 1). İnceleme alanı ve dolayındaki doruklar yapı ve litolojinin denetiminde gelişmiştir. Yerel yapı, karmaşık bir evrimle bugünkü halini kazanmıştır: Yine de doruklar tektonik şekillere oldukça paralel olarak, güneybatı-kuzeydoğu doğrultuludur.

STRATİGRAFİK JEOLOJİ

Karakale (Arkun) baraj yeri ve rezervuarında, en eski kaya birimi, Ost Kretase yaşlı Berta formasyonudur. Bunların içine intrüzif olarak gelen İkizdere magmatitlerinin Ost Eosen-Oligosen yaşlı olduğu sonucuna varılmıştır. Kuvaterner yaşlı eski ve yeni alüvyon ile yamac molozu vardır. (3)

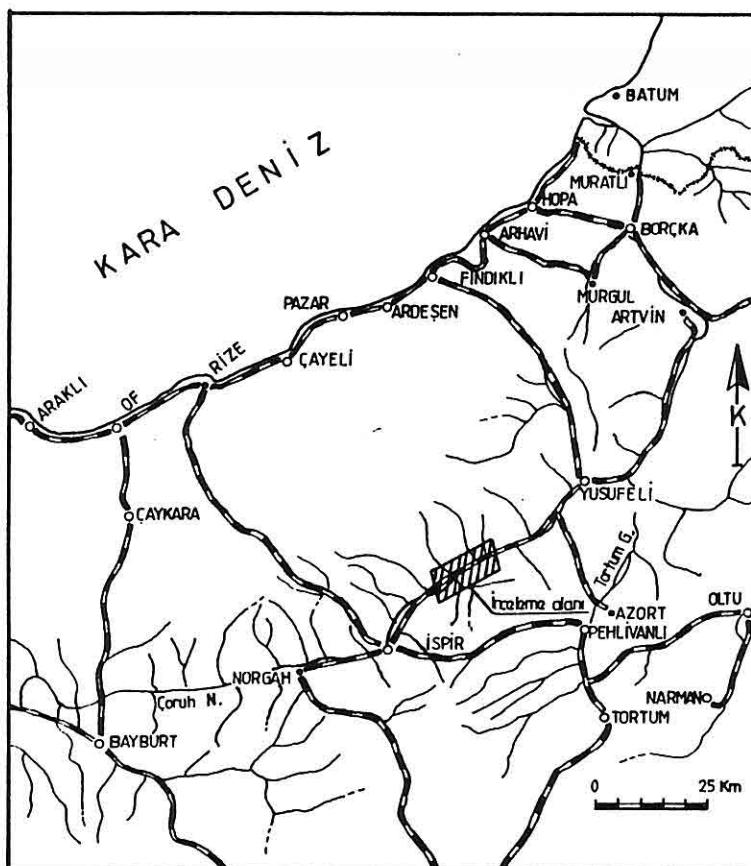
Berta formasyonu(Kb): Çoruh Havzası'nda kuzeydoğu topluluğundaki Berta formasyonu, inceleme alanında Sırakonaklar Çayı ile Köseoğlu Dere'nin kuzeydoğusundan başlayarak, Çoruh'un her iki yamacında inceleme alanı dışındaki Yusufeli Kazası'na kadar akış aşağı doğru uzanır. Karakale (Arkun) rezervuarının akış aşağı bölümü, baraj yeri ve kuvvet tünel güzergahı bu formasyon içindedir.

Berta formasyonunun oluşmasını sağlayan volkanizma, bimodal bir volkanizmadır. Bu formasyonda spilitik bazalt gibi bir bazik volkanizma ile dasit, riyolit gibi bir asit volkanizma ardalanmaktadır. Volkanizmanın kesildiği dönemlerde araya çamurtaşısı, marn, kireçtaşısı, kumtaşısı ve çakıltaşısı

karışmıştır. Berta formasyonu yer yer dayklarla kesilmiştir. Hidrotermal ayrışma alanları genişcedir ve yer yer aşırı silisleşme, çakmaktaşı oluşturmuştur.

Çökel kayalarını andıran bazik volkanik kayalar, siyah veya koyu renkleri, dayanıklı, sert ve som görünüşleriyle arazide tanınabilirler. Akma düzeyleri birkaç metreden 10-30 m'ye kadar kalınlığa erişebilmektedir.

Bazalt lavları ile ardalanın asit volkanizmanın ürünü riyolit ve



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

dasitlerdir. Bu volkanizma porfirik dokulu kayaları ve asit tüfleri ile kaba taneli piroklastikleri oluşturmuştur. Kayalar toleyitik bir volkanizma ürünü olup, silise doyumu bir dizi oluşturmaktadır. Bu volkanizmanın tabiatından olarak bazalt-riyolit (dasit) ardalanması gelişmiştir. Aglomera düzeyleriyle birlikte piroklastik breşler de ayırdedilebilmektedir. Lapilli tuf ve tüflere rastlanmaktadır. Dayanımsız ve açık renkli olan tuf düzeyleri, tortul kayalarla ardalanmalı olarak görülürler. Bazaltlarla ardalanın beyaz kuvarsit görünüşlü, sert, ince ve orta tabakalı kayalar asit piroklastiklerdir. Bunlar ileri derecede silisifikasyona uğramış ve bazı düzeyler çört gibi sert ve sağlam bir yapı kazanmışlardır. Bazı düzeyler ise koçayılıkla dağılabilir özellikleştir.

Aglomeralar siyah-koyu lacivert, mor renklerde, orta ve kalın tabakalı, çok sert ve dayanıklı düzeyler halindedir.

