



YERBİLİMLERİ

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

La Typologie et les Gisements de Fluorine d'Anatolie Centrale (Turquie) <i>Orta Anadolu Fluorit Yatakları ve Tipolojisi (Türkiye)</i> Servet YAMAN.....	1
Systematic Study of the Some Species of the Nummulites of Uzunlu (Boğazlıyan- Yozgat) Region <i>Uzunlu (Boğazlıyan-Yozgat) Yöresinde Bulunan Bazi Nummulites Türlerinin Sistematisık İncelemesi</i> Niyazi AVŞAR.....	17
Hasançelebi (Hekimhan-Malatya) Yöresi Demir Yataklarındaki Skapolitlerin Mineralojisi <i>Mineralogy of Skapolites from Hasançelebi (Hekimhan-Malatya) Iron Deposits</i> İbrahim ÇOPUROĞLU.....	35
Non-Linear Consolidation of Porous Media <i>Poroz Ortamların Lineer Olmayan Konsolidasyonu</i> M.Arslan TEKİNSOY.....	47
Petrographical Features of the Ispendere Ophiolit Kale-Malatya (Türkiye) <i>Ispendere (Kale-Malatya) Ofiyolitinin Petrografik Özellikleri</i> Mehmet BEYARSLAN and A.Feyzi BİNGÖL.....	59
Çiftehan-Koçak-Elmalı (Ulukışla/Niğde) Civarının Jeolojisi <i>Geology of Çiftehan-Koçak-Elmalı (Ulukışla-Niğde) District</i> Halil BAŞ ve Sedat TEMUR.....	69
Karapınardere (Kömürler-Gaziantep) Sedimanter Plaser Demir Cevherleşmesinin Jeolojik, Metalogenik ve Ekonomik İncelenmesi <i>Geologic, Metallogenic and Economic Investigation of Sedimentary (Plaser) Iron Deposit of Karapınar (Kömürler-G.Antep)</i> Mesut ANIL.....	87

Mercury Production from Cinnabar ore by Na ₂ S Leaching <i>Zinober Cevherinden Na₂S Ligi ile Civa Üretimi</i>	107
Hasan MORDOĞAN , Yaşar ÇİLİNİR and İlknur CÖCEN.....	
Selection of the most Economical Stripping Method for the Lignite Field Konya-IIgün- Çavuşçu (Türkiye) <i>Konya-IIgün-Çavuşçu Linyit Sahası İçin En Ekonomik Örtükazı Yönteminin Seçimi</i>	
Halil KÖSE, Ferhan ŞİMŞİR and Yalçın ÇEBİ.....	119
Celalli ve Karayün (Sivas) Yöresinde Hafik Formasyonu Kumtaşlarının Provenansı <i>Provenances of the Sandstones of Hafik Formation in the Celalli and Karayün (Sivas) Region</i>	
Orhan ÖZCELİK.....	129
Maden Yatakları Arama ve İnceleme Yöntemlerinin Güncel Durumu <i>The General Situation of the Prospection and Exploration Methods for ore Deposits</i>	
Hüseyin CELEBİ.....	141

HABERLER / NEWS

BİR ADIM DAHA

YERBİLİMLERİ / GEOSOUND bu sayidan itibaren ISSN (Uluslararası Yayın Seri Numarası) numarasıyla yayınlanmaktadır. Dergimizin özellikle Türkiye'nin yakın komşuları başta olmak üzere, dış dünyada da tanıtılması amacıyla yabancı dilde makalelere öncelik tanınacağı kararımızı duyurmak isteriz. Öte yandan Yayın Kurulu'muza Türkiye dışından 19. sayıda iki yeni isim eklenmiş bulunmaktadır. Bu üyeleri Yugoslavya, Belgrad Üniversitesinden Stevan Karamata ile Arnavutluk, Tiran Üniversitesinden J.Gj. Ndojaj'dır. 20.sayımızdan itibaren İtalya, Fransa Almanya ve İngiltere başta olmak üzere yeni isimlerin Yayın Kurulu'muza dahil olacaklarını umuyoruz. Bunun için de, değerli meslektaşlarımızın hazırlayacakları özgün makalelerini yabancı dillerde hazırlamalarında, hedeflediğimiz dış dünyaya yayılmamızda bize önemli avantajlar sağlayacağı gerçeği unutulmamalıdır.

Toplam 11 özgün çalışmanın yer aldığı 19. sayımızda 6 yabancı dildeki makaleye yer verilmiştir. Mümkün oldukça bu oranı %50'nin altına düşürmemeye gayret edeceğiz. Bu hususta zaman zaman yurt dışından da makale kabul edilebilir. Ancak asıl amaç ülkeyi yurt dışında tanıtmak olduğundan meslektaşlarımızın bize yardımcı olmasını bekliyoruz.

Yerbilimleri/Geosound ofset metoduyla basıldığından özellikle şekil, levha ve tabloların bizzat yazarlar tarafından makale içine yerleştirilmeleri, sayıların hazırlanmasında bizlere önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Bu hususlar "Yayın Kuralları" başlığı altında ayrıntılılarıyla verilmiş olup, yazarların bu konulara uymasını önemle rica ederiz.

20. sayımızda buluşmak üzere Yerbilimcilerin katkılarını bekler, gerek karşılıklı görüşmelerimiz ve gerekse yazışmalarla bizleri teşvik eden değerli hocalarımız ve meslektaşlarımıza teşekkür ederiz.

Saygılarımla,

Yayın Kurulu Adına
Mesut ANIL
Editör

**LA TYPOLOGIE ET LES GISEMENTS DE FLUORINE d'ANATOLIE
CENTRALE (TURQUIE)**

Servet YAMAN

Université de Çukurova , Département de Géologie, Balcali-Adana/Turquie

RESUME: *Le massif d'Anatolie Centrale renferme les plus importants gisements de fluorine de Turquie. Ce massif est essentiellement constitué par un socle composé de roches plutoniques et métamorphiques qui ont été essentiellement modelées avant le Paléocène. Le socle est couvert par des sédiments détritiques carbonatés du Tertiaire. Dans le socle, la fluorine est sous forme de "filons" dans le secteur de Kaman et Akçakent et dans la couverture en amas minéralisés karstiques du secteur de Pöhrenk. Les données sur les inclusions fluides montrent que l'activité fluorée a pris naissance dans un milieu hydrothermal contenant des eaux peu salée. Alors que la minéralisation de Pöhrenk a probablement eu lieu dans un milieu hydrothermal salé, accompagné d'une silicification et karstification.*

A cet égard, un metallotecte essentiel s'apparait à l'intersection des paléosurfaces Paleogènes et fractures vivantes jusqu'au Miocène.

**ORTA ANADOLU FLUORİT YATAKLARI VE TİPOLOJİSİ
(TÜRKİYE)**

ÖZET: *Orta Anadolu masifi Türkiye'nin en önemli fluorit yataklarını bünyesinde bulundurur. Masif esası Paleosenden önce oluşmuş başlıca metaforfik ve plutonik kayaçlardan oluşmuştur. Tersiyer yaşı detutik ve karbonatlı örtü birimleri yer yer masifi kaplar. Masif içerisinde Akçakent ve Kaman bölgelerinde fluorit damar şeklinde örtü birimlerinde ise Pöhrenk bölgesinde karstik kütleyer şeklinde dir. Sıvı kapanım verileri florlu aktivitenin iç kökenli hidrotermal bir ortamdan kaynaklandığını göstermektedir. Pöhrenk mineralizasyonu muhtemelen tuzlu hidrotermal bir ortamda karstlaşma ve silislesme eşliğinde oluşmuştur.*

Esas fluorlu aktivin Miosen'e kadar devam eden canlı faylar ile Paleojoen paleo yüzeyleri kesim noktaları üzerinde yoğunlaşlığı söylenebilir.

1. INTRODUCTION

La Turquie d'Asie mineure est constituée principalement par quatre unités tectoniques (1) Au nord, se trouvent les terrains anciens Paléozoïques et Mésozoïques affecté par les orogenèses calédoniennes et hercyniennes et appelés "L'unité Pontid". Vers le centre, on voit "L'unité Anatolid" qui diffère sensiblement des terrains anciens du Nord. Ils ont essentiellement évolué vers la fin du Crétacé Supérieur pendant lequel certaines intrusions plutoniques ont commencé à se mettre en place. Au sud, c'est à la fin de l'Oligocène que commence à apparaître la structure plissée du "l'unité Torid" essentiellement modelée par l'orogenèse alpine. Les dernières structures plissées mio-pliocène se trouvent au S-E de l'Anatolie. On les appelle les "chaines de bordure" dûs à la collision de la plaque anatolienne avec la plateforme arabe. L'évolution géo-tectonique de l'Asie mineure progresse donc du Nord vers le Sud puis vers le SE du pays.

"L'unité Anatolid" est limitée au nord par la grande dislocation de l'Anatolie Nord et au Sud par les chaînes alpines "Taurid". Dans la partie orientale de ce vaste plateau se trouvent des hauts terrains volcaniques du Miocène. Les intrusions plutoniques confèrent à cette unité l'aspect d'un "noyau cristallin" analogue au Massif Central Français. Celui-ci renferme les plus importants gisements de fluorine du pays.

Les gisements de type "filonien" sont exploités depuis 1963 dans le secteur de Kaman et d'Akçakent. Un autre gisement de type "Stratiforme", enamas fluoré encaissé dans les séries carbonatés près de Pöhrenk, est également exploité depuis 1980. Les autres gisements, sont irrégulièrement exploités par-ci par-là dans divers massifs cristallins de "l'unité Anatolid".

I - CADRE GEOLOGIQUE DE L'ANATOLIE CENTRALE

Le socle d'Anatolie Centrale est principalement constitué par des roches métamorphiques et des roches plutoniques qui les recoupent. Elles forment des massifs cristallins entourés par des bassins Tertiaires. La sédimentation marine a commencé dès la fin du Paléocène Supérieur et s'est terminée avec les séries détritiques lagunaires au Miocène.

Les coups épilogéniques responsables du volcanisme dans la partie orientale de la région apparaissent au Miocène Supérieur ont entraîné la formation des hautes montagnes volcaniques de Hasandağ et Erciyes. Les sédiments et les tufs Neogènes, placés horizontalement dans des bassins peu profonds n'ont pas montré de grandes modifications jusqu'à nos jours.

Le socle de "l'unité Anatolid" a d'abord été affecté par la phase Laramien. Les roches plutoniques ont surgi des schistes cristallins et des séries volcano-sédimentaires Maestrichtien. La transgression Eocène couvre les massifs cristallins en séries détritiques et carbonatés. C'est donc au Paléocène que se mettent en place les roches plutoniques qui occupent la grande partie septentrionale de la région (2). Elles constituent des massifs à forts reliefs comme ceux de Kırşehir et le Çiçekdağı.

Au sein des massifs cristallins se trouvent des gisements minéraux d'origine endogène.

Parmi eux, on peut distinguer les skarnes à tungstène (Çelebi) et les gisements pyrometasomatiques de Fer (Kesikköprü). Les massifs de Kırşehir et de Çiçekdağı renferment les plus grands gisements de fluorine du pays. La fluorine y est sous forme de filons de socle ou d'amas fluorés dans les séries marneuses de couverture.

- Les filons de socle

Ces filons sont encaissés dans les massifs de Kırşehir (district de Bayındır, Kaman) et de Çiçekdağı (district d'Akçakent)

- Les gisements de couverture

Ils se trouvent au sud du massif de Çiçekdağı dans les séries sédimentaires Tertiaire du district de Pöhrenk.

II - LES FILONS DE SOCLE

Les massifs de Kırşehir et de Çiçekdağı se rangent parmi les massifs à bords circoncrits. Ils sont constitués de formations entièrement cristallines et résistantes: L'existence de plusieurs variétés de roches grenues les rendent hétérogènes; à côté des schistes cristallins on observe de grandes familles de roches cristallines allant du gabbros aux granites avec tous les faciès intermédiaires. Les deux massifs contiennent des zones fluorées. Ce sont: Le district de Kaman dans le massif de Kırşehir et le district d'Akçakent dans le massif de Çiçekdağı.

II - 1. Le District de Kaman

Le district de Kaman se trouve dans une région montagneuse composée de plusieurs petits massifs cristallins. La fluorine y est sous forme de filons et ils sont exploités depuis 1953. Les plus importants filons sont encaissés dans le secteur de Bayındır. Les réserves de ceux-ci sont estimés à 150 mille tonnes de minerais probable (3). Alors que les réserves estimées du district dépasse 500.000 tonnes de minerais.

II - 1.1. Cadre Géologique

La grande superficie du secteur se compose de roches cristallines grenues (figure 1) que l'on peut regrouper en trois familles: les gabbros, les syénites et les granites. Les différentes familles de roches grenues se succèdent par des intrusions successives provenant du même foyer magmatique (4). Elle ne résultent pas d'une simple différenciation magmatique; l'ordre de succession est le suivant: les roches basiques, les roches granitiques et les roches alcalines. Les roches syénitiques appartiennent au massif plutonique de Buzluk. Celui-ci présente probablement les dernières intrusions de Paléocène Supérieur de la région (2). Les roches volcaniques telles que dasite, rhyo-dasite, phonolite caractérisent la phase terminale de l'activité magmatique.

Les formations Néogènes sont présentées par un faciès continental et entourent les massifs cristallins. On peut les rapporter au Pontien grâce à la mâchoire d'Hippocrate gracile (4).

Les filons de fluorine sont encaissés dans les roches alcalines, notamment dans les

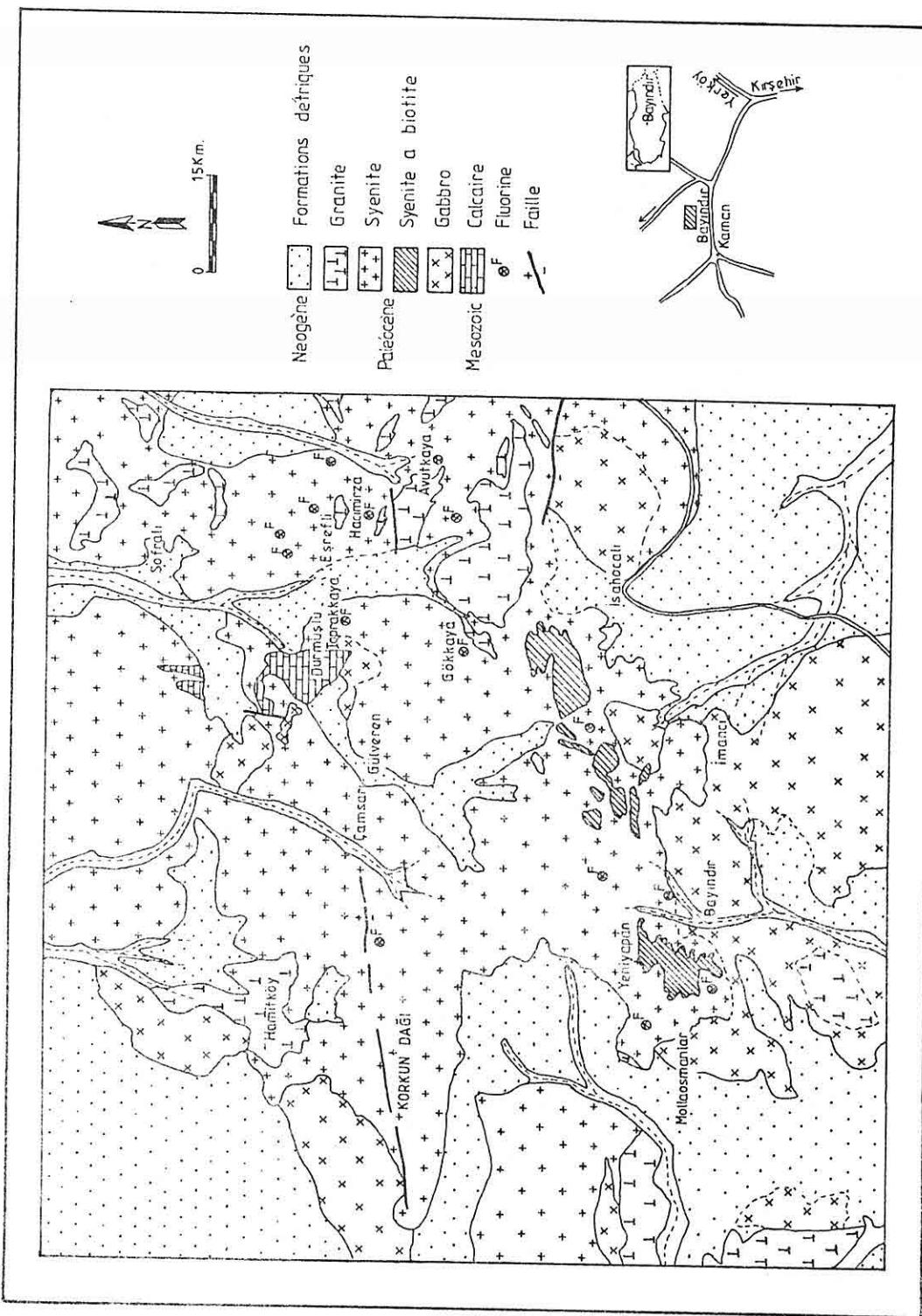


Figure 1-Carte géologique du secteur de Bayındır (KAMAN)

syénites. Ils se chargent par endroits de quartz (nordmarkite) de népheline (foyait) et de biotite. Quelques blocs de cipolins qui "flotte" sur le massif, près de Toprakkaya, montrent également un contact partiellement minéralisé en fluorine.

L'ensemble d'intrusions basiques et acides contient des veines et des dykes dont la majeure partie a une direction E-W ou voisine de celle-ci. Les directions principales des diaclases sont diagonales par rapport aux directions générales des dykes. Les filons de fluorine ont une direction de NE-SO et ils ne sont liés à aucun faciès pétrographique précis.

II - 1.2. Minéralisations Fluorées

Les gisements de fluorine de la région sont situés au NE de Kaman. Ils se trouvent en plusieurs endroits sous forme de filons encaissés toujours dans les syénites. Les critères géométriques de ces filons sont présentés dans le tableau 1. La fluorine filonienne est souvent représentée par des variétés verte, violette et blanche. Compte tenu de leur association minéralogique deux familles de filons apparaissent:

- La Fluorine à structure bréchoïde, représentée par les filons de Bayindr.
- La Fluorine rubaée; elle est plus fréquente dans les gisements d'Eşrefli.

Le remplissage assymétrique de la caisse filonienne est commune dans tous les filons. Dans les variétés bréchoïdes la fluorine englobe les fragments anguleux de quartz et de roche encaissante. Le nombre des minéraux accompagnant la fluorine est faible, à côté, on trouve souvent des agrégats constitués par du quartz cryptocristallin renfermant de la calcédoine, de l'hématite et quelques mouches de sulfures. La calcite est peu abondante et occupe les vides des rares fissures des épontes. La succession paragénétique montre que les remplissages fluorés commencent par une silicification syncinématique suivi de variétés de fluorine (Figure 2). Aucune zonalité verticale d'origine minéralogique n'apparait. La faible paragenèse de ces minéralisations, la structure zonée, cocardes et bréchoïdes, les fragments remaniés des roches englobées dans la fluorine montrent que la mise en place des filons s'est effectué en contexte de tectonique actif non loin de la surface. En outre, une partie des filons de Toprakkaya sont couverts par les couches métropolitaines de cipolins dérivant probablement des calcaires paléozoïques (4). Le contact syénite-cipolin est silicifié et présente du quartz, des grenats grossulaires et des produits ferreux. La fluorine y est peu présente, sous forme de remplissages fissuraux. Celle-ci présente des formes octaédriques tapissées sur les cristaux de calcite.

Compte tenu de la liaison de ces deux fluorines, il ressort que le socle et sa coiffure métamorphique sont épigénés par la même action fluorée. Localement on peut voir des indices de fer d'origine pyrométasomatique mais sans relations visibles avec les filons.

L'ensemble du district du Kaman dessine donc une minéralisation fluorée sans zonalité. Sa formation a eu lieu probablement non loin de l'apex syénitique.

II - 1.3. Age et condition de formations des filons de fluorine

Les critères géométriques permettent de situer l'âge du inférieur de la minéralisation

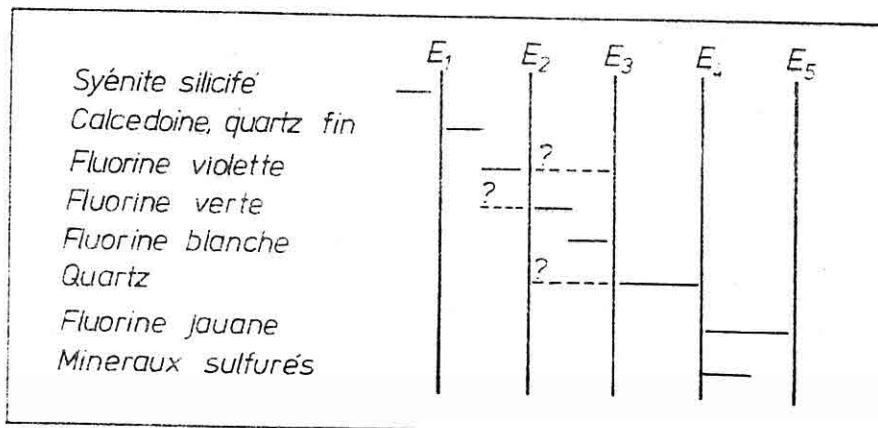
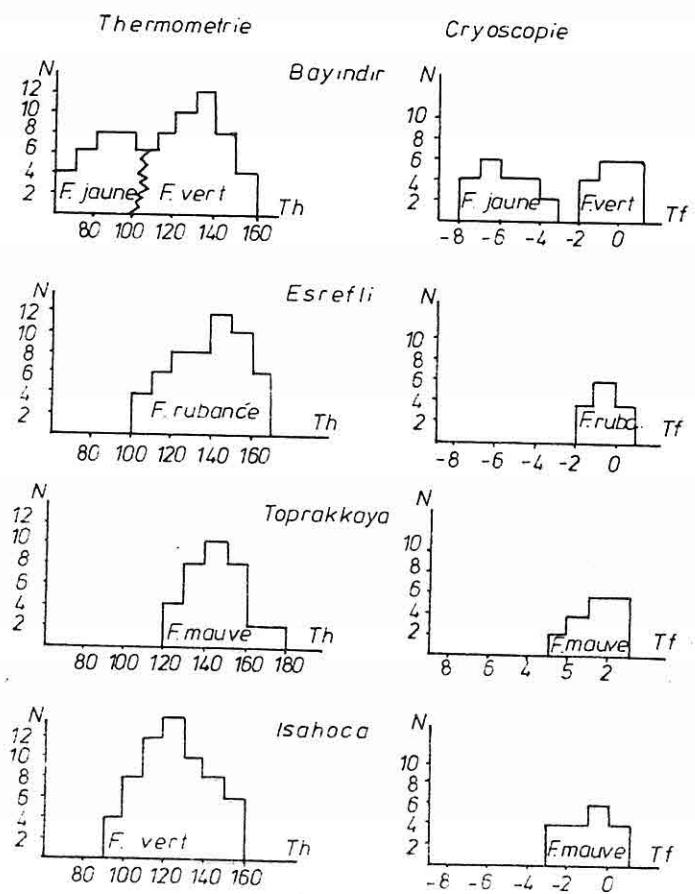


Figure 2- La paragenèse et les données d'inclusion fluides des filons de KAMAN

fluorés au Paleocène Supérieur C'est l'âge du syénite qu'elles recoupent. La grande partie des directions des structures minéralisées sont regroupées au NE-SW. Les directions ne montrent aucune trace dans les formations sub-horizontales néogènes continentales. Donc cela suggère Prexistence d'une période entre la fin du Paléocène et le Néogène pour la mise en place des filons de Kaman. La reconstitution des conditions de formations de formation est abordée par l'étude des inclusions fluides primaires riche en inclusions biphasées (Liquide+gas). Les températures d'homogénéisation des fluorines sont estimées à partir d'une centaine de mesures. Compte-tenu de la proximité de la surface aucune correction relative de température n'est appliquée. Les valeurs d'homogénéisation montrent des variations d'un filon à l'autre (figure 2). A l'échelle d'un même filon la décroissance thermique peut être remarquable (F.Jaune). La salinité est de l'ordre de % 0-1 (équivalent de poids en NaCl) tant pour la fluorine rubanée que pour les autres variétés. La fluorine jaune de Bayindir contient peu d'inclusions primaires. Celle-ci montre par ailleurs une augmentation notable de la salinité(6).

Les filons du district de Kaman se trouvent dans des fractures appartenant à un même ensemble tectonique et présentent de grandes analogies du point de vue de leur minéralisation. La source du fluor est probablement liée aux intrusions de roches alcalines car dans celles-ci les cristaux de fluorine sont fréquemment présents.

II - 2. Le District d'Akçakent

Les indices de fluorine de la région sont connus depuis 1936 mais la première exploitation n'a commencé qu'en 1963 à Değirmensırtı. Akçakent constitue le district de fluorine le plus important d'Anatolie Centrale. Il est situé à l'ouest du massif de Çiçekdağı et n'a fait aucun objet de reconnaissance minière jusqu'à présent.

II - 2.1. Cadre Géologique

La région est située dans la partie occidentale du massif de Çiçekdağı. Le massif est composé principalement par des formations volcano-sédimentaires du Crétacé Supérieur et des intrusions plutoniques. Les roches plutoniques sont des grabbros et des syénites (figure 3). Le massif est entouré par des formations Tertiaires. Le début de la mise en place de roches intrusives est rapporté à la phase Laramien (7). Les contacts des différentes familles de roches ne sont pas toujours nets, dûs aux interprétations alors que les intrusions alcalines prennent les plus basiques en enclaves. Les syénites présentent des faciès variables. On observe des roches à tendances pegmatitiques et des roches à grain fin avec tous les faciès intermédiaires. Pourtant deux faciès principaux se distinguent: syénites alcalins à grain moyen et syénites porphyroides. Les roches volcaniques ne se manifestent que sous forme de dykes métriques. Le principal accident du district est la faille de Yoncalıöz. Elle est jalonnée par des zones mylonitiques partiellement minéralisées. Les filons et les dykes volcaniques ont sensiblement la même direction.

Les syénites renferment des gîtes filoniers de fluorine.

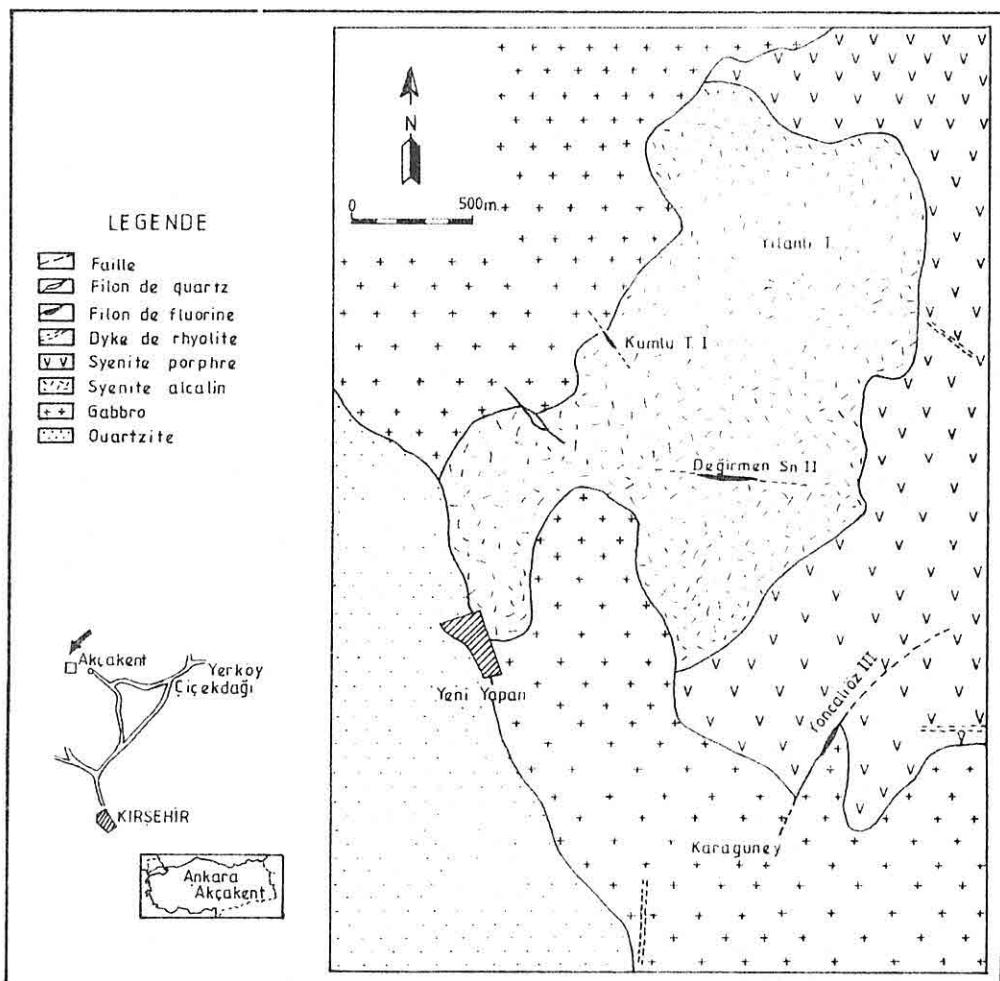


Figure 3- Carte géologique du secteur d'Akçakent

II - 2.2. Minéralisations Fluorés

Les gisements de fluorine d'Akçakent sont encaissés en trois filons tous en exploitation. Les critères géométriques de Kumlutepe(I), Degirmensırtı(II) et Yoncalioz (III) sont présentés sur la (Figure 3). La fluorine est bien minéralisée dans les deux filons, I et II. La paragenèse comprend la fluorine verte et violette et un peu de barytine, dans un gangue quartzeuse. Le filon III est allongé dans une zone mylonitique minéralisée près du contact gabbros-syenite porphyre, suivant les zones fortement silicifiées.

Compte tenu de leur contenu, deux groupes de fluorine se distinguent:

- La fluorine verte et violette massive à structure "rubanée" ou "en cocarde"

accompagnée de quartz. Les derniers stades de la minéralisation sont marqué par la barytine, la fluorine jaune et la calcite que l'on retrouve dans les filons I et II.

- La fluorine blanche ou mielleux brechique avec du quartz calcédonieux gris et des minéraux sulfurés sans barytine et sans calcite.

La mise en place des filons s'est effectuée en plusieurs phases séparées par des rejeux tectoniques (Figure 4). La première phase minéralisante correspond au dépôt de fluorine rubanée verte et violette. Les arguments manquent pour rapprocher la fluorine mielleuse du filon III et la contenu principale des filons I et II, toutefois la présence des sulfures et la caractère tardive de fluorine mielleux laisse à supposer l'existence de synchronisme avec les phases tardives des filons I et II.

L'ensemble des filons de fluorine d'Akçakent présente donc des caractères qui les différencie sensiblement du district de Kaman. Si ces filons ont une histoire similaire, ce qui est vraisemblablement le cas, les événements successifs qui ont contribué à leur genèse ne s'y sont pas forcément manifesté avec la même intensité.

II - 2.3. Age et condition de formations des filons de fluorine

Les gisements d'Akçakent présentent un remplissage filonien typique dans une roche encaissante de nature unique. Leur origine épigénétique est incontestable. Les systèmes de fracturation permettent de situer les filons dans un faîneau de fractures regroupées NW-SE qui sont également celles des filons du quartz et des dykes volcaniques. Il est certain qu'une période plus ou moins longue s'est écoulée entre la formation des fractures et leur remplissage. On retrouve donc dans ce district une activité fluorée débutant au Paléocène Supérieur .

Les données thermo-optique d'inclusions fluides primaires des filons indiquent que les caractères physico-chimiques des fluides sont restés sensiblement constants lors de l'évolution des filons (figure 4). Peu d'informations permettent d'estimer la profondeur de leur formation. compte tenu de l'existence de la barytine, la calcite et des formations infrafilonniennes d'origine superficielle, les filons se sont probablement formés près de la surface. Les valeurs moyennes des températures d'homogénéisation (Th) sont sensiblement différentes d'un filon à l'autre, alors qu'on peut voir la décroissance de Th au sein du même filon. Au point de vue cryoscopique la fluorine verte et violette contient des fluides très dilués (2 % en équivalent pondéral NaCl). Seule la fluorine jaune montre une salinité plus élevée (6 % en équivalent NaCl). Par contre, la salinité des solutions piégées du filon III est plus élevée (6-7 % en équivalent NaCl)(8).

Les filons de fluorine d'Akçakent appartiennent à un même ensemble tectonique et présentent de grandes analogies minérales entre eux. Les phénomènes locaux peuvent expliquer une certaine divergence entre tel ou tel filon lors de leurs évolution.

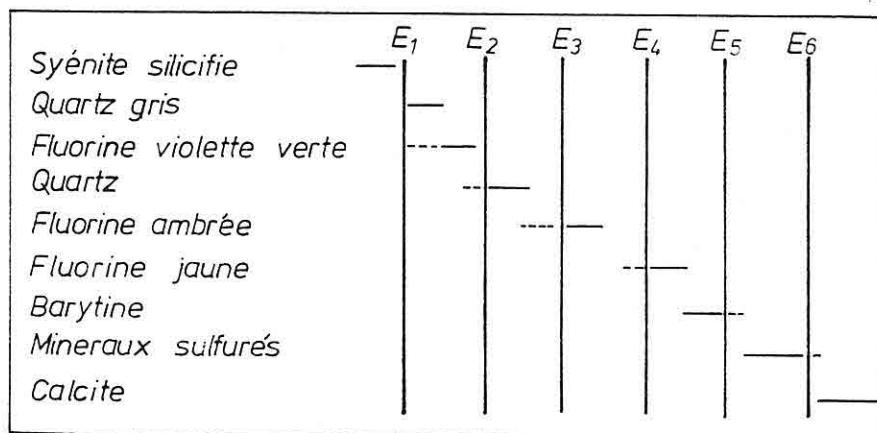
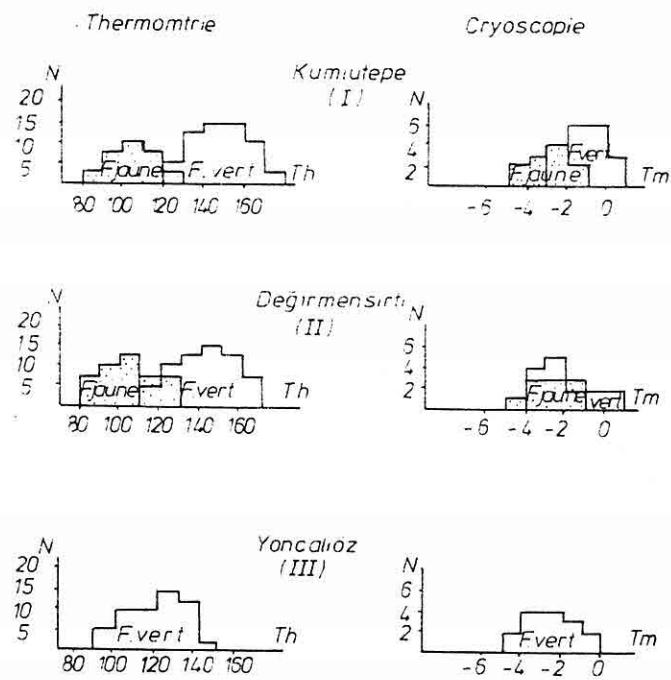


Figure 4- La paragenèse et les données d'inclusion fluides des filons d'Akçakent

III - LES OCCURENCES DE LA COUVERTURE

Les terrains Tertiaires reposent sur le socle métamorphique et volcano-sédimentaire d'Anatolie centrale. Les dépôts Eocène puis Miocène remplissent les bassins marins peu profond ou lacustres autour des massifs cristallins déjà modelés par la phase Laramienne.

Dans les formations sédimentaires de la marge méridionale du massif de Çiçekdağı un gisement de fluorine se localise près de Pöhrenk. Ce sont des formations carbonatées épigénisées en fluorine et rapportées au Eocène (5).

III - 1. Cadre Géologique

Les formations sédimentaires de base de la région de Pöhrenk sont d'âge Eocène Moyen composées d'une assise marneuse couronnée par des calcaires argileux et des grès marneux (figure 5). Les dépôts rougeâtres du Pliocène en position subhorizontale couvrent en discordance ceux de l'Eocène.

La formation de base est constituée par des marnes verdâtres (100 m) avec des intercalations métriques des niveaux calcaireux, riches en Nummulites et Lamallibranches (Figure 6). La sédimentation se poursuit par la formation des calcaires récifaux toujours riches en Nummulites et coraux. Ils couvrent les formations base avec une couche d'un épaisseur de 200 m. environs légèrement inclinée vers le sud. Au dessus des calcaires et avant les conglomérats de base du Pliocène une épaisse série (1000 m) composée de couches de grès, marne calcaires argileux et de gypses est présente dans les niveaux supérieur de l'Eocène Supérieur et du Miocène.

Les formations du Pliocène commencent par un conglomérat de base suivi par des grès, argilles et calcaires (100 m) lacustres. Les caractères continentaux sont marqués par les fossiles vertébrés. L'évolution des bassins se termine par des couches métriques alluviales ou travertins, sans aucun apport marin, du Quaternaire.

Deux sources thermales se trouvent au NE de Pöhrenk. Elles sont placées le long de fractures jalonnées par des zones rougeâtres silicifiées. Ayant un débit de 29 L/S , les eaux ont température de 65° à 70° C et sont riches en chlore à caractère carbonaté.

III - 2. Minéralisations Fluorées

Les gisements de fluorine de Pöhrenk sont en cours d'exploitation et constituent la seuleminéralisation fluorée dans un tel contexte La minéralisation est située dans les couches marneuses de l'Eocène à la base des calcaires récifaux (figure 6). Deux localités principales sont connues: Inlikütük et Yırankaya, toutes les deux se trouvent près d'accidents verticaux qui affectent les roches encaissantes. On y observe les niveaux marneux silicifiés et minéralisés. La minéralisation près du passage marne-calcaire est plus poussée. Les calcaires sont partiellement karstifiés et remplis par des marnes silicifiées. La fluorine y est ambrée, mielleuse et souvent bien cristallisée en cubes.

Les zones minéralisées dans les couches calcaires contiennent des carapaces siliceuses alors que ses parties pures en CaCO₃ sont épigénisées en fluorine comme celles des coquilles de lamellibranches. D'une façon générale, la minéralisation est pratiquement

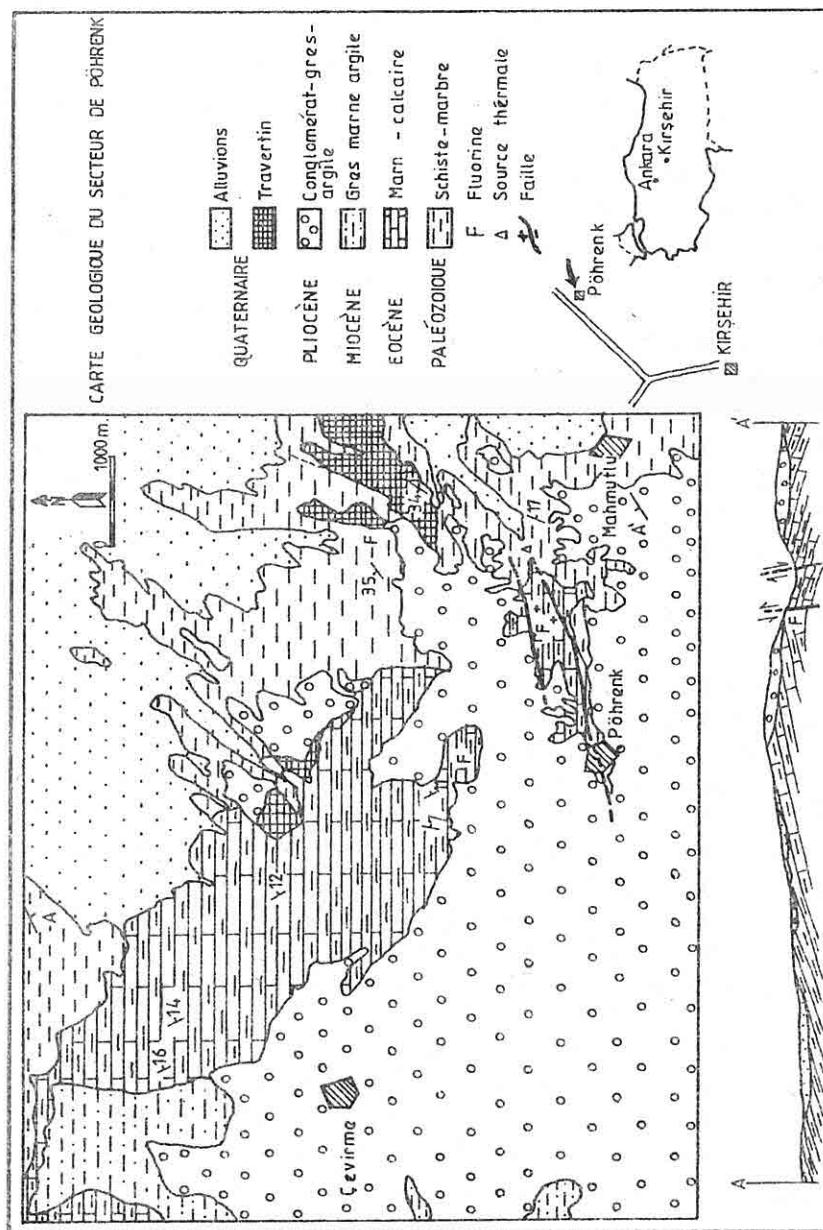


Figure 5-Carte géologique de la région de Pöhrenk

toujours en liaison avec une silicification importante.

La paragenèse montre la succession suivante: Quartz cryptocristallin, fluorine, peu de barytine et de galène en mouches. La calcite est présente à toutes les étapes successives. La

fluorine se présente sous forme de masses à gros cristaux ou plus souvent en éléments disloqués d'une brèche à ciment fin fluo-argileux. Associées aux minéralisations, les carapaces ont un aspect rubanée, résultant de phénomènes de remplacement de l'encaissant carbonaté par de la silice et de la fluorine.

La minéralisation s'achève par des formations de brèches mal consolidés dûs aux remaniements post minéraux (Figure 7).

Le gisement de fluorine de Pöhrenk apparaît donc comme le résultat d'une concentration épigénétique s'exerçant sur un matériel sédimentaire.

III - 3. Age et Condition de Formation de la Fluorine

La structure minéralisée des gîtes de Pöhrenk s'étend environs sur 2 km. C'est une bande qui correspond aux axes d'accident N-NE marqué par des zones silicifiées. Les accidents verticaux affectent toutes les séries d'Eocène sans atteindre aux couches du Pliocène. On peut donc penser que les accidents responsables des zones siliceuses ont débuté dès la fin de l'Eocène probablement au Miocène. Aucune donnée ne permet de préciser le niveau exact de la mise en place de l'amas fluoré au cours du Miocène. Il existe pourtant quelques petits points de informations d'origine volcanique (tufs) permettant de conclure à l'existence d'une liaison spatiale de la région de Pöhrenk avec le volcanisme d'Anatolie central qui a débuté au Miocene Supérieur.

Les conditions de formation de dépôt de la fluorine sont reconstituées par l'étude des inclusions fluides (Figure 7). Les températures d'homogénéisation (Th) mesurées sur les inclusions primaires montrent une valeur maximum de 120 à 130°C. La salinité est de l'ordre de 20 % eq NaCl sans cristal d'halite en minéraux fils. L'existence d'inclusions solides telle que le quartz et la calcite confirme la quasi-présence de ces minéraux dans la succession paragénétique.

A l'échelle régionale, ces résultats présentent des températures plus basses et la salinité plus élevée que celles des filons du socle. Toutefois les relations entre ce type de minéralisation et le magmatisme syénitique tardi-Paléocène sont invisibles. Cependant, les données d'inclusions fluides nous amène à conclure à une genèse de type hydrothermal. Les seuls témoins d'une activité thermique de la région sont les sources thermales situées à proximité des accidents N-NE.

Le district de Pöhrenk présente un faisceau de caractères qui diffère nettement des autres districts fluorés du socle. Par sa structure minéralisée et par ses conditions de formation, Pöhrenk ressemble beaucoup aux gisements de fluorine sédimentaire de l'Europe hercynienne et en particulier, ceux du NO du Massif Central Français.

2. CONCLUSIONS

L'étude des principaux districts à fluorine d'Anatolie Centrale permet de distinguer deux types de minéralisations.

a) Les filons de socle représentés par les districts de Kaman et d'Akçakent. Ils sont liés à des fractures dues aux phases tectoniques qu'on peut rapporter au Paléocène Supérieur.

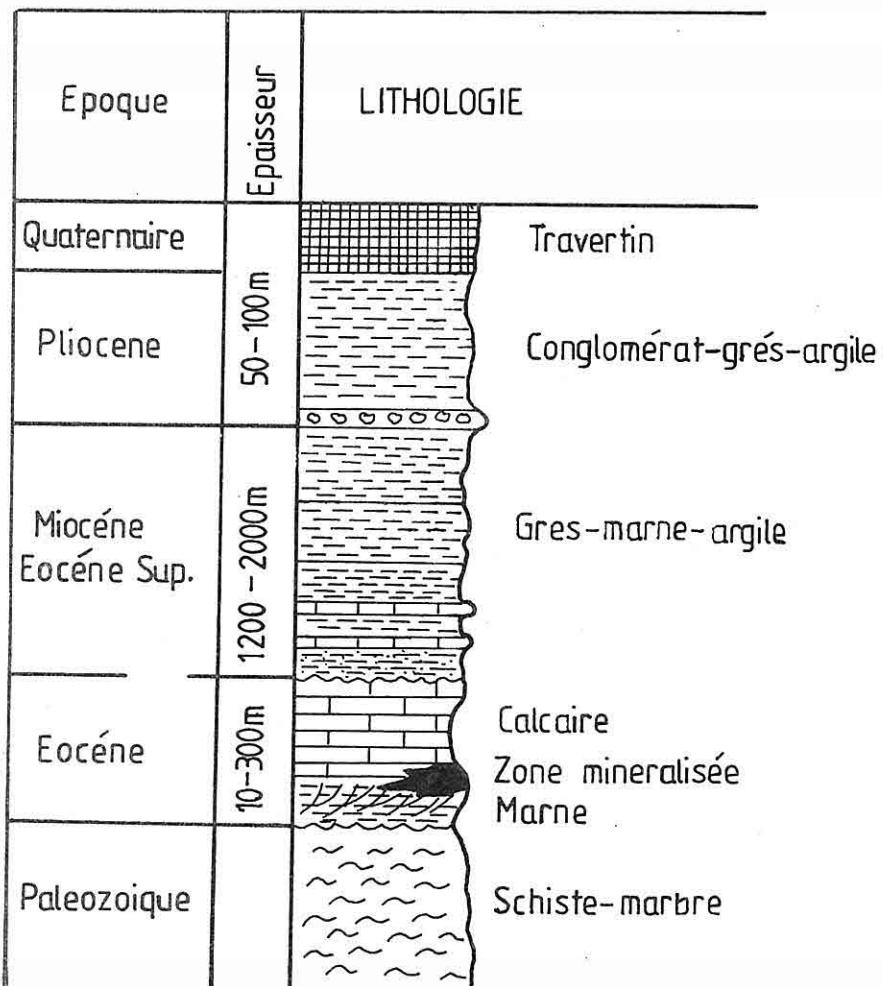


Figure 6- La place des mineralisations fluorées dans le coupe vertical du secteur de Pöhrenk

La nature des roches encaissantes est identique dans les deux secteurs. Les syénites semblent jouer un rôle de "source" pour la formation des minéralisations. La mise en place des filons se fait en plusieurs phases séparées par des rejeux tectoniques. La première phase est le dépôt de fluorine verte et violette suivi par un cortège de minéraux terminaux de barytine fluorine jaune et calcite. Les histogrammes de température d'homogénéisation montrent que celle-ci décroît d'une façon significative vers les phases terminales. La salinité est faible pour les fluorine verte et violette, par contre elle est élevée pour la fluorine jaune.

Les filons du socle, par leur condition de dépôt et par leurs associations minéralogiques ressemblent beaucoup aux filons de fluorine de l'Europe hercynienne surtout à ceux du NW du Massif Central (9). Les évènements successifs qui ont contribué et des

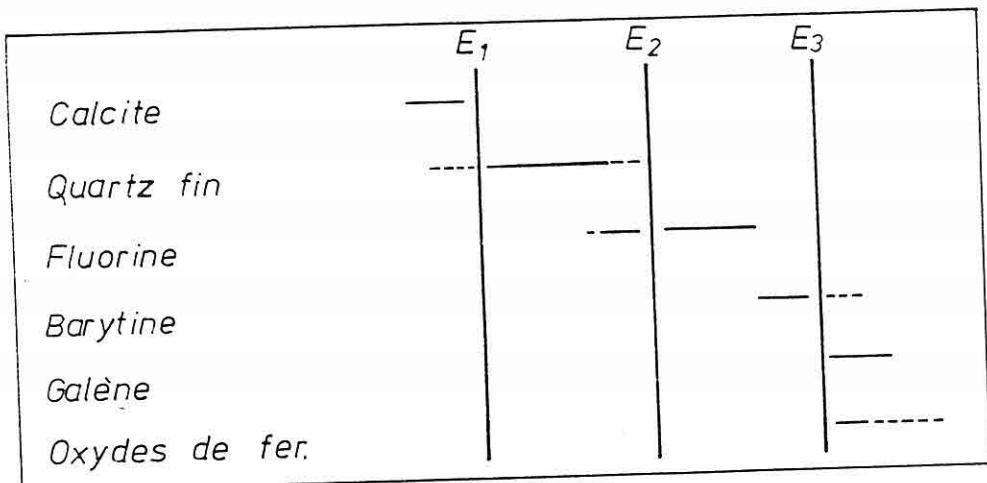
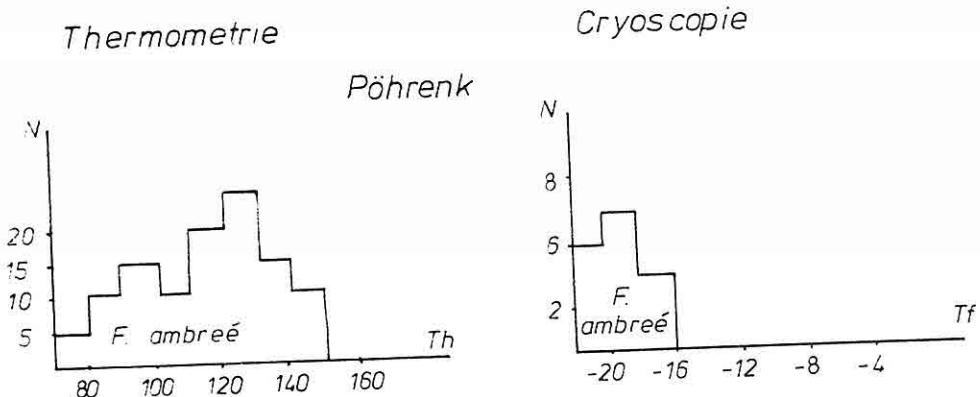


Figure 7- La paragenèse et les données d'inclusion fluides des minéralisations de Pöhrenk

phénomènes locaux peuvent exiquer une certaine ressemblance ou divergence entre tel ou tel filon.

b) Le district de Pöhrenk, dont la minéralisation serait mise en place plus tardivement (Miocène) se rapproche également des gisements de couverture triasico-liasique du NW du Massif Central français. Compte tenu de leurs liaisons à un processus de silicification et leur caractère égigénétique la minéralisation pourrait être en relation avec des circulations d'eaux thermales connées ou météoriques.

On peut donc établir une corrélation entre les conditions de mise en place des filons de socle et les amas sédimentaires minéralisés en milieu marin. A cet égard, un métallotecte essentiel apparaît à l'intersection des paléosurfaces paleogènes et des fractures vivantes, faits qui rappellent d'une part "le processus de régénération des socles par saccades" (10) d'autre part "les aires géothermiques continentales" (11).

3. REMERCIEMENT

Les études d'inclusions fluides de ce travail ont été réalisée dans les laboratoires de l'Université d'Orléans grâce à une bourse d'étude de l'Ambassade de France. L'Auteur exprime ses sentiments de gratitude aux responsables du Service Culturel et au Prof.Dr. J.C TOURAY de l'Université d'Orléans (France).

4. REFERENCES

1. KETİN, İ., *Géologie de la région de Yozgat et la position tectonique du Massif d'Anatolie Centrale*. Bült. de Soc. Geo. de Turquie, 6, 1-28, 1955.
2. SEYEMEN, İ., *Stratigraphie et métamorphisme du massif de Kirşehir aux environs de Kaman (Kirşehir)*. Bült. re Soc. Geol. de Turquie, 24, 7-14, 1981.
3. FLUORIT, *Publ. de la Banque de développement industriel* 4, 100 p. İstanbul, 1979.
4. AYAN, M., *Contribution à l'étude pétrographique de la région située au Nord-Est de Kaman (Thèse Univ. de Nancy)*. Publication de l'Institut d'Etudes et de Recherches Minière de Turquie No.115, 332 p. Ankara, 1963.
5. CANIK, B., *Etude Hydrogéologique des sources thermales de Mahmutlu-Çiçekdağı*. Publ. de Géologues de Génie 13, 57-68, 1982.
6. YAMAN, S., *Analyse Thermo-optique des Filons de fluorine de Bayındır (Kaman)*. Science de la Terre 11, 23-30, Ankara, 1984.
7. KETİN, İ., *Über Alter Und Art der Kritallinen Gesteine und Erzlagerstaetten in Zentral-Anatolien*; Berg. und Hüttenm. Monatsh., 104, 8, 1959.
8. YAMAN, S., *Akçakent (Çiçekdağı, Kirşehir) yöresi fluorit yataklarının jeolojisi ve sıvı kapanım çalışmaları*. Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 28, 73-78, 1985.
9. LHÉQU, J., TOURAY, J.C., *Les gisements français filoniers et stratiformes de fluorine et brytine*; Bull. Cent. Rech. Explor., Prod. Elf-Aquitaine, 3, 277-334, 1980.
10. SCHEGLOV, A.D., *Métallogénie des régions d'activation autonome*; Leningrad, Izdat, "Nedra", p. 180, Trad. Reliant, M., 1968.
11. JEBRAK, M., TOURAY, J.C., WALSH, N., *Minéralisations liées aux granitoides, hydrothermalisme continental; Principaux résultats scientifiques et techniques du B.R.G.M.*, 95, 1983.

SYSTEMATIC STUDY OF THE SOME SPECIES OF THE
NUMMULITES OF UZUNLU (BOĞAZLIYAN-YOZGAT) REGION

Niyazi AVŞAR

Çukurova University, Department of Geology, Adana / Turkiye

ABSTRACT: In this study, systematic description and stratigraphic distribution of various Nummulites species in the Eocene (Lutetian) sediments of Uzunlu (Boğazlıyan-Yozgat) area were investigated and general information was given about regional stratigraphy.

In the region, Paleozoic rock units which are composed of marble and schists made up the basis of the sequences. Mesozoic limestones are discordantly overlaid by these units. Eocene (Lutetian) sediments which contain conglomerates, intercalation of the marl and sandstone and clayey limestone at the upper part of the sequence lie discordantly over the Mesozoic limestones. *Nummulites perforatus* (Montfort), *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, *Nummulites beaumonti d'Archiac* and Haime and *Nummulites praefabianii* Varentsov and Menner are described from these clayey limestones. Finally, the Oligo-Miocene sediments are discordantly located on the Eocene (Lutetian) sequences.

UZUNLU (BOĞAZLIYAN -YOZGAT) YÖRESİNDE BULUNAN
BAZI NUMMULITES TÜRLERİNİN SİSTEMATİK
İNCELEMESİ

ÖZET: Bu çalışmada Uzunlu (Boğazlıyan-Yozgat) yöreni Eosen (Lütesiyen) çökellerinde bulunan Nummulites'lerin sistematik tanımları ve stratigrafik dağılımları incelenerek bölge stratigrafisi hakkında genel bilgi sunulmuştur.

Yörede temeli Paleozoyik yaşı mermer ve şistler oluşturur. Bu birimler üzerine uyumsuz olarak Mesozoyik yaşı kireçtaşları gelmektedir. Bu kireçtaşları üzerine yine uyumsuz olarak gelen Eosen (Lütesiyen) çökelleri tabanda koglomeralarla başlayıp yukarı doğru kumtaşı marn ardalanması ve üstte ise killi, kumlu ve yer yer ayrılmış kireçtaşları içermektedir. Bu killi kireçtaşlarında *Nummulites perforatus* (Montfort), *Nummulites aturicus* Joly ve Leymerie, *Nummulites beaumonti d'Archiac* ve Haime ve *Nummulites praefabianii* Varentsov ve Menner gibi Nummulites türleri saptanmıştır. Üstte ise, Oligo-Miyosen çökelleri Eosen (Lütesiyen) katmanlarını uyumsuz olarak örter.

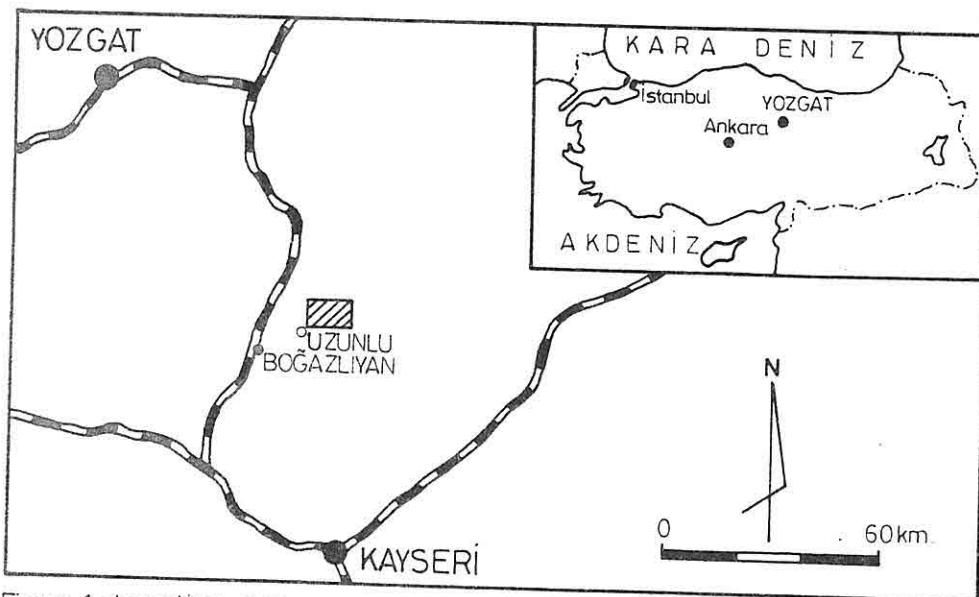


Figure 1: Location map

1. INTRODUCTION

The studied area is located around the Uzunlu region in the northeast of the Boğazlıyan (Yozgat) district (Fig. 1).

The geology of the region was studied by ALTINTAŞ, (1); GÖĞER, (2); KAPLAN, (3); KETİN, (4); KÖKÜÖZ, (5); MÜFTAHİ, (6); OTKUN, (7); ÖNDER, (8); ÜNAY, (9); and ÇELENK, (10). Up today, the detailed investigation about the Eocene (Lutetian) *Nummulites* found around the Boğazlıyan (Yozgat) area was not encountered. In this study, the first detailed micropaleontologic investigation of the Eocene (Lutetian) *Nummulites* found region was carried out and their systematic descriptions were given.

The purpose of the study is to present systematic descriptions and stratigraphic distribution of various *Nummulites* of Uzunlu (Boğazlıyan-Yozgat) region.

2. STRATIGRAPHY

2.1 Paleozoic

In the region, Paleozoic rock units which are composed of marbles and schists are the basis of the sequences. Schists generally consist of muscovite, chloride, quartz and micaschist. In addition, marbles are middle-thick bedded, white colored, crystallized, and cracked. Although marbles are found on the schists, they are sometimes observed between the schists.

2.2 Mesozoic

Mesozoic rock units are composed of limestones which are bluish, light grey, soiled white, cryptocrystalline, silica pebbles and silica bands reached a few centimeter thickness, and lie discordantly over the Paleozoic rock units.

PALEOZOIC	MESOZOIC	C E N O Z O I C	T E R T I A R Y	E O C E N E	OLIGO - MIOCENE	STAGE	EXPLANATION	
							LITHOLOGY	PALEONTOLOGY
							Fine grained, bedded sandstone	
							Soiled yellow, reddish well-bedded, fossiliferous, clayey limestones	<i>N. perforatus</i> <i>N. aturicus</i> <i>N. praefabianii</i> <i>N. beaumonti</i> <i>Sphaerogypsina</i> sp. <i>Discocyclina</i> sp.
						Upper Lutetian	Sandstone-marl intercalation	
							Bluish, grey colored cryptocrystalline limestones	
							White colored, bedded, crystallized marble	
							Muscovite, chloride mica schist	

Figure 2. Generalized columnar section of Uzunlu region.

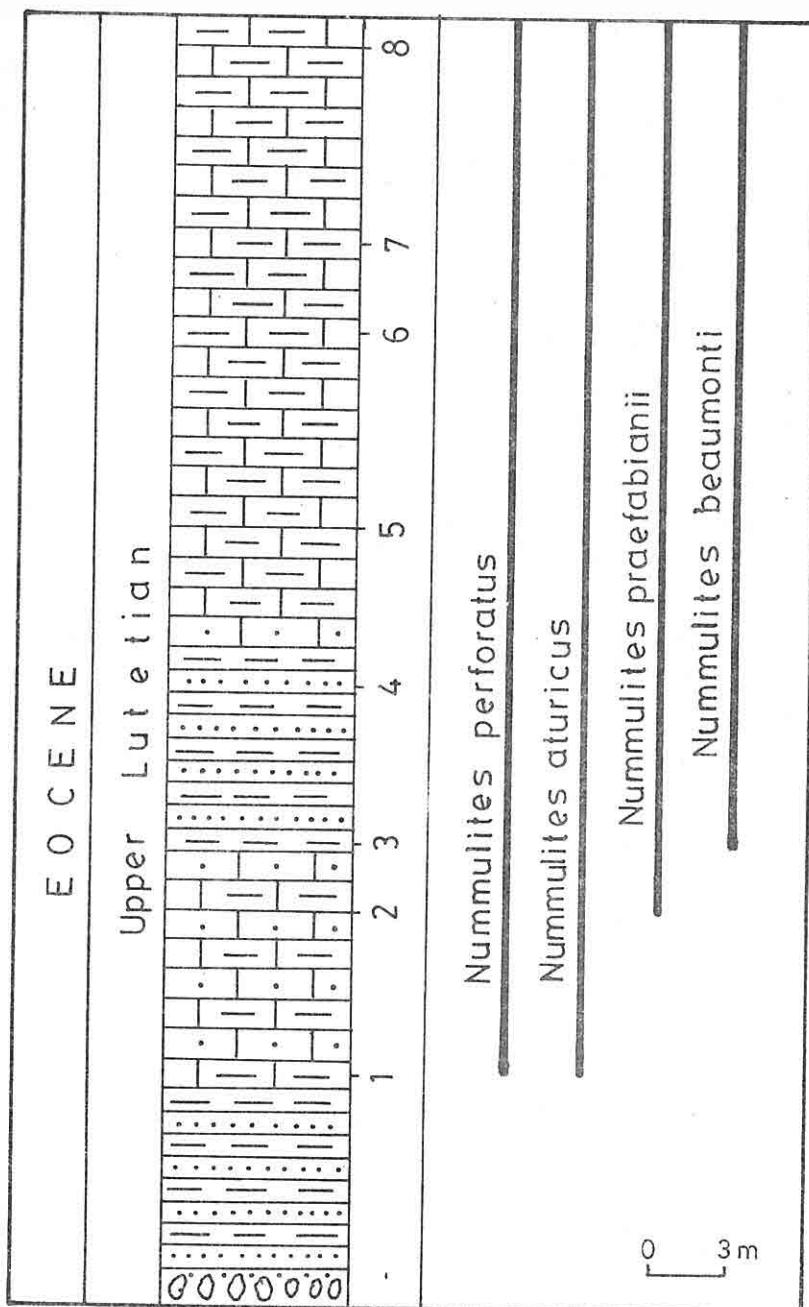


Figure :3. Kurtyücesi Tepe stratigraphic section and stratigraphic distribution of some *Nummulites* species.

2.3 Eocene

Lutetian. Lutetian sediments lie discordantly over the Mesozoic limestones. These units are composed of the basal conglomerates which are derived from older rocks at the beginning, and upward the intercalation of the marl and sandstone and clayey limestone which is soiled yellow, reddish, grey colored, fossiliferous and regular bedded. *Nummulites perforatus* (Montfort), *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, *Nummulites beaumonti* d'Archiac and Haime and *Nummulites praefabianii* Varentsov and Menner are described from this clayey limestone (Fig.3).

2.4 Oligo-Miocene

Oligo-Miocene sediments which are composed of conglomerate, fine grained and bedded sandstones are discordantly located on the Lutetian sequences (Fig.2).

3. SYSTEMATIC DESCRIPTIONS

Family : NUMMULITIDAE

Genus : NUMMULITES (=Camerina)

Nummulites perforatus (Montfort)

(Pl. I, fig. 1-11)

1911 *Nummulites perforatus* (Montfort), Boussac (11), Pl. III,

fig. 7, 13, 16.

1962 *Nummulites perforatus* (Montfort), Schaub (12), p. 327,

fig. 7.

1963 *Nummulites perforatus* (Montfort), Bieda (13), Pl. XIII,

fig. 2, 3, 5, 7, Pl. XV, fig. 8.

1967 *Nummulites perforatus* (Montfort), Nemkov (14), Pl. XXI,

fig. 6-8.

1968 *Nummulites perforatus* (Montfort), Bombita and Moisescu (15),

Pl. II, fig. 1, 13.

1972 *Nummulites perforatus* (Montfort), Blondeau (16),

Pl. XXXIV, fig. 6-11.

1976 *Nummulites perforatus* (Montfort), Rahaghi and Schaub (17),

Pl. IV, fig. 5, Pl. V, fig. 1.

1978 *Nummulites perforatus* (Montfort), Özyegin (18),

Pl. XIV, fig. 1-3.

1979 *Nummulites perforatus* (Montfort), Kenawy (19), Pl. III,

fig. 9a-b.

1981 *Nummulites perforatus* (Montfort), Schaub (20), fig. 76,

77, Pl. XVII, Pl. XVIII, Pl. XIX, fig. 1-8.

1989 *Nummulites perforatus* (Montfort), Avşar (21), Pl. I,

fig. 1-4, 8-9.

Description

Macroscopic form

External characters: Test slightly inflated and lenticular with a sharp margin. The diameter is 4.8-6 mm, and thickness is 2-2.8 mm. The surface shows indistinct, irregularly shaped, septal filaments which run from the middle part of the test to the margin. There are a large number of granules. The position of the granules in relation to the septal filaments is not constant, in some cases they are touching, in other cases the granules are situated between the septal filaments. There are 8 whorls in an equatorial section of 5.6 mm in diameter.

Internal characters : The protoconch is spherical, and its diameter is between 400-700 microns. The spire is loose-coiled in the first whorls; and close-coiled in the last whorls. The septa are regular, curved, slightly oblique, and nearly perpendicular to spiral lamina of the previous whorl. The chambers are isometric in the first whorls, then become larger than higher in the last whorls.

Microscopic form

External characters: The test is slightly inflated and lenticular with a rounded margin. The diameter is 18-23 mm, thickness is between 7.6-10.4 mm. Other characteristic features are the same as the macroscopic form. 42 whorls have been counted in 23 mm diameter.

Internal characters: In the equatorial section, its first chamber is very small. Three staged encircling is seen mature tests. Other characteristic features are the same as the macroscopic form.

Stratigraphic Level: Upper Lutetian

Locality: Kurtyücesi Tepe

Nummulites aturicus Joly and Leymerie

(Pl. II, fig. 1-5)

1848 *Nummulites aturica* n. sp., Joly and Leymerie (22),
Pl. II, fig. 9-10.

1953 *Nummulites aturica* Joly and Leymerie, Daci-Dizer (23),
Pl. VIII, fig. 9.

1962 *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, Schaub (12),
fig. 4a-b.

1963 *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, Schaub (24),
fig. 1-2.

1963 *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, Herb and Schaub (25),
fig. 11, Pl. X, fig. 2, 5, Pl. XI, fig. 4-6, Pl. VIII,
fig. 1-6.

1972 *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, Blondeau (16),
Pl. XXXIV, fig. 1-4.

1981 *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, Schaub (20),
fig. 79-80, Pl. XV, fig. 23-26, Pl. XVI, fig. 1-30.

Description

Macroscopic form:

External characters: The test is slightly inflated and lenticular with a little sharp margin. Diameter is 4.8-5.9 mm, and thickness is between 2.7-3.4 mm. The septal filaments are radiate, thin and gently curved. There are a lot of granules at the centre of the test. They are rather large at the centre, and small and irregular towards the margin. There are 7 whorls in 5.9 mm diameter.

Internal characters: The protoconch is irregular, and semi-spherical. Its diameter is between 500-750 microns. The spire is thick, irregular and close-coiled at the last whorls. The septa are thin, slightly recurved, and undulated. The height of the chambers is smaller than their width.

Stratigraphic Level: Upper Lutetian

Locality: Kurtyücesi Tepe

Nummulites praefabianii Varentsov and Menner
(Pl. II, fig. 6-14)

1933 *Nummulites praefabianii* Varentsov and Menner, Varentsov and Menner (26),
p. 104.

1953 *Nummulites praefabianii* Varentsov and Menner, Schweighauser (27),
p. 15, Pl. I.

1971 *Nummulites praefabianii* Varentsov and Menner, Ferrer (28),
Pl. II, fig. 4-5.

1973 *Nummulites fabianii praefabianii* Varentsov and Menner,
Herb and Hekel (29), p. 432, fig. 24-25.

Description

Macroscopic form

External characters: The test compressed and lenticular with a slightly sharp margin. The diameter is 2.4-3.5 mm, and its thickness is 1.2-1.6 mm. The granules found at the centre of the test are rather large, and the others are small and regularly arranged towards the margin. The filaments are reticulate, thick and seen clearly margin of the test. There are 4 whorls in 3.5 mm diameter.

Internal characters: The protoconch is spherical. Its diameter is between 450-750 microns. The spire is loose-coiled. The septa are thick, oblique, slightly recurved. The height of the chambers is smaller than their width.

Microspheric form

External characters: The diameter of test is 4.5-6.2 mm, and thickness is 1.8-2.4 mm. Other characteristic features are the same as the macrospheric form. 10 whorls were counted in 6.2 mm diameter.

Internal characters: In the equatorial section, its protoconch is very small. The spire is loose-coiled. The septa are thick, oblique and slightly recurved. The height of the chambers is smaller than their width.

Stratigraphic Level: Upper Lutetian

Locality: Kurtyücesi Tepe

Nummulites beaumonti d'Archiac and Haime
(Pl. III, fig. 1-12)

1853 *Nummulites beaumonti* n. sp., d'Archiac and Haime (30),
Pl. VIII, fig. 1a-e, 2, 3.

1926 *Nummulites beaumonti* d'Archiac and Haime, Nuttall (31),
Pl. I, fig. 4-5.

1940 *Nummulites beaumonti* d'Archiac and Haime, Davies (32),
Pl. IX, fig. 1-9.

1952 *Nummulites beaumonti* d'Archiac and Haime, Azzaroli (33),
Pl. IX, fig. 3, 6, 12, 13.

1959 *Nummulites beaumonti* d'Archiac and Haime, Nagappa (34),
Pl. VIII, fig. 15-17, Pl. IX, fig. 1-2.

1981 *Nummulites beaumonti* d'Archiac and Haime, Schaub (20),
Pl. 53, fig. 17-19, 22-25.

Description

Macrospheric form

External characters: The test is small and lenticular with a sharp margin. There are distinct polar plugs that show externally. The diameter is 3.4-5 mm, and thickness is 2.3-3 mm. The filaments are radiate and mostly gently curved. There are 7 whorls in 5 mm diameter.

Internal characters: The protoconch is spherical, and its diameter is between 150-325 microns. The spire is loose-coiled. The septa are thin, slightly oblique and rectilinear. The chambers are slightly higher than long.

Microspheric form

External characters: The diameter of the test is 5.5-8.4 mm, and thickness is 2.5-4 mm. Other characteristic features are the same as the macrospheric form.

Internal characters: In the equatorial section, the protoconch is very small. The spire has 8-12 whorls and loose-coiled. The septa are thin, slightly oblique and rectilinear. The

chambers are slightly higher than long.

Stratigraphic Level: Upper Lutetian

Locality: Kurtyücesi Tepe

4. CONCLUSIONS

At the result of this study, the systematic descriptions and stratigraphic distributions of the *Nummulites* such as *Nummulites perforatus* (Montfort), *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, *Nummulites praefabianii* Varentsov and Menner and *Nummulites beaumonti* d'Archiac and Haime found Upper Lutetian beds in the region have been outlined. In addition, the presence of fossil assemblage was pointed out in the Uzunlu (Boğazlıyan-Yozgat) region.

5. REFERENCES

1. Altıntaş, A., Yozgat - Boğazlıyan Ovası Jeofizik Etüt Raporu . DSİ. 12. Bölge, 1982
2. Göger, E., Hımmetdede Havzası Planlama Kademesi Hidrojeoloji Rap. DSİ. 12. Bölge, 1977.
3. Kaplan, A., Boğazlıyan Ovası Su Kimyası Çalışması, DSİ Jeotek. Hizmetler ve Yeraltısuları, Ankara, 1983.
4. Ketiň, İ., 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji, Kayseri paftası, MTA yayl. Ankara, 1963.
5. Köküöz, E., Yozgat - Boğazlıyan Ovası Fotojeolojik Etüt Rap. DSİ, Ankara, 1981.
6. Müftahi, Y., Yozgat-Boğazlıyan Ovası Rezerv Rap. DSİ, 12. Bölge, Kayseri, 1977.
7. Otkun, G., Boğazlıyan Ovası Hidrojeolojik Etüdü, DSİ, Ankara, 1961.
8. Önder, M., Uzunlu (Yozgat) Kasabası Sıcak su menbâma ait Etüt Rap. DSİ, 12. Bölge, 1968.
9. Ünay, T., Yozgat - Uzunlu Sıcak Su Aramaları ile ilgili Rezistivite Rap. MTA yayl. Ankara, 1970.
10. Çelenk, S., Yozgat-Boğazlıyan Havzası Hidrojeolojik Etüt Rap. DSİ Gen. Müd. Ankara, 1985.
11. Boussac, J., Etudes Paleontologique sur le Nummulitique Alpin. Mém. pour Serv. a L'expic. Carte Jeol. Detail de la France, 447 pp, 1911.
12. Schaub, H., Über einige stratigraphisch wichtige Nummuliten - Arten. Ecl. Geol. Helv., Basel, 55, 2, 529-551, 1962.

13. Bieda, F., *Larger foraminifera from the Tatra Eocene*. Prac. Inst. Geol., I. vol.37. Warzawa, 1963.
14. Nemkow, G.I., *Nummulitids of the Soviet Union and their biostratigraphic significance*. Nauka, Moskow, 16/20, 317 pp, 1967.
15. Bombita, Gh. and Moisescu, V., *Données actuelles sur le Nummulitique de Transylvanie*. Mém. Bur. Rech. geol.min. 58 (Colloq. sur l'Eocene, Paris), 693-729, 1968.
16. Blondeau, A., *Les Nummulites*, I-254, pl. I-38. Paris, 1972.
17. Rahaghi,A. and Schaub, H., *Nummulites et Assilines du NE de l'Iran*. Eclogae geol. Helv. 69, 765-782, 1976.
18. Özyegin, G., *Haymana bölgesi güneyinden derlenen Nummuiteslerin sistematiği - I*. TPAO Eğt. Yayınlari no.4, 1978.
19. Kenawy, A.I., *Early late Eocene larger foraminifera of Nile Valley*, Egypt. First Geol.Congress of the Middle East, 496-540, 1979.
20. Schaub, H., *Nummulites et Assillines de la Tethys Paléogène; Taxinomie, phyloegénese et biostratigraphie*. Schweizerische Palaontologische Abhandlungen Memoires Suisses de Paleontologie, 104, 1981.
21. Avşar, N., *Eocene benthonic foraminifera from the Elazığ region*. Geosound, no. 17, 133-159, 1989.
22. Joly, N. and Leymerie, A., *Mémoire sur les Nummulites considérées zoologiquement et géologiquement*. Mém. Acad. Sci. Toulouse (3), 4, 1-70, 1848.
23. Daci-Dizer A., *Contribution à l'étude paléontologique du Nummulitique de Kastamonu*. İ.Ü. Fen Fak., Mec. ser. B, vol. 18, no. 3-4, pp. 207-299, 1953.
24. Schaub, H., *Über einige Entwicklungsreihen von Nummulites und Assilina und ihre stratigraphische Bedeutung*. In: *Evolutionary Trends in Foraminifera*, ed. by G.H.R.von Königswald et al.-Elsevier, Amsterdam, 1963.
25. Herb, R. and Schaub, H., *Zur Nummulitenfauna des Mittel ozans von Sorde. l'Abbaye (Landes, Frankreich)*. Eclogae geol. Helv. 56, 973-999, 1963.
26. Varentsov, M.J. and Menner, V.A., *On the age of some horizons of the Paleogene of the Gorysk region of Georgia (en russe)*. Inf. sb. NGRI. Moscou, 1933.
27. Schweighauser, J., *Mikropalaontologische und stratigraphische Untersuchungen im Paleocaen und Eocaen des Vicentin (Norditalien), mit besonderer Berücksichtigung der Discocyclinen und Asterocyklinen*. Schweiz. Palaont. Abh. 70, 1-97, 1953.
28. Ferrer, J., *El Paleoceno y Eoceno del borde sur-oriental de la depresion del Ebro (Cataluna)*. Mém. suisses Paléont. 90, 1-70, 1971.
29. Herb, R. and Hekel, H., *Biostratigraphy, Variability and Facies Relations of*

some Upper Eocene Nummulites from Northern Italy. Eclogae geol.Helv. 66, 419-445, 1973.

30. Archiac, A. d'.*, Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde. Précédé d'un résumé géologique et d'une monographie des Nummulites, Paris,* 1853.

31. Nuttall, W.L.F., *The zonal distribution and description of the larger foraminifera of the Middle and Lower Kirthar series (Middle Eocene) of parts of Western India. India, Geol. Survey, Rec., Calcutta, vol. 59, pp. 115-164, 1926.*

32. Davies, L.M., *The upper Kirthar beds of northwest India Geol. Soc. London, Quart. Jour., London, vol. 95, pp. 199-230, 1940.*

33. Azzaroli, A., *I macroforaminiferi della serie del Carcar Paleontogr. Italica, Pisa,* 47, 17, 99-131, 1952.

34. Nagappa, Y., *Foraminiferal biostratigraphy of the Cretaceous-Eocene succession in the India-Pakistan- Burma region. Micropaleont. v.5, n.2, pp.145-192, 1959.*

PLATE I

Nummulites perforatus (Montfort)

- Fig. 1. Equatorial section, microspheric form (N.01), X2.5
- Fig. 2. Equatorial section, microspheric form (N.02), X2.5
- Fig. 3. Axial section, microspheric form (N.03), X2.5
- Fig. 4. Equatorial section, microspheric form (N.04), X2.5
- Fig. 5. Axial section, microspheric form (N.05), X3
- Fig. 6. Axial section, microspheric form (N.06), X2
- Fig. 7. Equatorial section, macrospheric form (N.07), X9
- Fig. 8. Equatorial section, macrospheric form (N.08), X9
- Fig. 9. Axial section, macrospheric form (N.09), X10
- Fig. 10. Surface view, macrospheric form (N.10), X10
- Fig. 11. Axial section, macrospheric form (N.11), X10

PLATE I

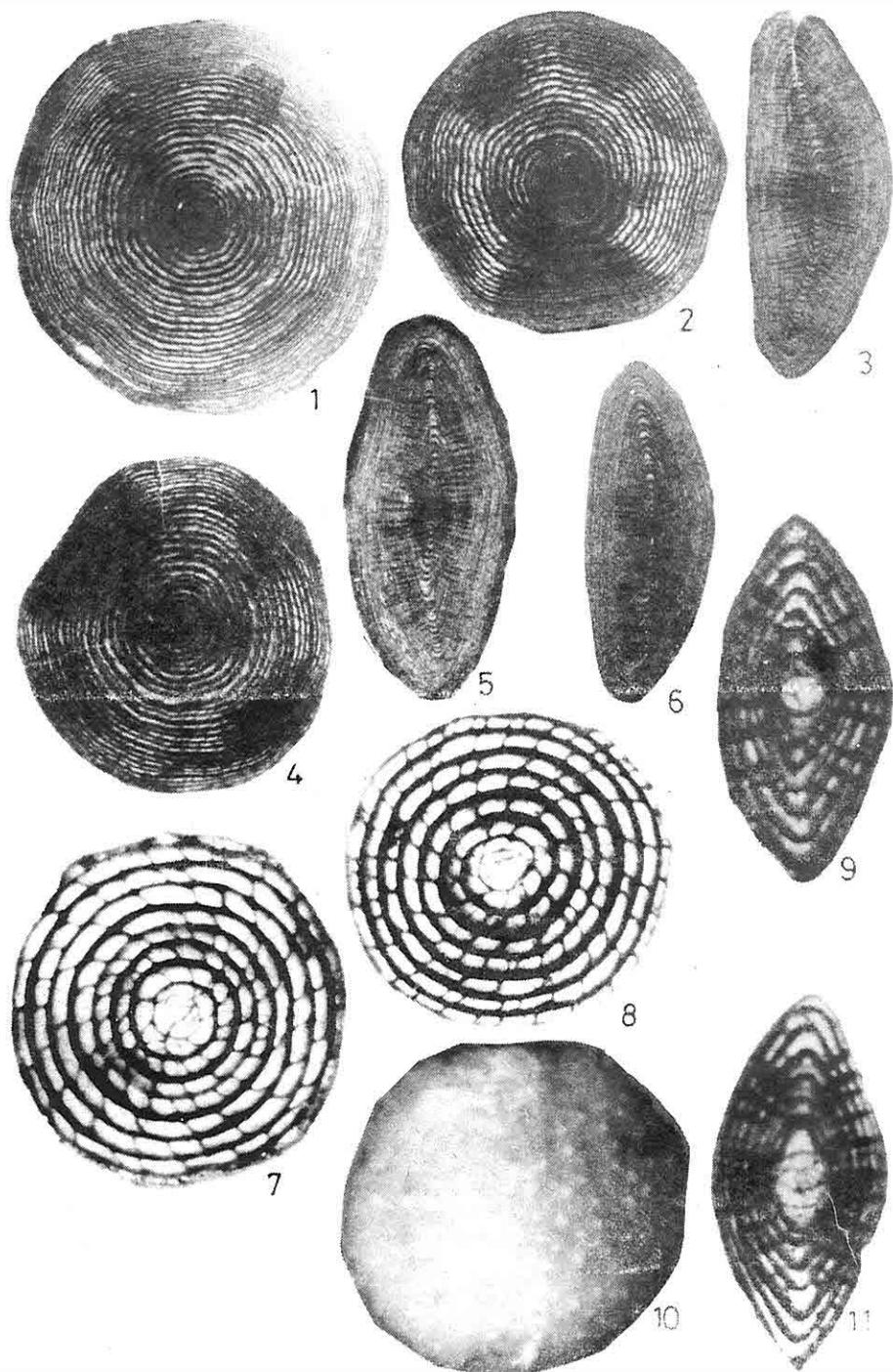


PLATE II

Nummulites aturicus Joly and Leymerie

- Fig. 1. Equatorial section, macrospheric form (N.12), X11
- Fig. 2. Equatorial section, macrospheric form (N.13), X12
- Fig. 3. Axial section, macrospheric form (N.14), X8
- Fig. 4. Surface view, macrospheric form (N.15), X11
- Fig. 5. Axial section, macrospheric form (N.16), X8

Nummulites preafabianii Varentsov and Menner

- Fig. 6. Equatorial section, microspheric form (N.17), X9
- Fig. 7. Axial section, microspheric form (N.18), X11
- Fig. 8. Axial section, microspheric form (N.19), X11
- Fig. 9. Surface view, microspheric form (N.20), X10
- Fig. 10. Equatorial section, macrospheric form (N.21), X12
- Fig. 11. Equatorial section, macrospheric form (N.22), X12
- Fig. 12. Axial section, macrospheric form (N.23), X15
- Fig. 13. Axial section, macrospheric form (N.24), X15
- Fig. 14. Surface view, macrospheric form (N.25), X12

PLATE II

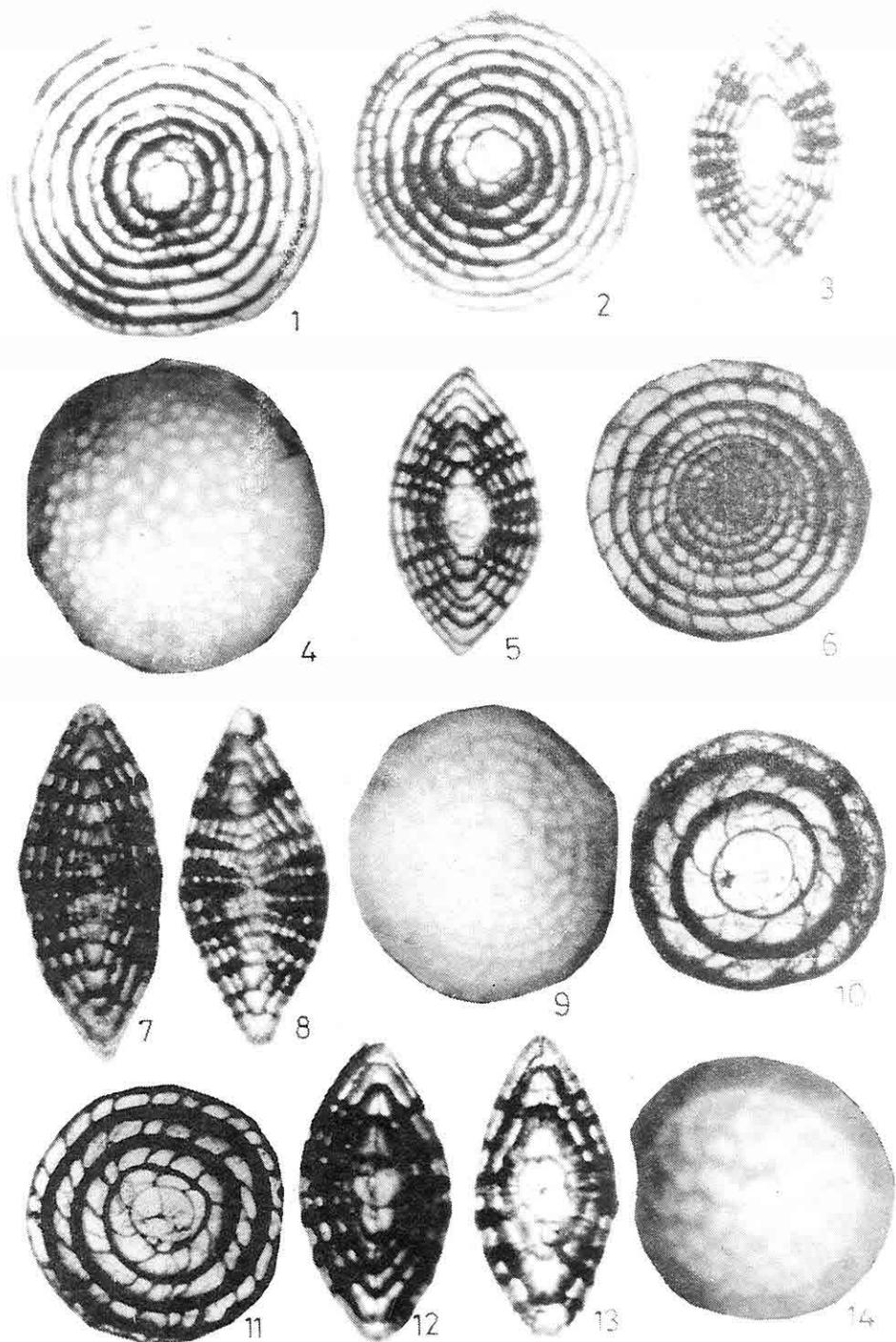
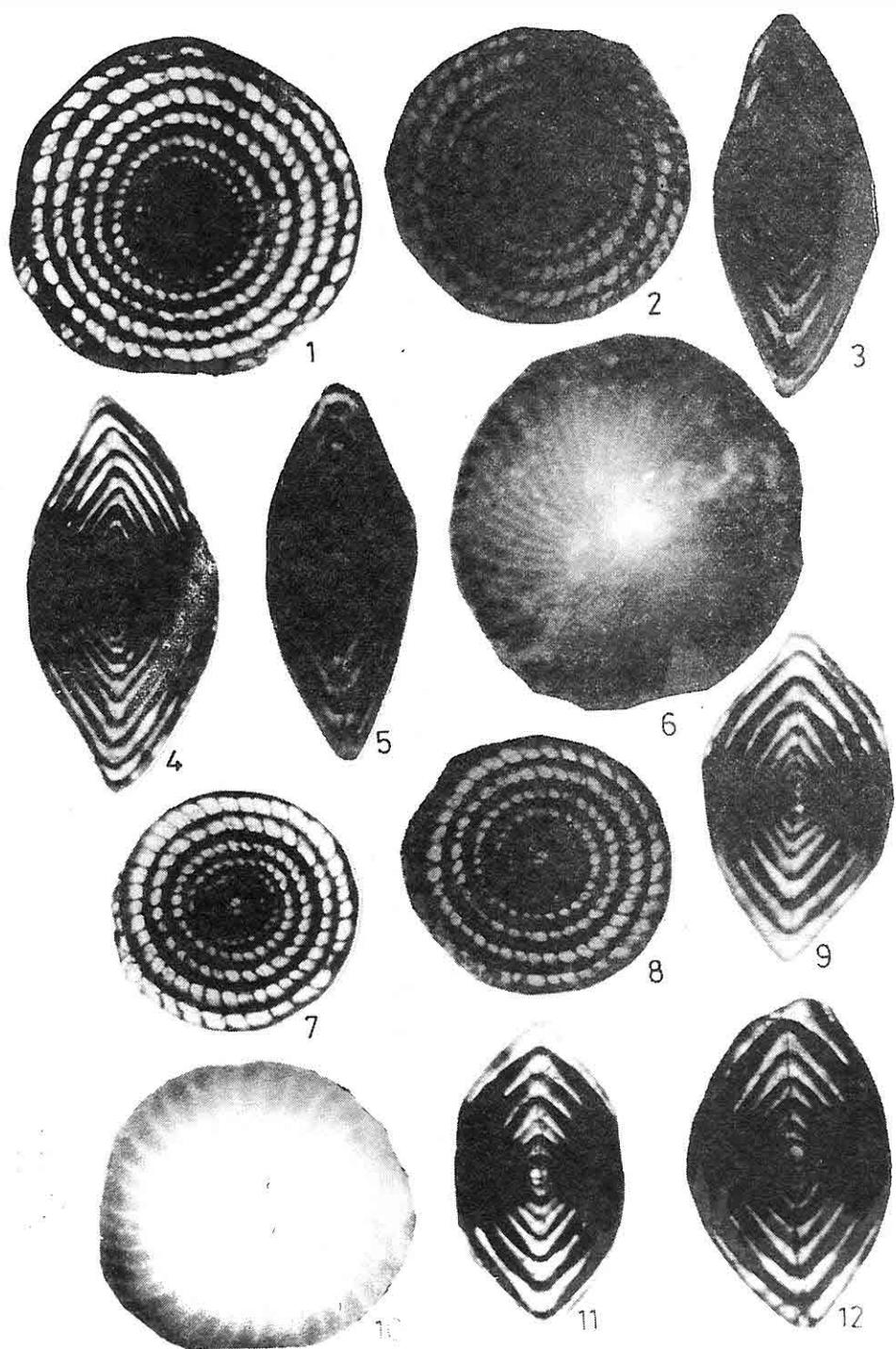


PLATE III

Nummulites beaumonti d'Archiac and Haime

- Fig. 1. Equatorial section, microspheric form (N.26), X8
- Fig. 2. Equatorial section, microspheric form (N.27), X8
- Fig. 3. Axial section, microspheric form (N.28), X9
- Fig. 4. Axial section, microspheric form (N.29), X8
- Fig. 5. Axial section, microspheric form (N.30), X9
- Fig. 6. Surface view, microspheric form (N.31), X9
- Fig. 7. Equatorial section, macrospheric form (N.32), X8
- Fig. 8. Equatorial section, macrospheric form (N.33), X9
- Fig. 9. Axial section, macrospheric form (N.34), X10
- Fig. 10. Surface view, macrospheric form (N.35), X10
- Fig. 11. Axial section, macrospheric form (N.36), X12
- Fig. 12. Axial section, macrospheric form (N.37), X13

PLATE III



**HASANÇELEBİ (HEKİMHAN-MALATYA) YÖRESİ DEMİR
YATAKLARINDAKİ SKAPOLİTLERİN MİNERALOJİSİ**

İbrahim ÇOPUROĞLU

M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara / Türkiye

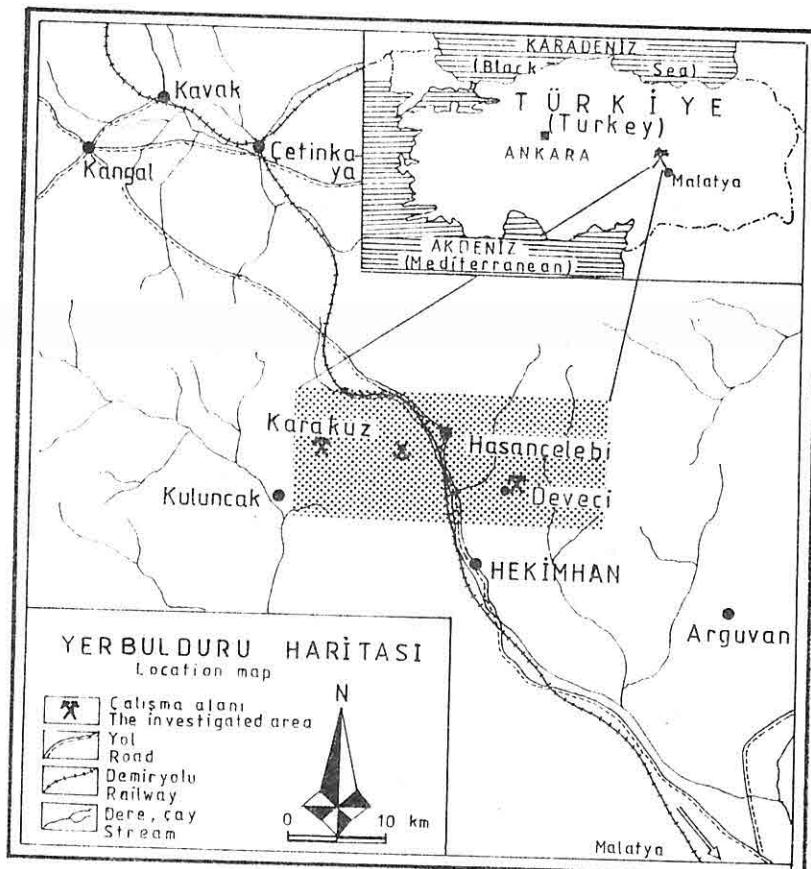
ÖZ: Hasançelebi manyetit yatağı, 20 km²'lik bir alanı kaplayan skapolitfelsler içerisinde bulunmaktadır. Yatak içerisinde iki ayrı türde skapolitin varlığı tespit edilmiştir. Bunların birincisi, bölgedeki ofiyolit karmaşığına ait gabroyik kayaçlara ait plagioklaslarının skapolitleşmesi ile oluşan, yatağın yan kayacı olan skapolitfelsler, ikincisi ise, Hasançelebi manyetit yatağının cevher mineral parajenezine ait birincil skapolitlerdir. Bu skapolitler optik, X-RAY ve kimyasal analizlerin değerlendirilmesi gibi inceleme metodları ile incelenerek, bunların dipir olduğu tesbit edilmiştir.

**MİNERALOGY OF SKAPOLITES FROM HASANÇELEBİ
(HEKİMHAN-MALATYA) IRON DEPOSITS**

ABSTRACT: The Hasançelebi magnetite deposit is within skapolitfells covering an area of 20 km². Two types of skapolitfells have been determined in the deposit area. The first type which is the host rock for the deposit formed through skapolitization of plagioclase minerals of the gabbroic rocks in the ophiolite melange. The second is the primary skapolites belonging to the ore mineral paragenesis of the Hasançelebi magnetite deposit. Through optical, X-RAY and chemical analyses of the skapolites it is concluded that these skapolites are of dipir type.

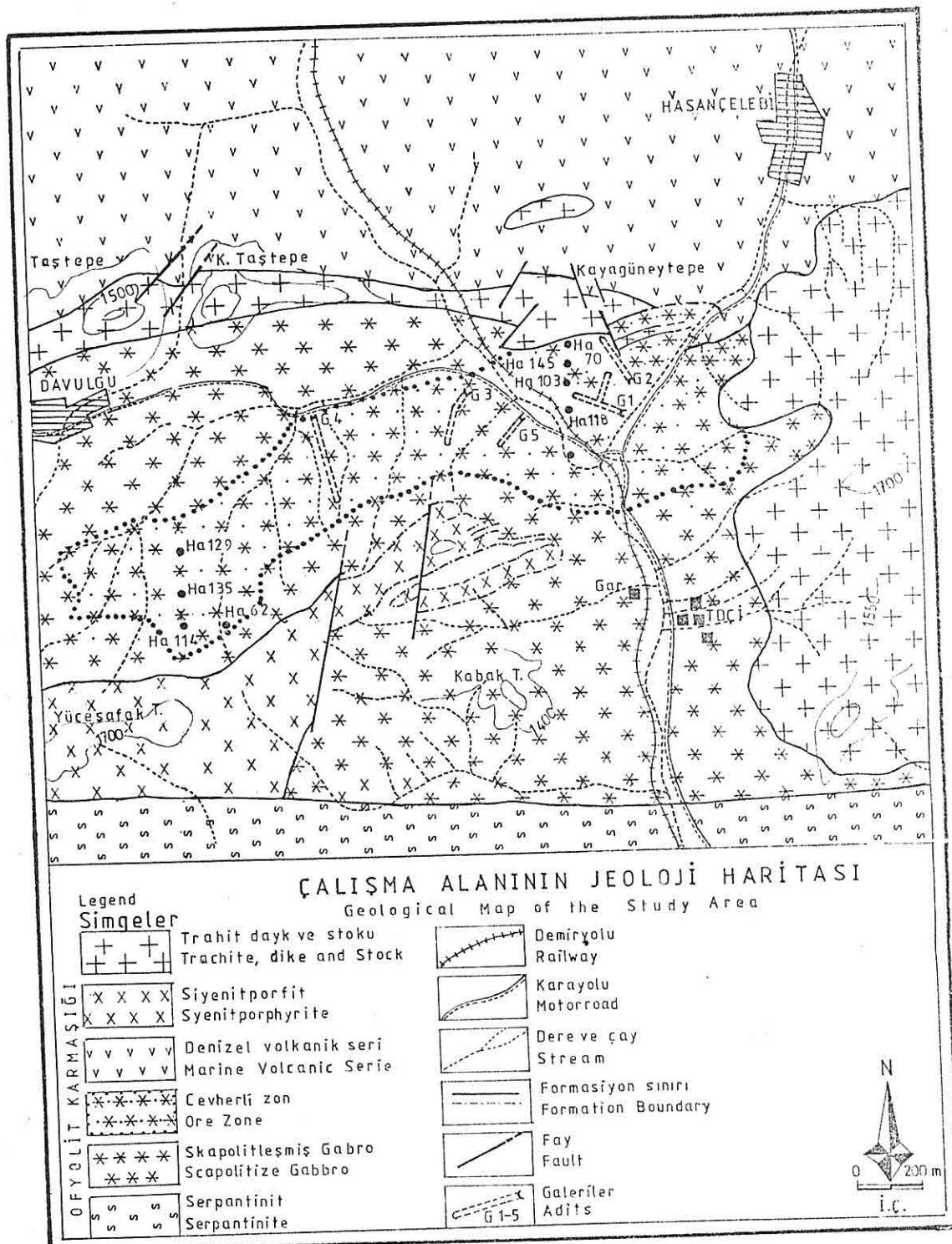
1. GİRİŞ

İnceleme alanı Malatya İli, Hekimhan İlçesi kuzeyinde, D-B yönünde uzanan ve yaklaşık 40 km'lik bir cevherleşme zonunda bulunmaktadır. Bu zonun doğusunda Deveci siderit, orta kesimlerde Hasancelеби manyetit ve batısında ise Karakuz hematit yatakları yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil.1: Yerbulduru Haritası

Bölgdedeki kayaçlar, Üst Kretase'den başlıyarak Pliyosen'e kadar devam eden magmatizmanın ürünleri olup, bunlar ofiyolit karmaşığı (ultrabazikler, gabroyik



Şekil.2: Çalışma Alanının Jeoloji Haritası

kayaçlar, bazik volkanik seride ait yastık lavlar, spilit, tuf, tüfit ve aglomeralar; radyolarit-çört serisi ile siyenitporfirit, diyabaz, lamprofir; trakit, trakitandezit, andezit ve olivinli bazaltlardan oluşan yüzey kayaçlarıdır (Şekil 2).

Hasançelebi manyetit yatağı, 20 km²'lik bir alanı kaplayan skapolitfelsler içerisinde saçılımlı, masif, damar ve cep dolgusu şeklinde oluşmuştur. Yatağın ekonomik cevhehr mineralleri 250 mil.ton rezervli ve %52 Fe içeriği manyetit ve hematittir. Yatak mineral parajenezini oluşturan mineraller ise; skapolit (dipir), biyotit, diyopsit, sfen, kalsit, epidot, aktinolit ve kuvars ile pirit, kalkopirit, markazit, bravoit, pirotin, pentlandit, molibdenit, valleriit, linneit ve nabit altındır (1).

Hasançelebi manyetit yatağının yan kayacı olan skapolitfelsler, yöredeki ofiyolit karmaşığının gabroik kayaçlarıdır. Yatağı oluşturan inklüzyon karakterindeki cevher magmasının pegmatitik-pnömatolitik gazları kayaç içerisinde nüfuz ederek, gabroların plajioklaslarını skapolitleştirmiştir (Levhə 1, Şəkil 1).

Anayatağın cevherli zonlarından alınan çok sayıdaki numunelerin mikroskopik incelenmeleri sonucu opak minerallerin yanında skapolit (dipir), diyopsit, biyotit, sfen, apatit, klorit, epidot, kalsit ve kuvars gibi mineraller tespit edilmiştir.