Berta formasyonu içindeki tortul düzeylerden alınan numunelerin ince kesitlerinde *Globotruncana Lapparenti*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana stuarti formus*, *Rugoglobigerina*, *Rotalia*, *Pseudotextularia*, *Heterohelix*, *Textulariidae*, *Polipier*, *Echinid* diken ve sünger spikülü bulunmuştur. Bu fosillere göre Berta formasyonunun yaşı Öst Kretase'dir.

İkizdere magmatitleri (Ti): İkizdere magmatitleri, Karakale (Arkun) rezervuarında sağ yamaçta Köseoğlu Dere'nin; sol yamaçta Sırakovaklar Çayı'nın güneybatısından başlayarak, yukarıya doğru devam eder. Mostra örneği düzensizdir. Olasılıkla büyük bir batolitin (Rize plütonu) kenar veya uzantılarını oluşturur. İkizdere magmatitlerini oluşturan granit ve granitik kayalarda granodiyorit-tonalit, adamellit, porfirik mikrogranit, granit-gnays grupları belirlenmiştir. Bazı granitik kayalar afanitik dokulu, bازıları porfirik veya granofiriktir. İyi gelişmiş akma yapısı veya düzlemlerine rastlanmamıştır.

İkizdere magmatitlerinin Öst Eosen-Oligosen yaşlı oldukları sonucuna varılmıştır. Ancak, çevrede Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı granitlerin de varlığı bilinmektedir.

Eski ve yeni alüvyon (Qtr ve Qal): Kuvaterner 20-30 m yüksekte bulunur. Eski alüvyonun, Çoruh'un iki yakasında asimetrik oluşu, nehrin eskiden menberesli olduğunu gösterir. Eski alüvyon beyaz, koyu yeşil, koyu mavi, pembe, kırmızı, mor, siyah renkli andezit, diyabaz, bazalt, granit, granodiyorit, radyolarit, çamurtaşçı parçalarından yapılmıştır. Kötü boylanmış taneler mil boyundan 40-50 cm'lik bloklara kadar değişen boyuttadır, yuvarlak ve küttür.

Yeni alüvyon genellikle Çoruh boyunca akış aşağıya doğru gidildikçe

kalınlaşır. Karakale (Arkun) baraj yerinde alüvyon kalınlığı 60 m'dir. Özümlü baraj yeri sol yamacı yakın kesimde ise 69,75 m'dir. Yeni alüvyon beyaz, sarımsı, gri, yesilimsi, kırmızı, pembe, kahverengi, siyah, mor renkli granit, granodiyorit, kuvarslı diyorit, kireçtaşısı, çamurtaşısı, tuf, radyolarit, andezit, bazalt ve diyabazdan oluşmuş; yuvarlak, küt ve yer yer köşelidir. Tane boyları mil boyundan 30 cm'ye kadar değişir. Seyrek olarak görülen iri bloklar yamaçlardan yuvarlanmıştır.

Yamaç molozu : Karakale (Arkun) rezervuarında yamac molozu, daha çok tkizdere magmatitlerinin ayrılmış kesimleri üzerinde bulunur. Akış aşağıdaki Yokuşlubağ heyelanları çevresinde ve Özümlü baraj yeri sol yamacında önemli ölçüde görülürler. Bunlar Çoruh'a karışan derelerde birikinti konileriyle de karışır. Yüzlek olduklarından, herhangi bir sorun oluşturmazlar.

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ

Araştırmaların başlangıcında, yukarı Çoruh'un son kademesi olarak Özümlü baraj yeri düşünülmüş ve burada nehir içindeki, sol yamaçta 4 ve sağ yamaçta 3 sondaj yapılmıştır. Sondaj kuyularında yapılan basınçlı su deneylerinde Berta formasyonunun genellikle geçirimsiz olduğu ve yer yer süreksilikler boyunca su kaçaklarına rastlandığı görülmüştür.

Kuyularda yapılan toplam 342 basınçlı su deneyinde % 59,7 geçirimsiz, % 8,4 az geçirimi, % 9,9 geçirimi ve % 22 çok geçirimidir. Baraj yerindeki en büyük sorun, sol yamacı yakın, 69,75 m'ye varan alüvyon kalınlığıdır. Bunun iyileştirilmesi zor ve masraflı olduğundan ve üstelik iyi sonuç alınacağı garanti olmadığından, en azından kil çekirdeğin altına gelen kısmının kaldırılması gerekecektir. Özümlü baraj yeri için en önemli sorun alüvyon kalınlığı olmakla beraber, rezervuar sol yamacında baraj yerinin yaklaşık 2 km akış yukarıındaki Yokuşlubağ heyelanları çok daha önemlidir. Heyelanların alanı yaklaşık 2 km²'dir. Kalınlık 50-150 m dolayındadır. Heyelan gecisi, Berta formasyonunun ayrışmasıyla oluşmuştur. Buna aynı formasyonun yamac döküntüleri de katılmaktadır. Dayanımsız tuf düzeylerinde yer yer hidrotermal ayrışmanın da katılmasıyla tuf kolayca dağılmakta, lav ve aglomera düzeylerini de birlikte kaydırılabilmektedir. Yamac eğimi, tabakalanma, eklem, fay, yeraltısu, yağış, donma ve çözülme, Çoruh'un topuk aşındırması gibi etkenler de buna katılır. Dönel ve düzlemsel kayma tipleri egemen olmakla beraber, çeşitli tipteki yer hareketlerini ve bunların birbirine geçişlerini izlemek olanaklıdır. Baraj yapıldığında yükselecek suyun alçalma ve yükselme etkileriyle heyelan hızlanacaktır. Kayan gecen rezervuara dolmasıyla baraj

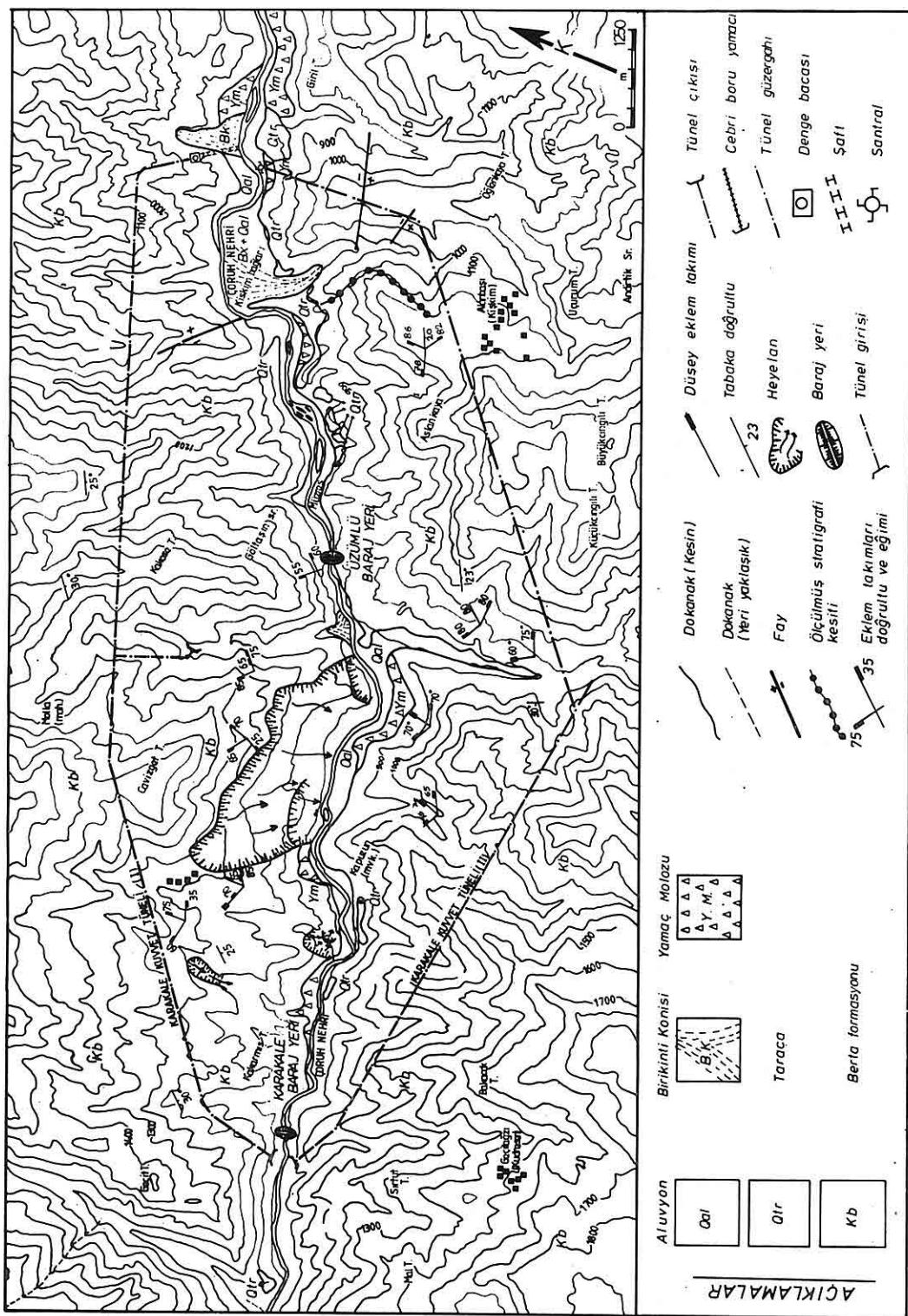
kullanılmaz hale gelebilecek ve belki de taşan sular gövde üzerinden aşabilecektir. Yokuslubağ heyelanlarında halen jeofizik ve sondaj çalışmaları sürdürilmektedir. Ancak, böyle bir riski göze almamak yönünden, baraj yerini akış yukarıdaki Karakale (Arkun) eksenine kaydırma ve akış aşağıdaki Yusufeli Barajı rezervuarına kadar olan düşüyü de kuvvet tüneliyle değerlendirme seçeneği de araştırılmıştır. Her iki baraj yeri ile rezervuarlarının büyük bir bölümü geçirimsiz Berta formasyonu üzerindedir. Rezervuarın akış yukarı kesimi de geçirimsiz İkizdere magmatitleri üzerindedir. Rezervuarda yamaç stabilitesi yönünden hiçbir sorun yoktur.

Karakale (Arkun) baraj yerinde 2 araştırma galerisi ile 11 sondaj kuyusu açılmıştır. Kuyularda yapılan toplam 647 basıncılı su deneyinde % 67,7 geçirimsiz, % 10,2 az geçirimli, % 10,4 geçirimli ve % 11,7 çok geçirimlidir. Burada Sondajla öğrenilen alüvyon kalınlığı 60 m'dir. Göründüğü gibi, Özümlü ve Karakale baraj yerlerinde jeolojik koşullar büyük bir farklılık göstermemektedir. Tabaka eğimleri 20° - 35° arasında ve güneydoğuya doğrudur.