Bu minerallerin kapanım olarak birbirlerinin içinde bulunmaları, bütün bu minerallerin eş zamanda oluştuklarını göstermektedir. Ayrıca skapolit kristallerinin normalin üzerinde büyülüklükte (30 cm'ye kadar), çoğunlukla işimsal yapılarda gözlenmektedir (Levhə 1, Şəkil 2). Bütün bu özellikler, söz konusu minerallerin yüksek ısı ve basınç altında alkali karakterli, özel bileşimli bir magmadan birincil olarak oluştularının belirgin kanıtıdır. Yerin derinlerinden gelen ve kireçli ortamlardan geçerek yükselen magmanın CO₂ miktarı artarak, normal plajioklas olarak ayrılan eriyikler skapolit olarak kristalleşirler.

Hasançelebi mineral parajenezine benzer bir mineral parajenezini BOIVIN ve CAMUS (4) Fransa ve Cezayir'de tespit etmiştir.

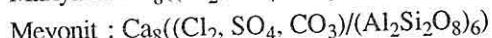
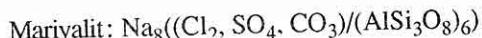
Cevher mineral parajenezi içerisinde birincil olarak oluşmuş epidot, klorit, karbonat, kuvars ve Fe-oksit ve Na'ca zengin plajioklasların (skapolit-dipir) mevcudiyeti AMSTUTZ (5)'a göre su oranı yüksek, akıcı özelliğe sahip ve alkali spilitik karakterli bir cevher magmasına işaret eder.

Bu bilgiler ışığı altında, Hasançelebi manyetit ve civarında iki ayrı türde oluşan skapolit kristallerinin varlığı tespit edilmiştir:

- Yatağı oluşturan magmanın pegmatitik ve pnömatolitik gazların etkisiyle kayaçlara ait plajioklasların dönüşük ürünü olan skapolitler (Levhə 1, Şəkil 1).
- Hasançelebi manyetit yatağının cevher mineral parajenezine ait birincil nitelikteki skapolitler Levha 1, Şəkil 2, 3).

2. HASANÇELEBI MANYETİT YATAĞINA AİT SKAPOLİTLERİN İNCELENMESİ

Skapolit mineralleri, plajiolaslarda olduğu gibi Na'ca zengin mariyalit ile Ca'ca zengin meyonit gibi üç minerallerin değişik oranlarda birleşmesinden oluşur. Fakat saf bileşimli mariyalit ve meyonit minerallerine tabiatta rastlanmaz.



Yukarıda kimyasal içeriği verilen skapolit minerallerinden meyonit içeriğine göre olan adlandırılması şu şekilde yapılmaktadır;

Mariyalit : Me_{0-20} Ma_{100-80}

Dipir : Me_{20-50} Ma_{80-50}

Mizzonit : Me_{50-80} Ma_{50-20}

Meyonit : Me_{80-100} Ma_{20-0}

3. OPTİK İNCELEME

Optik işaretleri negatif olan skapolit mineralleri ince kesitte renksizdirler. Bunlar incekesitte renksizdirler. Fakat içerdikleri kapanımlar ve bozulma nedeniyle az çokbulanık bir görünüm arzederler. Çoğunlukla iri taneli, kalın çubuksal porfiriblaslar halinde gözlenen skapolitler, mikroskop altında iki yönlü dilinimli, (100) yüzeyine paralel olan dilinimi (110) yüzeyine paralel uzanan dilinimden daha belirgin bir özelliğe sahiptir (Levha 1, Şekil 3). Ayrıca eksenine dik kesitlerde, her iki dilinim izlerinin birbirine dik, diğer kesitlerde tek yönlü dilinimin kristalin uzun eksenine paralel olduğu gözlenmektedir (Levha 1, Şekil 3).

Sözkonusu skapolitlerin, hangi skapolit türüne ait olduğunu tesbiti için, kırılma indisleri ölçülmüş ve elde edilen değerler SHAW (2) diyagramma göre değerlendirilmeleri sonucu dipir olduğu görülmüştür (Şekil 3).

4. X-RAY - DİFRAKTOMETRE İLE İNCELEME

Hasançelebi skapolitlerin incelenmesi için kullanılan metodlardan ikincisi ise, X-RAY difraktometre ile elde edilen değerlerin önce standart skapolit dA° değerleri ile karşılaştırılması, daha sonra bu değerlerden d_{321} değerini ULBRICH (3) diyagramma uyarlanmasıdır (Şekil 4). Bu analiz metoduna göre, daha önce optik metodlarla tesbit edilen dipirin doğruluğu teyid edilmiştir.

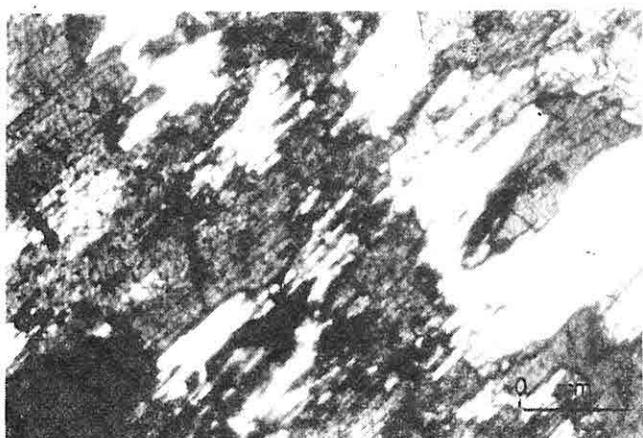
LEVHA I

1. Yatağı oluşturan magmanın pegmatitik ve pnömatolitik gazlarının etkisiyle gabroik kayaçlara ait plajiolasların (açık renk) skapolite (koyu renkli ve belirgin dilinimli) dönüşmesi. Skapolitlerin ince kesitinden mikrofoto, +N.

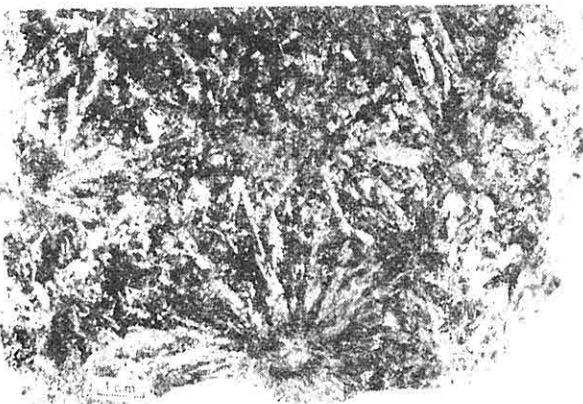
2. Skapolitlerin normalin üzerinde büyülüklükte olup, çoğunlukla işinsal yapılarda izlenmeleri, bunların yüksek ısı ve basınç altında birincil kökenli olduğunu işaret eder. Foto, Hasançelebi, Çökeç Deresi, cevherli örnek.

3. Mikroskop altında iri taneli, kalın porfiroblaslar halindeki birincil skapolitler. İki yönlü, birbirlerine dik dilinim yönleri içermektedir. Şekil 2'deki örneğin ince kesitinden alınmış mikrofoto, +N.

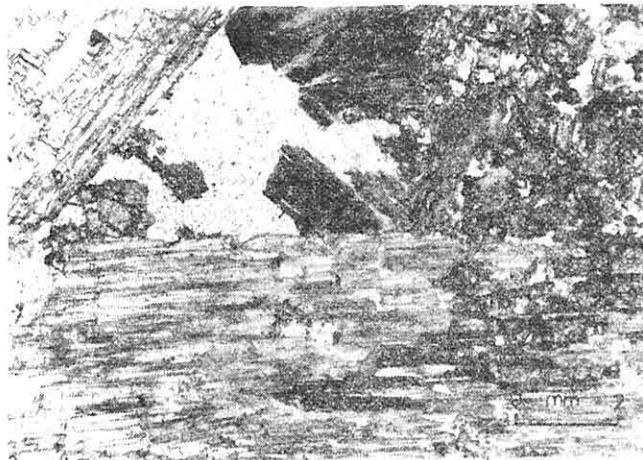
LEVHA I



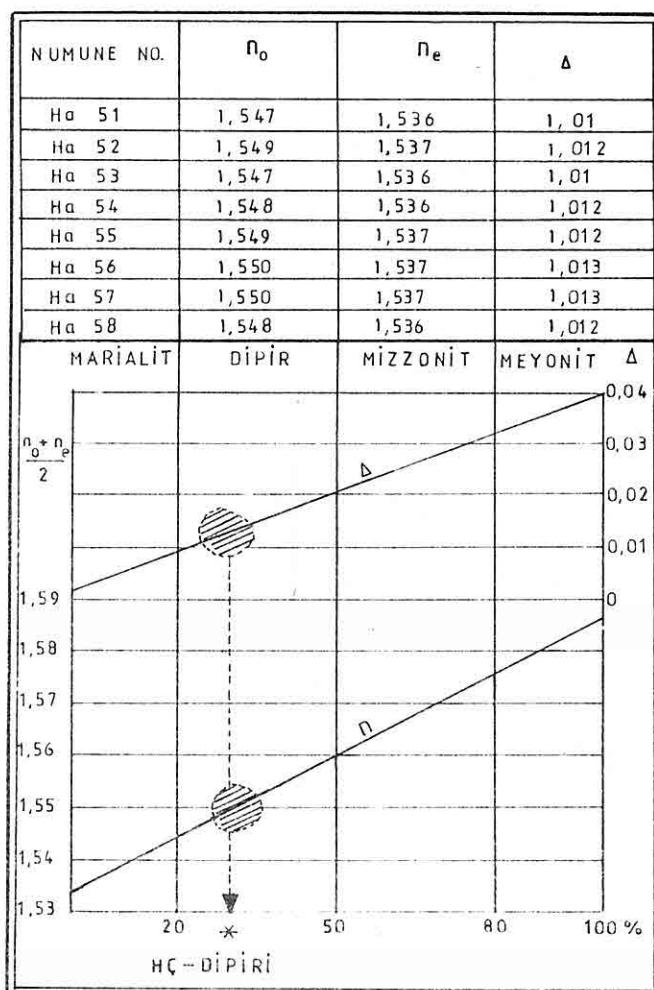
1



2



3

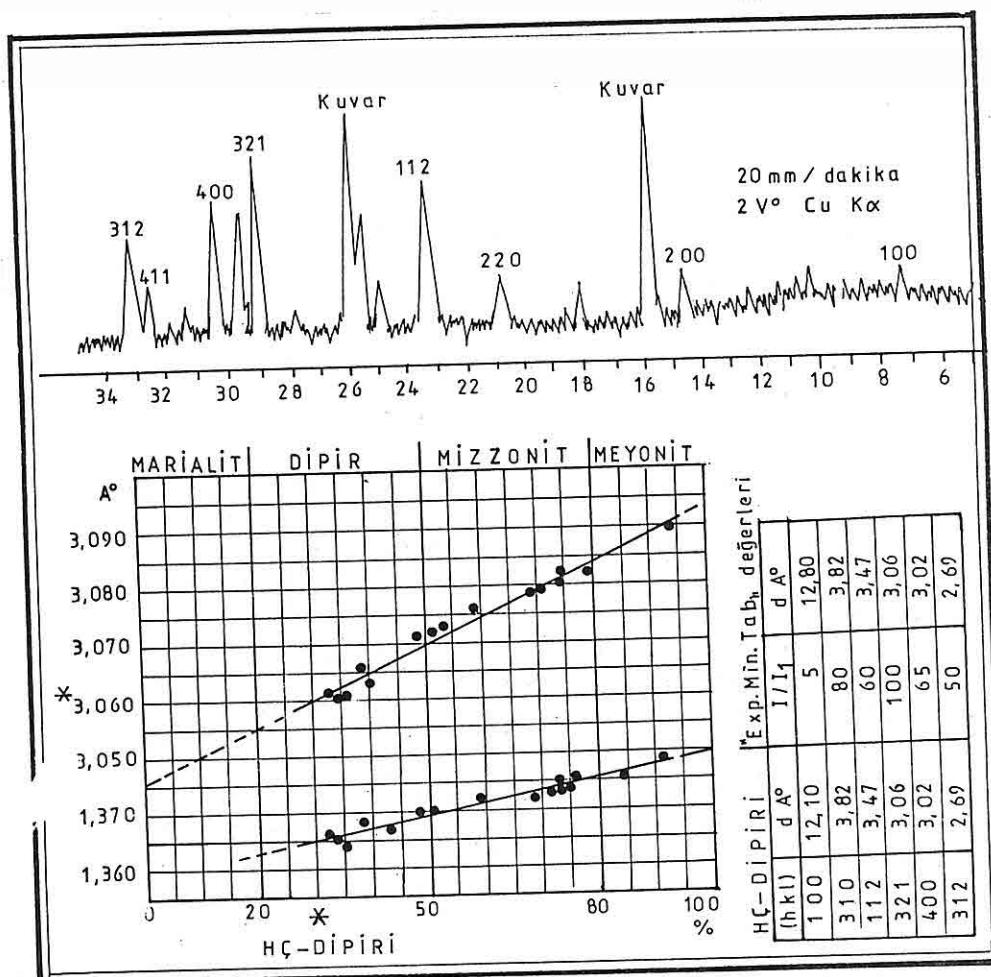


Şekil 3: Hasançelebi manyetit yatağına ait skapolitlerin;

- Mikrorefraktometre ile ölçülmüş kırılma ve çift kırılma değerleri,
- Elde edilen bu değerlerin Shaw (2) diyagramına göre tayini.

5. KİMYASAL ANALİZLER

Skapolitler kendi aralarında katı bir solüsyon serileri oluşturur. Böyle bir serinin başlangıç ve son noktaları deneysel olarak, $3\text{NaAl}_3\text{O}_8\cdot\text{NaCl}$ ve mariyalit ile $3\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8\cdot\text{CaCO}_3$ dan oluştukları SHAW (2) tarafından belirlenmiştir. Klorlu skapolitler Na'ca zengin iken, Ca₃(SO₄)'lu skapolitler Ca'ca zengindirler.



Şekil 4: Hasançelebi manyetit yatağının yan kayaçlara ait skapolitlerin;

- a) X-ışınları difraktogramı,
- b) Skapolit kristallerine ait standart dA° değerleri,
- c) X-ışınları difraktogramı ile elde edilen $d_{321} = 3,060 \text{ } A^\circ$ değerinin Ulbrich (3) diyagramına göre değerlendirilmesi.

Inceleme alanına ait skapolitlerin ortalama kimyasal analizleri ile, BOIVIN ve CAMUS (4) tarafından derlenen Dünya'nın diğer yörelerine ait skapolitlerin (dipir) kimyasal analiz değerleri Tablo 1'de biraraya getirilerek karşılaştırılmıştır.

Yine aynı yazarın uyguladığı bir kimyasal formülü Hasançelebi skapolitlerine uygulayarak, bunların dipir olduğu tesbit edilmiştir. Buna göre:

$$\%Me = \frac{100x(Ca+Mg+Fe+Mn+Ti)}{(Na+K+Ca+Mg+Fe+Mn+Ti)} \Rightarrow \%Me = \frac{100(4.92+0.37+1.52+0.21)}{(16,01+2,93+4.92+6,46+1.52+0.21)} \Rightarrow \%21,90$$

Tablo 1 : Hasançelebi manyetit yatağına ait skapolitlerin ortalama kimyasal analiz değerleri ile SHAW (2)'a göre derlenen skapolitlere (dipir) ait analiz değerlerinin karşılaştırılması.

Hasançelebi Skapolitleri ÇOPUROĞLU (1)				SHAW (2) Skapolitleri (dipir)	
Elementler	%	Atom	%	Element (%)	Atom (%)
SiO ₂	51.91	Si	47.20	52.42	7.675
TiO ₂	0.30	Ti	0.21	---	---
Al ₂ O ₃	19.15	Al	19.15	25.05	4.324
Fe ₂ O ₃	0.54	Fe ⁺⁺⁺	0.39	0.58	0.064
FeO	1.48	Fe ⁺⁺	1.13	---	---
MnO	0.02	Mn	0.02	---	---
MgO	4.7	Mg	6.46	0.37	0.081
CaO	5.05	Ca	4.92	9.10	1.427
Na ₂ O	9.08	Na	16.01	7.07	2.000
K ₂ O	2.53	K	2.93	2.52	0.472
H ₂ O	4.00	H	4.00	---	0.654

6. SONUÇ

Bu incelemeler sonucunda Hasançelebi manyetit yatağı ve civarında iki ayrı türde oluşan skapolitlerin varlığı tesbit edilmiştir. Bunlar,

- Hasançelebi manyetit yatağını oluşturan intrüzyon karekterindeki cevher magmasının pegmatitik-pnömatolitik gazları gabroik kayaçlar içeresine nüfuz ederek, onların plajioloklaslarını skapoliteştirmiştir.
- Hasançelebi manyetit yatağının cevher mineral parajenezine ait birincil olarak oluşmuş olan skapolitler.

Söz konusu skapolitler optik, X-RAY difraktometre ve kimyaçal analiz yöntemlerine göre detay olarak incelenmiş ve bunların dipir oldukları tayin edilmiştir.

7. TEŞEKKÜR

Çalışmalarım esnasında beni yönlendiren, bilimsel katkıları ile samimi destek ve yardımlarını esirgemeyen Prof.Dr.A.AYHAN'a ve Doç.Dr.M.ANIL'a en içten teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

8. KAYNAKLAR

1. Çopuroğlu, İ., Hasançelebi (Hekimhan-Malatya) Yöresi Demir Yataklarının Jeolojisi, Mineralojisi ve Jenetik İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniv. M.M.F., Jeoloji Mühl., Konya, 154 s, 1989.
2. Shaw,D.M., *The Geochemistry of Scapolite: Part I. Previous Work and Generil Mineralogy*. J.Petrol.1, 218-260, 1960.
3. Ulbrich,H.H., *Crystallographic Data on Refractive Indices of Scapolites*: Amer.Min., 58, 81-92, 1973.
4. Boivin,P. ve Camus,G., *Igneous Scapolite-Bearing Asociations in the Chaine des Puys, Massif Central (France) and Atakor (Hoggar, Algeria)*: Contr, 1981.
5. Amstutz, G.C., *Spilites and Spilitic Rocks*: IUGS. Ser. A., No.4, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 482 s. Mineral. Petrol., 77, 365-375, 1974.

NON-LINEAR CONSOLIDATION OF POROUS MEDIA

M.Arslan TEKİNSOY

Çukurova University, Department of Civil Engineering, Adana / Türkiye

ABSTRACT : One dimensional and non-linear consolidation phenomenon is considered in this study. An analytical exact solution to the dif. Eq. which defines the consolidation was obtained. In this approximation, it is possible to determine the values of hydraulic conductivities, the coefficient of consolidations and the pore-water pressures at any time. The result of the proposed solution are in close agreement with the results obtained from the log-time method. This solution may also be used for either saturated or unsaturated soils. In this approach, there is no need to draw the curve of e-log to determine the consolidation time.

POROZ ORTAMLARIN LİNEER OLMAYAN KONSOLIDASYONU

ÖZ : Bu çalışmada tek boyutlu ve lineer olmayan konsolidasyon olayı ele alınmıştır. Bu konsolidasyonu tanımlayan dif. denklem bir analitik çözümü bulunmaktadır. Bu yaklaşımında; hidrolik geçirgenliklerin, konsolidasyon katsayısının ve boşluk suyu basıncının herhangi bir andaki değerini tayin etme olanağı vardır. Önerilen çözümünden çıkan sonuçlar, log-zaman yöntemiyle bulunan sonuçlarla uyum içindedir. Bulunan çözüm hem doygun hem de doymamış koşullarda kullanılabilıldığı gibi yöntem, konsolidasyon zamanını bulmak amacıyla e-log eğrisinin çizilmesine gerek duymamaktadır.

1. INTRODUCTION

Non linear consolidation is generally used for describing the behaviour of soil subjected to stress changes. Any attempt to describe every feature of soil behaviour would certainly be unproductive. In the first place, it would require a detailed knowledge of the soil which would be difficult and expensive to obtain. Secondly, the resulting mathematical expressions might be too complex to handle. Soil problems, being two or three-dimensional, are always difficult to solve analytically. Complex soil models usually make the solution very difficult. Soil models must therefore be very simple.

A good soil model : should;

- (a) describe the significant features of the behaviour with a sufficient accuracy to solve the particular problem.
- (b) not take into account the insignificant features of the soil behaviour, and
- (c) be as simple as possible.

Features which are insignificant in some cases may be of major importance in others, so that a model which is appropriate to one problem may be quite unsuitable to solve another, although structure and material are identical (1).

In the above stage, in analysing the rate of one-dimensional consolidation, Terzaghi made the following assumptions:

- (a) The soil is homogenous and fully saturated.
- (b) The water and soil particles are incompressible.
- (c) Both the flow of water and the movement of the soil particles are in one dimension only.
- (d) Darcy's law is valid.
- (e) The permeability(K) is constant over the relevant range of effective stress.
- (f) The value of $dc/d\sigma'$ is constant over the relevant range of effective stress.
- (g) The time lag in consolidation is entirely due to the low permeability of the soil.

According to these assumptions, Terzaghi gives the following differential equation which describes the one dimensional consolidation;

$$\frac{\partial u}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (1.a)$$

$$c_v = \frac{K}{\gamma_w m_v} \quad (1.b)$$

where K is permeability (L/T); m_v is coefficient of volumetric compression (L^2/F); γ_w is the unit weight of fluid (F/L^3); u is pore water pressure (F/L^2) and c_v is the coefficient of consolidation (L^2/T).

The consideration of a new variable $U=(ui-u)/(ui-uf)$ doesn't cause the loss of the generality of the problem. Thus, the following solution for a point may be given

$$U_z(t) = 1 - \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{2}{M} \sin(MZ) \exp(-M^2 T_v) \quad (2)$$

where U is the degree of consolidation, $Z=z/d$ and $T_v=c_v t/d^2$ the time factor, u_i is the initial pore pressure, u_f is the final pore pressure after infinite time, u is the pore pressure after time t , d is the length of the maximum drainage path and $M=1/2 \pi (2m+1)$; $m=0,1,2\dots$

The solution given in Eq.2 satisfies the following boundary conditions:

$$\text{For } 0 \leq T_v \leq \infty \text{ and } Z=0 \quad u=0 \quad (3.a)$$

$$\text{For } 0 \leq T_v \leq \infty \text{ and } Z=2 \quad u=0 \quad (3.b)$$

$$\text{For } T_v=0 \text{ and } 0 < Z < 2 \quad u=\Delta\sigma \quad (3.c)$$

in which $\Delta\sigma$ is the total pressure of the soil tested by an oedometer.

Several attempts have been made to improve Terzaghi's assumptions of constant permeability and constant value of $de/d\sigma'$. For a normally consolidated clay, the coefficient of volumetric compression (m_v) is almost inversely proportional to the effective stress (σ') while the coefficient of consolidation (c_v) is fairly constant over quite a wide range of stress. Based on these two conditions, Davis and Raymond (2) obtained the same solution as Terzaghi for the rate of settlement. However, they predicted a rate of pore pressure dissipation appreciably slower than that given by Terzaghi's theory, and they were able to demonstrate this difference in their experiments. At large increment ratios, this discrepancy could be important, but at the usual ratio of 2:1 the effect is marginal, and is masked by the contrary effect of viscous forces between the soil particles (1).

There are basically two alternatives to the geotechnical engineer faced with the problem of predicting the time-dependent one-dimensional primary consolidation behavior of saturated thick layers of soft fine-grained materials. Some one can either apply a simple hand-calculation procedure based on a conventional solution of percentage consolidation versus a dimensionless time factor or use a sophisticated computer program which numerically solves the consolidation governing equation with some specified initial and boundary conditions (3).

The derivation of relationships between approximations involves a dimensionless solution of the conventional Equation as in Eq.1.a. This solution technique is the simplest nonempirical method of consolidation prediction available. However, inherent in the solution are the usual restrictions of relatively thin layers, small strains, a linear stress-strain relationship, and constant permeability over the depth of the layer (3).

On the other hand, the alternative method is to solve the problem by computer programs such as proposed by Gibson, et all (4). In this approximation, the governing equation is as in the following:

$$-(\gamma_s - \gamma_w) \frac{d}{de} \left[\frac{k(e)}{1+e} \right] \frac{\partial e}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z} \left[\frac{k(e)}{\gamma_w(1+e)} \frac{d\sigma'}{de} \frac{\partial e}{\partial z} \right] + \frac{\partial e}{\partial t} = 0 \quad (4)$$

This equation is suitable for relatively thick layers, large strains, a non - linear stress - strain relationship, and variable permeability (3).

Additionally, a new theory is developed for interpretation of consolidation tests which are loaded continuously without being restricted to a constant rate of strain, constant gradient, or constant rate of loading. The formula has been given as in the followings;

$$c_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial u}{\partial t} - \dot{p} \quad (5)$$

where c_v is the coefficient of consolidation ($c_v = Mk/\gamma_w$), $\dot{p} = dp/dt$ and p is total vertical pressure, M is modulus of compression and k is permeability (5).

On the other hand, Tekinsoy and Haktanir (6) have given another method which can be applied for the consolidation of fine grained soils either in saturated or in unsaturated conditions. The obtained differential equation is a non-linear diffusion type as:

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} (c_v \frac{\partial \bar{u}}{\partial z}) ; \quad c_v = \frac{k(1+e_0)}{\gamma_w d_v} = -\frac{k}{\gamma_w m_v} = -\frac{Mk}{\gamma_w} \quad (6)$$

where c_v is the coefficient of consolidation, \bar{u} is the pore water pressure. The solution to the Eq.6 has been obtained by utilizing the results of the theory of infiltration. The obtained formulas are suitable either for hand calculations or the nonlinearity of the problem.

According to the experience on consolidation of fine grained soils, permeabilities or hydraulic conductivities are strongly dependent upon the void ratio of a tested soil. Application of pressure on to the sample causes the hydrodynamic excess and the change of tortuosity, and the capillary forces in the sample. As a result, the change of inner structure of a soil appears as a change of permeability and the coefficient of consolidation.

Additionally, Eq.6 may be given in terms of effective stress. Assuming that total stress $\sigma = \bar{u} + \sigma'$, it can be written as in the following.

$$\frac{\partial \sigma'}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} (c_v \frac{\partial \sigma'}{\partial z}) ; \quad \frac{\partial \sigma'}{\partial t} = -\frac{\partial u}{\partial t} ; \quad \frac{\partial \sigma'}{\partial z} = -\frac{\partial u}{\partial z} \quad (7)$$

in which, total stress is constant for an oedometer test.

In this study, the exact analytical solution of Eq.7 is considered and the obtained solution has been applied to an oedometer test results. At the end of this study, the values calculated by the proposed solution have been compared with the log-time method. The originality of the problem is in the analytical solution.

2. ANALITICAL SOLUTION

Before the solution of Eq.7, the boundary values should be given. In a consolidation phenomenon, the effective stress has a certain value, p_i , at the beginning. After application of load, effective stress reaches a final value as p_f . In a pressure step, such as $\Delta\sigma' = p_f - p_i$, effective stress takes any value σ' . Additionally, in any pressure step replacement of the variable : $\theta = \sigma' - p_i / (p_f - p_i)$ doesn't cause the loss of generality of the problem. Therefore, the following boundary conditions may be given:

$$\theta = 1 \quad \text{and} \quad \sigma' = p_f \quad \text{for} \quad t = \infty \quad (8.a)$$

$$\theta = 0 \quad \text{and} \quad \sigma' = p_i \quad \text{for} \quad t = 0 \quad (8.b)$$

On the other hand, the percentage of consolidation may also be given in terms of σ' and pore pressure u (1). Because $d\sigma' = -du$, the magnitude of consolidation for a point takes a value such as $U = u_i - u / (u_i - u_f) = (e_i - e) / (e_i - e_f)$ where e is the void ratio.

In order to solve Eq.7 analytically, the derivative of the right hand side of Eq.7 gives the following conditions:

$$\frac{\partial \sigma'}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 \sigma'}{\partial z^2} \quad (9.a)$$

$$\frac{\partial c_v}{\partial z} \frac{\partial \sigma'}{\partial z} = 0 \quad (9.b)$$

The coefficient of consolidation, c_v , is a parameter in Eq.9.a.

Therefore, the equation is a linear differential equation. Thus the following solution satisfies the boundary conditions given in 8.a and 8.b after application of transformation

$$\lambda = (z - z_0) / 2 \sqrt{c_v t}$$

$$\frac{\sigma' - p_i}{p_f - p_i} = \operatorname{erfc} \left(\frac{z - z_0}{2 \sqrt{c_v t}} \right) \quad (10)$$

On the other hand, since effective stress, σ' , changes and since its derivative has a certain

At a pressure step, the derivate $\frac{\partial c_v}{\partial z}$ should be equal to zero to satisfy the second condition in 9.b.

Considering the value of c_v given in 1.b and taking the derivative of c_v assuming that hydraulic conductivity $K=K(\sigma')$ and $m_v=f[m_v(\sigma'), z]$, the following equations may be written;

$$\frac{\partial c_v}{\partial z} = \frac{1}{\gamma_w m_v} \frac{dK}{d\sigma'} \frac{d\sigma'}{dz} + \frac{K}{\gamma_w m_v^2} \frac{dm_v}{d\sigma'} + \frac{K}{\gamma_w m_v^2} \frac{\partial m_v}{\partial z} = 0 \quad (11.a)$$

$$\frac{1}{K} \frac{dK}{d\sigma'} + \frac{1}{m_v} \frac{dm_v}{d\sigma'} = - \frac{1}{m_v} \frac{\frac{\partial m_v}{\partial z}}{\frac{d\sigma'}{dz}} \quad (11.b)$$

The last equation gives a separable differential equation. The solution is as in the following.

$$K = \frac{C}{m_v^2} \quad (12)$$

when $K=K_i$, the value of compressibility takes the value m_{vi} , so the solution is obtained as:

$$K = K_i \left(\frac{m_{vi}}{m_v} \right)^2 \quad (13.a)$$

This expression is not contradictory to the experimental result

$$k_1/k_2 = e_1^2/e_2^2$$

(where k_1 and k_2 are permeabilities and e_1 and e_2 are void ratios). Because, when the value of compressibilities in terms of void ratio are substituted into 13.a ($m_{vi} = de / (1+e_i) d\sigma'$ and $m_v = de / (1+e) d\sigma$, the following equality may be given for hydraulic conductivity (7.8).

$$K = K_i \frac{(1+e)^2}{(1+e_i)^2} \quad (13.b)$$

This found expression explains the relationship between the change in hydraulic conductivity and the change in void ratio. According to Eq.13.a, if the both sides of the equality are multiplied by $1/\gamma_w$ and if the value of the coefficient of consolidation is considered as $c_v = K / \gamma_w m_v$, the following equalities may be written

$$c_v = - \frac{1}{2\gamma_w} \frac{dK}{dm_v} \quad (14.a)$$

$$c_v = \frac{K}{\gamma_w m_v} \quad (14.b)$$

In order to obtain the value of effective stress at any pressure step at any time, the value of the coefficient of consolidation (from Eq.14.a or Eq.14.b) should be substituted into Eq.10. It is also possible to obtain the value of hydraulic conductivity and the coefficient of the consolidation by the oedometer test. Additionally, the value of pore water pressure can be determined utilizing Eq.10 and considering that the value of total stress, σ , is equal to the sum of effective and pore water pressures ($\sigma = \sigma' + u$).

3. EXPERIMENTAL WORK

In this study, the permeability of an undisturbed sample was determined by using a falling head permeameter. The value of permeability, K_0 , was given in Table 1 with the physical characteristics of the sample ($K_0 = 1.691 * 10^{-7}$ cm/sec).

Table 1. Physical parameters of the oedometer test.

	At the beginning of the test	At the end of the test
Ring. Cross Area	28.27 cm ²	28.27 cm ²
Height of Sample	2.3 cm	2.033 cm
Water content (w*)	51 %	40 %
Bulk Density (γ_b)	16.48 kN/m ³	17.56 kN/m ³
Dry Density (γ_d)	10.91 kN/m ³	12.54 kN/m ³
Permeability	$1.691 * 10^{-7}$ cm/sec	$3.19 * 10^{-10}$ cm/sec

* The water contents were obtained by gravimetric way ($w = W_w/W_s$).

The oedometer test results were given in Table 2. Three pressure steps of the test were shown in the table. According to these results, the values of the coefficient of volume change and the corresponding hydraulic conductivities were found by $m_v = \Delta H/H\Delta p$ and by Eq.13.a.

The computed values were given in Table 3. In these values ΔH shows the settlement, H is the changed height of the sample and Δp indicates pressure step for example

Table 2. Oedometer test results of a soil sample

Pressure Step	49.05 kPa		98.10 kPa		196.20 kPa	
	Time t (min)	Settlem. ΔH (cm)	Time t (min)	Settlem. ΔH (cm)	Time t (min)	Settlem. ΔH (cm)
0.00	0.0000	0.00	0.0260	0.00	0.0710	
0.25	0.0075	0.25	0.0310	0.25	0.0790	
0.50	0.0081	0.50	0.0318	0.50	0.0805	
1.00	0.0090	1.00	0.0325	1.00	0.0820	
2.00	0.0099	2.00	0.0338	2.00	0.0839	
4.00	0.0111	4.00	0.0350	4.00	0.0861	
8.00	0.0130	8.00	0.0372	8.00	0.0899	
15.00	0.0142	15.00	0.0400	15.00	0.0942	
30.00	0.0150	30.00	0.0430	30.00	0.1010	
60.00	0.0190	125.00	0.0560	60.00	0.1110	
225.00	0.0230	370.00	0.0655	310.00	0.1370	
1440.00	0.0260	1440.00	0.0710	500.00	0.1410	
				1440.00	0.1459	

$\Delta p = 98.10 - 49.05 = 49.05$ kpa. Additionally, since the value of permeability which is the first value in Table 3., is a flux under a unit gradient, the corresponding value of compressibility may be given as $m_v = 1/(H_0 \partial p / \partial z)$ and $m_v = 1/2.3 * 9810 = 0.4332$ (kPa) $^{-1}$ in which 9810 shows the height of water pressure.

Table 3. The values of the coeffi. of volume change and hyd. conductivity

Pressure Step	49.05 kPa		98.10 kPa		196.20 kPa	
	Compress. $m_v = \frac{\Delta H}{H \Delta p}$ (kPa) $^{-1}$ *	Hyd. Cond. $K = K_i \left(\frac{m_{vi}}{m_v} \right)^2$ (cm/sec) *	Compress. $m_v = \frac{\Delta H}{H \Delta p}$ (kPa) $^{-1}$ *	Hyd. Cond. $K = K_i \left(\frac{m_{vi}}{m_v} \right)^2$ (cm/sec) *	Compress. $m_v = \frac{\Delta H}{H \Delta p}$ (kPa) $^{-1}$ *	Hyd. Cond. $K = K_i \left(\frac{m_{vi}}{m_v} \right)^2$ (cm/sec) *
0.4432	16.91	2.3310	6.11	3.2470	7.87	
0.6670	7.47	2.7854	4.28	3.6258	6.31	
0.7205	6.40	2.8583	4.06	3.6972	6.07	
0.8009	5.18	2.9221	3.89	3.7686	5.84	
0.8813	4.28	3.0407	3.59	3.8592	5.57	
0.9887	3.40*	3.1504	3.34	3.9644	5.28	
1.1589	2.47	3.3516	2.96	4.1465	4.82	
1.2665	2.07	3.6084	2.55	4.3533	4.30	
1.3383	1.85	3.8842	2.20*	4.6820	3.78	
1.6982	1.15	5.0878	1.28	5.1690	3.11*	
2.0593	0.78	5.9762	0.93	6.4565	1.99	
2.3310	0.61	6.4939	0.79	6.6573	1.87	
				6.9043	1.74	

On the other hand, the values of hydraulic conductivities were computed by log-time method and the approximate correspondances by the proposed way were given in Table 4 for comparison. There are close agreement between these two values. The found time of consolidation of 50% were also given in the same table. In order to show these agreement, the places of the approximate values were shown with a mark,* in Table 3.

Table 4. The comparison of hydraulic conductivities.

Pressure step Δp (kPa)	Cons. time t (min)	Permeability from log-time Method K (cm/sec)	Corresponding Hyd. Cond. from the proposed Method K (cm/sec)
0.0 - 49.055	2.5	$3.80 * 10^{-8}$	$3.84 * 10^{-8}$
49.05 - 98.1	58	$2.87 * 10^{-9}$	$2.20 * 10^{-9}$
98.1 - 196.2	42	$3.19 * 10^{-10}$	$3.44 * 10^{-10}$

Table 5. The coefficient of cons., effective stress and pore pressure change for the pressure 49.05 kPa.

Pressure Step	$s = 49.05 \text{ kPa}$			
	Coeffi. of Cons. $c_v = \frac{K}{m_v \gamma_w}$ (cm ² /sec) $* 10^{-4}$	$\lambda = \frac{z - z_0}{2\sqrt{c_v t}}$	Effective stress σ' (kPa)	Pore pressure $u = \sigma - \sigma'$ (kPa)
38.43			0.00	49.05
11.20	0.2241		37.28	11.77
8.88	0.1922		38.75	10.33
6.47	0.1769		39.24	9.81
4.86	0.1588		40.22	8.83
3.44	0.1496*		40.71	8.34
2.13	0.1575		40.22	8.83
1.63	0.1436		41.20	7.85
1.38	0.1166		42.18	6.87
0.68	0.1487**		40.71	8.34
0.38	0.1244		42.18	6.87
0.26	0.0672		45.13	3.92

* The curve of pore water pressure passes through a minimum point and it corresponds to the consolidation of 50 %.

** The curve passes through a second maximum point and it shows the end of primary consolidation.

The values of the coefficient of consolidation were computed by using Eq.1.b in Table 3. The variables $\lambda = z - z_0 / 2 c_v t$ are found by settlement, $z - z_0$, and by the values of c_v .

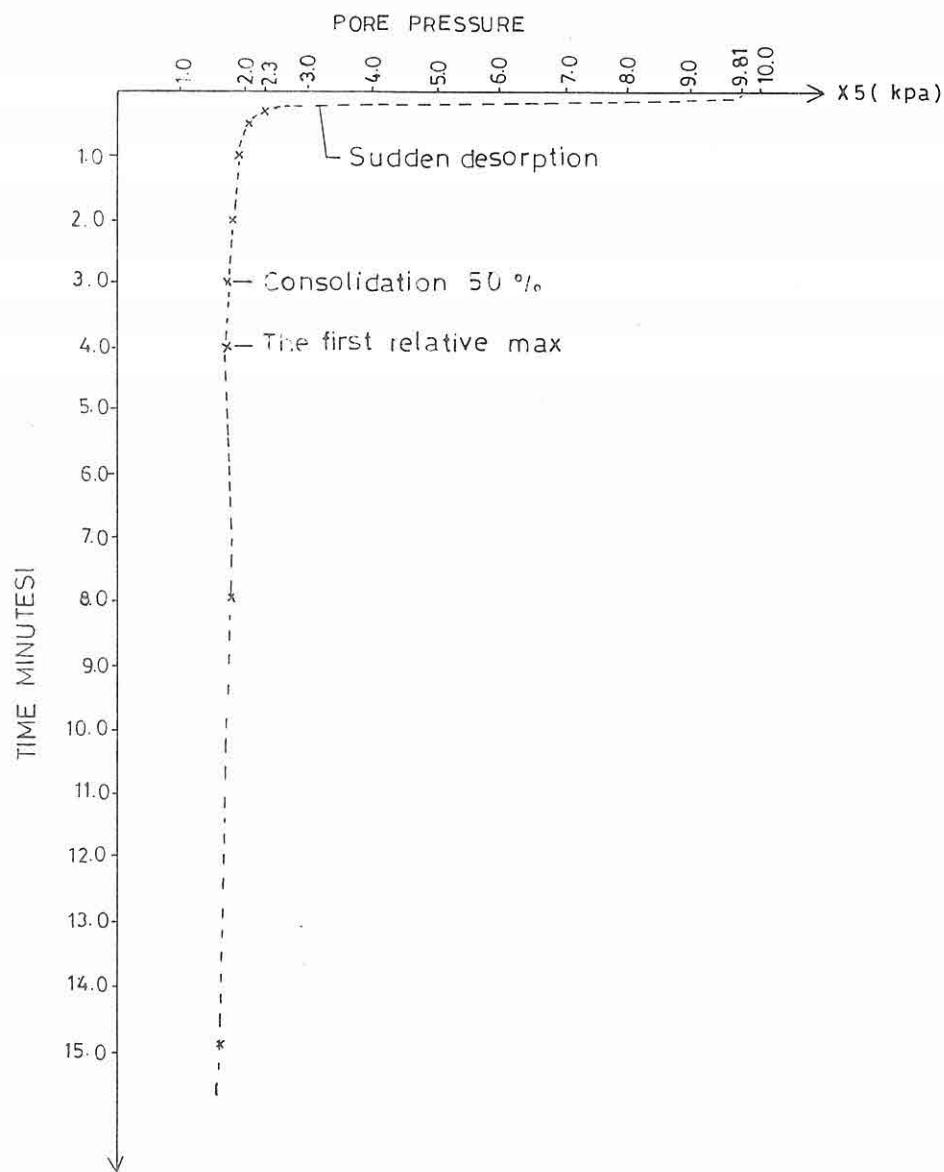


Fig 1. The Change of Pore Water Pressure vs. Time.

According to the value of λ using a table of error function, the corresponding effective stresses were computed. Since the total stress is the sum of pore-water pressure and effective stress, the pore-water pressures were obtained. The all computed values were also shown in Table 5. Using this table, the change in pore-water pressure vs time plotted on a graph. (Fig.1).

If the variables λ in Table 5 are observed, they decrease until passing through a minimum point. It indicates the consolidation of 50%. After exceeding this point, the curve tends to a relative maximum point and then it passed through a minimum point again. Afterwards, it tends again to a relative maximum point. These extreme points show the consolidation of 90% and the end of primary consolidation. The significant points have been shown with a mark in the table. The occurrence of sudden desorption may also be observed in Fig.1. at the beginning of the consolidation phenomenon.

4. CONCLUSIONS

In this study, the following results were concluded; According to the solution, the hydraulic conductivities and the change in pore pressure may be estimated. This solution gives a new method of evaluating the results of oedometer test. The most attractive part of the study is its the capability of the derived model to define the excess pore - water pressure values of a soil. This serves the determination of the consolidation time and the end of primary consolidation as shown in the text. Therefore, there is no need to draw the curve of e-logt. The consolidation time and the other necessary values may be found from the computation of λ at every pressure step.

This solution also gives the relationship between the change in hydraulic conductivity and the change in void ratio which is not contradictory to the experimental results of the square of void ratios.

This solution shows the general way of the approximation of a non-linear partial differential equation of diffusion type which is rather important for the explanation of diffusion phenomenon in the engineering branches.

5. REFERENCES

1. Scott, C.R., "Soil mechanics and Foundations", Applied science Publishers Ltd, London, U.K., 1980.
2. Davis, E.H. and Raymond, G.P., "A non-linear theory of consolidation", Geotechnique, 15 U.K., 1965.
3. Gibson, R.E., England, G.L., and Hussey, M.J.L., "The theory of one dimensional consolidation of saturated clays. I.Finite Non-linear consolidation of thin

- homogeneous layers.*" *Geotechnique*, 17(3), pp 261-273, U.K., 1967.
4. Kenneth W., and Cargill, M., "Prediction of Consolidation of very soft soil". *j. of Geotechnical Eng.*, 110(6), 775-795 U.S.A., 1984.
5. Tokheim, O., and Janbu, N, "A continuous Consolidation test". *Norwegian Inst. of Technology, Bulletin 9*, 1-31, Norway, 1976.
6. Tekinsoy, M. A., and Haktanir, T, "One-Dimensional consolidation of unsaturated fine-grained soils". *J of Geotechnical Eng.*, 116(5), 838-850 U.S.A., 1990.
7. Zeevaert, L., "Foundation Engineering for difficult subsoil conditions". *Van Nostrand Reinhold Comp*, New York. P.28, U.S.A., 1973.
8. Yoshimi, A.M. and Osterberg, J.O., "Compression of partilly saturated chosive soils". *J. of the soil Mech. and Foundation Div.*, 89(SM4), 1-24. U.S.A., 1963.

6. NOTATIONS

The following symbols are used in this paper.

- u = pore-water pressure
- K = hydraulic conductivity.
- m_v = coefficient of volumetric compression
- γ_w = unit weight of water
- γ_s = unit weight of solid particules.
- c_v = the coefficient of consolidation.
- U = Degree of consolidation for a point
- T_v = time factor
- σ = total stress
- e = void ratio
- t = time
- z = vertical space coordinate, thickness of sample.
- Δ = difference
- H = settlement
- u = total pore-water pressure
- σ' = effective stress
- M = compression modulus
- f = final, function.
- i = initial.
- z_0 = thickness of an undisturbed sample at the beginning of an oedometer test.

**PETROGRAPHICAL FEATURES OF THE ISPENDERE OPHIOLIT
KALE - MALATYA, TÜRKİYE**

Melahat BEYARSLAN and A.Feyzi BİNGÖL

Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ / Türkiye

ABSTRACT : In the study area, the following five different units crop out: (1) Jurassic - Cretaceous İspendere ophiolite, (2) Upper Cretaceous Yüksekova magmatic Complex, (3) Middle Eocene Maden Complex (4) Tertiary sediments and (5) Quaternary alluviums. The relationships between these units are generally tectonic.

The İspendere ophiolite is composed of dunites, layered and isotropic gabbroic rocks, wehrlitic intrusions and sills within gabbroic rocks, sheeted dike complex and plagiogranites and basic volcanic rocks. The isolated diabase dikes cut all of these units.

The thickness of the dunite do not exceed a few meters. They are almost completely serpentinized and contain disseminated chromite.

The layered gabbros are characterized by their layering. The layering is marked by various proportions of plagioclase, pyroxene (generally clinopyroxene) and olivine. The rock types occurring within the layered gabbroic rocks are represented by clinopyroxene gabbros, troctolites and wehrlites. The type of the layered gabbros range from clinopyroxene gabbros, locally noritic to amphibole gabbros. The gabbroic rocks are intruded by wehrlitic intrusions and sills. These intrusions can attain a few hundred meters and reach the level of the sheeted dike complex. Early intrusions into unconsolidated gabbros appear as small dikes and sills, whereas later intrusions into consolidated but still plastic gabbros give rise to large discordant bodies.

A transition between sheeted dike complex and gabbros occurs through a zone of increasing dikes which ranges from a few meters to a few ten meters in thickness. The transition is thus rather sharp, although the underlying gabbros can be locally invaded by swarms of diabase dikes. The plagiogranites intrude the sheeted dike complex. The diabase dikes made up diabases displaying intergranular and intersertal textures. The basic volcanic rocks rest onto the sheeted dikes. The transition between volcanic rocks and sheeted dikes is generally sharp, but sometimes the dikes intrude the volcanics

The İspendere ophiolite has been interpreted as being a harzburgite ophiolite type (HOT) which is ascribed to a high degree of partial melting and it is to represent a fast spreading ridge (>2cm/y).

İSPENDERE (KALE - MALATYA) OFİYOLİTİNİN PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

ÖZET : İnceleme alanında; Jura-Kretase yaşı İspendere ofiyoliti, Üst Kretase yaşı Yüksekova Karmaşığı, Orta Eosen yaşı Maden Karmaşığı, Eosen yaşı Kırkgeçit Formasyonu ve Kuvaterner yaşı alüvyonlar olmak üzere 5 farklı birim üzerelemektedir. İspendere ofiyoliti alttan üste doğru; dünit, tabakalı ve izotrop gabrolar, bu gabrolar içerisindeki verlitik sil, dayk ve intrüzyonlar, levha dayk kompleksi, plajiyogranitler ve bazik volkanik kayaçlardan oluşmuştur. Tüm bu kayaçlar tekil diyabaz daykları tarafından kesilmiştir.

Kalınlıkları bir kaç metre civarında olan dünitler hemen hemen tamamen serpantinleşmiş ve saçılımlı kromit içermektedirler.

Tabakalı gabrolar olivin, klinopiroksen ve plajiyoklasların oranları ile belirlenen tabakalanmalari ile karakteristikler. Tabakalı gabrolar içerisinde kayaç türü olarak klinopiroksenli gabro, troktolit, olivin ve ikipiroksenli gabrolar bulunmaktadır.

Verlitik intrüzyonlar, siller ve dayklar halinde gabroik kayaçlar içerisinde sokulmuşlardır. Kalınlıkları bir kaç metreden bir kaç yüz metreye kadar değişen verlitik dayk, sil ve intrüzyonlar dünitlerden levha dayk kompleksi seviyesine kadar gabroların her seviyesinde görülmektedir.

Gabrolar üzerinde yeraltı levha dayk kompleksi ve gabrolar arasındaki geçiş keskin olmayıp, önce gabrolar içerisinde dayklar meydana çıkmaya başlamakta ve giderek dayk orantı artarak tamamen dayklara geçilmektedir. Geçiş zonunun kalınlığı bir kaç on metredir. Levha dayk kompleksi intersertal, intergranüler doku gösteren diyabazlardan oluşmuşlardır. Levha daykları içerisinde plajiyogranitler bulunmaktadır. Levha dayklar üzerinde bazik volkanik kayaçlar yer almaktadır. Levha daykları ile volkanik kayaçlar arasındaki geçiş yoğunlukla keskindir, ancak bazen dayklar bir miktar volkanitler içerisinde sokulmaktadır.

Yukarıdaki özellikler, İspendere Ofiyoliti'nin Harzburjıt Tipi Ofiyolite benzedenini ve yayılma hızı fazla olan ($>2\text{cm/yıl}$) bir yayılma merkezinde oluşturduğunu vermektedir.

1. INTRODUCTION

The studied area is situated in the Eastern Taurus Orogenic Belt between Elazığ and Malatya (Fig. 1).

Although there are several previous investigations in the Elazığ-Malatya region (1-10), their aims were generally to delineate the tectono-stratigraphy of the region, to investigate the petrographic and petrologic features of the Upper Cretaceous Yüksekova Complex or to explain the geotectonical evolution of the Eastern Taurus Orogenic Belt. The relationships between the İspendere Ophiolite and the other units were investigated in the above mentioned studies, but its petrographic features have not been studied in detail.

PETROGRAPHIC FEATURES OF ISPENDERE OPHIOLITE

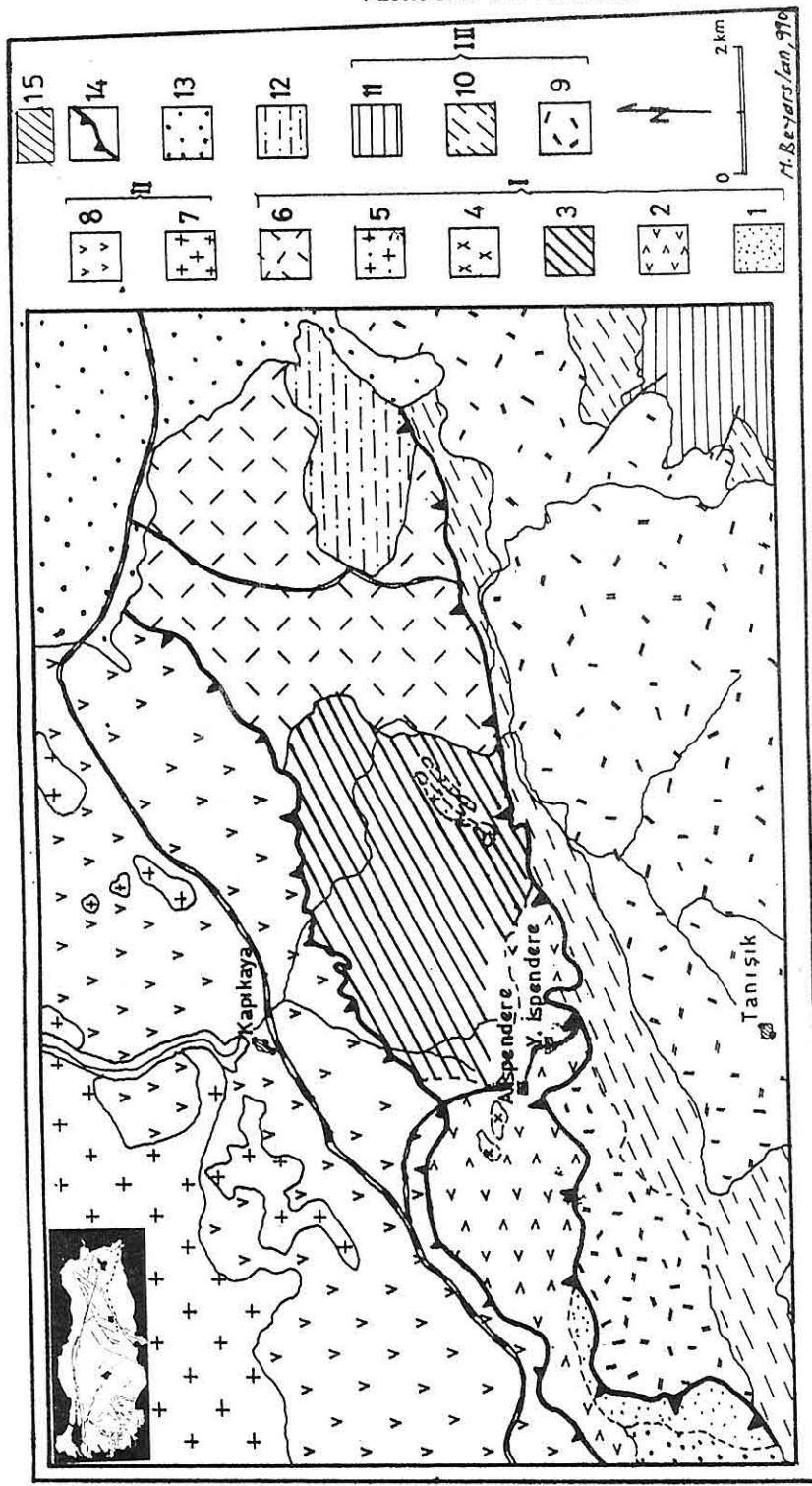


Figure 1- Geological map of the İspendere area: I- Jurassic-Lower Cretaceous İspendere ophiolite; (2) Gabbros (3) Sheeted dike complex, (4) Wehlitic intrusions, (5) Plagiogranites, (6) Volcanic rocks, II- Upper Cretaceous Yükselkova Complex; (7) Granitic rocks, (8) volcanic-volcanosedimentary rocks, III- Middle Eocene Maden Complex: (9) Volcanic rocks, (10) Claystones, Mudstones, (11) Limestones, (12) Eocene Kırkgeçit Formation, (13) Alluviums, (14) Thrusts, (15) Thrusts, M.Beyarslan, 970

With this study , it is aimed to determine the internal structure and petrographic characteristics of the İspendere Ophiolite.

2. GEOLOGICAL SETTING

The studied area is situated in the Taurus Orogenic Belt. Because this orogenic belt was penetratively affected by tectonic movements, the contacts between different units are generally tectonic (Fig. 1).

The studied area comprises the following units arranged structurally from top to bottom (Fig. 1): 1) Quaternary alluviums, 2) Eocene Kırkgeçit Formation, 3) Upper Cretaceous Yüksekovalı Complex, 4) Jurassic - Lower Cretaceous İspendere Ophiolite, 5) Middle Eocene Maden Complex.

Eocene Kırkgeçit Formation which unconformably overlies the İspendere Ophiolite, is composed of conglomerates, sandstones and limestones and was dated as Ypresian by MTA Geologists (11, 12). It structurally overlies the Middle Eocene Maden Complex in the eastern part of the studied area.

Upper Cretaceous Yüksekovalı Complex crops out in the northwestern part of the studied area. It is composed of basaltic pillow lavas, andesitic and dacitic lava flows, volcaniclastics and granitic rocks cutting all of them. This complex overthrust onto the İspendere Ophiolite.

The İspendere Ophiolite named by Yazgan (4) comprises the following lithological units from the bottom to top : i) serpentinized dunites, ii) layered and isotropic gabbros, iii) wehrlitic sills, dikes and intrusions within gabbros, iv) sheeted dike complex, v) plagiogranites within the dike complex, vi) basaltic volcanic rocks. All of these units are crosscut by isolated dikes (Fig. 2).

Dunites cropping out in the southwestern part of the studied area emplaced onto the Maden Complex and pass to gabbros. The passage can not be observed in the study area. The thickness of the dunites is about 10m. They are completely serpentinized and crosscut by isolated diabase dikes. Dunites contain 2-3% of disseminated chromites.

According to Nicolas (13), these dunites form a transition zone between harzburgitic tectonites and layered gabbros.

Layered gabbros are characterized by their ubiquitous layering marked by varying ratios of three main rock-forming minerals : plagioclase, clinopyroxene and olivine. The layered gabbros display ratio contacts and shape contacts (grain size variation).

The layered gabbros gradually pass into isotropic gabbros towards upper levels and then into dike complex. The transition between layered and isotropic gabbros units is very gradual. It corresponds to a progressive disappearance of the layered character. The transition between the highest gabbros and the sheeted dike complex is rather sharp, although the underlying gabbros can be locally invaded by swarms of diabase dikes. These dikes, on average 1.5-2m. across, are intrusive one into the other.

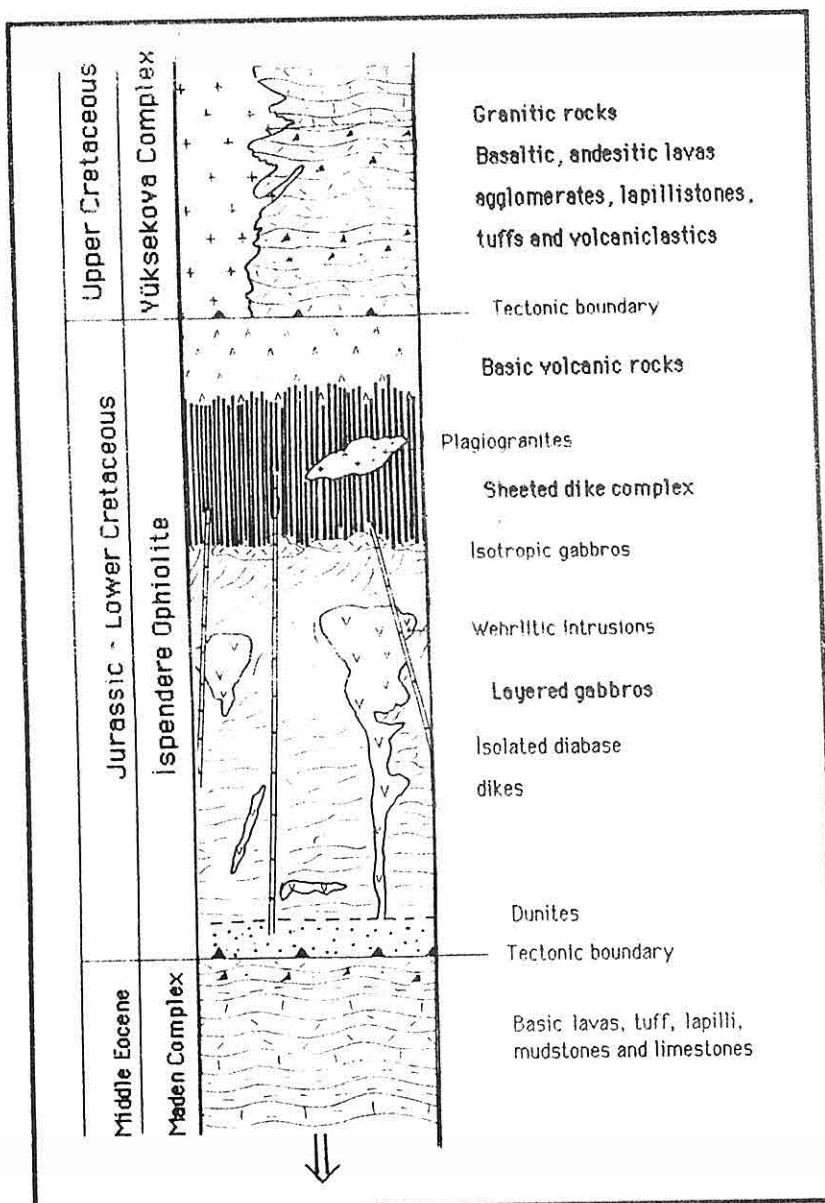


Figure 2- Generalized tectono-stratigraphic section of the İspendere area

The dike complex passes to volcanic rocks in the eastern part of the studied area (Fig. 1). The contact between two units is generally sharp, but some dikes intrude volcanics. The volcanics are represented by dark colored pillow lavas and lava flows.

There are some magmatic intrusions within the gabbros and sheeted dike complex, which can be divided into wehrlitic and plagiogranitic groups. Wehrlitic intrusions in the crustal section of ophiolites have recently been discovered in the Oman Ophiolite (13, 14, 15, 16), Bay of Island Ophiolite (17, 18) and Troodos Ophiolite (19). The wehrlitic intrusions invading the gabbroic rocks of the İspendere Ophiolite constitute the small dikes, sills and lenses in the basal gabbros and large bodies in the highest gabbros. The largest bodies may attain 1km in diameter at the Nohut Dağı (fig.1). An important feature of these intrusions is the absence of chilled margins against the gabbros.

The plagiogranitic intrusions invade the sheeted dike complex. The thickness of these intrusions varies from 100m to 2km.

Bingöl (20 , 21) considers the İspendere ophiolite as being the western extension of the Jurassic - Lower Cretaceous Guleman Ophiolite.

Maden Complex was initially named as Maden unit by Rigo de Righi and Cortesini (22), but later changed as Maden Complex by Perinçek (1). This unit crops out at the southern part of the study area (Fig. 1) and consists of basic volcanic lavas, tuffs, lapillistones, agglomerates, mudstones and claystones. Maden complex was dated as Middle Eocene by previous workers (1, 23 and 24).

3. PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE İSPENDERE OPHIOLITE

The İspendere Ophiolite consists of dunites, gabbroic rocks, wehrlitic rocks, sheeted dike complex, plagiogranites and basic volcanic rocks.

The dunites are composed of 97-98 % serpentinized olivine and 2-3 % chromite. The olivines are almost completely serpentinized, with 0 to 10 % of olivine relicts. The serpentinites have a mesh texture. The texture undoubtedly results from the direct replacement of olivine by serpentine minerals. The primary cords of the mesh texture reach up to 0.1mm in width and 1.5mm in length. They are pale yellow-green in plane polarized light, and they extinguish between crossed nicols with an undulatory pattern suggesting fine fibers. The cores consist of poorly defined, irregular plates of colorless serpentine. The cords are of chrysotile, the cores are of lizardite. According to Moody (25), the chrysotile and lizardite assemblage forms at base temperatures (app. 300-400°C).

The gabbroic rocks are composed of plagioclase, clinopyroxene, olivine and a little of orthopyroxene. They were identified as troctolites, clinopyroxene gabbros and olivine clinopyroxene gabbros.

All of the gabbros dominantly display a mesocumulate texture. But towards the sheeted

dike complex, the isotropic gabbros show a subophitic texture.

The troctolites are composed of 50-60 % olivine and 40-50 % plagioclase (An60-65). The olivines are partly serpentinized and in form of intercumulus phases while the plagioclases are in form of cumulus phases.

The clinopyroxene gabbros contain 55-65 % plagioclase (An55-60), 30- 40 % clinopyroxene (diallage), and approximately 5 % olivine. The clino- pyroxenes are partly altered to the chlorite, and the plagioclases to the sericite.

The wehrlitic rocks into the gabbroic rocks display a mesocumulate texture. They contain clinopyroxene (diallage) in form of cumulus phases and serpentinized olivine in form of intercumulus phases. The wehrlitic rocks also contain 3-5 % plagioclase in form of intercumulus phases in the highest levels.

The sheeted dikes are composed of plagioclase (An 50-55), clinopyroxene and olivine and display an intergranular, intersertal texture. The dikes are locally hydrothermally altered. The plagioclases are altered to carbonate and sericite, wheras the pyroxene are chloritized.

The plagiogranites within the sheeted dikes are essentially composed of 25-30 % quartz, 60-65 % plagioclase (An22-25) and 5-15% biotite and opaque minerals. The plagioclases are generally sericitized, and biotites are altered to chlorites.

The volcanic rocks are basalts displaying a microlitic texture. The microlites are plagioclases. Some vesicles filled by calcite and zeolites.

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

The field and petrographic data have shown that the Ispendere Ophiolite consists of dunites, layered and isotropic gabbros, wehrlitic sills, dikes and intrusions, sheeted dike complex, plagiogranites and basic volcanic rocks. Boudier and Nicolas (14) have investigated the lithological characteristics and plastic flow structures in ophiolites and distinguished two ophiolite types: (1) harzburgite ophiolite type and (2) lherzolite ophiolite type. If we lithologically correlate the Ispendere Ophiolite with these two types, it coincides with harzburgite ophiolite type ascribing a high degree of partial melting and it is to represent a fast spreading rate (app. 2cm/y) (14).

The origine of dunites in ophiolite massifs has been ascribed either to magmatic accumulation (26, 27) or to reaction of a lherzolite or harzburgite with a fluide being thus essentially residual (13, 28, 29). Dunites in the Ispendere Ophiolite occur beneath the layered gabbros. The relationships between the dunites and tectonites can not been observed due to the absence of harzburgitic tectonites. On the other hand, in the Guleman Ophiolite which is the eastern extention of the Ispendere Ophiolite, dunites constitute the transition zone between the harzburgitic tectonites and gabbroic cumulates (20, 21, 30). Dunites are considered to be formed by magmatic accumulation at the base of magmatic chamber (20, 21, 30), but Nicolas (13) suggested that the wehrlitic rocks within the

gabbroic rocks were products of the magma which is derived from the residual dunites. If wehrlitic rocks of the İspendere Ophiolite were formed in that way, dunites must be essentially residual.

The presence of continuous and thick layered gabbros in ophiolites implies the existence of a large magma chamber. Petrological evidence suggests that these magma chambers operated as open systems (26, 31,32). Thermal modelling predicts that for spreading rates lower than 1cm/y., magma chambers are either absent or discontinuous and intermittent (33). As mentioned above, the İspendere Ophiolite contains a continuous thick gabbro section which requires the existence of a large magma chamber. The thickness of the gabbroic section points that the width of the magma chamber in which the İspendere Ophiolite formed, was very large (32,34). This type of magma chamber is found beneath the accretion zones, in which spreading rates are relatively fast ($> 2\text{cm/y}$) (32, 35).

Together with the overlying volcanic rocks, the sheeted dike complex constitute the frozen carapace of a magma chamber.

The Guleman, Kömürhan and İspendere Ophiolites have been interpreted as being products of an oceanic crust formed during Jurassic - Early Cretaceous between Malatya-Keban Metamorphics and Bitlis - Pütürge Metamorphics and as being obducted on the Bitlis - Pütürge Metamorphics during Upper Cretaceous (10, 20, 21, 36).

5. REFERENCES

1. Perinçek, D., *The geology of Hazro - Korudağ - Çüngüş - Maden - Ergani - Hazar - Elazığ- Malatya area: Guide book, Türkiye Jeol. Kur. yayını, 17p.*, 1979.
2. Yazgan, E., *Doğu Toroslarda etkin bir Paleo-kıtayı kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen): H.Ü. Yerbilimleri, 7, 83-104, 1981.*
3. Yazgan, E., *A geotraverse between the Arabian platforme and the Munzurnappes. Int. Symp. on the Geology of the Taurus Belt, Ankara, Field Guide Book, Excursion V.*, 1983.
4. Yazgan, E., *Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region: Int. Symp. on the Geology of the Taurus Belt, Ankara, 199-208, 1984.*
5. Özçelik, M., *Malatya güneydoğusundaki Maden magmatik kayaçlarının jeolojisi ve tektonik ortamına jeokimyasal bir yaklaşım. Türkiye Jeol. Kur. Bült. 28, 19-36, 1985.*
6. Poyraz, N., *İspendere- Kömürhan (Malatya) ofiyolitlerinin jeolojisi ve petrografisi. Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enst. (Yayınlanmamış), 151p.*, 1988,
7. Akgül, M., *Baskıl (Elazığ) granitoidinin petrografik ve petrolojik özellikleri: Geosound, Num. 18, 67-78, 1991.*
8. Asutay, H., *Baskıl (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve petrografik incelenmesi. MTA Dergisi, sayı 107, 1988.*
9. Turan, M., *Baskıl-Aydınlar (Elazığ) yörensinin stratigrafisi ve tektoniği: Doktora tezi, 66*

- F.Ü.Fen Bilimleri Enst. (yayınlanmamış), 180p., 1984.
- 10.** Bingöl, A.F., Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yükselova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus- Turkey). *Jour. Firat Univ.* 3/2, 1-17, 1988.
- 11.** MTA Geologist, Türkiye jeoloji haritasi serisi: Malatya İ-27 paftası. MTA matbaası, Ankara, 1986.
- 12.** MTA Geologist, Türkiye jeoloji haritasi serisi: Malatya H-27 paftası. MTA matbaası, Ankara, 1988.
- 13.** Nicolas,A., *Structures of ophiolites and dynamics of oceanic lithosphere*. Kluwer Academic Pub., 358s., 1989.
- 14.** Boudier, F. and Nicolas, A., Harzburgite and Lherzolite subtypes in ophiolitic and oceanic environments. *Earth and Planet. Sci. Lett.* 76, 84-92, 1985.
- 15.** Juteau, T., Beurier, M., Dahl, L, R. and Nehlig, P. Segmentation at a fossil spreading axis. The plutonic sequence of the Sumail nappe, Oman. *Tectonophysics*, 151, 107-135, 1988.
- 16.** Benn, K, Nicolas, A., and Reuber, I., Mantle - crust transition zone and origin of wehrlitic magmas: evidence from the Oman ophiolite. *Tectonophysics*, 151, 75-85, 1988.
- 17.** Girardeau, J., Structure des ophiolites de Terre Neuve et modèle de croûte océanique. *These Doc. Univ. Nantes*, 154p., 1979.
- 18.** Girardeau, J., and Nicolas, A., Structures in two of the Bay of Island (Newfoundland) ophiolite massifs: a model for oceanic crust and uppermantle. *Tectonophysics*, 77, 1-34, 1981.
- 19.** Benn,K. and Laurent, R., Intrusive suite documented in the Troodos ophiolite plutonic complex, Cyprus. *Geology*, 15, 821-824, 1987.
- 20.** Bingöl, A.F., New findings on the structural setting on the chromites in the Guleman ophiolitic masive (Eastern Taurus). *Jour. F.University, Sci. and Tech.* 1, 37-46, 1986a.
- 21.** Bingöl, A.F., Petrographic and petrologique characteristics of the Guleman ophiolite (Eastern Taurus- Turkey): *Geosound*, 13/14, 41-57, 1986b.
- 22.** Rigo de Righi, M. and Cortesini, A., Gravity tectonic in foothills structure belt of Southeast Turkey: *AAPG Bull.*, 48, 1911-1973 , 1964.
- 23.** Özkaya, İ., Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yörensinin stratigrafisi. *Türkiye Jeol. Kur.*, 17/1, 51-72, 1974.
- 24.** Sungurlu,O., VI. Bölge Kuzey sahalarının jeolojisi: *TPAO Rap.*, No.871 (unpublished), 1974.
- 25.** Moody, J.B., Serpentinitization: a review. *Lithos*, 9, 125-138, 1976.
- 26.** Jackson, E.D., Green, H.W. and Moores, E.M., The Vourinos ophiolite, Greece: cyclic units of lineated cumulates overlying harzburgite tectonites.

- Geol. Soc. Amer. Bull.*, 86, 390-398, 1975.
- 27.** Furnes, H., Pedersen, R.B. and Stillmann, C.J., *The Lake ophiolite complex, Central Norwegian Caledonides; Field characteristics and geotectonic significance*: *J. Geol. Soc. (London)*, 145, 401-412, 1988.
- 28.** Boudier, F. and Nicolas, A., *Sutural controls on partial melting in the Lanzo peridotites*. *Oregon Dep. Mineral.*, 96, 63-78, 1977.
- 29.** Dick, H., *Partial melting in the Josephine peridotite*. *Amer. Jour. Sci.*, 277, 801-832, 1977.
- 30.** Özkan, Y. Z., and Öztunalı, Ö., *Petrology of the magmatic rocks of Guleman ophiolite*. *Int. Symp. on the geology of the Taurus Belt*, Ankara, 285-294, 1984.
- 31.** Juteau, T. and Whitechurch, H., *The magmatic cumulates of Antalya (Turkey): evidence of multiple intrusions in an ophiolitic magma chamber*. *Proc. Int. Ophiolite Symp. Geol. Surv. Dept. Cyprus*, 377-391, 1980.
- 32.** Pallister, J.S. ve Hopson, C.A., *Semail ophiolite plutonic suite: field relations, phase variation, cryptic variation and layering and a model of a spreading ridge magma chamber*. *J. Geophys. Res.*, 86, 2593-2644, 1981.
- 33.** Kuznir, N.J., *Thermal evolution of oceanic crust; its dependence on spreading rate and effect on crustal structure*. *Geophys. J. R. Astro. Soc.* 61, 167-182, 1980.
- 34.** Dewey, J.F., and Kidd, W.F.S., *Geometry of plate accretion*. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 88, 960-968, 1977.
- 35.** Nisbet, E.G. and Fowler, C.M., *The Mid-Atlantic Ridge at 37 and 45°N; some geophysical and petrological constraints*. *Geophys. J. r. astron. Soc.*, 54, 631-660, 1978.
- 36.** Sengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., *Türkiye'de Tetis'in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım*. *Türkiye Jeol Kur. Yerbilimleri Özel Dizisi*, No. 1, Ankara, 1983.

**ÇİFTEHAN-KOÇAK-ELMALI (ULUKIŞLA/NİĞDE) CİVARININ
JEOLOJİSİ***

Halil BAŞ ve Sedat TEMUR

Selçuk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya / Türkiye

ÖZET : İnceleme alanında Üst Permilen - Kuvaterner zaman aralığının değişik devirlerini temsil eden sedimanter, volkanosedimanter, volkanik, plütonik ve ofiyolitik kayaçlar yüzeylemektedir. Birimler, jeolojik gelişimlerinin farklılığına göre "Bolkar Dağı kesimi" ve "Çiftehan kesimi" olmak üzere iki ayrı istif oluşturmaktadır.

Bolkar Dağı kesiminde en yaşlı birim Alt mermerler (Üst Permilen) olup, istif bunlara uyumlu olarak gelişmiş Alt Triyas yaşlı Bolkar Dağı şistleri ve Orta-Üst Triyas yaşlı Bolkar Dağı mermerleri şeklinde devam etmektedir. Bunların üzerine Kampaniyen yerleşim yaşlı Alihoca ofiyolitleri bir sürüklendirme gelmektedir. Alt Eosen'de yerleşmiş olan Horoz granodioriti ise bütün bu birimleri kesmektedir.

Çiftehan kesiminde istif, Alihoca ofiyolitlerinin üzerine açılı bir uyumsuzlukla gelen Çiftehan karmaşığı ile başlamaktadır. Üst Senoniyen-Paleosen yaşlı Çiftehan karmaşığı, litolojik özelliklerine göre; Elmali volkanit üyesi ve Üçtepe monzonit-diorit üyesi olmak üzere dört üyeye ayrılmaktadır. Çiftehan karmaşığına ait birimler açılı bir uyumsuzlukla Orta Eosen yaşlı Delimahmutlu formasyonu tarafından örtülmektedir.

**GEOLOGY OF ÇİFTEHAN-KOÇAK-ELMALI (ULUKIŞLA/NİĞDE)
DISTRICT**

ABSTRACT : In the study area sedimentary, volcano-sedimentary, volcanic, intrusive and ophiolitic rocks of Upper Permian-Quaternary time interval are exposed. These rocks take place in two sequences, named Bolkar Dağı sequence and Çiftehan sequence, with different geological evolutions.

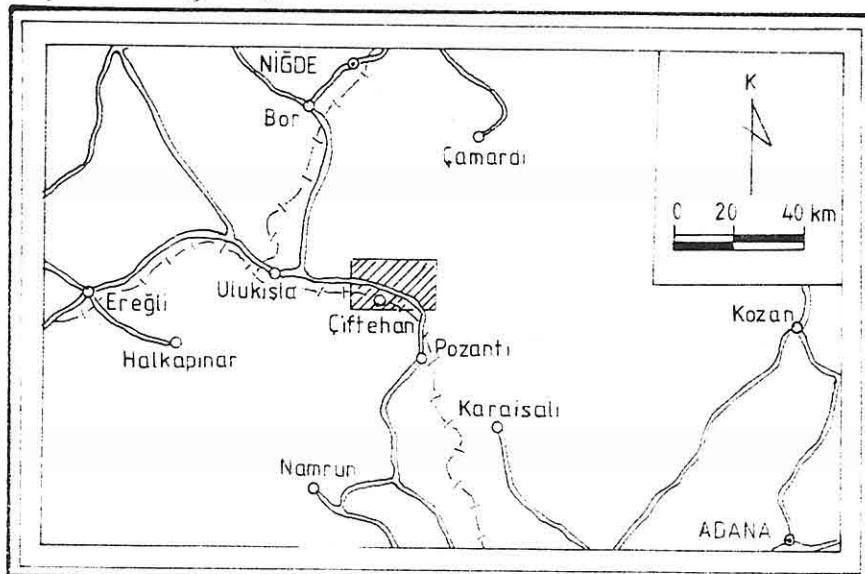
The Bolkar Dağı sequence comprises, in ascending order, Upper Permian aged Lower marbles, the Lower-Middle Triassic aged Bolkar Dağı Shists and the Upper Triassic aged Bolkar Dağı Marbles. These are overlain by Alihoca Ophiolites which emplaced in the region with a overthrust during Late Cretaceous. The Bolkar Dağı sequence are cut by Horoz Granodiorite which completed its intrusion in Lower Eocene.

The Çiftehan sequence starts with Upper Senonian-Paleocene aged Çiftehan complex which overlies the Alihoca ophiolites with an unconformity. The complex on the bases of lithological properties can be divided into four members: Koçak shale-sandstone, Elmali volcanite, Aktaştepe limestone and Üçtepe monzonite-diorite. The Çiftehan complex is overlain unconformably by Middle Eocene (Lutetian) aged Delimahmutlu formation.

* Bu çalışmayı TÜBİTAK desteklemiştir (TBAG - 907).

GİRİŞ

İnceleme alanı Bolkar Dağları'nın kuzey kesiminde yer alır. 1/25000 ölçekli haritası yapılan bu saha Ulukışla (Niğde) ile Pozantı (Adana) arasında yaklaşık 150 km²'lik bir alan kaplamaktadır (Şekil 1).



Şekil.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası

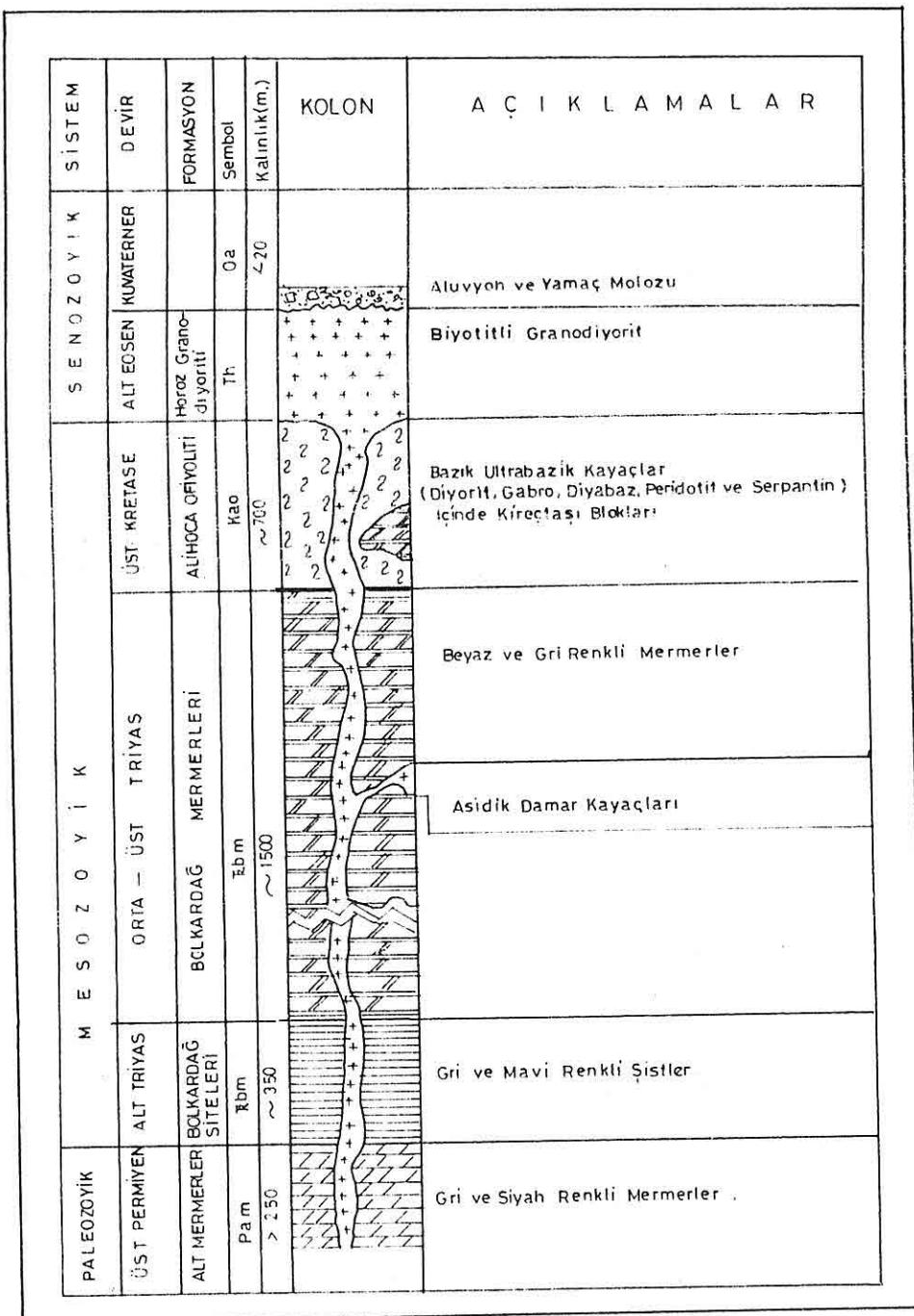
Yörenin jeolojisine yönelik yapılmış çalışmalar olarak Blumenthal (1), Çalapkulu (2), Şişman ve Şenocak (3), Oktay (4), Baş ve diğ. (5), İşler (6), Nazik ve Gökçen (7) sayılabilir.

1. STRATİGRAFİ

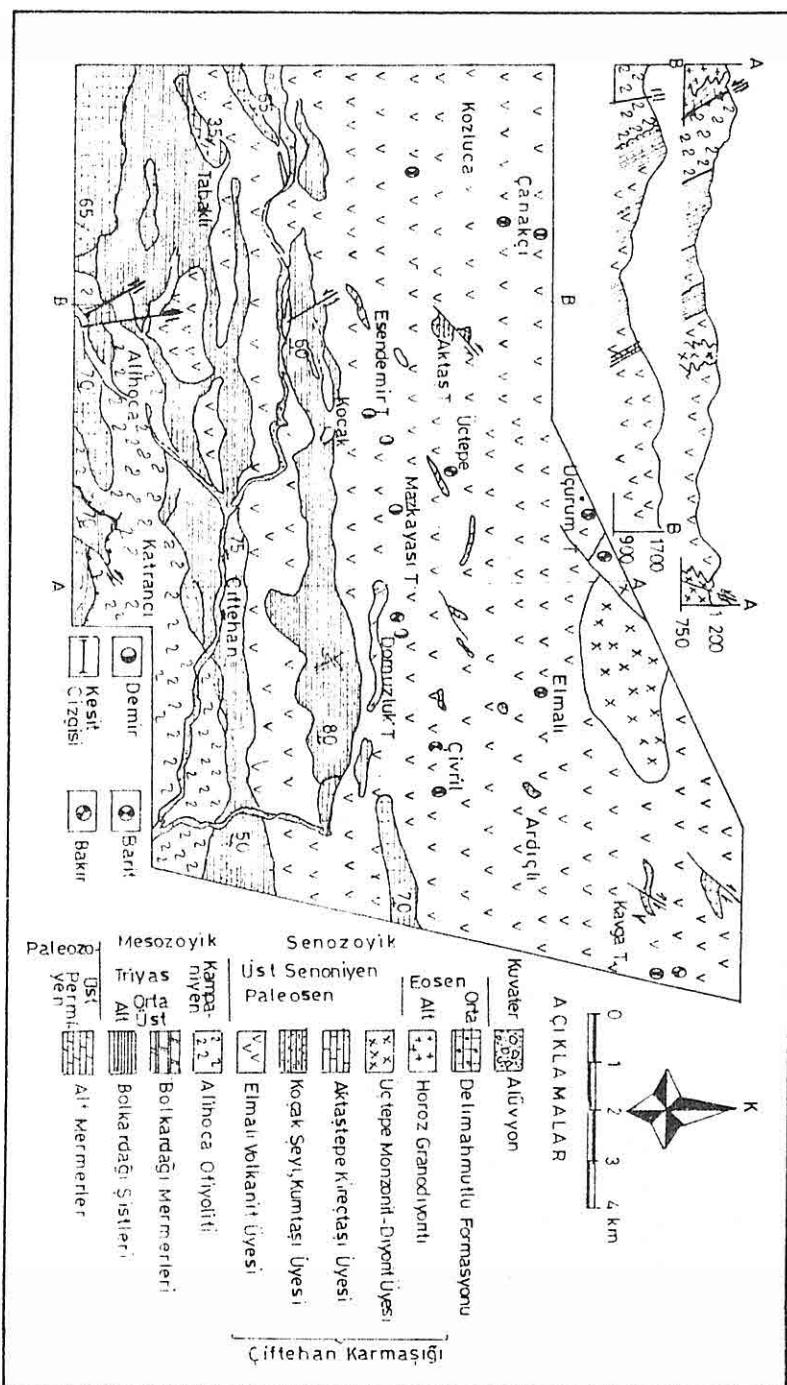
İnceleme alanında yüzeyleyen birimler, birbirlerinden farklı jeolojik gelişimi yansıtan iki ayrı istif oluşturmaktadır. Bunlar "Bolkardağı kesimi" ve "Çiftehan kesimi" istifleri olarak adlandırılmaktadır.

1.1 Bolkardağı Kesimi İstifi

İstifin en altında gri-siyah renkli ve ince-orta tabakalı mermerlerden oluşan Alt mermerler yer almaktadır. Birimin ismi Çalapkulu (2)'ndan alınmıştır. Bünyesinde yüksek oranda killi ve bitümlü malzeme ile serisit, klorit ve kuvars içeren Alt Mermerler



Sekil 2. Bolkardağı kesimi istifinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.



Şekil 3. İnceleme alanının jeolojik haritası ve enine kesitleri.

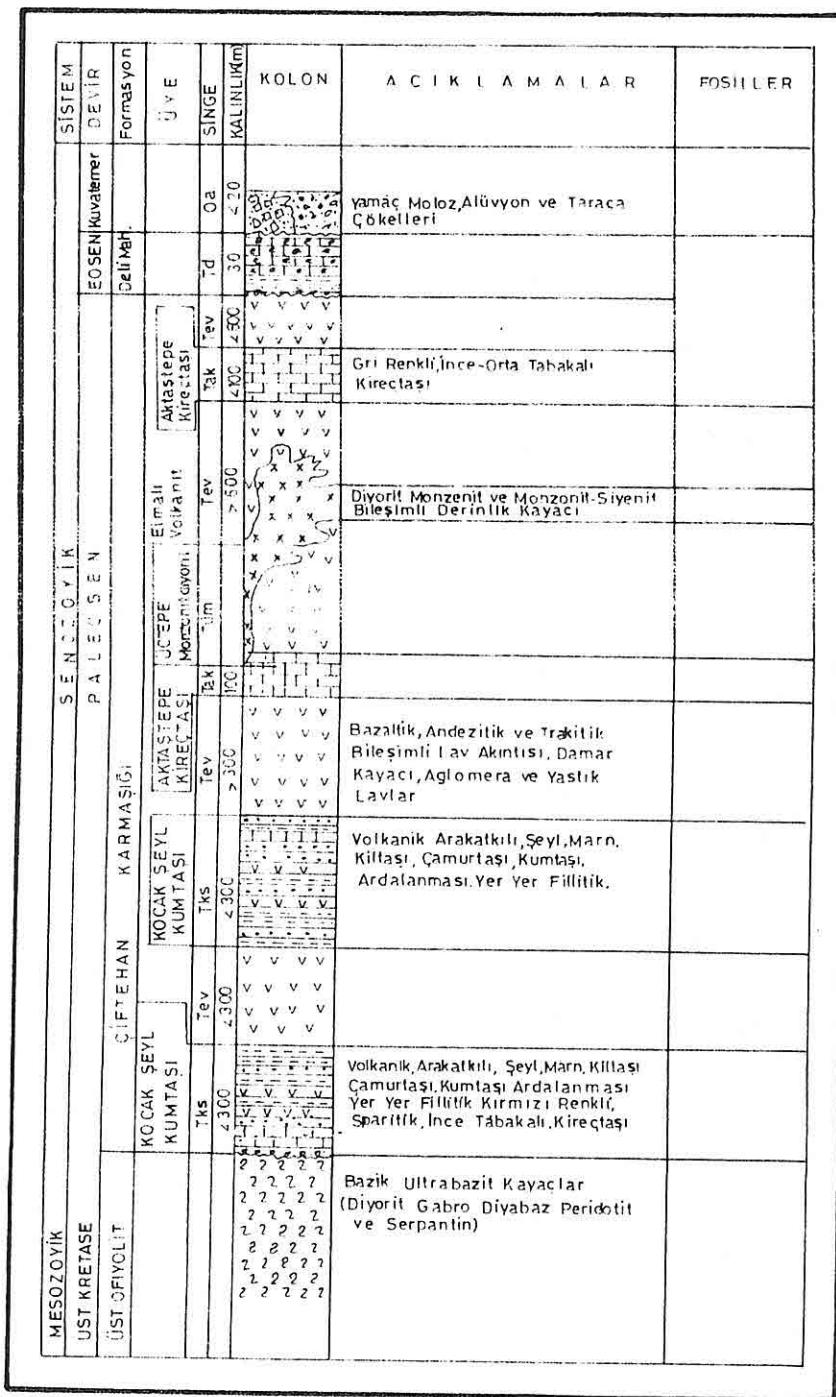
birkaç santimetre kalınlığındaki şist ara seviyeleri ile ardalanmakta ve yer yer dolomitik özellik göstermekte dirler. Birimin tabanı inceleme alanında gözlenmemektedir (Şekil 2). Önceki çalışmalarla birimin yaşı, Üst Permilen olarak belirtilmektedir (8).

Alt mermerler'in üzerine uyumlu olarak Bolkar dağı şistleri gelmektedir. Birimin ismi Çalapkulu (2)'ndan alınmıştır. Bolkar dağı şistleri, yer yer kuvarsit aratabakaları bulunduran gri ve mavi renkli şistlerden oluşur. Bölgesel metamorfizmaya bağlı olarak yeşilşist fasiyesinde başkalaşma uğramış bu birim, kalk-şist, serisit - kloritşist ve muskovit-biyotit-kuvarsistten ibarettir. Birimin stratigrafik konumu dikkate alınarak Alt -Orta Triyas yaşı verilmiştir. İnceleme alanındaki görünür kalınlığı 150-200 m kadardır.

Bolkar dağı şistlerinin üzerinde yine uyumlu olarak Bolkar dağı mermerleri gelmektedir. Beyaz-gri renkli ve genellikle kalın tabaklı karbonatlarla temsil edilen bu birimin adı Çalapkulu (2)'ndan alınmıştır. İnceleme alanında bunun çok az bir bölümü gözlenen bu birimin kalınlığı 1500 m olarak verilmektedir (9). Paleontolojik verilere göre Demirtaşlı ve diğ. (8) tarafından birime, Üst Triyas yaşı verilmiştir. Bolkar dağı mermerlerinin stratigrafik konumu da bu yaşa uymaktadır.

Bolkar dağı mermerlerinin üzerinde bir sürükle nimle gelen Alihoca ofiyolitleri yer almaktadır. Birimin ismi Demirtaşlı ve diğ. (8)'den alınmıştır. Birim bazik ve ultrabazik kayaçlarla bunların içerisinde dağılmış Bolkar dağı mermerlerine ait bloklardan oluşmaktadır. Bazik ve ultrabazik kayaçlar; diyorit, gabro, diyabaz, peridotit ve serpentinitlerle temsil edilmektedir (2). Diyorit ve gabrolar, diyabaz dayıkları tarafından kesilmişlerdir. Üzerine gelen sedimanlardan elde edilen fosiller, Alihoca ofiyolitlerinin yerleşim yaşıının en geç Kampaniyen olduğunu göstermektedir (Şekil 4). Ofiyolitlerin üzerine uyumsuz olarak Çiftehan kesimi istifine ait "Çiftehan karmaşığı" gelmektedir.

Bolkar dağı kesimi istifine ait birimleri kesen Horoz granodiyoritinin yerleşim yaşı, Kampaniyen-Alt Eosen olarak değerlendirilmektedir. Biyotitli granodiyorit olarak tanımlanan Horoz granodiyoritinin ana mineralleri; kuvars, albit, biyotit ve hornblend'tir (2).



Şekil 4. Çiftehan kesimi istifinin genelleştirilmiş dikme kesiti.

1.2 Çiftehan Kesimi İstifi

1.2.1 Çiftehan Karmaşığı

Birim, esas olarak bazaltik, andezitik ve traktik bileşimli volkanik lav akıntıları, aynı bileşimli damar kayaçları, piroklastikler, yastık lavları ile konglomera, kumtaşı, şeyl ve kireçtaş gibi sedimanter kayaclardan oluşmaktadır. Ayrıca, bunların bir kısmını kesen monzonitik ve diyoritik bileşimli derinlik kayaçları bulunmaktadır. Birimi temsil eden bu değişik tür kayaçlar aynı havzanın ürünü olup, Üst Kretase'de gelişen adayayı volkanizmasının aktif olduğu ve aynı zamanda terrijen malzemenin taşınarak çökeldiği bir ortamı yansımaktadır.

Kendisinden yaşılı birimleri açılı bir uyumsuzlukla örten Çiftehan karmaşığının tabanına yakın seviyelerde yer alan kireçtaşlarından elde edilen;

Alveolina sp.,
Nummulites sp.,
Textularia sp.,
Globirotalia sp.,
Nummulites., a formu
Dislocyclina sp.,
Gypsina sp.,
Rotalia sp.
Glabotruncana lappareti
Glabotruncana stuarti
Glabotruncana cotostü

fosilleri Kampaniyen (?) - Meastrıhtıyen yaşıını vermektedir. Demirtaşlı ve diğ. (8)'de birimin yaşıının Kampaniyen'e kadar indiğini belirtmektedirler. Oktay (4)'da birimin yaşıının Kampaniyen' e kadar indiğini belirtmektedirler. Oktay (4)'a göre birimin devamı olan Tayhacı Kireçtaşı, Dikmendedetepe Trakti ve Serenkaya formasyonu gibi birimlerin yaşı, Eosen'e kadar uzanmaktadır. Ancak, inceleme alanında birimin üst seviyeleri

gözlenemediğinden Çiftehan karmaşığına Üst Senonyen-Paleosen yaşı verilmektedir.

Çiftehan karmaşığını oluşturan birimler, litolojik özelliklerine göre Koçak şeyl-kumtaşı üyesi, Elmalı volkanit üyesi, Aktaştepe kireçtaşı üyesi ve Üçtepe monzonit-diyorit üyesi olmak üzere dört üyeye ayrılmaktadır.

1.2.1.1 Koçak Şeyl-Kumtaşı Üyesi

Konglomera, kumtaşı, şeyl ve bunlarla ardalanmalı kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Alacalı renkli olan taban konglomeraları; kum ve kaba çakıl arasında değişen boyutlardaki mermer, şist ve ofiyolitik kayaçlara ait kırıntılar ile karbonatlı ve killi bir çimentodan oluşmaktadır. Konglomeraların gözlenmediği kısımlarda birim, kumtaşları veya kireçtaşları ile başlamaktadır. Kumtaşları kırmızı, mor veya gri renkli, kötü boyanmalı ve ince tabakalıdır. Çapraz tabakalanmalar yaygındır. Gri, mavi ve kahverenkli, ince tabaklı veya laminalı, yer yer fillitik yapı gösteren şeyller bazen karbonat oranlarının artmasıyla marn özelliği kazanmaktadır. Şeyl ve kumtaşları, hemen her zaman kireçtaşı ve aglomera seviyeleri bulundurmaktadır.

Koçak şeyl-kumtaşı üyesi, Çiftehan karmaşığının hem tabanında, hem de daha üst seviyelerinde, diğer üyelere ait birimlerle yanal geçişli olarak gözlenmektedir. Birimin kalınlığı çok değişken olup, 500 m'ye kadar çıkmaktadır.

Kumtaşı ve şeyllerin piroklastik kayaçlarla ince ve kaba taneli terrijen malzemenin tekrarlanması, dereceli tabakalanmalara rastlanması; sedimanların adayının kenarında yer alan ve ada yayının uzanımına paralel konumlu, dar, hareketli ve tabanı eğimli bir havzada, volkanik faaliyetlerin yavaşladığı dönemlerde çökeldiğini göstermektedir.

Birim, litolojik özellikleri ve stratigrafik konumuna göre Ulukışla civarında yüzeyleyen Serenkaya formasyonu (4) ile deneştirilebilir özellikler taşımaktadır.

1.2.1.2 Elmalı Volkanit Üyesi

Bölgemin büyük bir kısmını kaplayan volkanitler, genel olarak bazaltik, andezitik ve traktik bileşimli lav akıntıları, damar kayaçları, aglomeralar ve yastık lavları ile temsil edilmektedir.

Bazaltlar, genellikle olivince zengin olup, çoğu olivinli bazalt niteliğindedir. İçlerinde yer yer çapları 1,5 cm'ye ulaşan olivin yığışmları bulunmaktadır. Fenokristaller, daha çok olivin ve ojitle temsil edilmektedir. Ayrıca, enstatit, klinoenstatit, plajiyoklas ve opak mineraller yer almaktadır. Kayaçta daha çok vitrofirk porfirik, porfirik ve serial porfirik doku hakimdir. Hamurda plajiyoklas mikrolitlerinin yanısıra olivin, piroksen, opak mineral ve enstatit yer almaktadır. Eser miktarlarda stilpnömelan ve apatite (?) rastlanmaktadır. Hamurda vitrofirk, mikrolitik ve plotaksitik dokular hakimdir. Mikrolitlerde yönlenmeler fazla belirgin değildir. Bileşimleri yer yer latitbazalt veya trakibazaltlara kaymaktadır. Spilitleşmeler, hemen her zaman yaygındır. Olivinler, çok az miktarlarda iddingsitleşmiştir. Bazaltlarda yaygın olan kloritleşmenin yanı sıra epidotlaşmalar gözlenmektedir. Feldispatların bozusma ürünlerini başlıca kil mineralleri, serisit, klorit, kalsit ve prehnit oluşturmaktadır (5).

Andezitlerde genellikle hem fenokristaller, hem de hamur; plajiyoklas ve amfibollerden oluşmaktadır. Plajiyoklaslarda karlsbad, albit ve periklin ikizlenmeleri çok yaygındır. Daha az miktarlarda piroksen, biyotit ve opak mineral, çok az oranda da kuvars ihtiva etmektedirler. Hamurun içinde %10-15 kadar volkanik cam bulunmaktadır. Lav akıntısı şeklindeki andezitlerde mikrolitik dokulu hamurun içinde kristal yönlenmeleri çok belirgindir. Damar şeklindeki andezitler ise porfirik dokulu olup, feldispat kristalleri oldukça iridir ve holokristallidirler. Hamur yine mikrolitiktir. Ancak, kristal yönlenmeleri yoktur. Andezitler yer yer bileşen olarak latitlere doğru kaymakta ve latitandezit özelliği kazanmaktadır. Alterasyonla andezitlerde kloritleşme, korbonatlaşma, serisitleşme ve silisileşmeler gelişmiştir. Daha az epidotlaşmalar vardır.

Pembemsi kahve renkli tarikitler; hem lav akıntıları, hem de damarlar halinde bulunurlar

ve genellikle trikitik dokuludurlar. Fenokristaller; plajiyoklas, sanidin, biyotit ve çok az kuvarstan oluşmaktadır. Hamur ise sanidin mikrolitleri ve az miktarda plajiyoklas ve volkanik camdan meydana gelmektedir. Hamurun içerisinde opak mineral saçınımılarına (Manyetit) rastlanmaktadır. Eser miktarlarda da titanit bulunmaktadır. Kristal yönlenmeleri çok belirgindir. Damar şeklindeki trikitlerde hamur, politaksitik doku sunmaktadır. Yer yer trikitlerin bileşenleri andezitlere doğru kayarak trakiandezit özelliği göstermektedir. Alterasyonla feldispatlар serisitleşmiş ve karbonatlaşmıştır. Ayrıca, ikincil kuvars gelimi ve kloritleşmeler yaygındır. Kayacın boşluklarında epidot dolguları ve iri feldispatlарın iç kısımlarında epidota dönüşümler gözlenmektedir.

Yastık lavlar, çoğunlukla spillitleşmiş bazalt bileşimli kayaçlardan meydana gelmektedir. Koyu yeşil, yeşil renkli görünürlər ve diğer volkanitlerle düzensiz sınırlar oluştururlar. Taneler çoğunlukla 30-70 cm (yer yer 2 m) çaplı, yuvarlak, oval şekillidirler.

Koyu yeşil, koyu gri, siyahimsi görünümlü olan aglomeralar diğer volkanitlerin içerisinde mercekler şeklinde veya 100 m'ye varan kalınlıklarda seviyeler halinde bulunmaktadır. Aglomeralar, ince taneliden, çok kaba taneliye kadar değişen boyutlarda tane ihtiyacı etmektedir. Tanelerin çoğunluğu köşeli, az köşeli, düzensiz dağılımlı bazalt, andezit, trakit, trakiandezit, trakibazalt ve spilitleşmiş bazaltların çakıl ve bloklarından oluşmaktadır. Aglomeraların içerisinde kireçtaşı, çakıl ve bloklarına da sıkça rastlanmaktadır. Aglomeraların çimentoları kendisinden daha küçük tanelidirler.