Karakale (Arkun) baraj yeri ile, akış aşağıdaki Yusufeli rezervuarı arasındaki düşüyü değerlendirmek ve aynı zamanda Yokuslubağ heyelanlarından kaçmak amacıyla, Karakale (Arkun) baraj yerinden sonra sağ ve sol yamaçlardan kuvvet tüneli güzergâhları araştırılmıştır. İlk olarak, Yokuslubağ heyelanlarının kuzeyinden dolaşacak şekilde, sol yamaçtan tünel güzergâhi düşünülmüştür. Tünelde 0.00-1000 m NIOE, 1000-5500 m N50E. 5500-12750 m N72E ve 12750-13350 m N35 W doğrultuludur. Tünelin uzun olması nedeniyle, iki yaklaşım tüneli tasarılmıştır. Sisenekel Dere içinden olanı 1000 m; Hüngemek Dere içinden olanı ise 125 m boyundadır. Böylece tünelin büyük bir bölümünün çift yönlü olarak açılması amaçlanmıştır.(4)

Her iki yamaçtan da açılacak tüneller tümüyle Berta formasyonundan geçecektir. Ancak, sol yamaçtan geçecek tünel güzergâhında özellikle Karakale-Sarıçay arasında kalan 2 km'lik kesimde ve en çok da 12750-13350 m arasındaki çıkış bölümü, denge bacası, cebri boru güzergâhında çok ayrılmış tuf bulunmaktadır. Hidrotermal ayrışmaya uğramış bu tüflerden tünelin geçmesi çok büyük sorun olacağı gibi, cebri boruların yerleştirilmesi bile kolay olmayacağından, tünel doğrultusu ile süreksızlıkların konumu arasındaki ilişkiler ayrıca irdelenecektir (Şekil 2).

Sağ yamaçtan tasarlanan tünel güzergâhi, 0.00-625 m N63-6500 m N 84 W, 6500-12875 m N50E ve 12875-14525 m N-S doğrultusunda açılacaktır.(5) Tehnelik Dere, Değirmen Dere, Kızıl Dere ve Hapisor Dere'den yaklaşım tünel-



leri açılması olanaklıdır ve bunların boyları çok kısa olacaktır.

Her iki tünel güzergâhında da açılmış sondaj kuyusu bulunmadığından, açım sırasında karşılaşılacak su miktarı ve bu sularla hangi metrelerde karşılaşılabilirceğini kesin olarak söylememez. Ancak, arazi çalışmaları sırasında her iki yamaçtan boşan büyük kaynaklara rastlanmayışı, arada geçirimsiz marn düzeylerinin bulunduğu nedeniyle, önemli yeraltısı su sorunlarıyla karşılaşılması beklenmemektedir. Özellikle sağ yamaçtan açılacak tünel, yamacda oldukça yakın bulunduğundan, yeraltısı su yönünden daha sorunsuz görülmektedir.

Sol yamaçta ölçülen eklem takımları N 30-60 W 90, N50E 70NW90, N50E 70 NW, N-S 80 W'dır. Tabakalanma ise ortalama N60E 30SE'dur.

Araştırmalarda Bieniawski ve Barton sınıflamaları kullanılmıştır.(6,7,8,9,10) Bieniawski sınıflamasındaki parametreler: Kayacın tek eksenli basıncı direnç, RQD değerleri eklem sıklığı, eklemelerin durumu yeraltısı su durumu ve eklemelerin yönlenimidir. Bu parametrelerin ilk beşine karşılık gelen puanlar toplanmaktadır. Eklem yönlenimi çok uygunsa, altıncı parametre 0 (sıfır) puanıdır. Uygun-2, orta-5, uygun değil-10 ve hiç uygun değilse-12 puan olarak değerlendirilmekte ve bu puanlar ilk beş parametrenin puanları toplamından düşülmektedir. Tünel doğrultusu değişince, eklemelerin tünele doğru konumları ve uygunluk dereceleri de değişmektedir. Bu değerlendirmeler sonucunda elde edilen puanlara göre kayalar şöyle sınıflandırılmıştır.

100-81 Çok iyi

80-61 İyi

60-41 Orta

40-21 Zayıf

21 Çok zayıf

Sağ yamaç tünel güzergâhında eklemelerin tünele göre konumları ve uygunluk dereceleri

Formasyon	Eklem takımları, tabakalanma	Tünel doğrultuları			
		N 63 W	N 84 W	N 50 E	N-S
Berta formasyonu	N60W90	-12	-12	0 veya -5	0 veya 5
	N50E70NW	-5	-5	-12	-5
	N-5 80W	-5	-5	0 veya -5	-12
	N60E 30SE	-2	-2	-5	-2

Sol yamaç tünel güzergâhında eklemelerin tünele göre konumları ve uygunluk dereceleri

Formasyon	Eklem takımları, tabakalanma	Tünel doğrultuları			
		N10E	N50E	N72E	N35W
Berta formasyonu	N30-60W90	-12 veya -5	0 veya -5	0 veya -5	-12
	N50E70NW	-12	-12	-12	0 veya -5
	N10E60 NW	-12	-12	0 veya -5	-5
	N-S 80W	-12	0 veya -5	0 veya -5	-12

Barton (Q sistemi) sınıflamasında kaya kütle niteliği Q'nün tanımlanması için gerekli altı parametre: RQD değerleri, eklem takımı sayısı (J_n), eklem pürüzlülük sayısı (J_r), eklem alterasyon sayısı (J_a), eklem su indirgeme faktörü (J_w) ve gerilme indirgeme faktörü (SRF) dür.

Bu parametreler çift olup, aşağıdaki gibi değerleri yaklaşıklık olarak verirler:

$$\frac{RQD}{J_n} = \text{Nisbi blok boyutu}$$

$$\frac{J_r}{J_a} = \text{Blok arası kayma direnci } (\sim \tan \phi)$$

$$\frac{J_w}{SRF} = \text{Aktif gerilme}$$

Kaya kütle niteliği Q, bu üç çiftin çarpımına eşittir.

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

Bulunan Q değerlerine göre kayalar şöyle sınıflandırılmıştır.

<0,01 Olağanüstü zayıf

0,01-0,1 Son derece zayıf

0,1-1 Çok zayıf

1-4 Zayıf

4-10 Orta

10-40 İyi

40-100 Çok iyi

100-400 Son derece iyi

400-1000 Olağanüstü iyi

Tünelde destekleme önlemlerinin saptanabilmesi için, ilk olarak kazı destek oranı ESR bulunmuştur. B Tunel genişliği; H tünel yüksekliği olduğunda B/ESR ve H/ESR; dairesel tünellerde Çap/ESR değerleri ordinat ekse-ninde; Q değerleri apsis ekseninde gösterilen çizelgede, destekleme gerek-meyen yerler ve bunun yanında 38 çeşit destek kategorisi ayırtlanmış ve bunlar için gerekli önlemler saptanmıştır.