1.2.1.3 Aktaştepe Kireçtaşları Üyesi

Kireçtaşları, Elmalı volkanit üyesi'nin değişik seviyelerinde en fazla 30-40 m kalınlık ve birkaç kilometre devamlılık gösteren mercekler şeklinde yüzeylemektedir. Beyaz, gri ve kahve renkli olan bu kireçtaşlarında rekristalizasyon oldukça gelişmiş olup, bazen sparit, bazen mermer özelliği sunmaktadır. Merceklerin genel uzanımları doğu-batı yönlüdür. Bu gidiş volkanitlerin sınırlarına paralellik arzettmektedir. Orta-kalın tabakalıdır. İçlerinde %5 oranında volkanik kayaç parçası ve daha az oranda terrijen malzeme bulundurmaktadır.

Aktaştepe kireçtaşının üyesinin Elmalı volkanit üyesi ile yanal geçişli olması ve hemen her seviyesinde rastlanmasından dolayı aynı yaşlı oldukları (Üst Senoniyen-Paleosen) söylenebilir. Adayayı volkanizmasının etkisiyle Elmalı volkanit üyesine ait volkanik kayaçlar oluşurken ortaya çıkan yükseltilerin üzerinde yer yer terrijen ve volkanik malzemenin katıldığı alanlarda kimyasal yolla çökelmişlerdir.

Stratigrafik konumu ve litolojik özelliklerine göre Ulukışla havzası'ndaki Başmakçı kireçtaşının (1) ve aynı havzadaki Karatepe kireçtaşının (4) ile denestrilebilir özelliktedir.

2.1.5.4 Üçtepe Monzonit - Diyorit Üyesi

Monzonitik ve diyoritik bileşimli derinlik kayaçları ile temsil edilmektedir. Çiftehan'ın kuzeyinde, Domuzluk tepe civarında diyoritler, Üçtepe köyü'nün kuzeydoğusunda ise monzonitler yüzeylemektedir. Monzonitler; ortoklas, plajiyoklas, biyotit, piroksen ve amfibollerden oluşmaktadır. Bazen potasyum feldispat oranları artarak bileşimleri siyenite doğru kaymaktadır. Hemen her zaman %2-3 oranında opak mineral bulundurmaktadır. Diyoritler plajiyoklasların yanı sıra koyu renkli minerallerden en fazla hornblend, daha az oranda biyotit ve klinopiroksen ihtiva etmektedirler. Monzonitlerin yer yer kalınlıkları 1-2 m olan bazalt damarları tarafından kesilmiş olması, monzonit yerleşiminden sonra da volkanik faaliyetlerin devam ettiğini göstermektedir. Alterasyon ürünü olarak epidotlaşma, kloritleşme ve serisitleşmelere rastlanmaktadır. Ayışma, diyoritlerde monzonitlere göre daha fazla gelişmiş olup, aynı tür mineraller ortaya çıkmıştır.

Üçtepe monzonit-diyorit üyesinin hem Üst Senoniyen-Paleosen yaşlı volkanitleri ve kireçtaşlarını kesmesi, hem de aynı yaşlı bazalt damarları tarafından kesilmesi; bunların da Üst Senoniyen-Paleosen yaşlı olduğunu göstermektedir.

1.2.2 DELİMAHMUTLU FORMASYONU

Taban konglomeraları ve fliş fasiyesinde gelişmiş kayaçlarla temsil edilen formasyonun

ismi, Demirtaşlı ve diğ. (8)'den alınmıştır.

Formasyonun en alt seviyelerini oluşturan taban koglomeraları alacalı renkli olup, kötü boylanmalı, çok kaba taneli ve iyi derecede yuvarlaklaşmamış köşeli malzemenin depolanması şeklinde meydana gelmiştir. Tabakalanma belirsizdir. Ancak yer yer kısmi derecelenmeler gözlenmektedir. Yukarıya doğru dereceli olarak kumtaşlarına ve kumlu-killi kireçtaşlarına geçmektedir. Kumtaşları kırmızımsı-yeşilimsi gri renkli ve ince tanelidir. Kireçtaşları ise ince-orta tabaklı ve şeyl arabantlıdır. Formasyonun en yaygın litolojik birimini oluşturan kireçtaşları gri renkli ve bol fosillidir.

Kendisinden yaşlı formasyonları açılı uyumsuzlukla örten Delimahmutlu formasyonunun üst dokanak ilişkisi inceleme alanında gözlenmemektedir. Kalınlığı ise 40-50 m kadardır. Şişman ve Şenocak (3)'a göre sadece taban konglomeralarının kalınlığı 30-40 m'dir. Temur (9) ise formasyonun toplam kalınlığını 120-140 m olarak vermektedir. Formasyona ait kireçtaşlarından aşağıdaki fosiller elde edilmiştir;

- Nummulites sp.,
- Assiline cf. exparents,
- Operttulina sp.,
- Asterigorina sp.,
- Euruperina sp.,
- Orbitolites sp.,
- Gypsina sp.,
- Rotalid formları,
- Miliolidae (?)
- Miliolid formları,
- Globigerinidae,
- Halkyardia minima

Bu fosil kapsamına göre formasyonun yaşı Orta Eosen (Lütesyen), hatta Üst Lütesyen yaşıldır.

1.2.3 TARAÇA ÇÖKELLERİ, YAMAÇ MOLOZLARI VE ALÜVYONLAR

Taraça oluşukları eski akarsu yataklarının kalıntıları şeklindedir. Çok kaba taneli çakıl ve boyları 1 m'ye varan bloklardan oluşurlar. Taneler az yuvarlanmış, kötü boyanmış ve karbonatlı-killi bir malzeme ile kısmen tutturulmuşlardır. Yamaç molozları, dik yamaçların altında gelişmiş yelpazeler halinde ortaya çıkmaktadır. Alüvyonlar ise dere içlerinde ve düzülüklerde gözlenmektedir. Bunlar Kuvaterner yaşıdır.

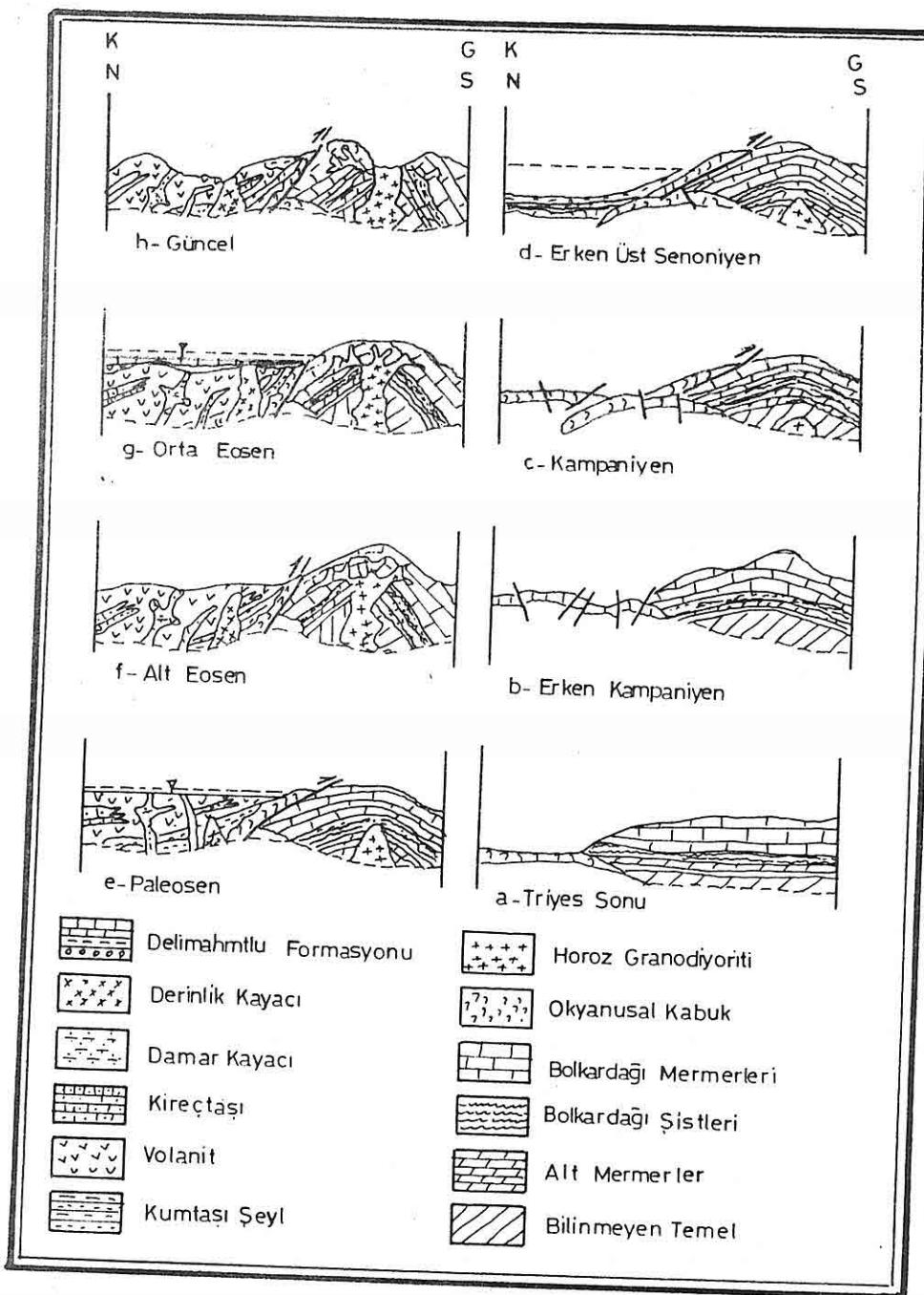
2. TEKTONİZMA

Orta Toros Kuşağı ile Niğde Masifi arasında yer alan inceleme alanında yüzeyleyen Paleozoyik ve Mesozoyik yaşı birimler; Özgül (10) tarafından tanımlanan Bolkardağı Birliği'ne, daha genç birimler ise Ulukışla Tersiyer Havzası volkano-sedimanlarına dahil edilmektedir (11).

Inceleme alanında yüzeyleyen birimlerin arasında iki uyumsuzluk yüzeyi belirlenmiştir. Her biri bir karasal döneme karşılık gelen bu uyumsuzluklardan yaşı olanı Üst Senonyen, ikincisi ise Orta Eosen birimlerinin tabanında yer almaktadır.

İnceleme alanı ve yakın çevresi doğu-batı eksen doğrultulu büyük bir antiklinalın (Bolkardağı antiklinalı) kuzey kanadında yer almaktadır. Bu antiklinalın oluşumu Jura-Kretase zaman aralığında gelişmiş, Alt Eosen'de ise Paleosen yaşı birimlerle beraber yeniden kıvrımlanarak bugünkü şeklini kazanmıştır. Çalapkulu (2)'na göre de eğimleri genellikle 50-60° olan, yer yer de devrik kıvrım yapıları gözlenmektedir. Lütesiyen yaşı tabakalar da eğimli olup, her ikisinin de kıvrım eksenleri yaklaşık Bolkardağı antiklinaline uyumludur. Bu durum, yörenin Jura başından Eosen sonuna kadar kuzey-güney yönlü sıkışma kuvvetlerinin etkisinde kaldığını göstermektedir.

Inceleme alanında kırılma tektoniğinin ürünü olarak belirlenebilen en büyük yapı, Alihoca Ofiyoliti'nin alt sınırını oluşturan bindirme fayıdır. Bindirmenin itilme yönü



Şekil 5. Çıştehan kesimi istifinin jeolojik gelişimini gösterir ölçeksiz enine kesitler.

inceleme alanında belirlenememekte, ancak Toroslar'ın genel konumu dikkate alınarak itilmenin kuzeyden güneye doğru olduğu düşünülmektedir. Bindirme yüzeyinin bugünkü konumu kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu olup, $60-70^{\circ}$ ile kuzeybatıya doğru eğimlidir. Ayrıca, belirlenebilen etki alanları bir kaç yüz metreyi geçmeyen normal faylar ise Kuvaterner birimleri hariç, diğer bütün formasyonları kesmektedir. Normal fayların eğimleri 60 ile 80° arasında değişmektedir.

3. JEOLOJİK GELİŞİM

Yörede bulunan en yaşlı birim olan Üst Permiyen yaşlı karbonatlar özellikleri bilinmeyen bir temelin üzerine çökelmışlardır. Bu temel, Özgül (10) tarafından varlığı belirtilen Devoniyen yaşlı metamorfitler olabilir. Kıtasal kabuğun şelf kısmında kimyasal yolla karbonat çökelimi gerçekleşirken güneydeki karadan gelen ince detritiklerin karbonatlara katıldığı ve bu sırada okyanusal kabuğun kuzeyde olduğu düşünülmektedir (Şekil 5.a).

Karbonatların üzerine uyumlu olarak Alt-Orta Triyas yaşlı Bolkar Dağı Şistleri'ni oluşturan şeyller çökelmıştır (Şekil 5.b). Üst Triyas'ta ise yine bunlara uyumlu olarak başlayan karbonat çökelimi kalın bir istif olan Bolkar Dağı mermelerine ait kireçtaşlarını oluşturmuştur (Şekil 5.c).

Triyas sonunda başlayan çökelme boşluğu Üst Senoniyen'e kadar devam etmiştir. bu sırada mevcut birimler kuzey-güney yönlü sıkışma kuvvetlerinin etkisiyle kısmen kıvrımlanmışlardır. Hem bu sıkışmanın, hem de gömülmenin etkisi ile birimler metamorfik bir özellik kazanarak karbonatlar mermere ve şeyller şiste başkalaşmışlardır. Kıvrımlanma ile güneyde oluşan Bolkar Dağı antiklinali'ne bağlı olarak Bolkar Dağı yükselişi ortaya çıkarken antiklinalin çekirdeğinde de muhtemelen temelde bulunan Devoniyen yaşlı ince detritiklerin anateksisi ile granodiorit oluşumu başlamıştır (Şekil 5.d). Sıkışma kuvvetlerinin etkisi ile kuzeydeki okyanusal kabuk parçalanmış ve ters faylarla dilimler üst üste itilmiştir.

Kampaniyen'de kuzey-güney yönlü sıkışma kuvvetleri devam etmiş ve parçalanan okyanusal kabuğun dilim(ler)i Bolkardağı yükselmanının üzerine itilerek Alihoca ofiyolitlerinin ortaya çıkışmasını sağlamıştır (Şekil 5.e).

Üst Senoniyen'de sedimentasyon yeniden başlamıştır. Kendisinden yaşılı birimleri açılı bir uyumsuzlukla örten Çiftehan karmaşığına ait taban konglomeraları, kumtaşları ve kireçtaşları çökelirken okyanusal kabuğun parçalarından bir kısmı kuzeye doğru diğerlerinin altına dalmış ve böylece volkanik faaliyetler başlamıştır. Burada okyanusal kabuğun üzerinde adayayı gelişmiştir (Şekil 5.f).

Üst Senoniyen-Paleosen süresince adayayı ve manto kökenli volkanizmanın ürünü olan lav akıntıları, aglomeralar ve yastık lavlar, su altında çökelirken volkanik malzemenin ulaşamadığı yükseltilerde kireçtaşları, çukur alanlarda ise kumtaşı ve şeyller oluşmuştur. Bu esnada monzonit ve diyorit bileşimli magma yükselterek daha önce oluşmuş karmaşığın içine yerleşmiştir. Bu mağma kütlesine ve/veya doğrudan mantoya bağlı andezit, trakit ve bazalt bileşimli damar kayaçları ise en az birkaç defa tekrarlanarak hem birbirlerini, hem de lav akıntılarını kesmişlerdir. Bolkardağı yükselmanının çekirdeğindeki mağma ise gelişimine devam etmiştir (Şekil 5.g).

Paleosen sonu-Eosen başında, kuzey-güney yönlü sıkışmalar yeniden başlamış ve Paleosen birimleri ile beraber daha yaşılı birimler yeniden kıvrımlanmıştır. Bu esnada Bolkardağı antiklinalının çekirdeğindeki magma yükselterek sıçrılıkla ve gecikme tektoniği ürünü (2) olarak Horoz granodiyoritinin oluşumunu sağlamıştır. Orta Eosen'e kadar yörede aşınma ve taşınma süreçleri hüküm sürmüştür (Şekil 5.h).

Lütesiyen'de yörenin büyük bir bölümüne hakim olan denizel ortam şartlarında, kendisinden yaşılı birimleri açılı bir uyumsuzlukla örten Delimahmutlu formasyonuna ait sedimanlar çökelmiştir (Şekil 5.i).

Orta Eosen sonundan itibaren yine kuzey-güney yönlü sıkıştırma hareketleri ile Eosen ve Paleosen yaşılı birimler kıvrımlanırken yore de tamamen karasal ortam haline gelmiştir.

Kuvaterner'de yamaç molozları ve alüvyonlar çökelerek yöre bugünkü jeolojik konumunu kazanmıştır (Şekil 5.j).

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. İnceleme alanında yüzeyleyen birimler iki ayrı istif oluşturmaktadır. Bunlardan Bolkardağı kesimi istifi; Üst Permien - Triyas zaman aralığında çökelmiş sedimanlarla bunları kesen ve Alt Eosen'de yerleşimini tamamlamış olan granodiyorit sokulumundan meydana gelmektedir. Bölgede ofiyolit yerleşiminden sonra bunları açılı bir uyumsuzlukla örten Çiftehan kesimi istifi ise Üst Senonyen-Paleosen yaşlı sedimanter, volkano-sedimanter, piroklastik, damar ve derinlik kayaçları ile Orta Eosen yaşlı sedimanter kayaçlarla temsil edilmektedir.

2. Yöredeki ofiyolitlerin yerleşimi, bunları örten sedimanlardan elde edilen fosillere göre Üst Kampaniyen öncesinde gerçekleşmiş olmalıdır. Fakat Üst Kampaniyen yaşı veren fosiller tartışmalıdır. Bunun için yörede daha detay paleontoloji çalışmaları yapılmalıdır.

3. Üst Senonyen-Paleosen yaşlı birimler, Çiftehan karmaşığı olarak adlandırılmış ve birim litolojik özelliklerine göre dört üyeye ayrılarak haritalanmıştır. Bunlardan Elmalı volkanit üyesi; lav akıntıları, piroklastikler, damar kayaçları ve yastık lavlarla temsil edilmektedir. Bu birimlerin de üye mertebesinde tanımlanarak haritalanmaları için daha detay çalışmalar, gerektirmektedir. Böyle bir çalışma yörenin jeolojisine önemli katkılar sağlayacaktır.

4. Elmalı volkanit üyesine ait birimler; hem adayı volkanizması ürünü, hem de manto kökenli olabilecekleri gibi bunların sadece birinden de kaynaklanmış olabilirler. Bu problemin aydınlatılabilmesi için volkanitlerin jeokimyasal incelemesi yapılmalıdır.

5. Üçtepe monzonit-diyorit üyesine ait derinlik kayaçları; hem aynı yaşlı diğer üyelere ait volkanik ve volkano-sedimanter kayaçları kesmekte, hem de bu volkanitlerin damar kayaçları tarafından kesilmektedir. Dolayısıyla volkanitlerle derinlik kayaçları; aynı kökenli ve evreli oluşum ürünleri olarak yorumlanmaktadır. Ancak, jeokimya ve izotop çalışmaları ile bu ilişki pekiştirilmelidir.

5. KAYNAKLAR

1. Blumenthal,M.M.,*Yüksek Bolkar Dağı'nın Kuzey Bölgelerinin ve Uzantılarının Jeolojisi; Maden Tetkik ve Arama Enst. Yay., D, 7, 179 s., 1956.*
2. Çalapkulu,F.,*Horoz Granodioritinin Jeolojik İncelemesi; Türkiye Jeol.Kur. Bült., 23, 1, 59-68, 1980.*
3. Şişman,N. ve Şenocak,O.,*Bolkardağı Çinko-Kurşun Yatakları; Maden Tet. Ara. Rap., No:1463, 74 s., 1982.*
4. Oktay,F.Y.,*Ulukışla ve Çevresinin Stratigrafisi ve Jeolojik Evrimi; Türkiye Jeol. Kur. Bült., 25, 1, 15-24, 1982.*
5. Baş,H., Ayhan,A. ve Atabey,E.,*Ulukışla-Çamardı (Niğde) Volkanitlerinin Bazı Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri; TMMOB Jeoloji Mühendisliği Yay., 26, 27-34, 1986.*
6. İşler,F.,*Çiftehan (Niğde) Volkanitlerinin Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal İncelemesi; Türkiye Jeol. Kur. Bült., 31, 29-36, 1988.*
7. Nazik,A., Gökçen,N.,*Ulukışla Tersiyer İstifinin Foraminifer ve Ostrakod Faunasına Göre Stratigrafik Yorumu; Türkiye Jeol. Bült., 32, 1-2, 89-99, 1989.*
8. Demirtaşlı,E., Bilgin,Z., Erenler,F., Işıkalar,S., Sanlı,D., Selim,M. ve Turan,N.,*Bolkar Dağları'nın Jeolojisi; Cumuhuriyetin 50.Yılı Yerbilimleri Kong. Tebliğler, 42-57, 1973.*
9. Temur,S.,*Bolkardağı Yöresi Çinko-Kurşun Yataklarının Jenetik Özellikleri, Ç.Ü.Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler, 191-198, 1989,*
10. Özgül,N.,*Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri; Türkiye Jeol. Kur. Bült., 19, 1, 65-78, 1976,*
11. Ketin,I.,*Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış; İstanbul Teknik Üniv., Ketin Kütüphanesi, 1259, 595 s., 1983.*

**KARAPINARDERE (KÖMÜRLER-GAZİANTEP)
SEDİMANTER-PLASER DEMİR CEVHERLEŞMESİNİN JEOLOJİK,
METALOJENİK VE EKONOMİK İNCELENMESİ**

Mesut ANIL

Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana / Türkiye

ÖZET: Kömürler (Gaziantep) kasabasının Ulacak köy sınırları içinde yer alan Karapınardere demir cevherleşmesi, Paleozoyik yaşılı kuvarsit ve kireçtaşları içinde sedimanter tipte bir yatak özelliğindedir. Bu demir cevherleşmesinin en belirgin özelliği, irili ufaklı (2 cm-30 cm) bloklardan oluşan yamaç plaserlerinden oluşmasıdır. Oldukça zengin demir içerikli (%60'ın üstünde) hematit-manyetit bileşimindeki cevherleşme, ilk kez bu çalışmada ortaya çıkarılmıştır. İsdemir faaliyet alanı içinde kalan (Fabrikaya olan uzaklığı 105 km'dir) ve izabe sorunu yaratacak hiçbir zararlı madde içeriği bulunmayan bu yatağın boyutlarını ortaya çıkarak madencilik faaliyetleri henüz gerçekleştirilememiştir. Ancak, yapılan az sayıdaki yarmalardan 17-35 °KD meyilli ve 2m kalınlığındaki bir damarın ne kadarlık bir uzanma sahip olduğunu belirlemesi sadece sondajlarla mümkündür. Yatağa ulaşmak için 5 km'lik bir maden yoluna ihtiyaç bulunmaktadır, şu anda yapımı devam eden Adana-Gaziantep otoyoluna ait viyadüklerin tamamlanmasından sonra (1994) yatağa ulaşmak için gerekli maden yolu daha da kısalacaktır. Karapınardere hematit-manyetit yatağı yakın gelecekte önem kazanacak potansiyel demir yatağı durumunu korumaktadır.

**GEOLOGIC, METALLOGENIC AND ECONOMIC INVESTIGATION OF
SEDIMENTARY (PLASER) IRON DEPOSIT OF KARAPINAR
(KÖMÜRLER-G.ANTEP)**

ABSTRACT: Karapınardere iron mineralization located at the Ulucak village boundary of Kömürler (Gaziantep) were formed in Palaeozoic aged quartzite and limestones as a sedimentary type bed. The most important feature of this iron mineralization is to form from slope plassers including big or small blocks of 2-30 cm. Hematit-magnetit composition highly rich in iron (over 60%) has firstly been pointed out in this study. Any mining businesses have not been done yet to find out the size of this bed which is in İsdemir activity area and does not contain any harmful material for melting. However few done cleavages, it is possible only to gind an extend of a vein which has slope of 17-35° NE and 1,0 m. thick with drillings. 5 kilometers road are needed to reach the bed. After 1994, mine road will be shorter with the construction of viaducts belonging to Adana - Gaziantep motorway. Karapınardere hematit-magnetit bed will have its potential iron bed in near future.

Bu çalışma Ç.Ü.Araştırma Fonu'nca MMF-89/2 Nolu proje çerçevesinde desteklenmiştir

1. GİRİŞ

İncelenen demir cevherleşmesi, Gaziantep il sınırı içinde kalan Kömürler kasabası ile Kahramanmaraş il sınırına ait Başpınar Köyleri ve hatta Bahçe ilçe sınırlarının bir bölümünde bulunur. Bir çok yerde demir zuhuru bulunmasına rağmen, önemli demir cevherleşmesi Ulucak Köyünün Kuşalmaz Tepe mevkiiindedir (Şekil 1).

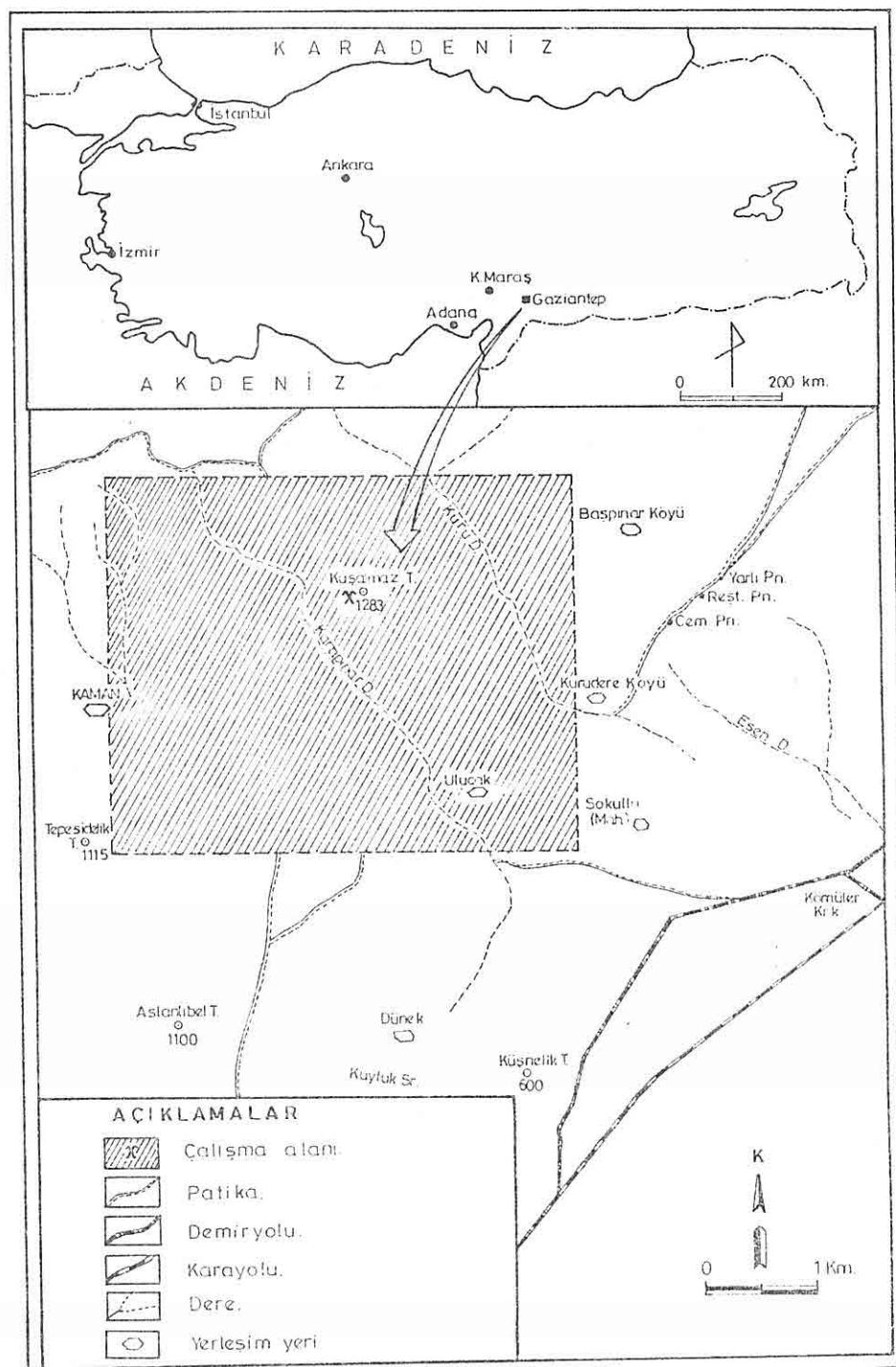
Bilindiği gibi ülkemizdeki demir yataklarının küçük rezervli yataklar bir tarafa bırakılırsa, başlıca 5 havza şeklinde dağıldığı söylenebilir. Bunlar; Kesikköprü, Divriği, Otlukilise, Karakuş, Aşvan ve Mansurlu yataklarını içine alan Orta ve Doğu Anadolu Bölgesi; Eymir, Şanlı, Eğrigöz, Çaldağ, Çavdar, Sakarkaya yataklarından oluşan Batı Anadolu Demir Havzası; Çambaşı yataklarını kapsayan Doğu Karadeniz Bölgesi ve nihayet Örendüzü, Eceli, Hanupluyurt ve Payas'ı kapsayan Akdeniz Demir Havzalarıdır. Ayrıca küçük rezervli ve düşük tenörlü daha bir çok demir zuhurunun varlığı bilinmektedir. Örneğin son yirmi yılda Berit Bölgesi (K.Maraş) gibi birçok yeni demir yatağı bulunmuş olmasına rağmen, çeşitli ekonomik güçlükler sebebiyle bu yatakların işletmeleri yapılamamaktadır.

İnceleme alanındaki otokton birimlerin Kambriyen'den Kampaniyen'e kadar sürekli olarak çökeldiği bilinmektedir (1-3). Öte yandan bölgedeki ofiyolitleri bir kısım araştıracı yerli yerinde (*in-situ*) olmuş olduklarını savunurken (4-5), diğer birkism araştıracı da bu kayaçların kesinlikle allokton özellikle olduğunu belirtmişlerdir (6-9). Kızıldağ ofiyolitinin bir parçası olarak ele alınan Kömürler-Türkoğlu-İslahiye arasında yüzeyleyen daha çok harzburjistik tektonitlerle temsil edilen ofiyolitik birlik içindeki harzburjit, dünit, gabro ve yer yer bunları kesen dolerit-diyabaz dayları Kısakürek (11) ve Anıl (10-12) tarafından ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu çalışmalarla bir taraftan bu kayaçların petrografik özellikleri belirlenirken, öte yandan içinde bulundurdukları kromit cevherleşmelerinin metalojenik özellikleri ortaya konulmuştur. Yerli ve yabancı bir çok jeolog tarafından gerçekleştirilen bilimsel çalışmaların hiçbirinde Karapınardere demir zuhurundan bahsedilmemiştir.

Bu çalışmada yüksek tenörlü, fakat kesin rezervin bir dizi sondajla belirlenebileceği Karapınardere hematit cevherleşmesinin jeolojik, metalojenik ve ekonomik özellikleri belirlenmiştir.

2. STRATİGRAFİ

Karapınardere-Dedeler (Kömürler)-Yukarı Kardere-Kızlaç (Bahçe) köyleri arasında yüzeyleyen birimler, Paleozoyik, Mezosoyik ve Senozoyik yaşıdır (Şekil 2). Burada Paleozoyik yaşı Kardere (Alt Ordovisiyen), Bedian (Ordovisiyen), Hasanbeyli (Devoniyen) formasyonları, Mesozoyik yaşı Cudi Grubu (Triyas-Jura) ve Senozoyik yaşı alüvyonlar ve yamaç molozları yüzeylemektedir. Bu kayaçların bölgedeki stratigrafik konumları şöyle özetlenebilir.



Şekil. 1: Çalışma Alanının Yer Bulduru Haritası.

***Kardere Formasyonu (Alt Ordovisiyen)**

Çalışma alanında Yukarı Kardere Köyü civarında yüzeyleyen bu formasyon, Orta Amanoslarda ayrıntılı çalışmalar yapan Yalçın (8) tarafından adlandırılmıştır. Bu birim, esas olarak kuvarsitten oluşur. Orta-kalın katmanlı, yer yer laminalı kuvarsit, kumtaşı ve bunlarla ardalanmalı ince katmanlı çamurtaşlarından oluşmuştur. Birimin ayrılmış yüzeyleri yeşil, kahverengimsi gri, taze kırık yüzeyleri ise yeşil, gri ve pembe olup, yarı köşeli, yuvarlak ince-orta taneli ve orta derecede bir boyanma sunar. Oldukça sert olan bu birim, genellikle köşeli kırıklar içerirler. Fazla dayanıklı olan bu kayaçlar, inceleme alanında KD-GB doğrultusunda uzanan tepeleri oluştururlar.

***Bedian Formasyonu (Ordovisiyen)**

Birim, genellikle koyu renkli kahverengi-mavi-yeşil-şeyller ve bunlarla ardalanmalı kumtaşı, kuvarsit, konglomera, feldspatlı ve kalm katmanlı kuvarsit, mor renkli ve ince taneli dilingen kumtaşı ile şeyl ardalanmasından oluşmuştur. Şeyl, kumtaşı ve kuvarsitlerde mika pulcukları ayırtman özellik taşıır. Dislokasyonlar boyunca görülen kayrak, mikaların bir düzlem boyunca dizilmelerine olanak tanımıştir. Bedian formasyonu altındaki Kardere formasyonu ile ve üzerindeki Hasanbeyli formasyonu ile uyumsuz dokanak oluşturur.

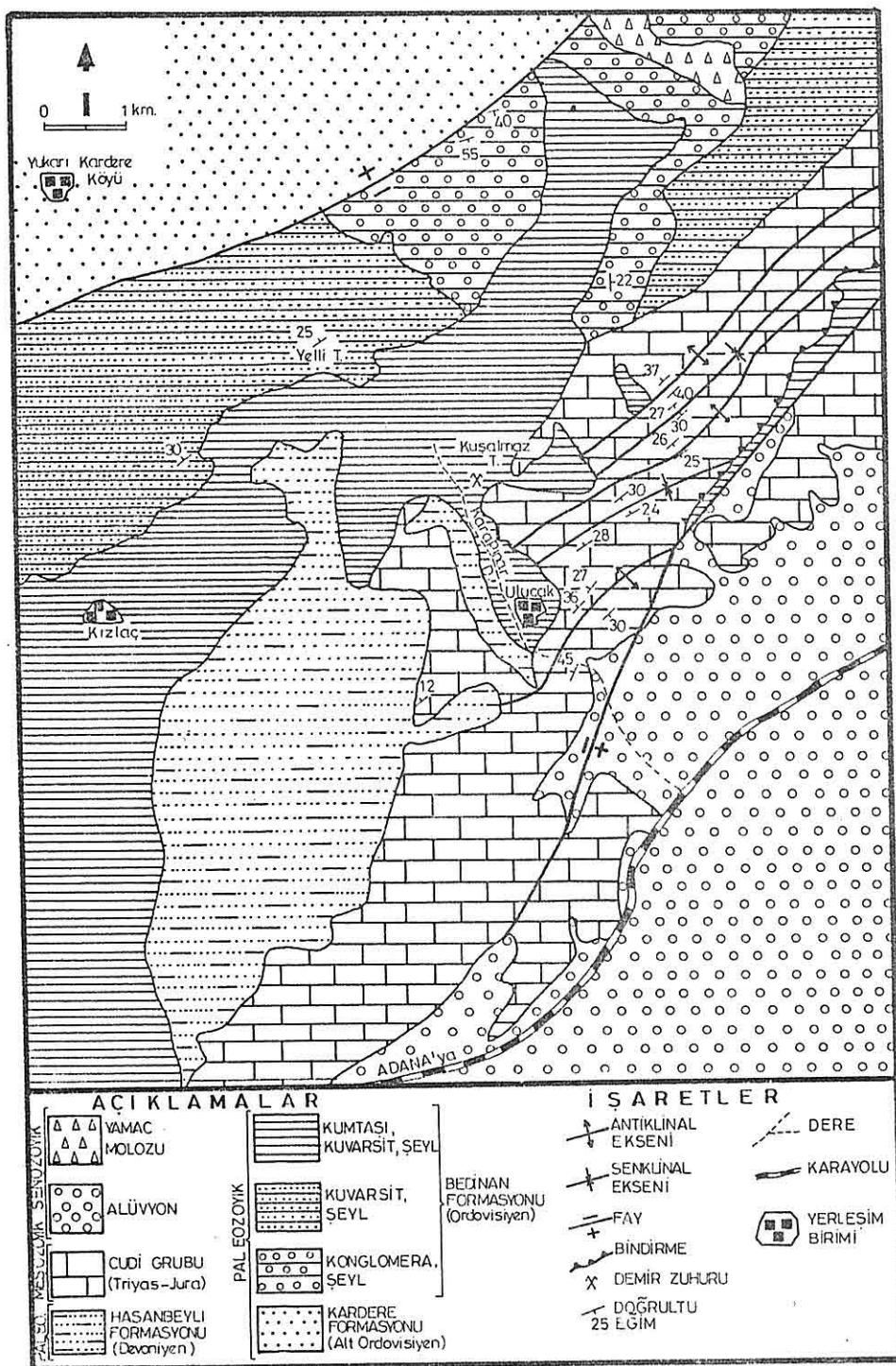
Bedian Formasyonunun Dedeler ve Akçadağ olmak üzere iki üyesi bulunmaktadır.

Dedeler üyesi, inceleme alanı dışında Dedeler Köyü civarında mor renkli konglomera ve şeyllerden oluşur. Bu kayaçlar mor renkli, ince-orta ve kalın tabakalı, yarı köşeli taneli, kötü boyanmış, köşeli kırıklı, sert bir yapı sunmakta olup, mika, demiroksit ve pirit katkıdır. Yer yer iri kuvars taneleri içeren orta-kalın katmanlı kuruntaşı ve konglomeralarla ardalanmalıdır. Dedeler üyesi içinde seyrek de olsa kuvarsitik kumtaşı ve kuvarsit seviyeleri görülür.

Akçadağ üyesi kırmızıtmak rengi ile kolayca ayırtlanır. Bu birim, gri-yeşil, orta-kaba taneli, orta boyanmış ve oldukça sert, kalın katmanlı, laminalı kuvarsit, mor-gri, köşeli taneli, kötü-orta boyanmış, sert, orta-kalın katmanlı, feldspatlı kumtaşı, mor, ince taneli iyi boyanmış ince katmanlı şeyl ardalanmasından oluşur. Akçadağ üyesinde görülen birimler alt ve üstteki birimlerle uyumludurlar.

***Hasanbeyli Formasyonu (Devoniyen)**

İnceleme alanında bu formasyon yalnızca Kırtas kuvarsit üyesi ile temsil edilir. Ulucak köyünün batısında kalın katmanlı, iri çakıl ve bloklu konglomera düzeyleri ile başlar, üste doğru tane boyutu küçülür ve ince taneli kırmızı, bordo renkli, kalın katmanlı kuvars damarları ile katedilmiş, orta-kalın katmanlı kuvarsit egemen olur. Bu birim Fevzipaşa Kasabası kuzeyinde Ulucak köyü batısında ve Aslanlıbel civarında yüzeyler. Tipik mostrallarının yüzeylediği Kırtas Tepesi'nden Yalçın (13) tarafından adlandırılmış ve Devoniyen yaşı verilmiştir. Birim üzerine açılı bir diskordansla Cudi Gurubuna ait



karbonatlı kayaçlar oturmuştur.

***Cudi Grubu Karbonatları (Triyas-Jura)**

İnceleme alanının büyük bir kesiminde yüzeyleyen kireçtaşları birimleri KD-GB doğrultuludur. Mavi-gri renkli, gözenekli ve erime boşluklu olan kayaçlar sert, köşeli kırıkhıdır. Cevherleşme sahasında orta ve kalm katmanlıdır. Yer yer açık sarı ve pembe renkli killi kireçtaşları katmanlarıyla de ardalanmalıdır. Bu kayaçlar içinde yer yer dolomitik seviyeler de gözlenmiştir. Bu birim, yer yer pirit içeriği olup, bazen koyu renkli ve bitümlüdürler. Cudi grubu kendisinden yaşılı birimleri açılı bir diskordansla örtmektedir.

***Alüvyonlar**

İnceleme alanında yer yer dere ve vadi aralarında oluşmuş alüvyonlara da rastlanır. Ancak bu birimler en çok güney kısmında yer alan Kömürler Mevkii'nde gelişmiştir.

3. PETROGRAFİ

Stratigrafi başlığı altında özetlendiği gibi inceleme alanında yüzeyleyen kayaçları litolojik olarak başlıca masif kuvarsit, az çok şistozite kazanmış kuvarsit, çamurtaşları arakatkılı kuvarsit ve Cudi Grubuna ait orta-ince tabaka kireçtaşları olarak ayırmak mümkündür.

***Masif Kuvarsitler**

Yukarı Kardere köyü civarında yüzeyleyen bu kayaçlarda belirgin bir tabakalanma izlenir. Ayırmış yüzeyler kahverengimsi gri ve taze kırık yüzeyleri ise gri-bej rengindedir. Bu kayaçlarda özellikle tabakalanmaya dik veya oblik yönlerde gelişen ve kalınlıkları 2-10 cm arasında değişen çatlak sistemleri içinde, muhtemelen ikincil olarak gelişmiş kuvars damarcıkları gözlenir.

Bu kayaçlardan yapılan ince kesitlerin mikroskopik incelemelerinde belirgin bir şistozite gözlenmez. Çoğu az yuvarlaklaşmış irili ufaklı kuvars kristallerinden oluşan kayaç içinde seyrek olarak gözlenen feldspat taneleri büyük ölçüde serizit pulcuklarına dönüşmüştür (Levha 1, Şekil 1). Demir cevherleşmesinin yakınlarından alınmış bir çok örnekte kuvars kristallerinin dokanakları ve çatlakları arasına enjekte olmuş demiroksit gözlenir (Levha 1, Şekil 2).

Masif kuvarsitlerden alınan bazı örneklerin kimyasal analizleri yaptırılarak Tablo 1'de verilmiştir. Bu tablodan da açıkça görüldüğü gibi masif kuvarsitler içinde SiO_2 oranının oldukça yüksek oranlarında bulunduğu, toplam demir oranının %1'in altında seyrettiği anlaşılmaktadır. Analizlerde görülen %0,45-0,60 K_2O ile %1,49-1,62 Al_2O_3 Kayaç içinde görülen detritik feldispatlardan kaynaklanmaktadır. Her ne kadar analizleri yapılan kuvarsit örneklerinin demirden fazlaca etkilenmeyen açık renkli kesimlerden aldığı düşünülse bile Kardere formasyonu içinde cam sanayiinde bile kullanılabilecek kalitede kuvarsit bulunmaktadır. Geçmiş dönemlerde İs-Demir buradan bir süre kuvarsit çıkartmıştır.

Tablo 1. Kardere formasyonuna ait masif kuvarsitlerde yapılan kimyasal analiz sonuçları (Analizler Padova Univ. Mineraloji Enstitüsünde yapılmıştır).

Ömek No	Elementler														Toplam %
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	a.k.		
89-2	96,86	0,08	1,57	0,02	ız	0,40	ız	0,09	ız	ız	0,48	0,04	0,45	99,97	
89-5	97,03	0,09	1,49	0,03	ız	0,43	ız	0,08	ız	ız	0,45	0,03	0,40	100,03	
89-11	95,90	0,08	1,60	0,04	ız	0,90	ız	0,08	ız	ız	0,51	0,02	0,70	99,83	
89-14	96,33	0,10	1,62	0,03	ız	0,87	ız	0,09	ız	ız	0,60	0,03	0,39	100,06	

*Şistik Kuvarsitler

Kaman Köyü doğusu ve Ulucak Köyü yakınlarında gözlenen bu kayaçlar yer yer çamurtaşları ile ardalanmalı olup, taze yüzeylerinde serisit pulcuklarından dolayı parlarlar. Bu tip kuvarsitlerde feldispat oranı masif kuvarsitlere göre daha fazladır. Ancak, bunların çoğu serisit ve kaolinit gibi ikincil minerallere dönüşmüştür.

Şistik kuvarsitlerle ardalanmalı olan çamurtaşları; ince boyutlu detritik kuvars, serisit, kaolinit, kil mineralleri ve yer yer opak minerallerden oluşur. Bazen bu kayaçların kırıkları içinde demir oksit dolgusu gözlenir. Çamurtaşları içinde gelişmiş ve çoğu iri kuvars kristalleri ve ince mika pulları içeren kuvars damarcıkları özlenir (Levha 2, Şekil 1).

*Kireçtaşları

Ulucak Köyü'nün batısı ve Kurudere Köyü civarında yüzeylenmektedir. Ayırılmış yüzeyi beyazımtrak, taze yüzeyleri gri-bej rengindedir. Tabaka kalınlıkları 20-70 cm arasında değişir.

Mikroskop altında yapılan incelemelerde başlıca üç tip kireçtaşı ayırtlanmıştır. Bunlardan en yayğını irili ufaklı kalsit kristallerinden oluşan ve yer yer detritik kuvars içeren masif kireçtaşlarıdır (Levha 2, Şekil 2). Bunu içinde kaolinleşmiş feldspatlar ile iri kalsit kristallerinden oluşan ikincil damarcıkların kayacı yer kestiği görülür.

İncelenen bazı kesitlerde ise ikincil kalsit damarlarıyla gelişen kuvars damarcıklarının kayaç içine yerlesişi görülmektedir (Levha 3, Şekil 1). Özellikle kuvarsit kireçtaşı kontağındaki yakın yerlerden alınan örneklerden yapılan kesitlerin bir kısmında iri kuvars kristallerinin kalsiti ornatarak yerini aldığı gözlenmiştir (Levha 3, Şekil 2).

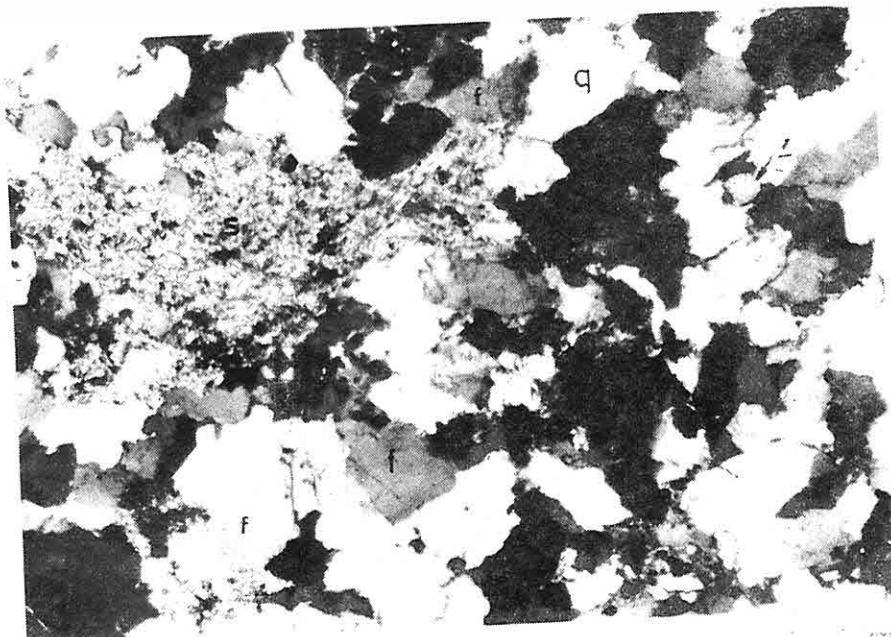
4. TEKTONİK

Çalışma alanı Alpin Orogen Sistemi içinde yer almaktadır. İnceleme alanının kuzeydoğusunda Doğu Anadolu Yarılım Kuşağına az çok paralel olarak gelişen Narlı

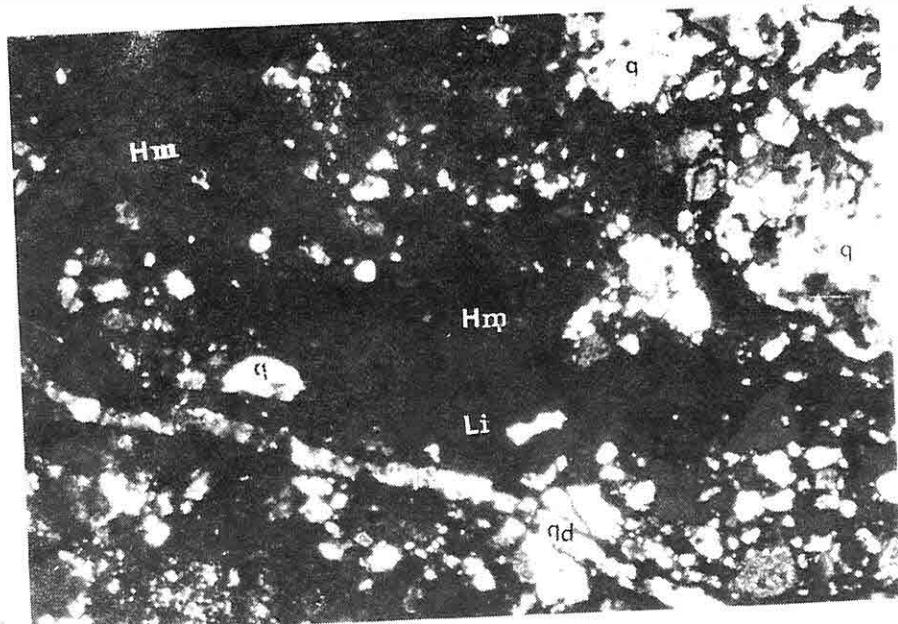
LEVHA I

- 1- Masif Kuvarsit (Kardere formasyonu). Kayaç % 85-90 oranında irili ufaklı ve birbiriyle kenetlenmiş bir dokuya bağlanmış kuvars (q) kristallerinden oluşur. Seyrek olarak gözlenen feldspatlar genellikle serisit (s) pulcuklarına dönüşmüştür. Detritik zirkon (z), muskovit ve demir oksit bileşimli opak, parajenezdeki diğer minerallerdir. (Mikrofoto, Polarize Işık).
- 2- Kuvarsit içindeki kırık ve çatlaklara yerleşmiş demir mineralleri. Koyu renkli (siyahümtrak) kısımlar hematit (Hm) ve manyetittir. Koyu kahverenkli ve kırmızımtarak kesimler ise limonit (Li) olup, bu sonuncular muhtemelen ayrışım olayları sırasında ortaya çıkan ikincil oluşuklardır. Deformasyon sırasında oluşan kırıklar da yine limonitle dolarken, aynı zamanda genellikle küçük kuvars kristalleri içeren kuvars damarcıkları (qd) gelişmiştir (Mikrofoto, Tabii Işık).

LEVHA I



1



2

Yarılımı ya tek bir yarılım ve çok sayıda bir dizi yarıılımı şeklindedir (13).

Amanoslar ilginç jeotektonik konumunun yanısıra, içerisindeki yapısal unsurların çeşitliliği ve jeolojik evrime olan etkileri yönünden değişik bir bölgededir. Burası Kambriyen'den Alt Ordovisiyen sonuna kadar duraylı bir şelf niteliğini korumuştur. Kardere formasyonu, Bedian formasyonu, Kırtas Kuvarsit üyesi birimlerine ait kayaçlar Mesozoyik yaşlı kıvrımlardan daha dar ve kapalıdır. Daha sonraki evrede bu kayaçlar tektonik olaylarla devrik bir yapı kazanmışlardır.

Cudi grubu kireçtaşları daha çok tektonizmaya uğramış olup, başta antiklinal ve senklinal olmak üzere çok sayıda kıvrımlar gelişmiştir. Cudi grubu kayaçları, Bedian formasyonuna bindirmiştir. Genellikle kıvrımlanma tipi disharmoniktir. Cudi grubundaki kıvrımlanmalar ofiyolitlerin yerleşmesi sırasında büyük ezilme zonları gelişmiş olup bunlar Paleozoyik yaşlı birimlerde kayrak, Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarında ise kalksist oluşumlarına sebep olmuşlardır.

Bölgede hakim olan yapı elemanları düşey faylarla gerçekleşmiştir. Çok genç olan bu kırık sistemi Ölü Deniz Fayı hattının uzantılarıdır. Doğu Anadolu Fayının deamı olarak yorumlanan bu sisteme sol yönlü doğrultu atımın egemen olduğu bildirilmekte ise de arazide yapılan çalışmalarla doğrultu atımdan daha çok, düşey atım verileri görülmektedir. Amanosları Doğudan sınırlayan bu sistem bir dizi paralel uzanan kırıkla temsil edilmektedir. Ayrıca dağ silsilesi içinde de bu sisteme paralel gelişmiş kırıklar bulunmaktadır.

CEVHERLEŞMELER

*Tarihçe

Karapınar Dere yöresinde bilinen tek ekonomik cevherleşme demir cevherleşmesidir. Bunun dışında demir içeriği fazla olmayan kuvarsitlerden bir kısmı da ekonomik olarak değerlendirilmektedir. Ancak güneydeki ofiyolitler içinde yüzlerce küçük rezervli kromit ocağı bulunmaktadır.

Karapınardere demir zuhurundan alınan ilk cevher örneklerinin anormal derecede zengin demir içeriği göstermesi böyle bir araştırma projenin gerçekleşmesinde önemli rol oynamıştır. Kuşalmaz Tepe'nin (Şekil 2) hemen güneyinde bulunan ilk demir şapkadın yamaçlara kadar taşınarak gelen bir çok parça cevher bulunmuş ise de, açtırlan yarmalardan sonra esas damarın yaklaşık 2 metre kalınlığında ve 17-35° meyille kuzeye dalımlı olduğu anlaşılmıştır. Kuvarsit bandları arasında olduğu görülen cevher damarından çözünen demirin bu bölgedeki tüm kuvarsitleri siyahımtırak bir renge boyadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca Karapınar mevkiiinde pınarların hemen güneydoğusunda 150 m kadar uzanan masif kuvarsitlerden sarımtırak bir renkte sızan sulardan alınan su örneklerinde olması gereken çok fazla miktarda Fe bulunmuştur. Ayrıca bu kayaçlar üzerine biriken sediment örneklerinde de oldukça yüksek demir içeriği bulunmuştur. Benzer durumun doğudaki Kurudere yamaçlarında da gözlenmesi, bölgedeki demir

yataklanmasının yalnızca Kuşalmaz mevkiindeki bulunan damardan ibaret olmadığını yansıtır. Bu bakımdan bölgede daha önemli bir miktar potansiyel demir cevherleşmesinin bulunduğu söylenebilir.

Karapınar Demir Cevherleşmesinin Genel Özellikleri

Cevherleşme masif kuvarsit bandları içinde kalınlığı başlangıçta 2 m civarında olup, $17-35^0$ KD meyilli bir damar şeklindedir. Cevher damarı içinde irili ufaklı ve tamamı demir zuhurundan oluşan cevher bloklarının gözlenmesi yamaç plaserini andırır. Bloklar arasındaki küçük tanelerin de tamamen demirden oluştuğu anlaşılmaktadır. Kuşalmaz Tepe güneyindeki bu ana damardan başka daha bir çok yerde küçük bloklar halinde demir zuhuru görülmüştür. Ayrıca Karapınar Dere yakınlarında görülen 150 metre kadar bir bölümde daha muhtemel bir demir mostrasının varlığı tahmin edilmiş ise de, bu kısımda yarma yaptırılamamıştır. Ancak buradan akan sarı renkli sızıntı artıkları ve sedimanlar içinde %10'dan fazla Fe saptanmıştır. Sondaj ve yeni yarmalar yapılması halinde yeni cevher mostralıları bulunacağı gibi, Kuşalmaz Tepe dolaylarındaki damarın ne kadarlık bir uzanıma sahip olduğunu kesin olarak belirlenmesi için daha fazla yarma ve en az 2 sondaj yapılması zorunludur.

Mikroskopik gözlemler

Karapınar Dere demir zuhurlarından alınan cevher örneklerinden yaptırılan parlak kesitlerin maden mikroskobunda incelemelerinden monoton ve masif bir hematit cevherleşmesinin sözkonusu olduğu anlaşılmaktadır (Levhâ 4, Şekil 1). Hematit içinde belirgin başka bir cevher mineraline rastlanmamıştır. Ancak pek çok kesitte basınç ikizlenmesi görülmüştür. Bu sebeple cevherin metamorfizma geçirdiği söylenebilir (Levhâ 4, Şekil 2). Gerek birincil kaynaktan ve gerekse plaser tipi damarlardan çözünerek yankayaç içine taşınarak yerleşmiş ve özellikle kuvarsitin çatlak ve kırıkları ile, kuvars kristallerinin dokanakları arasına dolmuş demir oksit ve limonit yaygın bir şekilde gözlenir (Levhâ 7, Şekil 1-2). Bu kesitlerde aynı zamanda ikincil olarak gelişmiş kalsit ve kil minerallerine de rastlanmıştır.

Kimyasal Analizler

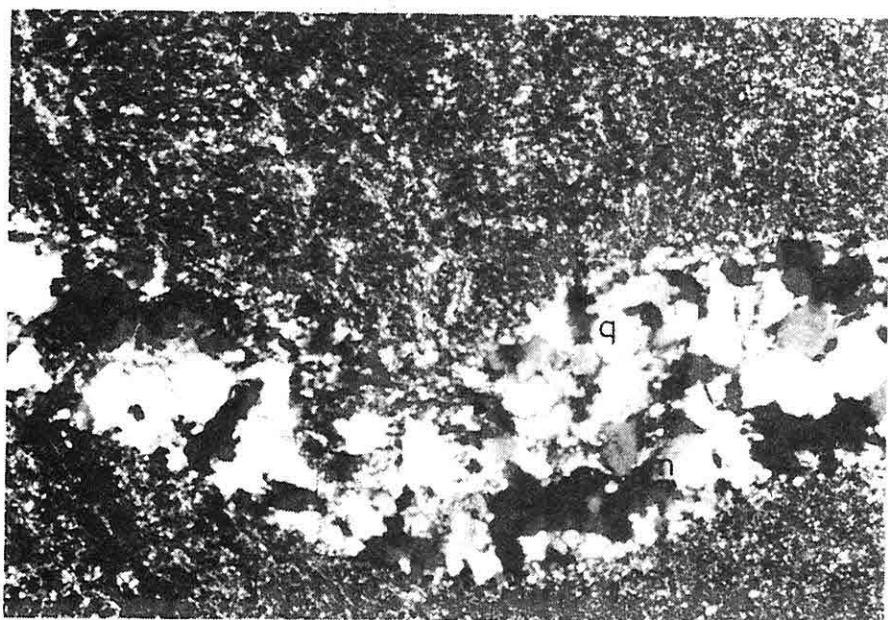
İnceleme alanından alınan bir çok cevher örneği, İs-Demir Hammadde Müdürlüğü kimya laboratuvarında kimyasal analize tabi tutulmuştur. Analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Bu analiz tablosundan çıkarılacak en önemli sonucun sözkonusu demir cevherleşmesinin bölgede bugüne kadar bulunmuş en yüksek demir içerikli cevher olduğu ve izabe sırasında sorun çıkaracak istenmeyen hiçbir element içermediğidir. Türkiye'de faaliyet gösteren demir-çelik fabrikalarının % 36'dan daha yüksek Fe içeriği gösteren cevherleri değerlendirdiği düşünülürse, Karapınar demir cevherleşmesinin tenör açısından

LEVHA II

- 1- Şistik kuvarsitlerle ardalanmamalı olarak görülen çamurtaşları içinde irili ufaklı kuvars (q) kristalleri ve ince mika pulcukları (m) içeren kuvars damarcıkları. Kayaç çok ince kuvars, kaolin ve serisitten oluşmuştur. (Mikrofoto, Polarize Işık).
- 2- Masif Kireçtaşı (Cudi formasyonu). İrili ufaklı kalsit (k) kristalleri kayacın hakim minerali olup, çok az miktarda detritik kuvars (q) ve feldspat (f) görülür. Belli bir şistozitenin görülmemiği kayaç içinde yer yer feldspatların ayrışmasıyle gelişen kil mineralleri (Km). (Mikrofoto, Polarize Işık).

LEVHA II



1

1 mm

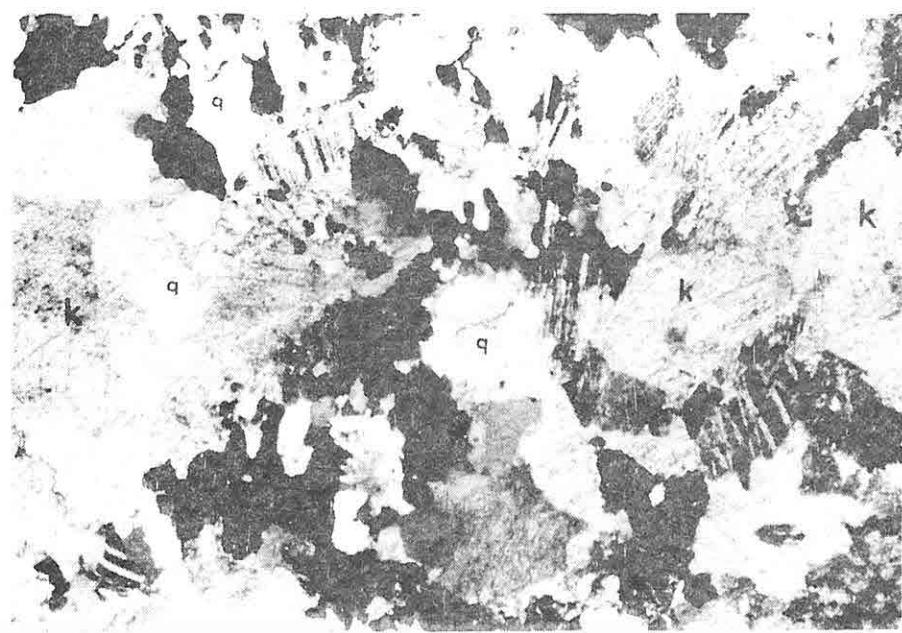


2

LEVHA III

- 1- Kuvarsit-kireçtaşı kontağından alınan örneklerin bazlarında kalsitin kuvarsı ornattığı görülmüştür. İri kalsit (k) kristalleri içinde kapanımlar şeklinde bulunan küçük kuvars (q) taneleri bu ornatımı açıkça gösterir.
- 2- Kuvars (q)'ın bazen kalsiti (k) ornattığı da görülmüştür. İri kuvars (q) kristalinin kalsite karşı büyüterek onun yerini aldığı ve kalaca daha masif bir yapı kazandırdığı anlaşılmaktadır.

LEVHA III



1

0 0.2mm



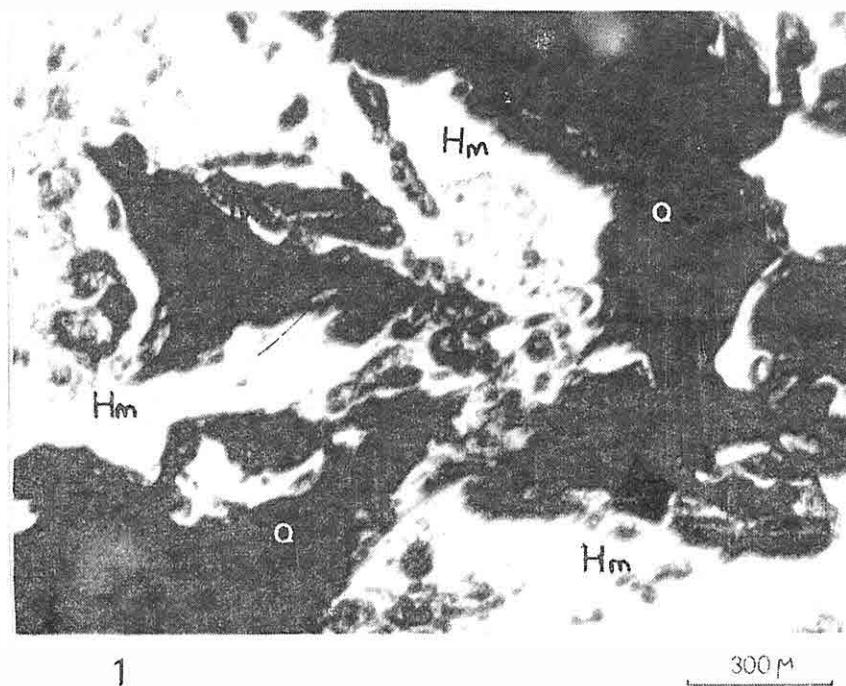
2

0 0.2mm

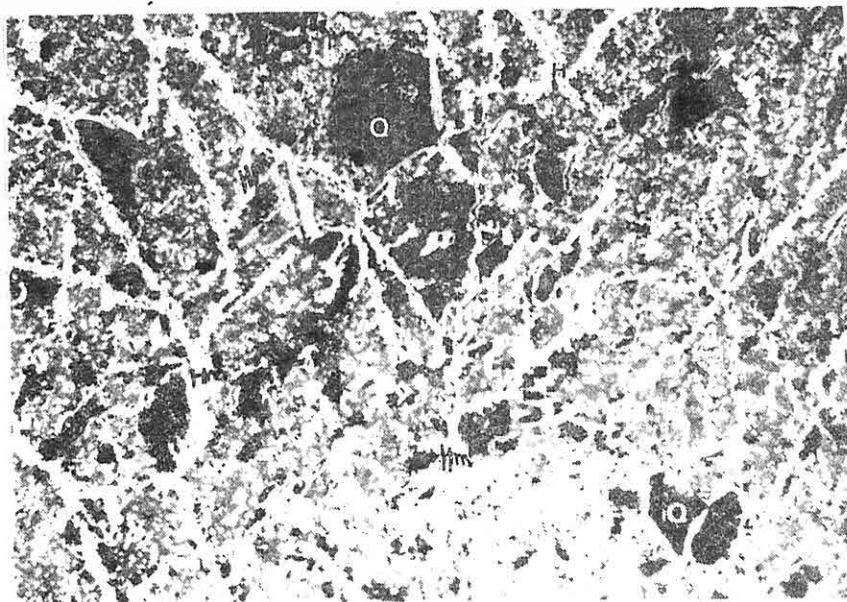
LEVHA IV

- 1- Masif hematit. Oldukça homojen bir dağılım gösterir. Muhtemelen önceki manyetit kristallerinin hematitleşmesiyle oluşmuştur. Gang ise kuvars (Q)'tan oluşmuştur. (Mikrofoto, Maden Mikroskopu, Tek Nikol, Yağda).
- 2- Hematitte görülen basınç ikizlenmesi. Tamamen masif özellik kazanan hematit basınç etkisiyle ikizlenmiş ve bunlar birbiriyile kılcal bağlantılar oluşturmuştur. Kuvars (Q) gang mineralidir. (Mikrofoto, Maden Mikroskopu, Tek Nikol, Yağda).

LEVHA IV



1



2

oldukça önemli bir konuma sahip olduğu anlaşılır.

Tablo 2. Oluk numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (İş-Demir Hammaddeler Kimya Laboratuvarı).

Element	Örnek Numaraları									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S ₂ O ₃	0,23	1,11	1,47	1,33	0,98	0,93	1,36	1,02	0,78	0,83
Al ₂ O ₃	0,29	0,36	1,05	0,39	1,02	1,35	0,96	0,75	0,59	1,13
CaO	0,03	0,06	0,05	0,02	0,02	0,05	0,04	0,03	0,06	0,02
MgO	-	-	İz	İz	İz	-	İz	İz	İz	İz
MnO	0,15	0,21	0,16	0,26	0,21	0,18	0,17	0,15	0,22	0,23
K ₂ O	İz	0,10	0,16	0,10	İz	0,10	0,10	0,11	İz	0,10
Na ₂ O	0,06	0,07	0,11	0,12	0,05	0,08	0,11	0,09	0,11	0,09
TiO ₂	0,03	0,05	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03
Fe	67,54	68,16	67,34	66,59	69,71	68,66	67,39	62,25	69,11	66,03
S	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
P	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,11	0,13	0,14	0,12	0,09
Cu	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,005	0,006
As	0,008	0,008	0,009	0,006	0,005	0,005	0,005	0,007	0,006	0,007
Zn	0,007	0,007	0,004	0,007	0,006	0,005	0,006	0,007	0,007	0,006
Pb	0,006	0,007	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,007	0,007	0,007
N	0,004	0,003	0,004	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,005	0,002

Cevherleşmenin Kökeni

Cevherleşmenin birincil kaynağı henüz saptanamamıştır. Damar içinde irili ve ufaklı blokların bulunması ve bu bloklar arasında tamamen çimento durumundaki bağlayıcı malzeme içinde bile %30'dan fazla demir (hematit) bulunması birincil kaynağın fazla uzakta olmadığını gösteren önemli bir kanıttır. Demir cevherleşmesi daha çok Ordovisiyen yaşılı masif kuvarsitler içindeki kırıklar ve tektonik boşluklara dolgu şeklinde gelerek yerleşmiştir. Masif kuvarsitler içinde gerek ana cevher damarı yakınında ve gerekse cevher damarından uzak kısımlardan alınan örneklerde kayacı oluşturan kuvars kristallerinin dokanaklarında sıkça hematit gözlenmesi birincil cevherleşmenin çözelti halinde ana kayaç içine yerleştiğini gösterir. Kuvarsit içindeki bu düzensiz dağılıma karşılık Kuşalmaz Tepe mevkisindeki ana cevher damarında düzenli bir şekilde dağılım gösteren hematit blok ve çakılları ana kaynağın uzakta olmadığına işaret etmektedir. Öte yandan parajenezde hematitten başka hiçbir cevher mineraline rastlanmaması ve hematit kristallerinin basınçtan kaynaklanan ikizlenmelerin dışında oldukça homojen bir dağılım göstermesi cevherin bu haliyle ikincil durumda olduğunu kanıtlar. Yalnızca cevherin dış kısımlarında görülen limonitleşme hematitin yerini almasından sonraki olaylar sırasında oluşmuştur. Ana cevher damarının çeşitli kısımlarından alınan oluk ve takoz örneklerde 104

gerçekleştirilen kimyasal analizlerde oldukça düzenli bir dağılımın görülmesi yatağın sedimanter ve yamaç plaseri tipinde olduğu tezini kuvvetlendirir.

EKONOMİK JEOLOJİ

Adana-Gaziantep karayolunun Aslanlibel ve Kömürler arasında kalan bir bölgede yer alan Karapınar Dere demir zuhurunda yüksek tenörlü ve iyi kaliteli masif hematit cevherleşmesi bulunmuştur. Ancak yatağa ulaşılması için gerekli 5 km maden yolunun arazinin oldukça sarp ve masraf gerektirmesi nedeniyle şu anda değerlendirilmesi ve arama faaliyetlerinin sondaj metoduyla genişletilmesi mümkün görülmemektedir. En az 50.000 tonluk demir rezervinin saptanmasından sonra bu yol yapılabilir. Mevcut yarma ve mostralalar kullanılarak bölgede ancak 10.000 tonluk % 65 Fe içeriği hematit cevheri saptanmıştır.

SONUÇLAR

Kızlaç-Karamanlı-Ulucak-Kardere-Dedeler ve Kömürler dolayları içine alan çalışma sahasında Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler mostra vermiştir. Bu birimler stratigrafik ve petrografik açıdan ele alınmıştır. Stratigrafik yönüyle Ordovisiyen yaşlı Kardere ve Bedian formasyonları, Devoniyen yaşlı Hasanbeyli formasyonu'nun çalışma alanında gözlenen Kırtas üyesi, Triyas-Jura yaşlı Cudi grubu ve alüvyonlar tespit edilmiştir.

Ekonomik hematit cevherleşmesinin görüldüğü Kardere formasyonu masif kuvarsitlerden oluşmuş olup, GD-KB yönünde tabakalanma sunarlar. Genellikle iri ve orta taneli kuvars kristallerinin hakim olduğu kayaça sıkça mineral dokanakları arasında sonradan yer yer limonite dönüşen hematit gibi opak mineraller gözlenmektedir.

Bedian formasyonu: Kardere formasyonunun üzerine tektonik dokanakla gelmiş olup, çamurtaşı ardalanmalı kuvarsitlerden oluşmuştur. Çalışma alanında Bedian formasyonu Dedeler ve Akçadağ üyeleri olarak iki üyeye ayrılmıştır. Şistik kuvarsit, konglomeratik kuvarsit ile çamurtaşı ardalanaklı kuvarsitler şeklinde birimler ayırtlanmıştır. Metamorfizma nedeniyle kuvarsitler, ince-dilingen ve kayrak yapı kazandığı saptanmıştır.

Hasanbeyli formasyonu çalışma alanında Kırtas kuvarsit üyesi olarak tespit edilmiştir. Kumtaşı ve konglomeratik birimlerden oluşmuş olup, altındaki ve üstündeki birimlerle tektonik dokanaklıdır.

Cudi grubuna ait kireçtaşları çok fazla tektonizmaya uğramış olup çok sayıda antikinal ve senkinal gelişmiştir. Cudi grubu kireçtaşları Bedian formasyonu'na bindirmiştir.

Bedian kuvarsitleri içinde yer alan Kuşalmaz demir zuhuru sedimanter-yamaç plaseri tipinde bir hematit yatağıdır. Bu cevherleşmenin kökensel sorunları araştırmak amacıyla mineralojik, petrografik ve kimyasal analizler yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda cevherin sedimanter (plaser) olduğu tespit edilmiştir.

Cevher kalitesi ve tenörü bakımından oldukça önemli bir yer tutan bu cevherleşme yol problemi nedeniyle potansiyel demir yatağı olarak önem kazanmıştır. Yol yapımına karar verilebilmesi için arama ve yarma faaliyetlerinin sürdürülmesi gereklidir. En az 50.000 tonluk bir rezervin saptanması halinde yol yapımının gerçekleştirilmesi ve açık işlemeye

olanak tanıyacak dekapaj işlemlerine başlanabilmesi mümkün görülmektedir. Bunun için ise an sağlıklı tesbitin Kuşalmaz Tepe dolaylarında en az 2 sondaj yapımıyla işe başlanması gereklidir.

KATKI BELİRTME

Yazar bu çalışmaya maddi katkı sağlayan Ç.Ü. Araştırma Fonu'na, arazi çalışmalarında yardımcı olan Arş.Gör. Ergül Yaşar'a ve parlak kesitlerin incelenmesinde katkıda bulunan M.T.A. Genel Müdürlüğü'nden Dr. İbrahim Çopuroğlu'na teşekkür eder.

KAYNAKLAR

1. Altınlu, J.E., *Doğu ve Güney Anadolu'nun Jeolojisi : Birinci ve İkinci Kısım*, M.T.A. Dergisi, No: 66,67, 1966
2. Yalçın, N., *Geology of the Narince Gerger area (Adiyaman Province) And its Petroleum Possibilities: İst.Univ.Fen. Fak. Mec. Ser. i,B, No:41, 57-82, 1977.*
3. Yalçın, N., *Doğu Anadolu Yarımının Türkoğlu - Karaağaç (K.Maraş) Arasındaki Kesimin Özellikleri ve Bölgedeki Yerleşim Alanları : Türkiye Jeoloji Kur. Bült. Altınlu Simpozyumu, 49-55, 1979.*
4. Atan, O.R., *Eğribucak - Karacaören (Hassa) Ceylanlı - Dazevleri (Kirikhan) Arasındaki Amanos Dağlarının Jeolojisi: M.T.A. Yayınları, No: 139, 85 s, 1969.*
5. Aslaner, M., *İskenderun - Kirikhan Bölgesindeki Ofiyolitlerin Jeolojisi ve Petrografisi: M.T.A. Yayımları, No: 150, 71 s, 1973.*
6. Coğulu, E., *New data on the Petrology of Kızıldağ Massif (Hatay - Turkey): "Proceedings of the Congress of Earth Sciences" 50 th Anniversary of the Turkish Republic, 409-423, 1973.*
7. Selçuk, H., *Etude Geologique de la Partie Méridionale du Hatay (Turquie) : Thèse No:997, Univ. Genève, 1981.*
8. Yılmaz, Y., *Amanos Dağlarının Jeolojisi : İ.Ü. Müh.Fak. (TPAŞ Arş. No: 1920), 1984.*
9. Pişkin, Ö., Delaloye, M., Selçuk, H and Vagner, J.J., *Guide to Hatay Geology (SE Turkey): Ofioliti. 11-2, 87-104, 1986.*
10. Anıl, M., *Türkoğlu-Şerefoğlu(K.Maraş), Kömürler(G.Antep) Arası Ofiyolitlerinin Petrografisi ile Bunlara Bağlı Krom Yataklarının Jeolojik ve Jeckimyasal İncelemesi: Yerbilimleri, Ç.Ü. 6-7, 1-2, 65-80, 1990.*
11. Kısakürek, E. ve İsleri, F., *Ferhus - Şerefoğlu (K.Maraş) Yöresi Ofiyolitlerinin Petrografik Etüdü: Yerbilimleri Ç.Ü. 6-7, 1-2, 55-64, 1990.*
12. Anıl, M., *Pozanti-Karsanti, Mersin ve Kızıldağ (Hatay) Ofiyolitindeki Bazı Kromit Yataklarının Morfolojik - Yapısal ve Jenetik Özellikleri ile Akdeniz Bölgesindeki Benzer Kromit Yataklarıyla Karşılaştırılması: Doğa Bilim Derg. 14, 645-675, 1990.*
13. Yalçın, N., *Amanosların Litolojik karakterleri ve Güneydoğu Anadolu'nun Tektonik Evrimindeki Anlamı: Türkiye Jeol.Kur.Bült., 23, 21-30, 1980.*

MERCURY PRODUCTION FROM CINNABAR ORE BY Na_2S LEACHING

Hasan MORDOĞAN, Yaşar ÇİLİNİR and İlknur CÖCEN
Dokuz Eylül University, Department of Mining Engineering, Bornova, İzmir / Türkiye

ABSTRACT : Due to its unique properties, mercury is largely used in various industrial applications. Mercury is generally produced from direct smelting of low grade cinnabar ores. However high fuel consumption and increasing prices within the last years have resulted in uneconomical cost of pyrometallurgical mercury production. In order to decrease the cost, mineral processing before smelting or direct leaching-cementation methods can be considered for mercury production.

In this research Na_2S leaching conditions of ore samples from Ödemiş-Haliköy cinnabar deposit have been investigated with respect to parameters as particle size, amount of reagent and leaching time. The tentative investment and running costs of a leach plant, which operate according to the results obtained, have also been calculated. It can be concluded that in comparison with the direct smelting and flotation-smelting, the leaching method is 42.4 % and 19.1 % cheaper respectively.

ZİNOBER CEVHERİNDEN Na_2S LIÇİ İLE CİVA ÜRETİMİ

ÖZ : Sahip olduğu özellikler nedeniyle günümüz teknolojisinde değişik alanlarda kullanılmakta olan civa, genel olarak dünyada düşük tenörlü zinober cevherinin direkt izabesinden üretilmektedir. Yüksek yakıt sarfıyatı ve fiyatlarındaki artışlar pirometalurjik civa üretim malyetini oldukça yükseltmektedir. Civa üretim malyetini azaltmak pirometalurjik işlemenin önce cevherin zenginleştirilmesi veya liç-sementasyon yönteminin uygulanması ile mümkündür.

Bu çalışmada Ödemiş-Haliköy civa cevheri örneğinin Na_2S ile liç koşulları; cevher tane ırılığı, reaktif miktarları ve çözeltme süresi gibi parametreler yönünden araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çalışacak bir liç tesisiin olası yatırım ve işleme malyetleri hesaplanmıştır. Liç yönteminin direkt izabeye göre % 42.4, flotasyon izabeye göre % 19.1 daha ucuz olacağı görülmüştür.

1. INTRODUCTION

Mercury found in the liquid state at temperatures above -38.93 °C has the ability to amalgamate with gold and silver. It is this property, which helped mercury to gain importance in the industry during the Middle and New Ages. The low electrical conductivity, high density as a liquid metal, and high cohesin forces are some of its properties that effect the continual importance of mercury even within today's technology.

The World's total production of mercury was calculated as 6003.87 t in 1987 (5), however, there are yearly fluctuations in the production values. The instability of mercury consumption and price originate mainly from the price policy of mercury consumers. If consumption values are examined in a long term, the values show that it ranges between -5 % + 1 % (5). The distribution of mercury consumption among related sectors in USA, a highly technological country in 1984, is given in Table 1.

Table 1. Distribution of mercury consumption among related sectors in USA (6)

Sector	Ratio (%)
Electricity (including batteries)	56
Insecticides and disinfectants	14
Chloride-sodium Hydroxide (electrodes)	13
Production of physical and medical equipment	10
Others	7

Due to its vapour's toxicity mercury utilization in many applications is abandoned, however, as could be seen in Table 1 the rapid increase in consumption in other sectors can neutralize this negative effect, and in the long term an increase in mercury consumption is expected although it may be quite slow. The world's metallic mercury production is maintained almost completely from cinnabar ores. In a medium scale cinnabar ore deposit, the grades vary between 0.3 % to 1.2 % Hg. In low grade mercury ores, metallic mercury is obtained by smelting of ores in retorts or in rotating furnaces. In some plants ore is concentrated by flotation and then the concentrate is smelted. Although the density of cinnabar (8.19 gr/cm³) is quite high gravity concentration methods can only be applied to certain compact ores. Because most ores are highly soft and friable.

In plants where mercury is produced pyrometallurgically from ground cinnabar ores of 15-20 mm sized particles, approximately 30 kg of fuel oil is consumed for each ton of raw material. Thus, the cost of pyrometallurgical mercury is increased as the result of high fuel oil consumption and the rapid rise of the fuel prices especially during the last few years. In order to lower the cost of mercury production, the raw ore is concentrates

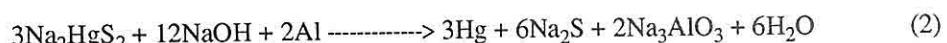
by flotation and then mercury is produced by pyrometallurgical methods from the concentrates (5-10 % of the raw ore).

Another solution to reduce the production cost is the leach-cementation method (1,4). This method tried by the 19th century miners is thought to be more economical and a way to decrease the problem of environmental pollution, therefore, a study based on this method was performed. Leach conditions of the mercury ores from Halıköy-Turkey were investigated and the tentative investment and management costs of a model plant that may work under such conditions were calculated.

2. EXTRACTING MERCURY BY CHEMICAL METHODS

Various methods are used since 18th century for chemical extraction of mercury from either mercury ores or concentrates. One of the oldest is to extract mercury sulphide (cinnabar) in an alkaline sulphur (Na_2S) solution and then to precipitate mercury by the addition of Al to the solution.

The occurring reactions can be shown as follows;



This procedure was used 260 years ago in Buffalow mines, Cobalt, Ont in order to gain back the mercury that is added for the amalgamation of silver. Holly Min. Corp. tested the same method in 1958-59 for the extraction of mercury from a cinnabar flotation concentrate (1).

One of the two methods in cinnabar leaching modified for laboratory and pilot plants is named as the electrooxidation of cinnabar and is developed by the US Bureau of Mines. In this case, mercury is oxidized by the electrolysis of mine concentrate within a salt (NaCl) solution. Mercury ion forms a stable tetrachloro complex in the salt solution. The extracted mercury is precipitated in the amalgam form with metallic zinc, and mercury is obtained from the precipitate through retorts. In the second method patented in 1927 by Glaeser and later modified in 1969, mercury sulphide is extracted in chlorine gas hypochloride solution. In this procedure, chlorine gas which is water soluble reacts with hypochloride ion and forms chloride. In such a solution, metallic mercury, cinnabar and other mercury complexes dissolves rapidly. To retrieve extracted mercury, ion exchange, carbon absorption and cementation methods can be used efficiently (1,4).

In this study, the method depending on the leaching of cinnabar with Na_2S in an alkaline medium as summarized above and then retrieving mercury by precipitation with Al has been applied.

2.1 Material and Method

Ore samples used in the tests were obtained as 25 and 50 kg samples at various dates from the mercury mines of Etibank at Halıköy. Chemical analysis of the ore samples is shown in Table 2.

Table 2. Analysis of cinnabar samples, percent

Sample	Hg	Fe	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
1	0.58	3.72	1.26	67.20	20.79	0.05	0.24	0.43	1.06	1.90
2	3.38	3.92	1.40	65.03	18.24	0.06	0.43	0.51	2.13	3.34

Mineralogical composition of the two samples are, 0,67 % cinnabar, 2.19 % pyrite and 3.92 % cinnabar, 1.61 pyrite respectively. Remaining gangue minerals are mainly quartz, feldspar and mica. Raw ores of -100 mm particle size were reduced to -0.200 mm by gradual crushing and grinding procedures. Sieve analysis of the sample is shown in Figure 1.

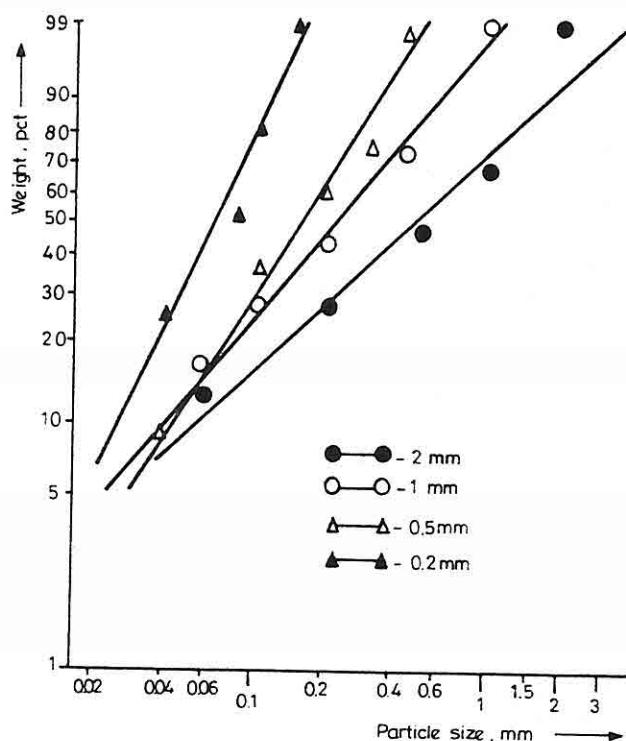


Figure 1. Sieve analysis of the sample

Leaching was performed in 400 ml beakers at ambient temperature and by using IKA mixer at a rotation speed of 250 rpm. Effects of various parameters as the amount of reagent, leaching time, and particle size on mercury recovery were investigated and optimum extraction conditions were determined.

3. EXTRACTION TESTS

The following series of tests were performed in order to find out the optimum extraction recovery in the extract of cinnabar ore in Na_2S solution.

3.1 Effects of the Amount of Na_2S

In this group of tests the pH of the medium was regulated with NaOH as 13-14, then into the stoichiometric amount of having a solid ratio of 40 %, 1, 2, 3, 4, 5, 6 folds (2.4, 4.8, 7.2, 9.6, 12.0, 14.4 kg/t) of Na_2S were added and dissolved at constant (120 minutes) leaching periods. The obtained mercury extraction recoveries are shown in Figure 2.

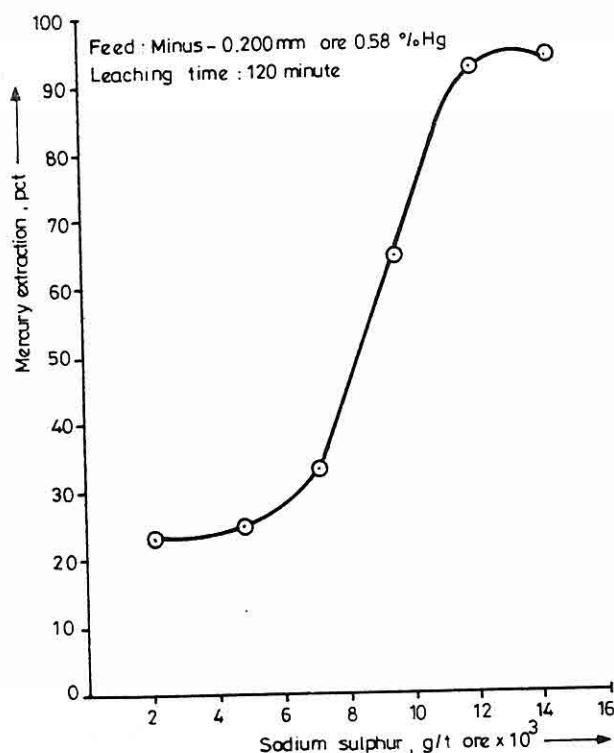


Figure 2. Effect of sodium sulphur requirements on mercury extraction

3.2 Effect of Leaching Time on Mercury Extraction

Ore samples ground to -0.200 mm particle size and having a grade of 0.58 % Hg were mixed with 12 kg/t Na₂S at a solid ratio of 25 %. The leaching tests were performed at a rotation speed of 250 rpm and at ambient temperature. The leaching time varied between 120 and 480 minutes. The effect of leaching time on mercury extraction is presented in Figure 3.

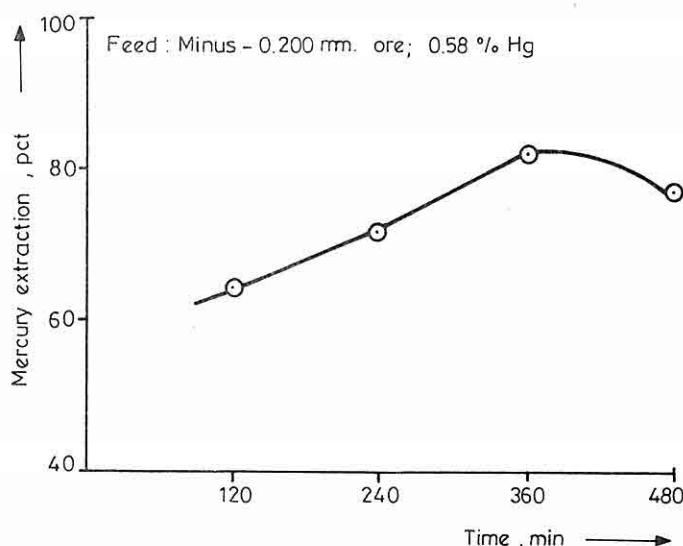


Figure 3. Effect of leaching time on mercury extraction.

3.3 Effect of Particle Size on Mercury Extraction

Tests aiming to investigate the effect of this parameter were performed on samples ground to different particle size from a mercury ore with grade 3.38 % Hg (Figure 1). Those samples at a solid ratio of 40 % were extracted for four hours at ambient temperature with 52 kg/t of Na₂S (5 fold of its HgS equivalent) at a stirring speed of 250 rpm. Test results giving the mercury extraction recoveries are presented in Figure 4.

Additional tests have shown that increasing the amount of solid ratio and a efficient and regular stirring, increased the mercury extraction recovery significantly.

3.4 Precipitation of Mercury from the Leach Solution

In the test performed after determining the most suitable conditions, mercury within the leach solution could be precipitated quantitatively with Al powder at room temperature and very low stirring speed. In Figure 5, the flow sheet of mercury production from cinnabar ore by extraction with Na₂S is shown.

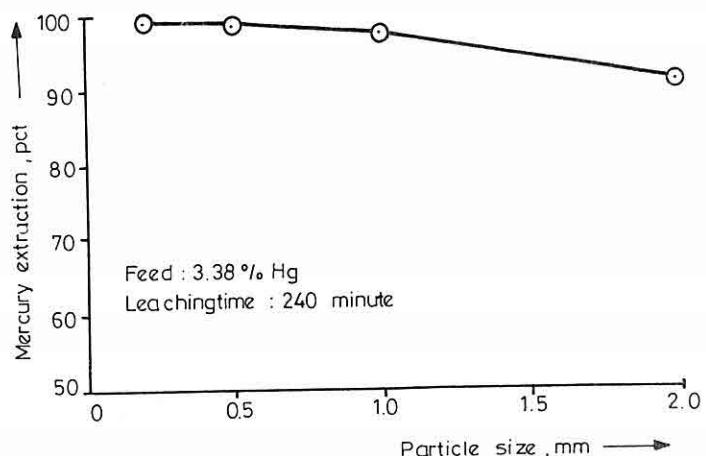


Figure 4. Effect of particle size on mercury extraction

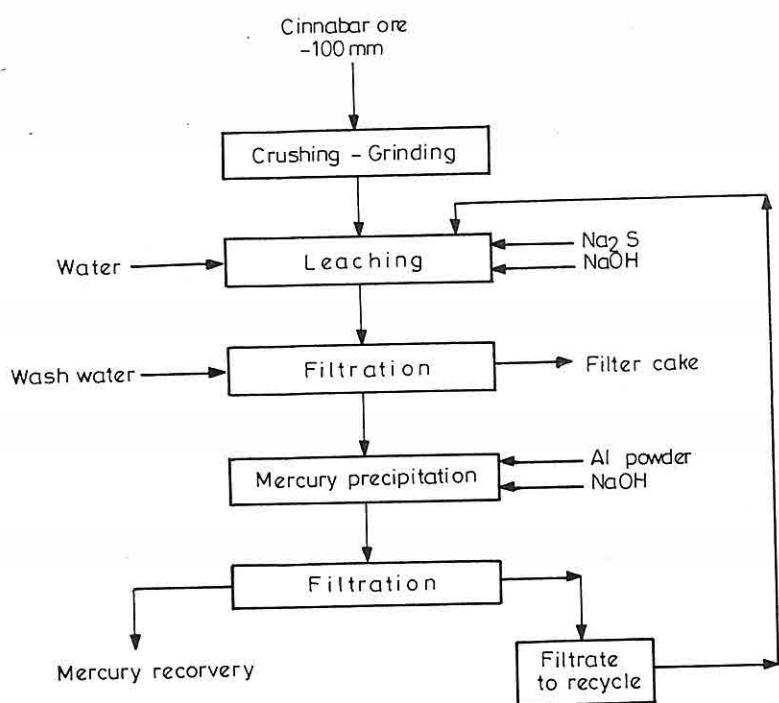


Figure 5. Proposed flowsheet for leaching cinnabar ore with using Na_2S

3.5 Evaluation of Test Results

As shown in Figure 2, the tests performed to determine the conditions providing the optimum recovery; the extraction recovery was 23.3 % when Na_2S is added at an amount equivalent to the HgS content of the ore; however, the recovery increased as the amount of Na_2S increased.

If Na_2S is added 5 times more than its stoichiometric amount (12 kg/t), the extraction recovered to 92.4 %, whereas, an addition of 6 times Na_2S recovered to 94 % extraction.

The increment in the extraction recovery with the increasing amount of Na_2S entered because the rate and balance of the reaction was directed towards extraction. In the process of extracting mercury from the solution, Na_2S is formed twice the amount added at the start according to the reaction (2). Since this solution is fed back to the cycle, the amount of reagent that is added to the amount (12 kg/t) at the start should only compensate the amount of deficient Na_2S .

In Figure 3 which shows the effect of the extraction period, it is apparent that as the extraction recovery increases, the leaching time is longer, however, it decreases very little after a period of 6 hours. Therefore, it can be concluded that the optimum leaching time is 6 hours.

In Figure 4, where the effect of particle size of the ore sample 2 with grade 3.38 % Hg (3.92 % HgS) on extraction is shown. The extraction recovery increases with decreasing particle size. The reaction occurs more completely and rapidly. In the tests carried out with 1 mm particle size ore, an extraction recovery of 97.9 % was obtained, therefore, such a particle size was accepted as sufficient. As is well known, in ore processing the fine gridding is very costly, a leaching process which provides high recoveries with comparatively large particle size is identical with great economical advantage.

As could be seen from particle size distribution in Figure 1, 68 % of the 2 mm group sample is below 1 mm. Therefore, after grinding down to 2 mm, sieving can be carried out in order to reduce the grinding cost.

In this group of experiments, by increasing the grade of mercury from 0.58 % to 3.38 %, the extraction recovery was increased significantly and reached to 99 %. When the grade of mercury is raised the recovery increases, that means the process would be more economical.

Mercury ores with grades at 0.58 % or higher can be extracted successfully and obtained recovery rates to 95 to 99 % by the addition of a reagent 5 times than stoichiometric amount for a leaching period of 4 to 6 hours. Maintaining an optimal extraction by using larger sized particles will lower the investment and operational cost. When leaching is performed with a high solid/liquid ratio (50-60 %), the extraction will be affected positively since the reagent concentration of the solution is increased. In addition to this high solid/liquid ratios will omit thickening before filtration.

4. PRODUCTION COST OF A LEACHING PLANT

The cost of producing metallic mercury by leaching method is closely related to the average mercury grade of the ore and to the capacity of the plant. Since cinnabar deposits do not have great reserves and high mercury grades, the production cost of a leach plant treating cinnabar ore of grade 0.6 % Hg with a capacity of 150 t per day is calculated. In these calculations the following assumptions are made:

- The plant operate will 300 days per year,
- The feed having an average of 0.6 % Hg will be delivered to the plant with a unit price of 94.000 TL/ton (including the production cost of the ore profit from production taxes, funds),
- The plant will work with a recovery of 95 %,
- The investment will be completed within two years, in calculating the value of the plant at the start of production 50 % yearly interest should be added to the investment expenditure,
- The total production life will be 20 years,
- 80 % of the ore will be ground to -1 mm,
- 1 US dollar is equivalent to 4700 TL,
- A bottle of mercury will be sold to 260 US dollars.

The production costs are given in Table 3.

The cost of starting up totals up to 7.444.800.000 Turkish liras (TL), 7435 bottles of mercury will be produced if 0.6 % Hg grade ore is processed. The production cost of a bottle of mercury is 939.578 TL. 60.55 % (568.914 TL) of the production cost of a bottle of mercury appears from raw material production costs and 39.45 % (370.663 TL) from the leaching process. The profitability of this plant is 14.1 %.

5. RESULTS AND RECOMMENDATIONS

Low grade cinnabar ores can be extracted by sodium sulphide in an alkalin medium (NaOH) with 94 to 99 % recovery in a very short period of time as 6 hours. Metallic mercury within the solution can be retrieved by precipitating with aluminium. In the extraction medium 5 times of the stoichiometric amount of Na_2S enables an optimal extraction. In precipitation of mercury with aluminium, the consumption of Na_2S is quite low since Na_2S and NaOH are fed back to the extraction cycle. Optimal extraction is not effected negatively while working under conditions of high solid-liquid ratios. Under such conditions, the Na_2S concentration of the medium increases because extraction is carried at 50-60 % solid-liquid ratios, therefore, thickining after extraction and before filtration becomes unnecessary. Cinnabar is softer than the gangue minerals in the ore with the exception of clay. Therefore, openings appearing at the surfaces of coarsely ground cinnabar mineral that is in contact with the other minerals will be sufficient for the leaching procedure. Thus, it will be possible to work with a larger and therefore more

economical particle size compared to flotation.

Table 3. Yearly production cost of a leach capacity of 150 t/day

Items of cost	Total (TL)
1. Costs of the equipment at the leach plant	4.963.2.000
2. Interest of the investment expenditure until the leaching plant starts working (50 %)	2.481.600.000
3. Value of the leaching plant at the start up production (1+2)	7.444.800.000
4. Cost of raw ore (300x150x94000)	4.230.000.000
5. Personnel-Labour	1.096.666.000
6. Care-maintanance-spare parts	172.333.000
7. Reagents (45000x9300)	654.866.000
8. Electricity	344.666.000
9. Water	4.700.000
10. Others	109.666.000
11. Yearly current costs of leaching (5+6+7+.....+9+10)	2.382.900.000
12. Amortization	372.866.000
13. Yearly current costs of leching (4+11+12)	6.985.766.000
14. Mercury production per year (0.006x1000)x45000x0.95)/34.5	7435 Bottle
15. The production cost of a bottle of mercury (13)/(14)	939.578
16. Yearly income from mercury sales (7435x260x4700)	9.085.500.000
17. Yearly gross profit (16)-(13)	2.099.734.000
18. Institutional tax (17)x0.46	965.877.640
19. Net profit per year (17)-(18)	1.133.856.360
20. Value of the plant+capital for operation (3)+((11).3/12)	8.040.525.000
21. Profitability (19)x100/(20)	14.1 %

In direct smelting and flotation smelting procedures, pollution is created by HgS and SO₂ resulting from the roasting of pyrite in the ore, whereas, in the leaching method pollution is out of question.

The cost of mercury produced in a plant which has been established and is operating Under conditions mentioned above is 939.578 TL per bottle (Table 3). As presented in

previous papers, the authors have found out that the cost of mercury extracted from similar types of ores under similar economical-technical conditions is 1.337.895 TL/bottle in a pyrometallurgic plant and 1.119.202 TL/bottle in a flotation-smelting plant (2, 3). If compared with these values, leaching method seems to be 42.4 % cheaper than direct smelting and 19.1 % than flotation-smelting. Besides, if the high rate of flotation in the mercury prices is taken in to consideration, it will be possible to operate high grade ores temporarily in case the mercury prices go down and this lower the costs. If at the same plant, an ore with a grade of 1.2 % Hg is extracted, the cost of the mercury will be 513.827 TL/bottle and if 2.4 % Hg grade ore is used then the cost is 300.953 TL/bottle. Using high grade ores in a leaching plant will not cause any trouble in production units.

Direct smelting method will only be economical in case high grade cinnabar ores are used because of high fuel-oil prices. Environmental pollution is gaining more importance so the point that direct flotation and flotation-smelting methods cause pollution by SO_2 and other pollutants sholud be taken into consideration. Direct leaching and flotation-leaching methods seem to be the most promising in the near future.

In some metal sulfide and oxide concentrates there may be trace amounts of mercury. In such cases, it effects the sales negatively because of the risk of pollution during smelting (for example, in antimony concentrates only 30 ppm of mercury is tolerated). Under these conditions, the case of extraction of sulfide mercury minerals compared to other minerals will enable to remove mercury from other ore concentrates by the use of this method.

6. REFERENCES

1. Butlerd,J., *Mercury* (Editör: Weiss,L.N.) *SME Mineral Processing Handbook*, 28-4, 1985.
2. Cöcen,I., Çilingir,Y., Yamik,A., *Ödemiş-Halıköy Civa Cevheri Flotasyonunda Çeşitli Toplayıcı Reaktiflerin Etkinliğinin Araştırılması*, VI. Mühendislik Haftası, 1990.
3. Cöcen,I., Çilingir,Y., Mordoğan,H., *Halıköy Civa Cevherlerinin Flotasyonunda Bastırıcı Etkisi ve Flotasyon-İzabe Tesislerinin Ekonomikliğinin Karşılaştırılması*, *Yerbilimleri Dergisi (Geosound)*, Sayı 18, Adana, 1991.
4. Çilingir,Y., *Metalik Cevhehrler ve Zenginleştirme Yöntemleri*, DEÜ MMF/MAD-90 EY 198, İzmir, 1990.
5. Köse,M. *Dünya ve Türkiye Madenciliğine Toplu Bakış*, *Madencilik Dergisi*, TMMOB Maden Mühendisleri Yayın Organı, Ankara, Haziran, 1989.
6. Saager,R., *Metallische Rohstoffe Von Antimon bis Zirkonium*, Bank Vontobel-Zurich, 1984.