Berta formasyonunun ayrılmış tuf düzeyleri Bieniawski sınıflamasına göre zayıf veya çok zayıf; Barton sınıflamasına göre ise son derece zayıf ya da olağanüstü zayıf niteliktedir. Bazalt, aglomera ve kireçtaşlı düzey-leri, Bieniawski sınıflamasına göre şöyle değerlendirilmiştir.

	En iyi koşul	En kötü koşul
Tek eksenli basınç direnci	12	7
RQD	20	8
Eklem sıklığı	25	20
Eklemlerin durumu	25	12
Yeraltısu	10	4
	92	51
Eklem yönlenimine göre düzeltme	<u>-12</u> 80	<u>-12</u> 39

Buna göre, en iyi koşullarda iyi kaya; en kötü koşullarda zayıf kaya özellikle indedir.

Barton (Q sistemi) sınıflamasına göre değerlendirme şöyle yapılmıştır: RQD değerleri 46-94 arasındadır. Üç eklem takımı ve yer yer gelişigüzel eklemler görülmektedir. ($Jn = 9$ ile 12) Eklemler genellikle pürüzlüdür ($Jr = 3$). Düzlemsel ya da sürtünme izli olduğu kesimlerde $Jr = 0,5$ veya 1 alınmalıdır. Eklem alterasyon sayısı, $Ja = 1$ alınmıştır. Eklemlerin kil dol-gulu olduğu kesimler için $Ja = 8$ alınmıştır. Önemli bir su gelişî beklenme-dinden, $Jw = 0,66-1$ olabilir. SRF = 1-2,5 tur.

Bu değerlere göre en iyi koşullarda:

$$Q_1 = \frac{94}{9} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{1}{1} = 31,3 \text{ iyi}$$

ESR = 1,6 Çap= 6 m olduğuna göre:

$$\text{Çap}/\text{ESR} = 3,75$$

Destekleme gerekmez

En kötü koşullarda:

$$Q_2 = \frac{46}{12} \cdot \frac{0,5}{8} \cdot \frac{0,06}{2,5} = 0,06 \text{ son derece zayıf}$$

Kategori: 37

Kafes takviyeli püskürtme betonu 10-20 cm kalınlıkta olmalıdır. Bunun yanında 0,5-1 m aralıklı, gerdirmeli bulonlar 2,6 m boyunda gereklidir.

Tüf düzeylerinde kafes takviyeli püskürtme betonunun kalınlığı 70-200 cm olmalı, ayrıca 1 m aralıklı, 2,6 m boyunda gerdirmeli bulonlar kullanılmalıdır.

Bu ekstrem değerlerin kombinasyonlarıyla karşılaşmak olanaklıdır. Bu durumda karşılaşılan değerlere göre hesaplama yapılabilir.

Sonuç olarak, sol yamaçta Karakale-Sarıçay arasındaki 2 km'lik kesimde ve en çok da 12750-13350 m arasındaki çıkış bölümü, denge bacası ve cebri boru güzergâhında bulunan ayrılmış tüfler nedeniyle her ikisi de Berta formasyonu üzerinde bulunan tünel güzergâhlarından sağ yamaçtakini seçmesi uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

1. ÇETİN,M. ve Diğ. Çoruh Nehri Jeolojik istikşaf revizyon raporu. EİE Yayın no: 75-9. Ankara. (1975).
2. ERMETİN,İ. Çoruh Nehri amenajmanı. EİE Yayın no: 75-29. Ankara (1975).
3. ERTUNÇ,A. Çoruh Havzası olası baraj yerleri, göl alanları ve tünel güzergâhlarının mühendislik jeolojisi incelemesi. EİE Yayın no: 80-59. Ankara (1980).
4. TEMELSU Çoruh Nehri havzası master plan raporu. EİE Özel Arşivi. Ankara (1982).
5. BAY,Ş.DEMİREL,B. Karakale kuvvet tüneli Mühendislik Jeolojisi incelemesi. EİE Yayıncı. Ankara (1985).
6. BARTON,N. ve Diğ. Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. Rock Mechanics, Springer Verlag, Vol. 6,pp. 189-236. (1974).
7. BARTON,N.ve Diğ. Estimation of support requirements for underground excavation design methods in rock mechanics.Proc.16 th.Symp.on Rock Mech.Univ.of Minnesota. (1975).
8. BIENIAWSKI,Z.T. Engineering classification of jointed rock masses.The civil engineer in South Africa. pp 335-343.(1973).

9. BIENIAWSKI,Z.T. Geomechanics classification of rock masses and its application in tunneling. Advances in Rock Mechanics, Proc.of 3rd. Cong.of Int.Soc.Rock Mech.Denver.Vol.II. A, pp. 27-32. (1974).
10. BIENIAWSKI,Z.T. Tunnel design by rock mass classifications.Pennsylvania State University. (1979).

HABERLER NEWS

KONGRE CONGRESS KURULTAY MEETING

KIBRIS'TAN HABERLER

Yeraltı Suyu Konferansı

▼
Kıbrıs Maden,Metalürji ve Jeoloji Mühendisleri odasıyla K.K.T.C. İçisleri,Köyişleri ve Çevre Bakanlığı'nın işbirliği ile "Kurak ve Yarıkarak İklim Koşullarında Yeraltı Suyunun Araştırılması ve Değerlendirilmesi" konulu bir konferans 18 Kasım 1988 tarihinde Lefkoşa'da 1.0. Mühendislik-Fakültesi Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı Başkanı sayın Prof.Dr.Okay Er-oskay tarafından verilmiştir.Konferans toplantıya katılanlarca ilgiyle takip edilmiştir.