7. Sandberg, G.R., Simpson, W.W. and Staker, L.W., *Calcium Sulfide precipitation of Mercury During Cyanide Leaching of Gold Ores, Bureau of Mines RI 8907, 1984.*

**SELECTION OF THE MOST ECONOMICAL STRIPPING METHOD FOR
THE LIGNITE FIELD KONYA-ILGIN-ÇAVUŞÇU (TÜRKİYE)**

Halil KÖSE, Ferhan ŞİMSİR and Yalçın ÇEBİ

Dokuz Eylül University, Department of Mining Engineering, İzmir/Türkiye

ABSTRACT : *In order to meet the increasing energy demand of our country, lignite fields available have to be evaluated in the most efficient form. Within this frame, to mine the lignites of low quality (high moisture, low heat value) at Konya-Ilgin-Çavuşçu, here, stripping and coal winning methods which can technically be applied to the field are outlined, compared to each other, and the most suitable method is selected.*

**KONYA-ILGIN-ÇAVUŞÇU LİNYİT SAHASI İÇİN EN EKONOMİK
ÖRTÜKAZI YÖNTEMİNİN SEÇİMİ**

ÖZET: *Ülkemizin artan enerji ihtiyacının karşılanması için mevcut linyit sahalarının en verimli şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamında, Konya-İlgan-Çavuşçu sahasında bulunan düşük kaliteli (yüksek nem, düşük ısı değeri) linyit kömürü rezervinin en ekonomik biçimde kazanılması için teknik olarak uygulanabilecek örtükazı ve kömür üretim yöntemleri incelenmiş, karşılaştırılmış ve en uygun yöntem seçilmiştir.*

1. INTRODUCTION

The lignite field is located 23 km northern of İlgin, among the villages Çavuşçu, Yorazlar, Misafirli and Haremi, and covers 1789 hectares of the lignite field Konya-İlgın-Çavuşçu. In the field, 65 coal exploration and reserve estimation bore holes have been drilled by a private mining company. 46 of these drills, having a total length of 9162.38 m, cut economically mineable coal. Coal reserve calculated using the data obtained from these drills and assumed to be mined by the selected open-pit mining method is about 150 Mt, with a stripping ratio of 12.57 m³/t (1).

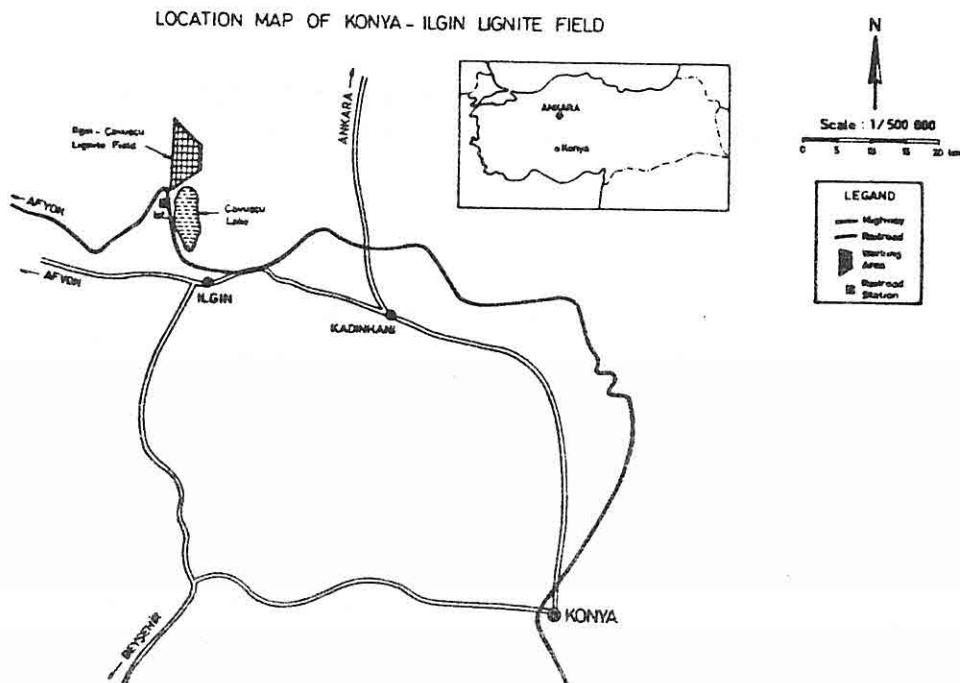


Figure 1. Location of coal field

Coal Quality

The lignite found in the region is a low-quality coal. The chemical analysis values of this coal are given in Table 1.

With its high moisture and low heat value of approx. 2000 kCal/kg on original base, the coal of Konya-İlgın-Çavuşçu field is a potential which should be consumed in place. When grinded before being used at pulverized combustion plants, the moisture content of this coal decreases at a degree of up to 10 % and, on the other hand, the calorific value increases to 3400 kCal/kg.

Table 1. Chemical analysis values of Konya-IIgin-Çavuşçu coal

	original	air-dry
Moisture [%]	48.57	9.97
Ash [%]	20.12	30.63
L.H.V. [kCal/kg]	1973	3930

Geology and Tectonic

Base rocks of coal formation formed in the Neogene basin consist of metamorphic schists and marbles of Paleozoic age and limestones of Mesozoic age. Coal-bearing layers contain generally 3 main series, which are;

- a) Conglomerates, gravel and clay, sandstone, coal
- b) Marl
- c) Limestone.

As overburden layers, the red serie consisting of gravel and clay, with the clay-mud layer upon them, and aluvials to be observed in creek beds reaching the area, are seen. The coal seam in the field is subject to faulting in NW-SE and NS directions by faults having throws between 10-70 m.

Production Capacity of Open-Pit

The open-pit is planned to be able to feed the 4x150 MW power station and to meet the household coal requirement of the near vicinity. So, the annual production capacity is determined as 6 Mtpy, of which 4.75 Mtpy will be fired at the power station. The operation life is assumed considering coal reserve and annual output, as 25 years.

Coal mining will be performed from two separate open-pits with a capacity of 3 Mtpy each. Coal for household purposes will be delivered from the north-west pit.

2. MINING METHODS

At Konya-IIgin lignite field, thickness of overburden strata varies from 72.80 m to 233.90 m and is 176.85 m in average, that of the coal seam, on the other hand, varies from 1.70 m to 37.35 m and is 14.10 m in average.

In selecting the suitable mining method, the ultimate objective is to remove the material at the lowest possible cost. This requires the consideration of many factors, such as;

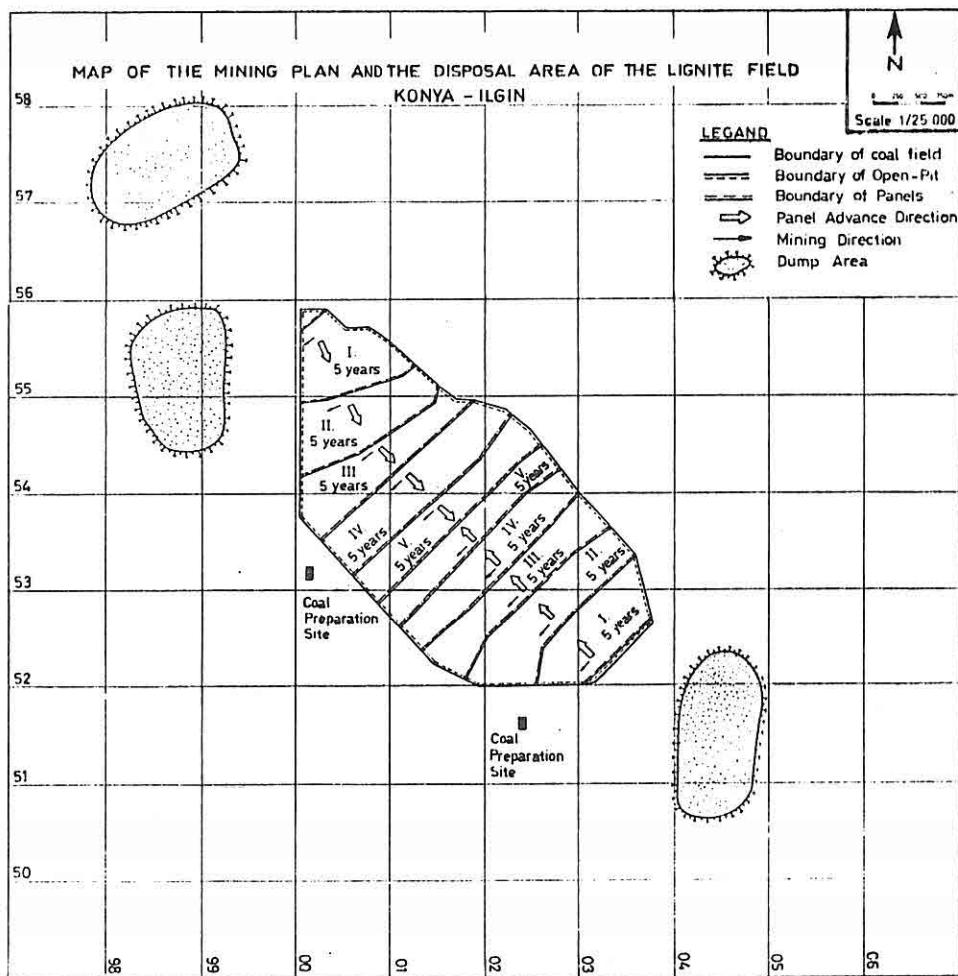


Figure 2. Mine layout and overburden dump sites

- life of operation
- production rate
- thickness of coal seam and overburden strata
- geological and topographical structure
- hydrogeological and geotechnical features of overburden
- dump site possibilities and haulage distance
- availability of machines and equipment

The height of annual coal production and overburden removal rates makes the use of mining equipment of large capacities and the application of a mining method that requires no much outer dump sites and is able to get on with inner dumping a must. Such methods

which can technically be applied to the field are;

- bucket wheel excavator + belt conveyor
- dragline + shovel + truck
- shovel + truck
- shovel + mobile crusher + belt conveyor (2).

Bucket Wheel Excavator (BWE)

Bucket wheel excavators were eliminated from use at Konya-Ilgın due to the presence of hard limestone layers found in the overburden which cannot be efficiently handled by the BWE, the high capital costs associated with BWE installations, and the lack of mining flexibility associated with BWE's.

Dragline

Although having high working capacities, being able to operate below and above the working level, and no requesting another transportation unit for overburden removal, the effective use of a dragline is dependent on the dimensions and the stability of the working bench. A slope stability analysis has not been performed on the field, because determination of geotechnical features of overburden were not completed. Therefore, an economic analysis of a possible 30 yd^3 dragline +25 yd^3 shovel + 120 s.ton truck operation for the upper 30 m overburden assuming minimum slope stability conditions showed that such an operation would be uneconomic.

Truck + Shovel

This method has many advantages like high flexibility, ability to overcome steep inclinations, great working capacities. However, the key to the utilization of the truck-shovel mining method is the trafficability of the haul trucks. A limited stress analysis indicated that for a significant amount of time the trucks will be in marginal or poor operating conditions and that a mine plan based on the removal of all of the overburden by trucks and shovels cannot be operated effectively and would not be practical. Moreover, the truck haulage being the most important part of the system is highly dependent on foreign sources in terms of fuel, tyre, and spare parts (3).

Excavator + Mobile Crusher + Belt Conveyor

After extensive evaluation of surface mining methods, the method selected for application at Konya-Ilgın will employ a 25 yd^3 electric shovel to load overburden material into the hopper of a self-propelled feeder-breaker. This will size the material and load it onto a belt conveyor running parallel to the bench face (Figure 3).

At the pit end the overburden is transferred to a collecting conveyor and transported

around the pit and placed in the mined-out area of the pit by a mobile stacker (Figure 4). Up to 8 shovel/feeder-breaker units would be placed in a pit, with each removing a 20 m high bench. At overburden thicker than 160 m, 25 m³ excavator + 120 s.ton truck will be employed for the upper parts to reduce the thickness to 160 m.

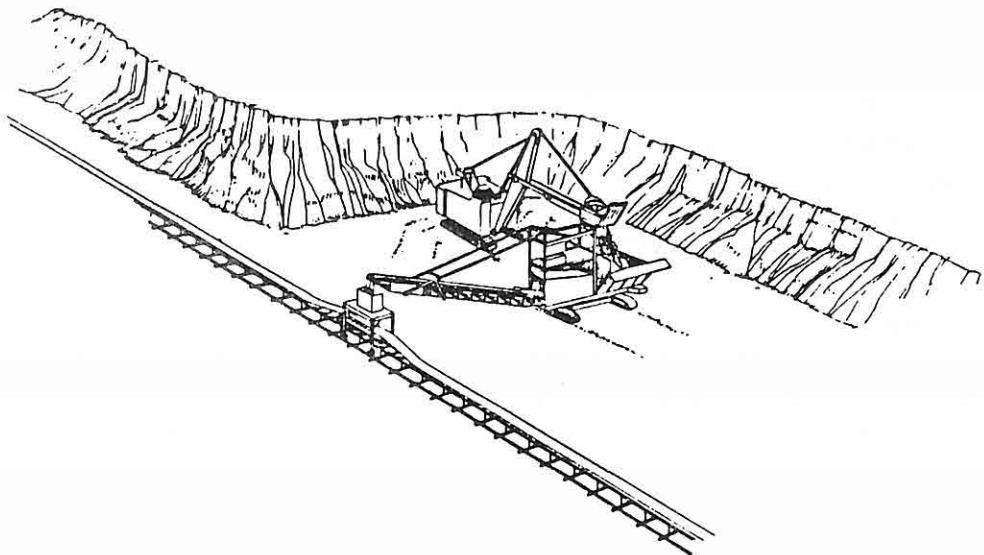


Figure 3. Excavator + mobile crusher + belt conveyor combination

When well-planned, this system provides the advantages listed below;

- this system does not create any slope stability problems as it does not operate near the bench crest,
- it offers nearly the flexibility of a truck-shovel system and an operating cost approaching that of a dragline,
- it is poorly dependent on climatic conditions, therefore, has high annual output rate,
- a continuous feeding to the crusher increases the efficiency of the shovel,
- mechanization and automatization of haulage is made possible,
- due to the possibility of manufacturing the greater part of belt conveyors and feeder-breakers as home-made, the need to foreign currencies will stay at reasonable level (4).

3. ECONOMICAL COMPARISON

The stripping methods "30 yd³ Dragline + 25 yd³ Excavator + 120 s.ton Truck" and "25 yd³ Excavator + Mobile crusher + Belt Conveyor" which are regarded as technically applicable to the field, are compared to each other in view of investment costs and 124

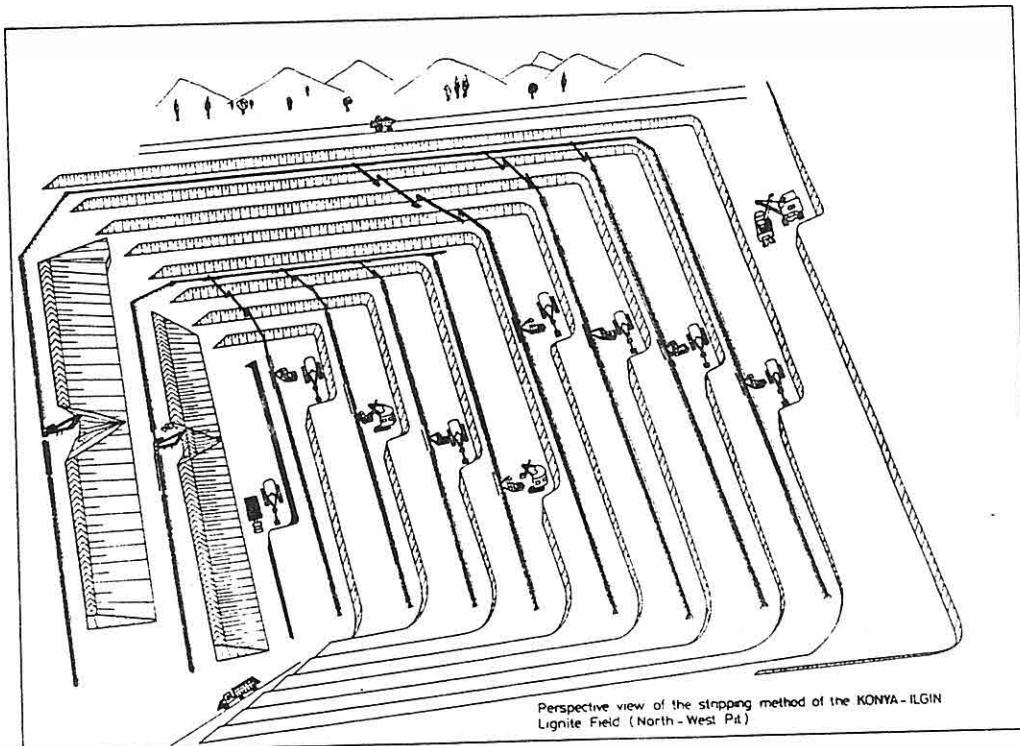


Figure 4. Perspective view of the stripping method of Konya-IIgin.

operation expenditures (Table 2 and 3). Total investment costs of the first method are about 90% more than that of the second method. Also, running costs are 31% more (average of 25 years) than the second method. Unit overburden removal cost is at excavator + mobile crusher + belt conveyor system approx. 24% less than at the dragline + excavator + truck method.

Resulting from these considerations, at Konya-IIgin Lignite field, 25 yd³ excavator + mobile crusher + belt conveyor system has been selected as the most economical stripping method.

Table 2. Comparison of investment costs

Stripping Method	Investment costs [USD]	
	Initial	Total
Dragline + Shovel + Truck	210 984.74	441 804.77
Shovel + Mobile Crusher + Belt Conveyor	161 155.81	232 960.06
Difference	49 828.93	208 844.71

For coal extraction 15 yd^3 hydraulic excavator + 150 s. ton bottom-dump truck is foreseen.

Table 3. Comparison of unit operating cost

Stripping Method	Unit Cost [USD/ m^3]		
	1.5 Years	Last 20 years	Avg. of 25 years
Dragline + Shovel + Truck	1.25	1.03	1.06
Shovel + Mobile Crusher + Belt Conveyor	0.78	0.85	0.81
Difference	0.47	0.18	0.25

4. CONCLUSION

At Konya-İlgın-Çavuşçu, a mineable low-quality lignite reserve of 150 Mt is available. Due to the thick and hard layers-containing overburden, it was a vital problem to select the proper stripping method which would affect the coal production cost. After technical and economical considerations and comparisons, it has been decided to use the 25 yd^3 excavator + mobile crusher + belt conveyor system for overburden removal. Here, the overburden will be mined on eight benches, each 20 m high and employing a shovel + mobile crusher + bench conveyor unit. This system combines many advantages like low investment and operating costs, safer working conditions and high output rate.

5. REFERENCES

1. Köse, H., Çebi,Y., Şimşir,F., Onargan,T., Konak,G., *Prefeasibility Study of the Lignite Field Konya-İlgın-Çavuşçu*, Dokuz Eylül University, Faculty of Engineering and Architecture, İzmir, 1989.
2. Köse, H. Şimşir, F., *Economical and Technical Investigation of Stripping Methods*, Research Report, Dokuz Eylül University, Faculty of Engineering and Architecture, 31 pp., İzmir, 1989.
3. Dravo, Beyşehir Lignite Mine Feasibility Study, Dravo Engineers, Inc., USA, 1984.
4. Köse, H., Çebi, Y., *Economical Evaluation of Stripping Methods*, 10. Mining Congress, pp. 65 - 83, Ankara, 1987.

**CELALLİ VE KARAYÜN (SİVAS) YÖRESİNDE HAFİK FORMASYONU
KUMTAŞLARININ PROVENANSLARI**

Orhan ÖZÇELİK

Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Sivas, Türkiye

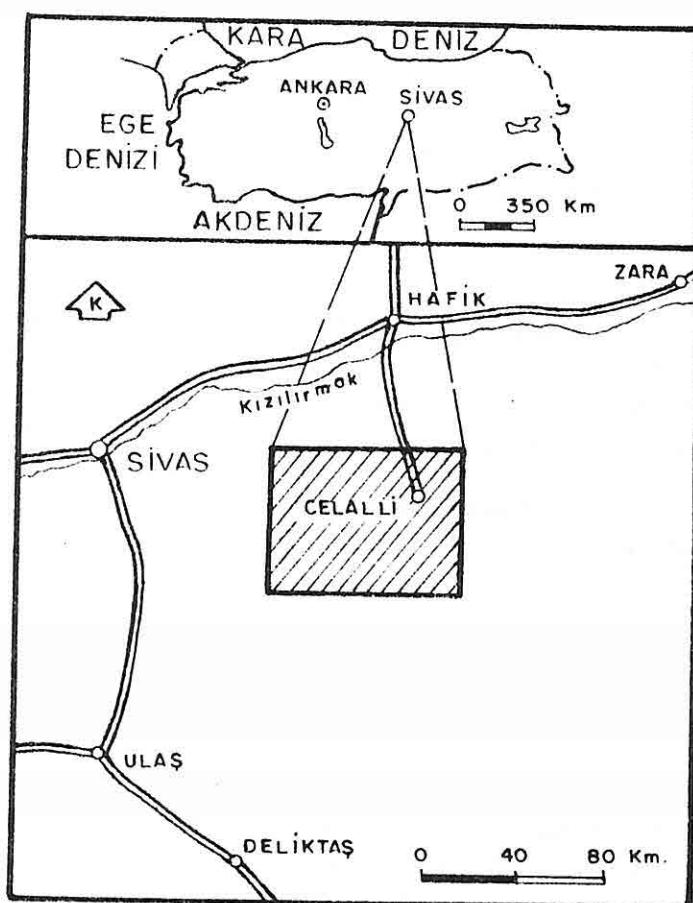
ÖZET : Celalli ve Karayün (Sivas) yöresinde Hafik formasyonu çakıltaşı, kumtaşı, jips, marn ve kumlu kireçtaşlarından meydana gelir. Genellikle kötü boylanmalı olan kumtaşları farklı araştırmacıların tanımlamaları dikkate alınarak grovak, kuvars kumtaşı ve kayaç parçalı kumtaşı, feldispatik litarenit şeklinde tanımlanmıştır. Ağır mineraller çok az gözlenmiş olup bunlar demir oksitçe zengin opak mineraller, amfibol, piroksen, biyotit, muskovit ve klorittir. Egemen kil mineralleri simektit ve kaolinitir. Kumtaşları röziklik orojen, magmatik yay ve karışık provenanslardan türemiştir.

**PROVENANCES OF THE SANDSTONES OF HAFİK FORMATION IN
THE CELALLİ AND KARAYÜN (SİVAS) REGION**

ABSTRACT : Hafik formation is composed of conglomerate, sandstone, gypsum, marl and sandy limestone in the Celalli and Karayün (Sivas) region. The sandstones are generally weakly graded which are named as greivacke, quartz sandstone and rock fragment sandstone, feldispatic litharenite. Heavy minerals are poorly seen, but they are rich in opaque minerals, amphibol, pyroksen, biotite, moscovite and chlorite. Sandstones contain clay minerals as smectite and kaolinite. They are generated from recycled orogen, magmatic arc and mixed provenances.

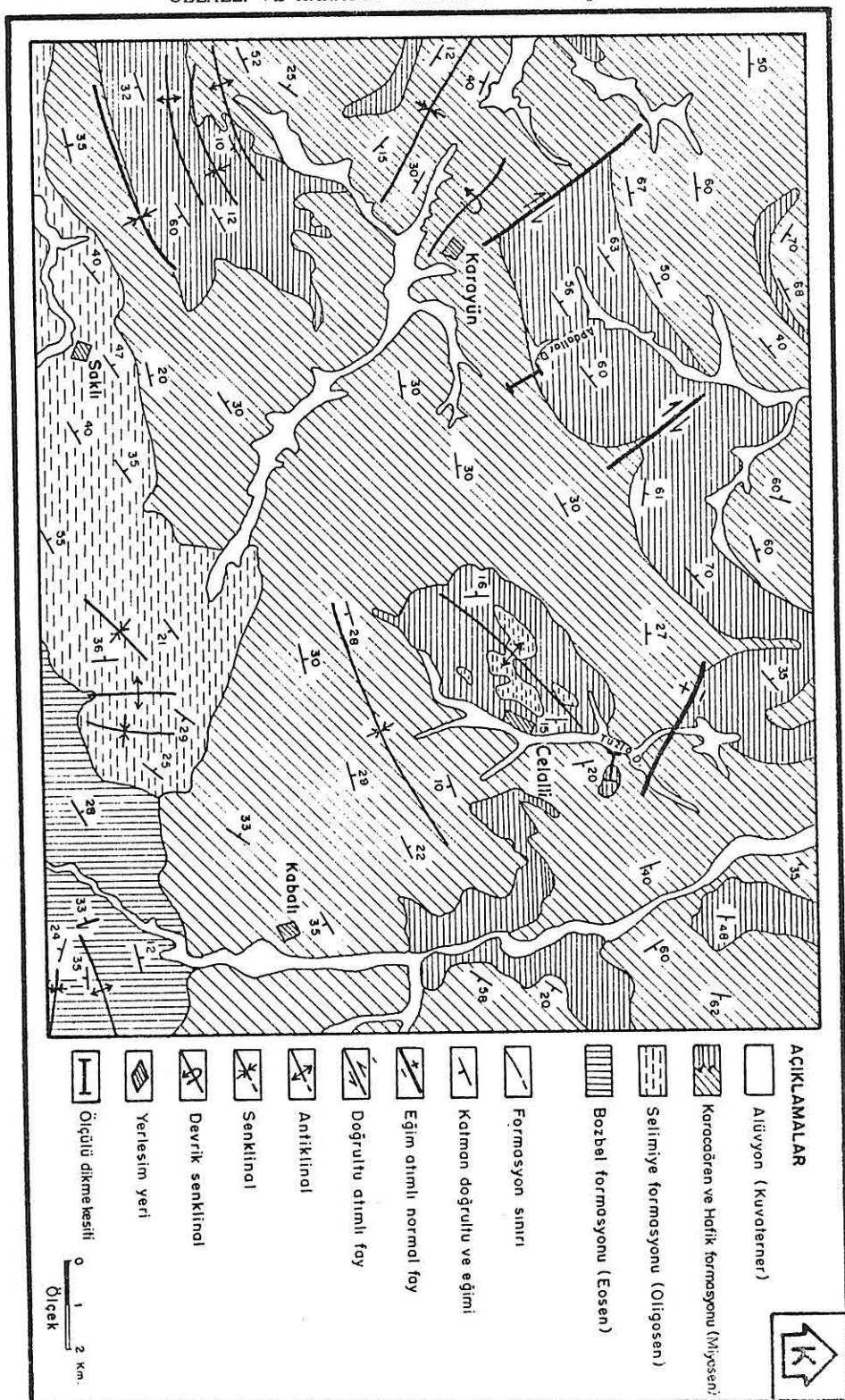
1. GİRİŞ

Sivas ili doğusunda Karayün ve Celalli Bucakları yöresinde yer alan inceleme alanı, Hafik (Sivas) İlçesinin güneyine düşen bir konumdadır (Şekil 1). Bu çalışma ile Hafik formasyonuna ait kıritılı materyalin kökeninin araştırılması amaçlanmıştır. Formasyonu oluşturan birimlerden kumtaşlarına ait örnekler üzerinde hafif, ağır ve kil minerali analizleri yapılmış, ayrıca kumtaşını oluşturan bileşenlerin yüzdeleri ince kesitlerinde nokta sayımı suretiyle istatistik olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. İnceleme alanının yer buldurulmuş haritası

CELALLI VE KARAYÜN YÖRESİNDE KUMTAŞLARININ PROVENANSLARI

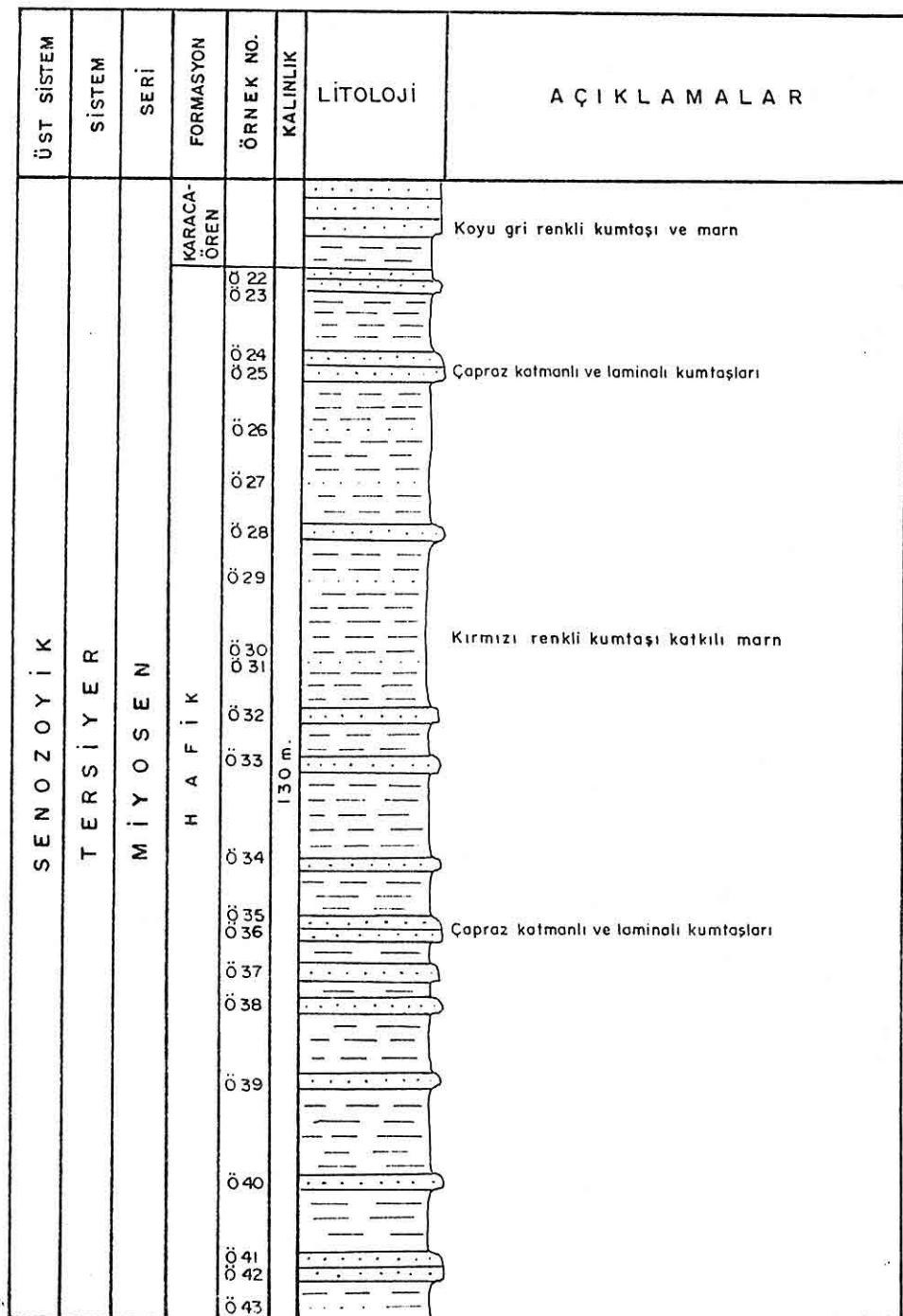


SENODOYIK		ÜST SİSTEM		AÇIKLAMALAR	
TERSIYER		SİSTEM			
EOSSEN	OLOGOSEN	MİYOSEN	KUVÄTNER	SERİ	KAT
LÜTESİYEN	SELİMİYE	HAFIK	KARACAÖREN	FORMASYON	Alüvyon Çakıltaş , kumtaş , jips , marn , kumlu kireçtaşı ardalanması
BOZBELL		1000 - 2000	1000 - 1500	~50	KALINLIK
300-1800					Kireçtaş , kumlu kireçtaş , marn ve kumtaş ardalanması
					Kumtaş çamurtaş , kumlu kireçtaş ardalanması
					Çakıltaş ve kumtaş Jips
					Jips ve bresik kireçtaş
					Kumtaş , marn , şeyl , kireçtaş ardalanması ve tuf ile volkanik breş kalkları

Şekil 3. İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KARACAOĞREN	FORMASYON	ÖRNEK NO.	KALILIK	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	TERSİYER	MİYOSEN	HAFİK	Ö 1			Gri renkli kumtaşı ve marn	
				Ö 2			Kırmızı renkli ve kalın katmanlı laminalı kumtaşı	
				Ö 3			Çapraz katmanlı kumtaşı	
				Ö 4			Kırmızı renkli ve kalın katmanlı çakıltaşı	
				Ö 5			Çapraz katmanlı ve paralel laminalı kumtaşı	
				Ö 6			Kırmızı renkli ve kalın katmanlı kumtaşı	
				Ö 7				
				Ö 8				
				Ö 9		200 m.		
				Ö 10				
				Ö 11				
				Ö 12				
				Ö 13				
				Ö 14				
				Ö 15				
				Ö 16				
				Ö 17				
				Ö 18				
				Ö 19				
				Ö 20				
				Ö 21				
							Gri-kırmızı renkli ve kalın katmanlı çakıltaşı	
							Jips	

Şekil 4. Abdallardere ölçülu dikme kesiti



Şekil 5. Tuzladere ölçülu dikme kesiti

İnceleme alanı ve yakın yöresinde Stchepinsky (1), Nebert (2), Kurtman (3, 4, 5, 6), Norman (7), Arpat (8), Baykal ve Erentöz (9), Artan ve Sestini (10), Meşhur ve Aziz (11), Gökçen (12, 13), Gökçen ve Kelling (14), İnan (15), Ceyhan (16), İnan (17), Gökçe ve Ceyhan (18), ve Gökçe (19), tarafından araştırmalar yapılmıştır. Gökçen (12, 13) bölgedeki Paleojen çökellerinin sedimentolojik ve sedimanter petrolojik özelliklerini ortaya koymuştur.

2. STRATİGRAFİ

İnceleme alanında en yaşlı birim Lütesiyen (Eosen) yaşlı Bozbel formasyonudur. Kumtaşı, marn, şeyl ve kireçtaşları ardalanması ile tüf, volkanik bres katkılardan oluşan birimin üst düzeylerinde jips ve breşik kireçtaşları yer alır. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu uyumsuzlukla Bozbel formasyonunu üstler. Jips, çakıltaşları, kumtaşı, çamurtaşları ve kumlu kireçtaşları ile temsil olunan formasyon uyumsuzlukla, birbirile yanal geçişli olan Miyosen yaşlı Hafik ve Karacaören formasyonu tarafından örtülü (Şekil 2 ve 3).

Hafik formasyonu kırmızı rengin egemen olduğu çakıltaşları, kumtaşı, jips, marn ve kumlu kireçtaşlarından, Karacaören formasyonu ise kumtaşı, marn, kumlu kireçtaşları ve kireçtaşlarından meydana gelir. Kırmızı rengi karasal ortam koşulları ve diyajeneze bağlayabiliriz. Bunları uyumsuzlukla Kuvaterner yaşlı alüvyonlar örter. Formasyon adlamaları Kurtman (6)'a aittir.

İnceleme alanında Hafik ve Karacaören formasyonu arasında yanal geçiş gözlenmesine karşın, Hafik formasyonundan alınan iki adet ölçülü dikme kesitin bulunduğu yerlerde Karacaören formasyonu Hafik formasyonu üzerinde yer alır. Abdallardere kesitinde Hafik formasyonunun kalınlığı 200 m (Şekil 4), Tuzladere kesitinde 130 m (Şekil 5) kalınlık belirlenmiştir. Formasyonunu kalınlığı değişken olup 1500 m'ye kadar ulaşabilmektedir.

3. SEDİMANTER PETROGRAFI

Hafik formasyonundan alınan iki ölçülü kesit ile 43 adet kumtaşı örneği elde edilmiştir. Bunlardan 11 tanesinde kil fraksiyonu ayrılabilmiş ve XRD çekimleri yapılarak kil mineralleri belirlenmiştir (20). Kumtaşlarından 25 adet örneğin incekesiti yapılmış ve petrografik olarak tanımlanmıştır. Ayrıca istatistik yöntemlerle de bileşenlerin yüzdeleri saptanmıştır. Ağırlı mineraller bromoform yardımıyla yoğunluğa bağlı olarak ayrılmış ve bunlar incelenmiştir (21).

Yapılan çalışmalara göre kuvars, feldispat, kayaç parçası, bağlayıcı, ağır mineral ve kil minerali incelemeleri şu şekildedir:

Kuvarslar: Değişik tane boyuna sahiptirler. Monokristalin kuvars oranı % 28-50 arasında, polikristalin kuvars oranı ise % 8-19 arasında değişir. Dalgalı sönme gösteren kuvars taneleri yarı köşeli ve köşelidir. Kayaç boşlukları silis dolguludur.

Feldispatlar: Kumtaşları içerisinde feldispat oranı % 11-27 arasındadır. Kayaç içerisinde dikey ve yanal olarak feldispat oranında belirgin bir değişim yoktur. Feldispatların çoğunu ortoklaslar oluşturur. Az miktarda ve ince-uzun çubuklar halinde plajiyoklaslar yer alır. Bunlar polisentetik izlenme gösterirler.

Kayaç parçaları: Kumtaşlarını % 14-42'sini oluştururlar. Büyük çoğunu volkanik parçaların meydana getirdiği magmatik kayaç parçaları % 10-32 arasında bulunurken, kireçtaşı ve çörtlerden meydana gelen sedimanter kayaç parçaları % 4-27 arasındadır. Ayrıca % 0,5 oranında ofiyolitik kayaç parçaları da gözlenmiştir. Magmatik kayaç parçaları stratigrafik istifin alt düzeylerinde artış gösterirken sedimanter kayaç parçaları oranında azalma görülür. Her türlü kum boyutunda bulunan taneler köşeli-yarı köşelidir.

Bağlayıcı: Az oranda jips olmak üzere karbonat ve kil bulunmaktadır. Karbonat ile bağlanmış olanlar sert ve tıkkız dokulu, kil ile bağlanmış olanlar ise gevşek dokulu ve dağılgandırlar.

Ağır Mineraller: Demiroksitçe zengin opak mineraller, amfibol, piroksen, biyotit, muskovit ve klorit tanımlanmıştır. En bol olanı demiroksitçe zengin opak minerallerdir. Kayaç genelinde ağır mineral oranı oldukça düşük olup bunların reworked sedimentler ile mafik magmatik kayaçlardan türedikleri söylenebilir.

Kil Mineralleri: XRD çekimleriyle kaolinit, simektit, kaolinit-simektit ve illit gözlenmiştir. En bol olanları kaolinit ve simektittir. Bunların oranı her ikisi için % 80 dolayındadır. Formasyonda belirlenen kil minerallerinin detritik oldukları görülmüştür.

Simektitler, karbonatlı ve silılı kayaçların gölgesel ortama taşınması ile bazik kimyasal koşullarda çökelmişlerdir. Kaolinitler de sıcak ve nemli bölgelerde lateritleşmeler sonucu oluşmuşlardır. Bunlar kaynağı yakını bir alanda çökeldikleri için provenans alanının çökelme alanına yakın olduğu düşünülebilir.

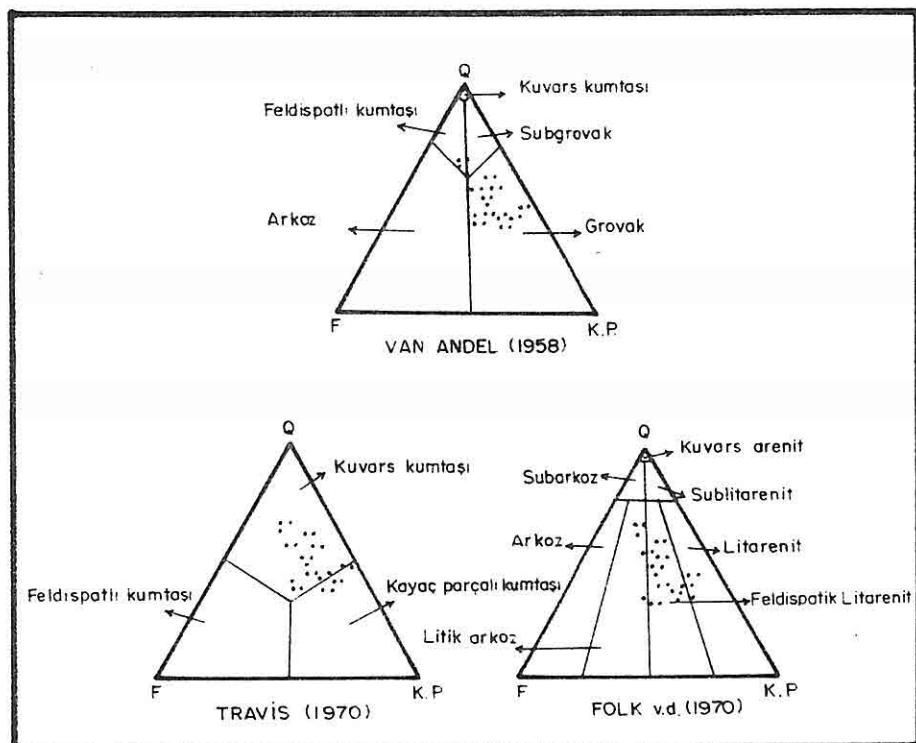
4. KUMTAŞI ADLAMASI

Petrografik sınıflamalar sonucunda Hafik formasyonu kumtaşları Van Andel (22)'e göre grovak, Travis (23)'e göre kuvars kumtaşı ve kayaç parçalı kumtaşı, Folk (24)'e göre ise feldispatik litarenit olarak adlandırılabilir (Şekil 6). Kumtaşları kötü boyanmış olup taneler değişik kum boyutlarındadır.

5. KLASTİK PETROFASİYESLER

Hafik formasyonu kumtaşları, Dickinson ve Suczek (25) ile Dickinson (26)'ın QFL diyagramına göre röviklik orojen ve magmatik yay provenanslarından, QmFLt diyagramına göre röviklik orojen ve karışık provenanstan, QpLvLs diyagramına göre ise karışık ve yay orojen kaynaklarından türemiştir (Şekil 7).

Dickinson ve diğ., (27) tarafından geliştirilen geçiş provenansı diyagramlarına göre ise QFLt diyagramında röviklik orojen, QmFLt diyagramında da röviklik geçiş ve karışık



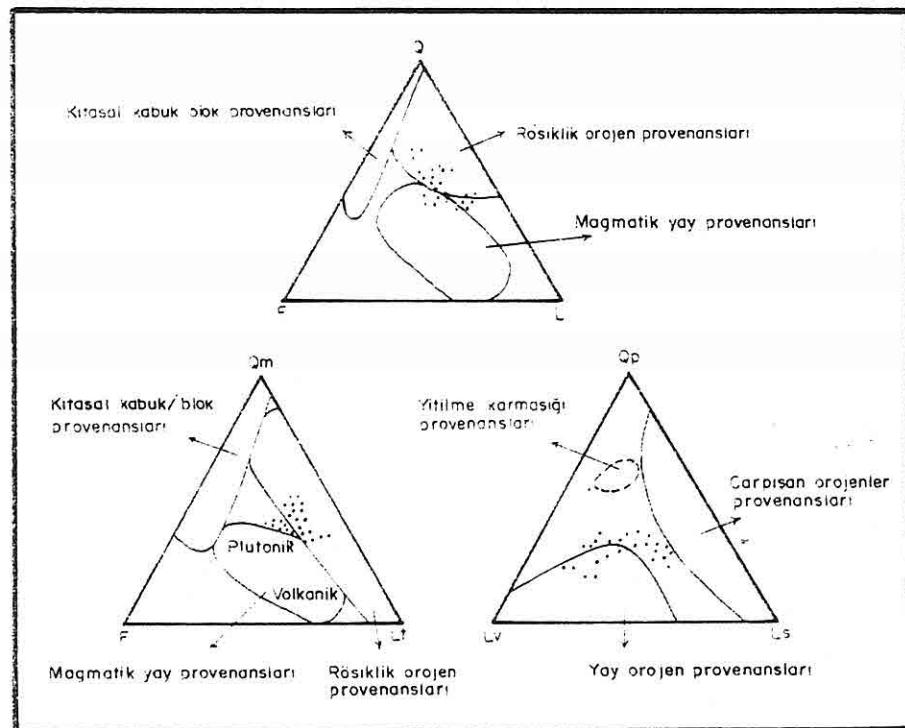
Şekil 6. Hafik formasyonu kumtaşlarının petrografik sınıflaması

provenans alanlarının varlığı görülmektedir (Şekil 8).

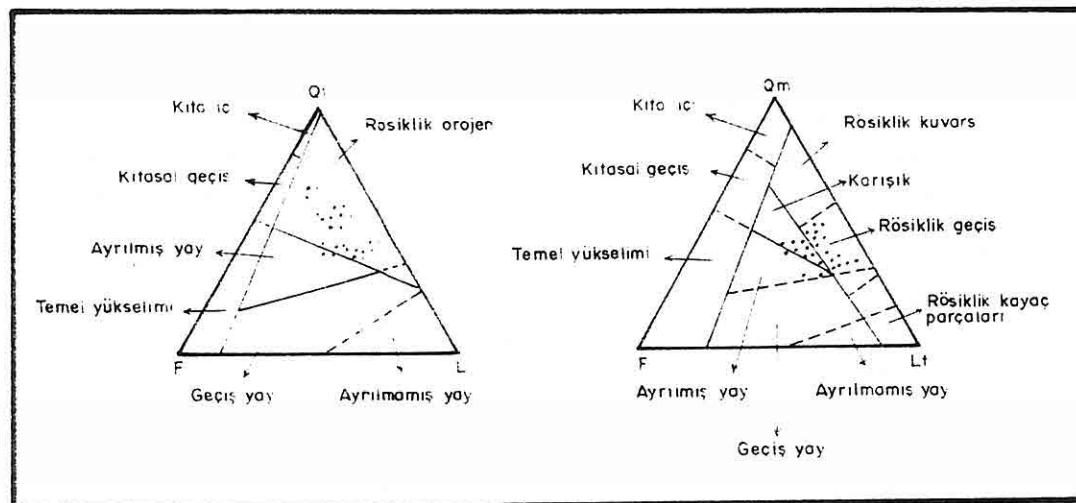
Kalın katmanlı kumtaşlarında çapraz katmanlar ve paralel laminalanmalar bulunmaktadır. Çapraz katmanlar paleoakıntıının KD-GB doğrultusunda olduğunu göstermektedir. Bu duruma göre havzaya detritik malzemenin taşınması KD-GB doğrultusunda olduğu söylenebilir.

6. SONUÇLAR

- 1- Hafik formasyonuna ait kumtaşları çoğunlukla kötü boyanmalı olmak üzere grovak (22), kuvars kumtaşı ve kayaç parçalı kumtaşı (23), feldispatik litarenit (24) şeklinde tanımlanmıştır.
- 2- Formasyonda egemen kil mineralleri simektit ve kaolinittir. Detritik olan bu kil mineralleri provenans alanının çökelme bölgесine uzak olmadığını gösterir.
- 3- Kumtaşlarında ağır mineral olarak demiroksitçe zengin opak mineraller, amfibol, piroksen, biyotit, muskovit ve kloritler belirlenmiştir.
- 4- Kumtaşları rösiylik orojen, magmatik yay ve karışık provenanslardan türemiştir.



Şekil 7. Hafik formasyonu kumtaşlarının teknolo-sedimanter sınıflaması (Dickinson ve Suczek, 1979).



Şekil 8. Hafik formasyonu kumtaşlarının geçiş provenansları (Dickinson ve diğ., 1983).

5.- Kumtaşlarında çapraz katmanlanma ve paralel laminalanma yapıları belirlenmiş olup çapraz katmanlar KD-GB doğrultulu akıntı yönüne işaret eder.

7. KATKI BELİRTME

Yazar, Ç.Ü. Araştırma Fonu tarafından desteklenen bu çalışmada katkıları nedeniyle Doç. Dr. Fuat ÖNDER (Ç.Ü.), Arş.Gör. Mehmet ALTUNSOY (Ç.Ü.) ve Teknik Ressam Veli KAYAOĞLU (Ç.Ü.)'na teşekkür eder.

8. KAYNAKLAR

1. Stchepinsky,V., Sivas Vilayeti Merkezi Kısmının Umumi Jeolojisi Hakkında Rapor: M.T.A. Rap. No: 898 (Yayınlanmamış), 1939.
2. Nebert,K., Sivas Vilayetinin Zara-İmranlı Mintikasındaki Jipsli Serinin Stratigrafik Durumu Hakkında : M.T.A. Derg., 48, 76-82, 1956.
3. Kurtman,F., Sivas-Divriği Arasındaki Sahanın Jeolojisi ve Jipsli Seri Hakkında Müşahedeler: M.T.A. Derg., 56, 14-25, 1961a.
4. Kurtman,F., Sivas Civarındaki Jipsli Serinin Stratigrafik Durumu: M.T.A. Derg., 56, 26-30, 1961b.
5. Kurtman,F., Tecer Dağlarının Jeolojisi ve Alacalı Seri Hakkında Bazı Müşahedeler: T.J.K. Bült., C.8, S.2, 19-26, 1965.
6. Kurtman,F., Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı Bölgesinin Jeolojik ve Tektonik Yapısı: M.T.A. Derg., 80, 1-32, 1973.
7. Norman,T., Celalli (Hafik) Bölgesinin Genel Jeolojisi: M.T.A. Derleme Raporu (Yayınlanmamış), 1964.
8. Arpat,E., Gürleyik Dağı Bölgesinin Genel Jeolojisi ve Petrol Olanakları. 1/25.000 Ölçekli i39-d1 ve i39-d4 Paftaları: M.T.A. Rap. No: 4180 (Yayınlanmamış), 1964.
9. Baykal,F. ve Erentöz,C., T.J.H. Sivas Paftası İzahnamesi: M.T.A. Yayımlı, 116 s., 1966.
10. Artan,Ü. ve Sestini,G., Sivas-Zara-Beypınarı Bölgesinin Jeolojisi: M.T.A. Derg., 76, 80-97, 1971.
11. Meşhur,M. ve Aziz,A., Sivas Baseni Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları: T.P.A.O. Rap. No: 1530 (Yayınlanmamış), 1971.
12. Gökçen,S.L., Zara-Hafik Güneyindeki Paleojen İstifinin Sedimentolojisi ve Paleocografik Evrimi: Yer Bilimleri, 8, 1-21, 1981.
13. Gökçen,S.L., Zara-Hafik (SE Sivas) ve Refahiye (SW Erzincan) Bölgeleri Eosen Filisiinin Sedimanter Petromojik Karşılaştırılması: Yerbilimleri, 9, 141-148, 1982.
14. Gökçen,S.L. and Kelling,G., Oligocene Deposits of the Zara-Hafik Region (Sivas-Central Turkey): Evolution From Storm in Fluenced Shelf to Evaporitic Basin: Geologische Rundschau Band 74, Heft 1, P.139-153, Stuttgart, 1985.