Statü Değişikliği

Daha önce Su,Jeoloji ve Maden Dairesi adı altında hizmet veren birim Ocak 1989'dan itibaren Su İşleri Dairesi ile Jeoloji ve Maden Daireleri adı altında 2 ayrı daire şeklinde hizmete devam etmesi kararlaştırılmıştır.

Dünya Madencilik Günü

İlk kez bu yıl K.K.T.C.'de de Dünya Madencilik Günü kutlanmıştır. Gün dolayısıyla Odamız bir basın bildirisi yayinallyarak, toplantı ve balo düzenlemiştir.

KONGRE ,SEMPOZYUM VE TOPLANTI DUYURULARI

AHMET ACAR SEMPOZYUMU

Ç.O. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nün kurulmasına ve gelişmesine önemli katkılarda bulunan Merhum Prof.Dr.Ahmet Acar'ın anısına 16-18 Ekim 1989 tarihleri arasında Ç.O. Büyük Anfi'de bir sempozyum düzenlenmiştir.Genel Jeoloji,Metalik Madenler,Enerji Hammaddeleri ve Endüstriyel Hammaddeler,Petrol ve Jeotermal Enerji,Hidrojeoloji,Mühendislik Jeolojisi,Jeokimya,Jeoistatistik,Doğal Afetler-kentleşme ve çevre jeolojisi,KİYI ve deniz jeolojisi gibi konuların işleneceği sempozyumda bir de teknik gezi düzenlenecektir.Sempozyumla ilgili her türlü yazışmaların Yrd.Doç.Dr. Cengiz Yetiş,Ç.O. Jeoloji Müh.Bölümü-01330-ADANA adresine yapılması istenmektedir.

DONYA JEOLOJİ KONGRESİ
 28 th
 INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS
 Washington, D.C. USA
 July 9-19, 1989
 P.O.Box 727
 Tulsa, Oklahoma 74101-0727
 U.S.A.



ULUSLARARASI VOLKANOLOJİ KONGRESİ
 International Volcanological Congress
 3-8 Eylül 1990/September 3-8 1990
 B.Almanya Mainz/Federal Republic of Germany-Mainz
 Yazışma adresi/For correspondence
 Dr. Gevhard Brey, Saarstraße 23-D, 6500-Mainz

INTERNATIONAL
 VOLCANOLOGICAL
 CONGRESS

 IAVCEI
 MAINZ(FRG) 1990



13. ULUSLARARASI SEDIMENTOLOJİ KONGRESİ
 13th International Sedimentological Congress
 26 Ağustos-1 Eylül 1990/August 26-September 1 1990
 İNGİLTERE-Nottingham/U.K.-Nottingham
 Yazışma adresi/For correspondence
 Prof. I.N. McCave, Dept. of Earth Sciences,
 University of Cambridge, Downing Street, Cambridge CB2 3EQ, U.K.



9. ULUSLARARASI KIL KONFERANSI 1989 AIPEA
 9th International Clay Conference 1989 AIPEA
 28 Ağustos-2 Eylül 1989/August 28-September 2 1989
 FRANSA-Strasbourg/FRANCE-Strasbourg
 Yazışma adresi/For correspondence
 Genel Sekreter Dr. H. Paquet, Institut de
 Géologie, 1, rue Blessig, 67084 Strasbourg,
 France.

METAL-MADEN FİYATLARI

AŞAĞIDAKI sütunlarda verilen metal, ferroalyaj, cevher, konsantre ve endüstriyel mineral fiyatları, sadece iç ve dış ticaretimize konu olan kamiller ile ham maddeleri Dikemizden sağlanan metaller özgürdür. DIŞ FİYATLAR İÇİN METRİK TON, İÇ FİYATLAR İÇİN DE KİLOGRAM cinsinden verilmektedir. Ağırlık birimlerinin tamamı, aksi belirtilmemişti sürece, DIŞ FİYATLAR İÇİN METRİK TON, İÇ FİYATLAR İÇİN DE KİLOGRAM cinsinden verilmektedir. Limanı belirtilmeyen CIF teslimatın boşaltma limanları, Avrupa'daki belli başlı ticaret limanlarında, Limanı belirtilmeyen FOB teslimatın yoklama limanları, andan sahildeki belli başlı ticaret limanlarında, büyük harflerle yazılı ülke, ilme ve kurum adları main orijinini belirtmektedir. ETIBANK'ın S bazında verilen satış fiyatları, ihracat değerlerinden aktarılmıştır. İç fiyatlar da aynı baza göre ayarlanmaktadır. Endüstriyel mineralerin fiyatları kalite, kaynak, miktar ve diğer satılma koşullarına göre, geniş aralıklar içinde, değişmektedir. Değerim aralığının çok geniş olduğu kalemlerde, fiyatların hangi özelliklere göre değişim gösterdiği açıklamalarla belirtilemiştir. Teslimat ve orijinleri belirtmemiş olan yurtiçi endüstriyel mineral fiyatları, Doğa Madencilik AŞ'nın Kartal teslimi perakende satış fiyatlarından.

METAL FİYATLARI		Kobalt	IMB,TL	
		AFRİMET, % 99.FOB New York,\$/lb	17.500.-	
Altın		Katodik Levhalar 7.25-7.50	Ferrosilis	
	24 Ayar,LMB,\$/tr oz (17/2/89)	Pudra 13.84	ETIBANK,FOB İskenderun,\$	900.-
	24 Ayar,KKB,TL/g (17/2/89)	Cök Ince pudra 16.75	IMB,TL	4.900.-
		IMB,TL 70.000.-	Ferrrotitan	
			% 70 İlk,kg Ti içeriği olarak,	
Alüminyum	% 99.5, LMB,c/b	Elektrolytik, standart,NMB,\$/lb 3.35-3.40	CIF \$/kg	4.60-4.90
	COMEX,% 99.7,c/lb	NMB,\$ 605.77	IMB,TL	30.000.-
	ETIBANK,% 99.00-99.65	% 99.97,IMB,TL 1.800.-	Ferrovanadyum	
	Seydişehir,TL 3.485-3.890		% 70-80,kg V içeriği olarak	
Antimyan	Regulus,NMB,c/b	ABD ve KANADA,NMB,c/b 38-40	CIF,\$/kg	36-38
	Regulus,IMB,TL 8.000	LMB,\$ 605.77		
			Ferrovolfram	
Bakır	Katodik Levhalar,NMB,c/b	Magnezyum % 80-85,kg W içeriği olarak		
	118-122	NMB,5 tonluk partiler,\$/lb 1.58	olarak,CIF,\$/kg	5.50-5.60
	ETIBANK,bilster,TL 5.350	Manganez Elektrolytik, % 99.9		
	KBI,bilster,TL 5.400	NMB,c/b 91	METALİK CEVHER ve KONSANTRE FİYATLARI	
Bizmut	NMB,1 tonluk partiler,\$/lb	Molibden İNGİLTERE,pudra,tane boyuna göre, £/kg 14-20	Alüminyum	
	5.90-6.25		Kalsine alüminia, % 98-99	
	IMB,perakende,TL 80.000	INGİLTERE, NMB,\$/lb 5.10-5.20	Al ₂ O ₃ , 20 tonluk partiler,	250-300
Cava	% 99.9,NMB,\$/şşe	IMB,perakende,TL 59.500.-	İngiltere teslimi, £	160-165
	ETIBANK,% 99,99,luk, FOB İzmir, \$/şşe 300		Boksit,refraktör kahve,CIF,\$	
Çinko	AVRUPA Üreticileri, \$ 1.275-1.350	Padalyum NMB (88 Eylül sonu),\$/tr oz 119.25	ETIBANK,Alüminia,mn % 98.5	
	ÇINKUR,katodik küküler,		Al ₂ O ₃ , dökme veya ambalajlı	
	% 99.95,TL	Nikel NMB (88 Eylül sonu),\$/tr oz 493-495	FOB Antalya veya FOT	
	Katodik Küküler,IMB, perakende,TL 3.220	Platin NMB (88 Eylül sonu),\$/tr oz 493-495	Seydişehir, \$ 180	
Gümüş	% 99.9,LMB (12 ayn ortalaması) \$/tr oz 6.79	Volfram INGİLTERE, % 99.5,pudra, £/kg 13.25	Antimyan	
	% 99.9,LMB (23/9/88),\$/tr oz 6.20		% 60 Sb,sülfürlü konsantre,	
	% 99.9,KKB (17/2/89),TL/g 435,-	Ferrokrom ETIBANK, % 60-65,YK, FOB İskenderun,\$ 840.-	CIF,\$/Unite	19-20
	% 99.9,ETIBANK (17/2/88), TL/g 478,-		% 60 Sb,parça,CIF,\$/Unite	20-21
Kadmiyum	NMB,1 tonluk partiler,\$/lb 10.60		Çinko % 52-55 Zn,sülfürlü konsantre,kuru bazda,CIF,\$ 700-750	
	ÇINKUR,% 99.95,katodik cubuklar,TL 34.000.-		İş : \$ 200-210	
	IMB,% 99.95,katodik cubuklar,TL 95.000.-			
Kalay	MALEZYA,spot,Kuala Lumpur, Rg/kg 19.80	Ferromangan OK,lb Mn içeriği olarak, NMB,c/b 36-37	Demir	
	NMB,antrepo teslimi,\$/lb 3.57	DK,IMB,TL 3.700.-	min % 52 Fe,Mn içeriği, empürte içeriğleri ve diğer mukavele hükümlerine göre değişken, ERDEMİR AŞ ve TÜCİ Kurumu'nun İc satılma fiyatları,FOW Ocağı en yakın İstasyon,TL 15-25	
	SSCB,cubuklar,IMB,perakende, TL 23.000.-	YK,IMB,TL 2.000.-	% 65 Fe Brezilya cevheri, CIF İskenderun veya Ereğli,\$ 28-32	
			Krom ARNAVUTLUK,seri parça,min % 42,FOB,\$ 55-65	

konsantr.,% 51,FOB,\$	90-100	Boraks Anhidrit	700,-	Tuvşan,CIF,£	95-110
G.AFRİKA,tozlu,% 40,FOB,\$	55-65	Sodyum Perborat	600,-	Perlit	
SSCB,parç.mln % 36,FOB,\$	75-95	Borik Asit	710,-	Ham,granül,dökme,CIF,£	40-45
FİLİPİNLER,refrakter		Diyatomit		ETİBANK,granül,dökme,FOB	
konsantreler,FDB,\$	100-120	ABD,filtre kalitesi,kalsine,CIF,£	320-350	Izmir,\$/m ³	33,-
TÜRKİYE,% Cr ₂ O ₃ İçeriklerine		ŞEKER FAB.AŞ.,filtre kalitesi,			
göre,FOB Akdeniz\$,parça		kalsine,Ankara teslim,perakende,			
36	85-90	ambalajlı,TL	1.150,-	Frit	
38	105-110	Dyesport		ETİBANK,konsantr,dökme,% 46 S Gübre Fab.'nda teslim,\$	39,-
40	120-125	ETİBANK,min % 55 Al ₂ O ₃		Sodyum Sulfat	
42	135-140	tuvşan,FOB GÜLÜK,\$	20,-	ALKIM AŞ ,İzmir teslim,TL	
44	155-165	Feldspat		Kristalize	75,-
46	170-180	ABD,öğütülmüş,K ₂ O içeriğine		Anhıdr	225,-
48	190-200	göre değişken,dökme,FOB Kuzey			
48 Çevherlerin fiyatları		Atlantik,\$/st	30-55	Sodoslin	
pazarları ve pirm uygulamalarına göre değişmektedir.		Seramik kalitesi,K ₂ O içeriğine		TÜRKİYE,min % 95 SrSO ₄ İlk,	
Refrakter çevherler	220-280	göre değişken,öğütülmüş,		FOB İskenderun,\$	80-86
Konsantr.,% 48	125-150	ambalajlı,TL	275-405		
Kurşun		Flint Taşı		Talk	
% 70-80 Pb sulfürü		Kalsine,CIF,£	60-70	İTALYA,kozmetik kalite,CIF,£	175,-
konsantreler,kuru bazda,CIF,\$	210-240	Öğütülmüş,ambalajlı,TL	200,-	Kozmetik kalite,ambalajlı,TL	325,-
İŞ : \$	130-140	Rürüt		Zimpare	
Mangan		MEKSİKA,FOB Tampico,\$		Tane boyarına göre	
% 48-50 Mn,P,max % 0,1		Metalurjik kalite	72-75	değişken,CIF,£	150-250
CIF,\$/unite	1.70-1.80	Asit kalitesi	110-120	ETİBANK,tuvşan,FOB GÜLÜK,\$	28,-
Molibden		Fosfat			
Konsantredeki Ib Mo içeriği		FAS,% 70-72 BPL,FAS		KISALTMALAR	
olarak,CIF,\$/lb	3.20-3.40	Kazablanka,\$	46,-	LMB : Londra Metal Borsası	
Volfiram		TUNUS,% 65-68 BPL ,FAS		NMB : New York Metal Borsası	
Konsantredeki Ib Mo içeriği		Slax,\$	33-37	IMB : İstanbul Metal Borsası	
oltrak,CIF,\$/unite		ETİBANK,Gübre Fab.'nda teslim,% 66 BPL,\$	38-39	KKB : Kapalıçarşı Kymetimaller Borsası	
min % 65 Volfiram konsantreleri	56-63	Graft			
min % 70 Şelit konsantreleri	56-68	Pul boyalar ile sabit C içeriğine		OK : Orta karbonlu	
ETİBANK,% 40,Şelit konsantresi,		göre değişken,CIF\$		DK : Düşük karbonlu	
özel ambalajlı,FOB İstanbul,\$	1.900,-	Kristalen	300-1.100	YK : Yüksek karbonlu	
ENDÜSTRİYEL MINERAL FİYATLARI		Pudra	250-1.000	İŞ : Geçici İhracat Mevzuatı'na tabi konsantr ve çevherler için, Fason Izabe İşçiliği'nin şartı (Treatment Charge)	
Asbest		Amorf pudra	175-350		
KANADA Krizoliti,lif boyalarına		Kaolien		Ib : Libre = 453,6 g	
göre değişken,FOW Quebec		Ham,TL	90-105	tr oz : troy ounce = 31,1 g	
Ocakları,CS	200-2.500	Öğütülmüş,ambalajlı,TL	200-220	st : short ton = 907 kg .	
Barit		Sütlümüş,TL	350-425	\$ıze : net 34,5 kg	
ABD,dökme,öğütülmüş,API,		Kuvarsıt		BPL : Bone Phosphate Lime (= P ₂ O ₅ tenriU/0,45)	
FOB Meksika Körfezi,\$	70-85	Tuvşan,seramik kalitesi,FOT		FOT : Free On Truck (Kamyon Üzerinde Teslim)	
FAS,tuvşan,OCMA,FOB Marakesh,\$	30-40	Öcakbaşı,TL	35-40	FOW : Free On Wagon (Vagon Üzerinde Teslim)	
ETİBANK,tuvşan,OCMA veya		Öğütülmüş,ambalajlı,seramik		FOB : Free On Board (Borda'ya Teslim)	
API,min % 92 BaSO ₄ ,FOB		kalitesi,TL	175-210	FAS : Free Alongside Ship (Yükleme Limanı'nda Teslim)	
Antalya,\$	26,-	Kükürt		CIF : Cost,Insurance,Freight (Bosaltma Limanı'nda Teslim)	
Bentonit		KANADA,FOB Vancouver,	95-110	Dövizler ve 20/2/89 Ticari Banka Kurları (TL)	
ABD,ambalajlı,API,FOW		ETİBANK,	200,-	\$: ABD Doları = 1.923,45	
Wyoming,\$/st	34-37	Manyezit		c : ABD Sentli	
Öğütülmüş,ambalajlı,TL	325,-	YUNANİSTAN,tuvşan,CIF,£	55-60	£ : İngiliz Sterlini = 3.411,15	
Bor Mineralleri,ETİBANK,tuvşan,		TÜRKİYE,FOB Marmara ve Ege,\$	56-58	Rg : Malezya Ringgili = 0,375 \$	
FOB Bandırma,\$		% 46 MgO,tuvşan		C\$: Kanada Doları = 1.613,12	
Kolemanit,B ₂ O ₃ ve As içeriğine		Kalsine,MgO ve empörtö			
göre değişken		İçerikleri ile kullanım			
Üreksit,% 36-38 B ₂ O ₃	130,-	alanlarına göre değişken			
Tinkal,% 32-34 B ₂ O ₃	145,-	Tam kavrulmuş			
Bor Türevleri,ETİBANK,ambalajlı,FOB		Mika			
Ege ve Marmara,\$		HINDİSTAN,kuru öğütülmüş,			
Boraks Dekahidrat,granül	360,-	CIF Anver,£			
Boraks Pentahidrat	275,-		120-210		