15. İnan,N., *Tecer Dağı'nın (Sivas) Jeolojik İncelemesi: C.Ü. Fen Bil. Ens., Doktora Tezi*, 127 s. (Yayınlanmamış), 1987.
16. Ceyhan,F., *Sivas Güneydoğusundaki Tuz ve Jips Yataklarının Jeolojisi, Oluşumu, Kökeni ve Ekonomik Özellikleri: C.Ü. Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans TDezi*, 107 s. (Yayınlanmamış), 1987.
17. İnan,S., *Tecer Kireçtaşı Formasyonunun Yapısı Hakkında Bir Yorum: C.Ü. Müh. Fak. Derg., Yerbilimleri C.5, S.1, 49-55*, 1988.
18. Gökçe,A. ve Ceyhan,F., *Sivas Güneydoğusundaki Jips Çökellerinin Stratigrafisi, Yapısal Özellikleri ve Oluşumu: C.Ü. Müh. Fak. Derg., Yerbilimleri C.5, S.1, 91-113*, 1988.
19. Gökçe,A., *Sivas Güneyindeki Sölestin Yataklarının Jeolojisi ve Oluşumu: C.Ü. Müh.Fak. Derg., Yerbilimleri, C.6, 7, S.1-2, 111-129*, 1990.
20. Gündoğdu,M.N., *Neojen Yaşılı Bigadiç Sedimanter Baseninin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal İncelemesi: H.Ü., Fen Bil. Ens., doktora Tezi*, 386 s. (Yayınlanmamış), 1982.
21. Lindholm,R., *A practical approach to sedimentology: 277 p., London*, 1987.
22. Van Andel, T.J.H., *Origin and Classification of Cretaceous, Paleocene and Eocene Sandstone of Western Venezuela: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 42, 734-763, 1958.
23. Travis,R.D., *Nomenclature for Sedimentary Rock: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 54, 1095-1107, 1970.
24. Folk,R.L., Andrews,P.B. and Lewis,D.W., *Detrial Sedimentary Rock Classification and Nomenclature for Use New Zeland: N.Z.J. Geol. Geops.*, 12, 1970.
25. Dickinson, W.R. and Suczek, C.A., *Plate tectonics and sandstone composition: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 63, 2164-2182, 1979.
26. Dickinson, W.R., W.R., 1982, *Compositions and sandstones in circum pasific subduction complexes and fore-arc bassins: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*,66, 121-137, 1982.
27. Dickinson, W.R., Beared, L.S., Brankenrdge, G.R., Erjavec, J.A., Ferguson, R.C., Inman, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A. and Ryberg, P.T., *Provenance of north American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting: Geol. Soc. Amer. Bull.*, 94, 222-235, 1983.

**MADEN YATAKLARI ARAMA VE İNCELEME YÖNTEMLERİNİN
GENEL DURUMU**

Hüseyin ÇELEBİ

Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ / Türkiye

ÖZET : Yazında yerbilimlerinde önemli yeri olan maden yatakları arama ve inceleme yöntemlerinin özellikleri, amaçları ve önkoşulları özetlenmekte, güncel teknolojik ve bilimsel durum anlatılmaktadır. Diğer bilim dallarındaki gelişmelere paralel olarak özellikle fotojeoloji, jeokimya ve sondaj tekniğinde önemli ilerlemelerin kaydedildiğiine, buna göre kurumlaşılıp uzmanlaşmaya dikkat çekilmektedir. Gelişmelerin sağladığı kolaylıklarla beraber, çevre korunması, yüzlek veren ve zengin maden yataklarının gittikçe azalmaları gibi nedenlerle, yeni ekonomik ve teknik sorunların da ortaya çıktığı gözlenmektedir. Tüm atılımlara rağmen deniz madenciliğinde istenen düzeye varılamadığı, iyi bir maden yatağı bulma olasılığının % 3'ün üstüne çıkmadığı, arama ve inceleme sürelerinin 4 yılın altına düşmediği ve giderlerin de azalmadığı, aksine bunların artarak en az enflasyon oranında hamadden ve ürünlerine yansıyacağı belirtilmektedir.

**THE GENERAL SITUATION OF THE PROSPECTION AND
EXPLORATION METHODS FOR ORE DEPOSITS**

ABSTRACT : In this article; the primary conditions, notions and prospection, exploration methods of the geologically important ore deposits are briefly described first and then actual technologic and scientific status are reported. This article states that especially in photogeology, geochemistry and drillings methods progresses take place in a manner parallel to general trend in other sciences and thus specializings in these subjects are taking place. Against some advantages are introduced by some technological progress, economic and technological problems arise due to environmental considerations and extinction of surfaced rich mineralizations. In spite of recent developments marine mining has not reached to the level expected. The statistical chances of finding a good ore deposit is less than 3 % and durations of ore explorations are at least 4 years. Exploration costs are not decreasing instead are increasing with inflation. As a result these increases are reflected to the prices of raw materials and to their products.

1. GİRİŞ

Maden yatakları jeolojik ve jeokimyasal anlamda çevrelerinden madde içeriği, fiziksel özellikleri v. s. ile ayrılabilen anomalilerdir. Dolayısıyle başarılı bir maden yatağı aramasının en önemli koşulu hangi anomalinin nerede meydana gelebileceğine dair bir taslağın yapılmasıdır.

Maden yataklarının bekleniği bölgeler jeologlar tarafından "ümİtli saha" veya "zon" diye adlandırılır. Konulan hedefe göre çalışmalar iki gruba ayrılr:

- a) Ekonomik bakımdan tüm ilgi çekici zuhurları kapsayan, genel ve bölgesel maden yatakları aranması. Burada yöneltilecek soru: "mevcut jeolojik koşullar altında hangi element veya hammadde zenginleşmiş olabilir?" olacaktır.
- b) Belli hammaddelerin aranması. Burada yöneltilecek soru da: "aranan hammaddenin zenginleşmesini sağlayabilecek jeolojik koşullar nerede bulunabilir?" olacaktır.

Bölgесel maden yatakları aranması artık kalkınmakta olan ülkelere mahsustur. Arama çalışmaları genelde ülkenin kendinin veya yabancı ülkelerin kamu yerbilimleri kurumları, ya da uzman gruplarına yaptırılır.

Özel hammadde aranması ise, öncelikle aranan hammadde konusunda uzmanlaşmış veya üreten jeoloji, maden ve izabe firmaları veya onların altkuruluşları tarafından yürütürlür.

Çalışmaların başlangıcında bilinmiyen hammaddelerin aramasına "prospeksiyon", bilinen bir maden yatağının detaylı araştırılıp incelenmesine de "eksplorasyon" denir. Bu iki kavram birbirinden kesin hatlarla ayırlamamaktadır. Eksplorasyon bazen tüm çalışmalar üst kavramı olarak da kullanılmaktadır.

2. ARAMA YÖNTEMLERİ

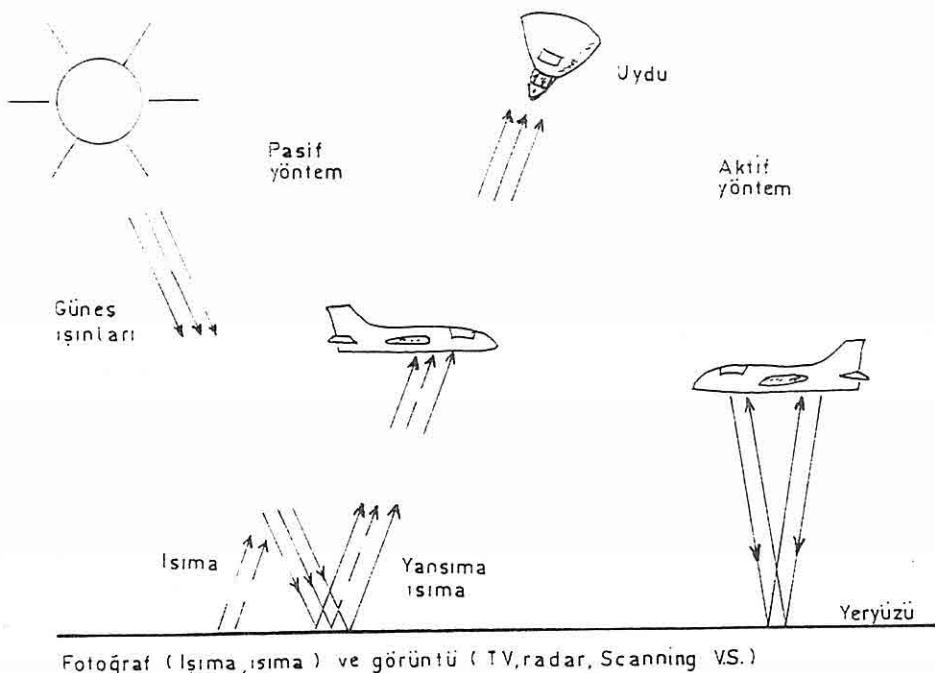
Nispeten kolay bulunan mineral hammadde yatakları yüzeylenen, başka bir deyişle mostra veren, hatta tamamen açığa çıkmış olan yataklardır. Yüzeyleyen bir yatak çoğu kez kuvvetli bir renk farkı, arazi şekli ve bitki örtüsüyle çevresinden kolayca ayırdedilebilir. Gerçekten de eskiden beri mostra sayesinde çok yatak uzman olmayan kişi veya kurumlar tarafından tesadüfen bulunmuştur. Ancak bu tip yataklar giderek azalmaktadır. Günümüzde varsa, bu tip yataklar an- cak jeolojik araştırmaların az yapıldığı gelişmekte olan ülkelerde ve incelenmemiş bölgelerde bulunabilir. Dolayısıyle buralarda teknik yatırım ve uygulamalar en çok yapılmaktadır.

Örtülü ve kısmen sadece düşük tenörlü (örneğin % 1'den az tenörlü bakır yatakları gibi) maden yataklarının modern aramasında elemente göre seçilen, sistematik olarak iyi geliştirilmiş jeofizik ve jeokimya yöntemleri ile sig sondaj tekniği uygulanmaktadır. Bu modern arama yöntemlerinin yeni cevher yatağı bulunmasındaki payı son 30 yılda %20'den %90'a yükselmiştir. Petrol ve doğal gaz yataklarının aramasında ise, 60 yıldan beri jeofizik (sismik) yöntemleri vazgeçilmez durumlarını korumaktadırlar [1].

2.1. Fotojeoloji

Fotojeolojide "uzaktan algılama" (remote sensing) adıyla bilinen yöntem, uydudan (pasif yöntem) veya uçaktan (aktif yöntem) çekilen yer fotoğraflarının veya manyetik kayıtların yorumlanması esasına dayanmaktadır (Şekil 1). Uzay teknliğinin gelişmesiyle uzay laboratuvarları da son 20 yılda önemli ilerlemeler kaydetmiş bulunmaktadır. Isımdan yararlanılarak yapılan kayıtlar için sis ve bulut engel teşkil etmemektedir. Bu metotla yapılan çalışmalar sonucu aktif volkanik yöreler ve değişik iklim bölgeleri ile bitki örtüleri çevrelerinden rahatlıkla ayırdılabilmektedir. Kızılıtesi ışınları ile gece de çalışılabilmektedir. Uyduların diğer kayıtlarından, örneğin ışık tayfinin görünen ve görünmeyen ışınlarından, güneş ışığının yerden yansyan ışısından (scanning) veya televizyon ve radar görüntülerinden de multispektral fotometrik olarak yararlanılmaktadır. Büyük ölçüde zaman tasarrufu sağlayan bilgisayarla değerlendirmeler giderek önem ve deneyim kazanmaktadır.

Fotojeolojideki bu gelişmelerle maden yatakları arama olanakları özel kişi ve kuruluşların elinden alınmış olmaktadır. Öte yandan uzaktan algılama yöntemleri bir sahayı aramak için rühsat almayı, onun için masraf yapmayı gereksiz kılarak binlerce kilometre karelik sahanın fotoğraflanmasını ve haritalanmasını sağlamaktadır.



Şekil 1: Fotojeolojide aktif ve pasif yöntemlerle veri kazanılması [2].

Bu aşamada fotojeolojiden ancak önaraştırmalarda, büyük ve ulaşılması zor çiplak bölgelerin yapısı ve ilişkilerinin incelenmesinde veya ümitli sahaların sınırlanmasında faydalansılmaktedir. Fotojeoloji ile elde edilen haritalar bazen jeolojik haritalardan daha mükemmel olabilmektedir.

2.2. Jeofizik

Fotojeoloji yöntemlerinin sadece havadan uygulanmasıyle veri kazanılırken jeofizik yöntemleri hem uçaktan (airborne geophysics), hem de yerden (car geophysics) ve sondajlardan (sonic, gamma log) yapılabilmektedir. Dolayısıyle geniş bir alandan yerel incelemelere kadar uygulanmaları mümkündür. Bu dolaylı jeofizik yöntemleri ile (Tablo. 1) ancak fiziksel parametrelerin (yoğunluk, manyetik alan, ses ve elektrik iletkenliği, radyoaktivite v. s.) anomalileri saptanabilmektedir. Yatağın kendisi veya hammadde içeriğinin kapsamlı incelenmesi mümkün olamamaktadır. O yüzden jeolojik veriler ve sondajlarla mutlaka örnek alınması gerekmektedir.

Sıkça değişik jeofizik yöntemlerin kombinasyonu ile bulunan anomaliler, ümitli sahaların, inceleme bölgelerinin sınırlandırılması ve mümkün cevher zonlarının tesbit edilmesi için önemli ipuçları verebilir, cevherleşmenin büyüklüğü, derinliği ve şeklinin çıkarılmasında kullanılabilirler. Ayrıca cevherleşme ve arama çalışmaları için önemli olan bölgenin yapısı, örneğin fay ve kırıklär, hakkında da bilgi verebilirler.

Fotojeoloji ve Jeofizik yöntemleri yanında özellikle cevher yatakları aramasında 1950'den bu yana artan bir önemle jeokimyasal yöntemler başarıyla uygulanmaktadır. Bu, maden yatağında yaygınlaşmış elementlerin yatak civarında (dağılım alanında) daha seyrelmiş olarak da bulunmaları esasına dayanmaktadır.

2.3. Jeokimya

Jeokimyasal arama hem belli cevher yatakları aramasında hem de genel olarak bir bölgenin taranmasında sahanın jeolojik yapısına, aranan cevherin özelliklerine ve iklim koşullarına göre uygulanır. Çalışmalar için yüzeyden veya 1 m derinliğe kadar toprak, kayaç, su, gaz ve bitkilerden birkaç gram örnek alınır. Genel olarak su örnekleri hemen yerinde kolorimetrik analiz edilirler. Toprak örneklerinin analizi için seyyar laboratuvarlardan çalışmalar sırasında yaralanılmaktadır. Anında yapılan değerlendirmeler prospeksiyonun devamını ve kontrolünü sağlayarak maliyetini önemli ölçüde belirler. Öte yandan az örnek miktarı kolayca taşınabilir ve gerektiğinde en kesin sonuç için daha büyük kapasiteli aygıtlar kullanılabilir. Bu sayılan özellik ve yöntemlerden dolayı jeokimyasal prospeksiyon ucuz ve hızlıdır. Dolayısıyle büyük bölgelerin incelenmesi için daha uygundur. Buna karşın aşırı duyarlılığı her yerde uygulanmasına müsaade etmiyebilir. Örneğin eski bitki topraklarındaki elementlerin aranan cevherdeki izelementlerden daha yüksek oranda olamaları durumunda jeokimyasal arama yöntemleri uygulanamaz.

Tablo 1: Jeofizik yöntemlerinin uygulanma alanları. TE: Temel elementler, YS: Yeraltı suyu, SYE: Seyrek yer elementleri, SM: Soy metaller, PG: Petrol ve gaz Bender [3]'den değiştirilmiştir).

Uygulama alanı	TE	YS	SYE	SM	PG	Tuz	Fe	Mn	Cr	Al	C	U	Th	P	K
----------------	----	----	-----	----	----	-----	----	----	----	----	---	---	----	---	---

Yöntem

Jeoman-yetik

1	1	2	3	1	1	1	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Elektro-manyetik

1	1	3	2
---	---	---	---

Elektrik direnci

1	2	3	1	3	3	1	3
---	---	---	---	---	---	---	---

Özpotansiyel ölçümlü

1	1	3	1
---	---	---	---

Gravimetri

1	1	1	1	1	2
---	---	---	---	---	---

Sismik

Karada 3 2 1 1
Denizde 1

İndükl. polar.

1	2	2	3
---	---	---	---

Radyo-aktivite

1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---

Jeokimya

1	1	3	1	1	1
---	---	---	---	---	---

1 Çok önemli

2 Önemli

3 Önemli değil

Sadece jeokimya için geliştirilmiş modern analiz yöntemleriyle (Tablo 2) 1 g/t'dan az izoelementler dahi tesbit edilebilmektedir. (nötron aktivasyonla 1 ppb'ye kadar ve % 3 bağlı hata payı ile). Mikrokulometre analizde 1 mikrogramdan az örnek miktarı bile analiz için yeterli olmaktadır. Jeokimyasal prospektasyonda mikro ve izoelement tayini için büyük önemi olan dithizon yöntemiyle arazide de % 0,00001 konsantrasyonundaki bazı elementler (Au, Pt) tesbit edilebilmektedir. Yataktaki ekonomik değerde yoğunlaşmış elementler yanında Hg, As ve F gibi elementler de saptanabilirler. Bu elementlerin konsantrasyon değişimi karakteristik olduğundan, bazen yataktaki bulunan bir ana elementten daha iyi indikatör olarak kullanılabilirler.

Jeokimyanın en modern aygit ve yöntemlerini çekirdek kimyası vermektedir [4,5]. Elementlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri yeni yöntemlerin geliştirilmesinde ve uygulanmasında temel oluşturmaktadır. Burada yapay elementlerden Californiumun (Cf^{252}) radyoaktivite için nötron kaynağı olarak kullanılması örnek verilebilir. Çok kuvvetli radyoaktif olan bu elementin yaydığı atom parçacıklarıyle cevherleşmelerdede yapay ve kuvvetli bir radyoaktivite meydana getirilmektedir. Radyoaktivite şiddetinin ölçülmesiyle cevherleşme anomalileri tesbit edilebilmektedir. Bu yöntem ilerde özellikle sondajlarda ve derin denizlerde cevher yataklarının aranmasında önemli bir rol oynayabilir.

U^{238} 'in parçalanmasında meydana gelen radondan (Rn^{226}) doğal radyoaktif cevherleşmelerin aranmasında ve depremlerin önceden algılanmasında yararlanmak için yöntemler araştırılmaktadır [3]. Rn^{226} anomalileri cevherleşmelerle işaret ederken çatlak ve kırıklardan sizarak artan ani konsantrasyonlar da deprem habercisi olarak değerlendirilmektedir.

Son yıllarda yeraltı sularında başarıyla denenen doğal helyum (He) konsantrasyonu da maden yatakları aramasında önem kazanmaktadır [2]. Kaynak sularında tesbit edilen He içeriğinden anomaliler çıkarılarak arama çalışmaları ona göre yönlendirilebilmektedir. Bu yöntem özellikle Au, Cu, Pb, Zn aramalarında ve karbonatit komplekslerinde iyi sonuç vermektedir.

Sığ yarmaların ve 30 m'ye kadar derinliği olan sondajların da sayılabilcekleri arama yöntemleriyle tespit edilen bir ümitli sahada artık inceleme çalışmaları, maden yatağının esas araştırmasına, başlanabilir.

3. İNCELEME YÖNTEMLERİ

İnceleme aşamasının en önemli koşulu devletten alınacak, sınırları belli ve ölçülmüş bir sahada araştırma hakkı tanıyan ruhsat belgesidir. Bu belge, belli bir süre ve bazı mineral hammaddeler için verilir [6]. Çalışmaların çeşidi ve yıllık kapsamı bununla belirlenir. Ruhsatta belirlenen haklar mülkiyet hakkından önce de gelebilir, ama işletme ve pazarlama hakkı henüz tanınmaz.

Ruhsat sahiplerinin muhakkak devletin ilgili su, tarım ve orman kuruluşları ile gerekli

Tablo 2: Arazide element tayini için kullanılan önemli jeokimyasal analiz yöntemleri ve uygulama alanları [3,7].

Yöntem ve prensip	Saptanabilir element	Tayin sınırı	Kullanılan yer	Düşünceler
Röntgen Flöresans	Atom numarası 23 (V)'dan büyük elementler, 11-23 (Na-V) için vakum spektrometre kullanılır	Ağır (Ba, Zr, Mo, Sb) elementler için 100 ppm, hafifler (Si, P, S) için % 1	Arazi Galeri Sondaj	500 ppm'in altında matiks efekti giderilecek, yüksek tenör için daha uygundur
Nötron Aktivasyon (termik, hızlı ve yüklü parçacıklar)	Atom numarası 6 (C)'dan ağır tüm elementler için uygundur (Tl hariç)	Yarı kantitatif, kısmen kantitatif	Galeri Sondaj	Çok ölçme zamanı gerektirir, REE için çok duyarlıdır, arazi ve sondaj spektrumu bozabilir
Y nötron ölçümlü	Be	500 ppm	Galeri Arazi	-15 ile +40 C arasında çalıshabilir
Messbauer Efekti	Fe ve Sn	500 ppm Sn	Galeri Arazi	
Radyoaktivite	K ve Ra yardımıyla U ve Th		Hava Galeri Sondaj	Radyoaktif denge bulunmalı

anlaşmaları yapmaları ve yetkileri almaları lazımdır. Son yıllarda artan çevre korunması bilinciyle doğanın korunması büyük önem taşımaktadır. Bir maden işletmesinin bu konu için yapacağı harcamalar ve alması istenen önlemler önemli olabilir.

Bazı ülkelerde çevre korunması hassas bir konu haline gelmiştir. Dolayısıyle yeni ve pahalı yatırımlar gerekebileceğinden, inceleme safhasında bunların dikkate alınması şarttır. İnceleme safhasında araştırma çalışmaları bilinen bir nesne üzerine yoğunlaşırlar

çevrede çalışmalar devam edebilir. Bu aşamadaki hedefler şunlardır:

1. Maden yatağının veya ekonomik değere haiz kısımların sınırlarının belirlenmesi,
2. Miktar ve kalitesiyle beraber rezervin hesaplanması.

Maden yatağının tüm hacminden örnek almak için en uygun ve tek yöntem sondajdır. Sık sık rastlanan ve cevhere doğrudan ulaşmayı sağlayan galeri ile ocaklardan daha üstündür. Ocak ve galerilerin veri sağlanması değeri az, pahalı ve çok zaman alırlar. Ama bunlar, örneğin cevher hazırlama için çok miktarda örnek almak veya yankayaçla cevherin mekanik davranışlarını incelemek için, çok gereklidir. Fakat bunlara ilişkin araştırma sonuçları ancak inceleme safhasının son aşamalarında ve rezervler hesaplandıktan sonra elde edilebilmektedir.

3.1. Sondaj Tekniği

Cok yönlü ve nispeten hızlı olan modern derin sondaj teknigine özetle degeinilmesinde yarar vardır. İnceleme safhasında esas amaç yataktan örnek almaya bağlı olduğundan, matkaba ve alınacak örneğe göre sondajlar ikiye ayrılır:

1. Dönerli veya dönerdarbeli çalışan ve kayacı ufaltan delici matkaplı sondajlar (en çok 90 cm çapında),
2. Sadece dönerli çalışan ve halka şeklinde kayaçtan ince bir sütun halinde örnek çıkarır karot sondajları (en çok 14,6 cm çapında).

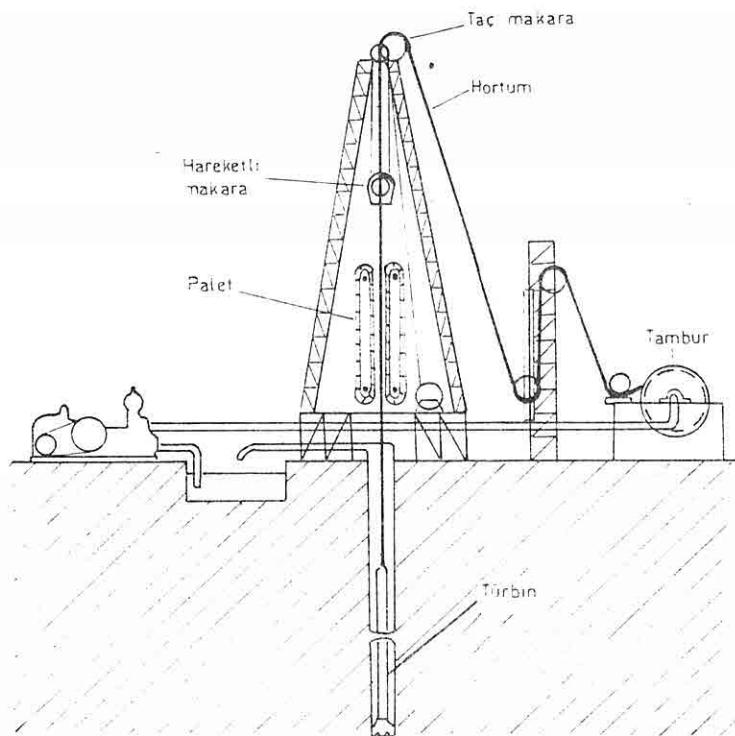
Delici matkaplı sondajlar hızlı ve ucuzdurlar. Sıvı veya basınçlı hava ile yeryüzüne kıritmaların çıkarılmasını ve kesintisiz örnek almayı sağlarlar. Fakat alınan örneklerin yeri kesin olamaz. Delici matkaplı sondajlar ancak ortalama tenör değerinin hesabı için yararlıdırlar. Buna karşın karot sondajları ile alınan örneklerin yeri kesinlikle bellidir. Yatak hakkında çok veri sağladıklarından, kesin araştırmalar, örneğin küçük tenör değişimlerinin incelenmesi durumunda, kullanılırlar. Zor arazi koşullarında, çalışmayı kolaylaştırmak için, sondajların hafifleri kızak veya araba üzerine monte edilir, büyükleri ise çelik konstrüksiyon blokları halinde yapılrular.

En yaygın sondaj yöntemi dönen (rotary) sondaj yöntemidir. Yumuşak kayaçlı petrol yataklarının büyük derinlikleri için (1000 m'den fazla) geliştirilen bu yöntem giderek cevher (sert kayaç) yataklarında da yaygınca kullanılmaktadır. En önemli olanı karot sondajıdır. Fakat çok derin (5.000 m 'den fazla) yapılmakta olan bu sondajlarda dahi 2.000 m'den daha fazla derinliklerden karot alınması enderdir. Karot sondajları son 50 yılda kayaçların sertlik, direnç ve tanelik gibi özelliklerine göre matkapların yapılmasıyle büyük önem kazanmıştır. Uygulama alanlarının çoğunda elmaslı matkaplar kullanılmaktadır. Bunlar, bir sert metal alaşımına yerleştirilen yapay elmas veya serpilmiş elmas tozundan oluşurlar. Matkabin büyülüük ve tipine göre 20 karata varan elmas miktarı kullanıldığından, inceleme masrafları bakımından önemlidir. Elmas matkapları yerine, kısmen de olsa, sert metal alaşımlarından matkaplar önem kazanmaktadır. Çalışıkça kendiliğinden bileyenleneleri [8,9] veya özel aletlerle bileyenip tekrar

kullanılanları da yapalmaktadır. Bunlar elmaslılardan oldukça ucuzdur, ancak kireçtaşının tuz ve sedimanter demir yatakları gibi yumuşak kayaçlarda elmaslı matkapların yerini alabilmekte ve kullanılabilmektedirler. Sadece kendiliğinden bileylenen sert metal matkapları, yüksek basınç gerektirmeleri nedeniyle, sert kayaç sondajları için daha uygun olmaktadır.

Diger teknik dallarda olduğu gibi sondaj tekniğinde de sürekli bir teknik gelişme ve pratikleşme gözlenmektedir. Maden yataklarının incelenmesinde en çok önem kazanan sondaj tipi hafif bir kundağa monte edilen, silindirik, sondajın tabanında basıncılı hava ile çalışan türbinli aygittır (Şekil 2). Bunun standart tipleri 1-1,5 saatte 10 cm çapında ve 20-30 m derinlikte bir kuyu açabilmektedir. Kayaç kırmızıları basıncılı hava ile dışarı atılır. 100 m'ye kadar derinlikler için, daha iyi örnek almayı da sağlayan, bir emme sistemine gerek vardır.

Sondajda ilerleme hızını artırarak (ortalama günde 100 m ve daha fazla) ve giderleri düşürmek için vinç yerine hidrolik veya pnömatik tekniğinden yararlanılan yarı, hatta tam otomatik sondajlar uygulamada başarılı olmuşlardır [8,9]. Özellikle açıkdenizlerde kullanılan, tek işçinin bile çalışmadığı bu sondajlar, tijleri otomatik söküp takabilmekte, dönü sayısını ve taban basıncını kayaca göre ayarlayabilmektedir.



Şekil 2: Tübinli ve esnek tijli (hortumlu) sondaj donanımı [10].

Dönerli sondajda uygulanan kayacın mekanik parçalanmasına paralel olarak füzyon, buharlaştırma ve çatlatma gibi fiziksel yöntemler de denenmektedir. Pratikte henüz uygulanmamış bu yöntemler laboratuvar denemeleri aşamasındadır. Sondajda kayacın üstündeki basıncı düşürmeden karot almak (basınçlı karot), tijleri çıkarmadan karot almak (surekli karot alma), karotla sondajdaki tabakaların yönü aynı olacak şekilde karot almak (yönlü karot) ve geniş sondajlarda yankayaçtan karot almak gibi yöntemler şimdiden sıkça kullanılan, artık klasik sayılabilen tekniklerdir. Mineral ve parça örnekleri delmek için Mikro matkaplar da yeni gelişmelerden sayılabilir.

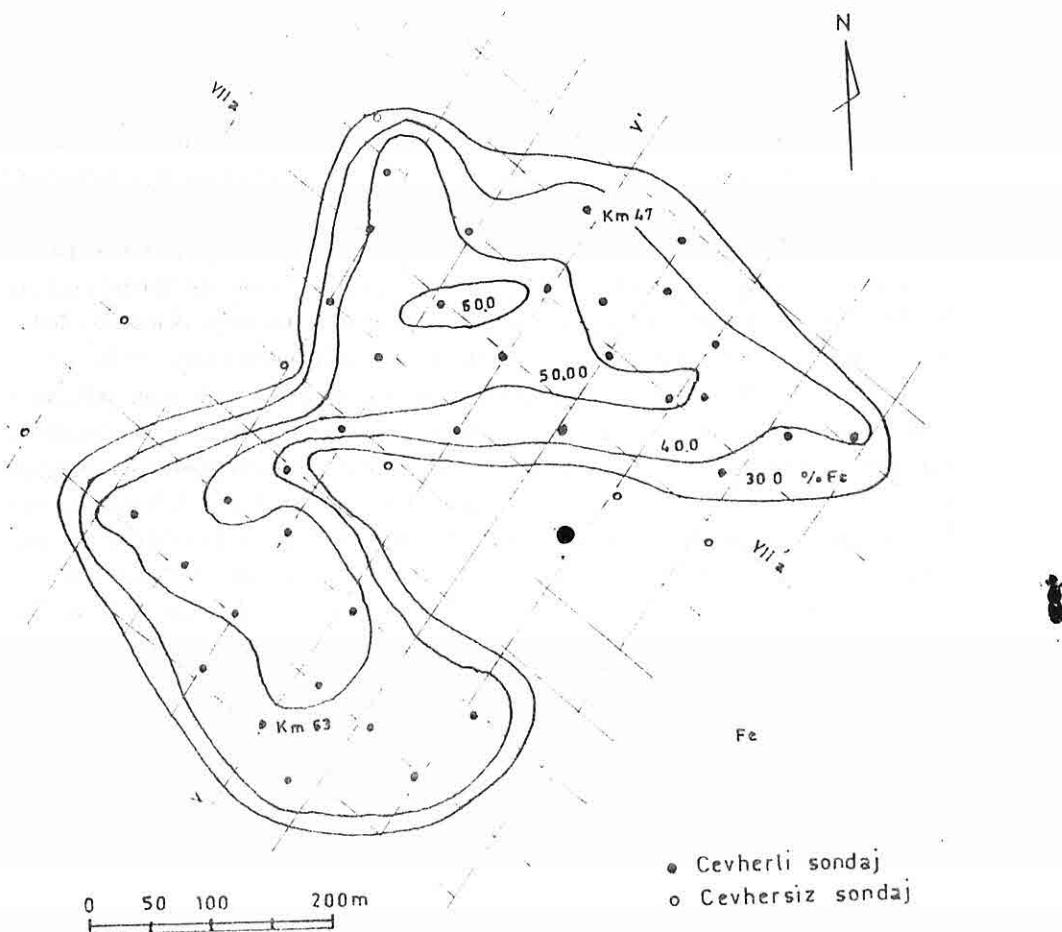
Sondajların yeri jeolojik ve jeofizik araştırmalarının sonuçlarına göre seçilir ve yatak tipine göre 30-50 m aralıklla yapılırlar. Genelde bir kare ağı (karelaj, Şekil 3) oluşturan sondajların aralarına yatak hakkında bilgiler arttıkça gerekli yerlerde yenileri yapılarak sıklaştırılabilir. Aynı noktadan değişik yönlere yapılacak egek karot sondajları ile yatağın çeşitli yerlerinin incelenmesi ve yer değiştirme nedeniyle doğacak zaman kaybının önlenmesi mümkündür. Alınan karotlar özenle incelenip kaydedildikten sonra önemli yerlerinden mineralojik ve petrografik araştırmalarla kimyasal analizler için çoğu kez yarılanarak örnekler alınır. Alınan karotun yüzde oranının % 80'den aşağı olmaması gereklidir. Aksi halde elde edilecek kimyasal analiz ve tenör sonuçları cevherleşmeyi istenen kesinlikte temsil edemezler. Bazı elementler için, doğrudan karotta analiz gibi, hızlı analiz yöntemleri, uygulanmaktadır. Hatta bu amaç için geliştirilmiş aygıtlar sondajda analiz yapmak için radyoaktif izotoplari enerji kaynağı olarak da kullanabilmektedirler. Röntgen flöresans esasına dayanan bu yöntemle yapılan tenör analizleri inceleme safhasının çoğu durumu için yeterli kesinlik denebilecek kadar, sadece % 0,1-0,2 bağılı hata ile sonuç verebilmektedir.

3.2. Matematik ve istatistiksel yöntemler

Eskiden elle önce kesit ve haritalara işlenen kimyasal analiz değerleri, mineralojik ve jeolojik sonuçları bugün bilgisayarlar değerlendirip tenör ve rezervi hesaplayabilmekte, çok kısa sürede maden yatağının 2 veya 3 boyutlu modeli çıkarabileceklerdir [11]. Matematik ve istatistik prensiplerine dayanan, Krige [12] ve Matheron [13] tarafından maden yataklarının incelenmesi için geliştirilen "geoistatistik" ile örnek ve sondajların optimal aralıkları, rezerv ve sınıflarının kesinlik dereceleri ile tenör dağılımının izotropi, anizotropi ve tabakalanma gibi özellikleri saptanabilmektedir (Şekil 4).

Burada daha detaylı anlatılması konunun kapsamı dışına taşıyacak olan tenörlerin mesafeye bağlı değişim fonksiyonları (variogram) ve istatistiğin çok değişkenli (multivariate) inceleme yöntemlerinin amacı jeolojik oluşumları matematiksel tanımlamaktır. Örneğin bir yataktaki tenörlerin mesafeye bağlı olarak değişim:

$$Y(h) = 1/2N(h) E(Z(x)-Z(x+h))^2$$



Şekil 3: İyi incelenmiş bir manyetit yatağında sondaj ağı ve eştenör eğrileri [14].

denklemiyle tanımlanabilmektedir [15,16]. Burada $Z(x)$: x noktasındaki tenörü, h : örnekler arasındaki mesafeyi (vektör olarak) ve N de h yönünde alınan örnek çiftini ifade etmektedir. Buna göre fonksiyon değeri $Y(h)$, komşu örneklerin tenörlerinin ne kadar birbirine benziliklerini göstermektedir. Şekil 3'te görüldüğü gibi belli bir mesafeye kadar (tesir mesafesi, $\text{range}=a$) örnek tenörleri fonksiyonu ile mesafeleri arasında pozitif bir korelasyon gözlenmektedir. Birbirlerinden bu mesafeden daha büyük uzaklıkta bulunan örnekler arasında bir bağımlılık bulunmamaktadır. Değişik yönlerde hesaplanan varyogramların tesir mesafelerinin farklılığından, örneğin anizotropi, hata payları (nugget effect), analiz değerlerinin varyansları (sill) ve cevher-yankayaç ilişkisi (örneğin ardalanma) ortaya çıkarılabilir.

Jeostatistikin multivariyat yöntemlerinden korelasyon analizi ile tesadüfi elde edilen değişkenlerin (örneğin analiz değerlerinin) birbirlerine göre değişimleri incelinir. Sonuçlar doğrusal (regresyon doğrusu) veya düzlemsel olarak ifade edilebilir ve değişkenlerin birbirine bağlılıklar dereceleri (korelasyon katsayısı) hesaplanabilir.

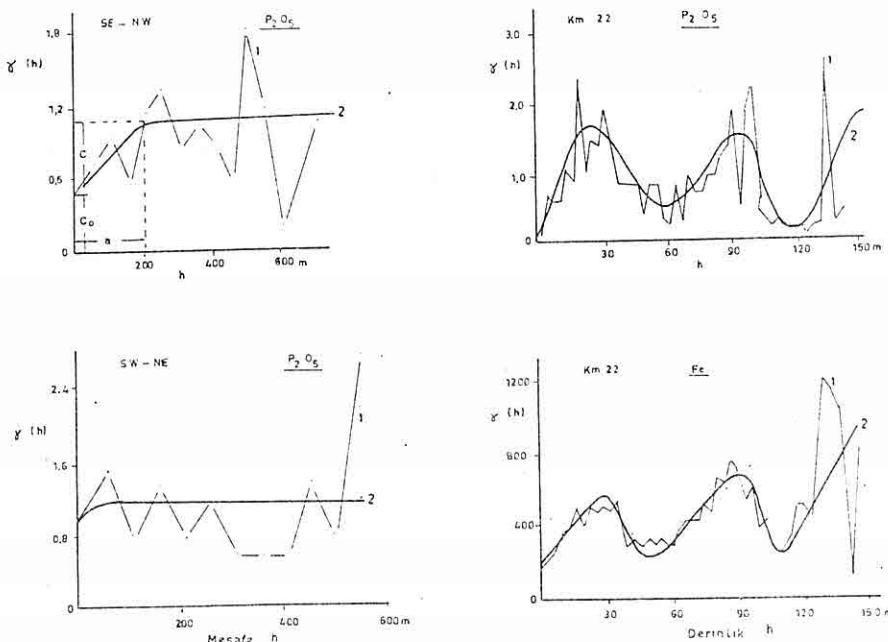
- Cluster analiz yöntemiyle kazanılan veriler özelliklerine göre sınıflandırılarak homojen gruplara ayrılır. Faktör ve diskriminans analizleri de jeoistatistikin sıkça kullanılan yöntemleridir [17].

Jeoistatistik sayesinde inceleme safhasının pahalı verileri daha iyi ve çabuk kullanılabilir, incelemeler esnasında önemli kararlar verilerek çalışmalar rasyonelleştirilebilmektedir [11,18]. Buna dayanarak işletmelerin optimum büyülüğu, ona bağlı olarak da işletme ömrü, açık veya kapalı işletme olacağı daha kesinlikle planlanabilmektedir [15,16].

Belki ancak 10 yıl sonra işletmeye açılabilen bir maden yatağının inceleme safhasında kesin rezerv beklenmemelidir. İşletmenin ilerlemesi sırasında yapılacak araştırmalarla da mümkün ve muhtemel rezervlerden kesin rezervler çıkabilir. Bundan önemli olan bulunan bir cevherleşmenin teknik ve ekonomik bakımından değerlendirilip değerlendirilemeyeceğidir. Bu konulara ilişkin sorular, mümkünse inceleme safhasının sonuna doğru, cevher zenginleştirme, işletme ve pazarlama araştırmalarıyla, yanıtlanmalıdır. Güncel koşullarda ancak bunlardan alınacak sonuçlardan ve finansman planından bir başarı bekleniyorsa, maden işletmesinin kurulması için gerekli finansman kaynağı aranabilir.

4. İLERİYE BAKIŞ

Maden yataklarının inceleme ve değerlendirme süreleri, çok yönlü araştırmalardan dolayı, oldukça değişiktir. Bu, Son 50 yılın sayıla- rına göre, Kuzey Amerika'daki alacılı metal yatakları için 2 ile 8 yıl arasındadır [1]. Bazı yataklar defalarca incelediklerinden, 20 sene sürenleri de vardır. İyi bir yatak bulabilme şansı % 1-3 arasında tahmin edilmektedir. Demek oluyor ki, iyi bir maden yatağı bulabilmek için 100 veya 30 zehurun incelenmesi gerekmektedir. Göründüğü gibi maden yatakları arama riskinde, büyük teknolojik gelişmelere rağmen, önemli bir düzelmeye görülmemektedir. Gelecekte yeni arama yöntemlerinin esas amacı bu riskin düşürülmesine yönelik olacaktır. Bu, sadece arama ve inceleme yöntemlerinin gelişmesine bağlı olmayacak, aynı zamanda işletme, cevher hazırlama ve izabe yöntemlerinin de bunlara uyum sağlanması gerektirecektir. Maden işletmeciliğinde mekanizasyon ve uzmanlaşma artacaktır. Uygulamada başarıyla denenen hidrometalürji (leaching, zayıf cevher içeriğinin asitlerle kazanılması) ve bakteri madenciliği (bio mining, bakterilerle elementlerin elde edilmesi) ilerde önem kazanacaktır. Şimdiye kadar küçük, derin ve düşük tenörlü (% 1'den az tenörlü Cu yatakları gibi) yatakların değerlendirilmesinde dikkate değer gelişmeler sağlanabilmiş ve hatta yeni bulunan bu tip yataklar sayesinde dünya hamadden rezervleri sürekli artırlabilmıştır.



Şekil 4: Variyogramlarla cevherleşme özelliklerinin incelenmesi (1: uygulama, 2: uyum). Solda iki boyutlu variyogramlar cevherleşmenin SW-NE yönünde daha geliştiğini (anizotropi) göstermektedir (bk. Şekil 3). a: Optimal sondaj aralığı (range), C_o ; Hata oranı (nugget effect) ve $C+C_o$: Eşik değer veya varyans (sill). Sağdaki tek boyutlu variyogramlardaki (sondajda) eğrilerin periyodik özelliği, cevher - yankayaç ardalanmasını ifade eder [14].

Yakın gelecekte nükleer enerjiden yararlanarak derinlerde bulunan maden yataklarının içeriğinin eritilip bir boru sistemiyle sıvı halde yeryüzüne çıkarılması fikrinin gerçekleşmesi muhtemeldir. Böyle bir maden işletmesi geleceğin insansız, galerisiz ve kuyusuz maden ocağı olacaktır. Simdilik bu yöntemin uygulanmasında radyoaktivitenin önlenmesi ve sondaja uyacak bir atom bombasının yapımı gibi sorunlarla karşılaşılmaktadır. Yüksek teknolojiyi kullanabilmek, onun doğuracağı sorunların da üstesinden gelebilmemi gerektirmektedir. Örneğin laser işininin açık maden işletmelerinde kullanılamamasının asıl nedeni laser teknünün zorluğu değil, bu teknikle hareket ettirilen kitlelerin aktarılabileceği yerlerin bulunması ve diğer teknik birimlerin ona uyarlanmasıdır.

Petrol ve doğal gaz dışındaki denizel veya denizaltı hammadde aranması, çok yavaş da

olsa, gelişmektektir. Petrol verimini artırmak için uygulanan ikincil ve üçüncü yöntemler günün koşullarında ekonomik olmamaktadır. Ancak petrol veriminin azalması ve fiyatlarının artmasıyle yaygın kazanabileceklerdir.

Yeni kaynakların bulunması için gereken harcamalar gelecekte de artacaktır. Artan inceleme masrafları da diğer ürünlerin üretim masrafları gibi en az enflasyon oranında maden ürünlerine muhakkak yansıyacaktır. Enflasyonla mücadele için proje değerlendirmelerinde başka para birimlerinin kullanılması, sabit para değeri ve duyarlılık analizi gibi daha duyarlı yöntemler denenmektedir [19]. Bunlar geleceğin hassas ekonomik dengesinin vezgeçilmez yöntemleri arasına gireceklendir.

Son 25 yılda 8-10 kat artan arama ve inceleme masrafları sadece özel yöntemlerin sıkça kullanılmalarından değil, aynı zamanda bugünün maden yataklarının daha detaylı araştırılmalarından da kaynaklanmaktadır. Bu masrafların bugün de yaklaşık % 30-50'si sondajlara harcanmaktadır. 300 m derinlikte 1 m sondaj en az 50 \$'a mal olurken, 1.200 m'de bu 80 \$'a çıkmaktadır [11]. Karot sondajları bunun 1,5-2 katı kadar daha pahalıdır. Birkaç ümitli sahayı inceliyecek bir araştırma grubunun yıllık giderleri 3-5 milyon dolar arasındadır. Grup, çalışmalarını bazen yıllarca sürdürmek zorundadır. Bu nedenle sık sık birkaç firmanın bir araya gelmesi veya devlet desteğinde yeni firmaların kurulmasıyla daha iyi hizmet verilebilmekte ve finansman kaynağı sağlanabilmektedir. Bu gelişmeler, ilerisi için teknik gelişmeden ziyade, ekonomik faktörlerin belirleyici olacağını göstermektedir.

İnceleme giderlerini düşürmek ve riski azaltmak için çalışmalar sürdürülmemektedir. Bu çalışmalarla elektromanyetik ve iletici izotop yöntemleri örnek verilebilir [20]. İleride endüstride uygulanmalarıyla sig sondaj çalışmalarına yer bırakmamacak olan bu yöntemlerin prensibi, bozunmuş formasyonların iietkenlik ve manyetik özelliğinden yararlanarak derinlikleri incelemeye dayanmaktadır. Bu yöntemlerle şimdilik ancak 200 m derinliğe kadar formasyonlar incelenebilmekte, cevher ve yankayaç ayırdedilebilmektedir. Bunlara paralel olarak geliştirilen scyyar analiz aygıtları ve laboratuvarlar arazide de analiz yapmayı sağlamakla öncü ölçüde çalışmaları hızlandırmaktır ve giderleri azaltmaktadır. Bilgisayarlarla programlama ve otomasyon da şimdije kadar yapılan çok sayıdaki çalışma aşamalarını gereksiz kılarak onların yerine daha verimli yöntemlerin yerleşmesini sağlayacaktır.

Yeraltı kaynaklarının kötü kullanılması madenciliğin önemli sorunlarından birini oluşturmaya devam edecektir. Buna çevrenin tahrif edilmesi (kazma, yiğma, taşıma, hava ve yeraltı sularının kirlenmesi, su seviyesinin düşmesi) ile yatakların gerektiği şekilde işletilmemesi (sadece zengin kısımların alınması, yanürünlere de değerlendirilmemesi v.s.) örnek verilebilir. Buna karşın gelişmekte olan çevre bilincinin yarattığı olumlu gelişmeler de sevindiricidir. Bunlar gelecekte daha da ağırlık kazanacaktır. Tekrar şenlendirme (recultivation), kendini yenileyebilecek, doğada ayrılabilen organik ham maddelerin kullanılması (bio materials) ve artıklarla hurdaların

temizlenerek yeniden devreye sokulması (recycling) çevre bilincinin kazanımlarındandır. Bazı metallerin yerine plastikin veya daha bol ve ucuz başka bir metalin geçmesi (substitution) de gelecekte önem kazanarak bazı metalik hammadde tüketimini, dolayısıyle fiyatını önemli ölçüde etkileyecektir (Al'un Fe ve Cu'un yerini alması gibi).

Mineral hammadde kaynakları doğada tesadüfen ve bir defa oluştularından yenilenemezler, içerikleri ve yerleri değiştirilemez. Dolayısıyle bunlar insanların hizmetine sunulurken çok iyi değerlendirilmeleri şarttır. Zira doğanın insanlara gereksinimi yoktur, ancak insanlar doğasız yaşamazlar.

TEŞEKKÜR

Yazının gözdengeçirilmesi sırasında değerli eleştiri ve desteğini esirgemeyen Fırat Üniversitesi'nden Sayın A. SAĞIROĞLU ile E. AKSOY'a ve şekilleri titizlikle çizen Sayın D. YILMAZ'a teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

1. - , *Maden yataklarının aranması, incelenmesi ve değerlendirilmesi. Ders notları (yayınlanmamış)*, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 1990.
2. Gocht, W., *Wirtschaftsgeologie*. Springer Verlag, 200 S., Berlin-heidelberg, 1978.
3. Bender, F., *Angewandte Geowissenschaften*. Ferdinand Enke Verlag, 628 S., Stuttgart, 1981.
4. Mason, B. and Moore, C. B., *Grundzüge der Geochemie*. Ferdinand Enke Verlag, 340 S., Stuttgart , 1985.
5. Sames,W., *Die Zukunft der Metalle*. Suhrkampverl., 281 S., Frankfurter am Main, 1974.
6. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Maden kanunu ve yönetmeliği*, 103 s., Ankara, 1985.
7. Rösler, H. J. und Lange, H., *Geochemische Tabellen*. Frdinand Enke Verlag, 674 S., Stuttgart, 1976.
8. Göktekin,A., *Sordaj Tekniği*. İTÜ Matbaası, 431 s., İstanbul, 1983.
9. Ingersoll,Rand, *Drilling. More New Rigs from Ingersoll- Rand. World Mining Equipment*, vol. 15/4, p. 36, 1991.
10. Roschlau,H. und Heintze, W., *Wissensspeicher Bergbau*. VEB Verlag für Grundstoffindustrie, 2. Auflage, 391 S., Leipzig, 1980.
11. Thomas, R. W., *Total economics of drilling*. World Mining Equipment, vol. 15/4, 34-35, 1991.
12. Krige, D. G., *A statistical approach to some mine valuation and allied problems on the Witwatersrand*. M. Sc. Thesis, Univ. of the Witwatersrand, 1951.
13. Matheron, G., *The theory or regionalized variabeles and its applications*. Les chiers du Centre de Morph. de Fontainebleau 5, 215 p., 1971.

14. Çelebi, H., *Ansaetze zur rohstoffwirtschaftlichen Bewertung der Magnetit - Apatit - Lagerstaette Avnik / Ost - Türkei.* Erzmetall 42 (2), 78-85, 1989.
15. Akin, H., *Klassifikation von Lagerstaettenvorräten mit Hilf der Geostatistik.* Schriftenreihe der GDMB, H 39, Verlag Chemie, 164 S., Basel, 1983.
16. Wellmer, F.-W., *Rechnen für Lagerstaettenkundler und Rohstoffwirtschaftler.* Clausthaler Tektonische Hefte 26, 560 S., Clausthaler-Zellerfeld, 1989.
17. Manly, B. F. J., *Multivariate statistical methods, a primer.* Chapman and Hall, 3. edition, 159 p., London, 1990.
18. Menz, J., *Die Bedeutung der Geostatistik für die Rationalisierung bergbaulicher Prozesse.* Neue Bergbautechnik 11 (11), 656-659, 1981.
19. - , *Zur Berücksichtigung der Inflation bei der Projektbewertung.* Erzmetall 41 (7/8), 388-393, 1988.
20. Plimer, I. R., *Mineral exploration in Australia-Development and application of new technology.* Erzmetall 39 (9), 427-430, 1986.

**I. ULUSLARARASI DOĞU AKDENİZ SEMPOZYUMU
(1st International Symposium on Eastern Mediterranean Geology)
HAZIRLIKLARI SÜRÜYOR**

Jeoloji Mühendisliği Bölümünün düzenlediği 13-16 Ekim 1992 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi'nde (Adana) yapılacak olan "1. Uluslararası Doğu Akdeniz Jeoloji Sempozyumu"na tebliğli olarak katılmak isteyen 40'ı Türk 35'i yabancı yerbilimci başvurmuştur. Öte yandan Sempozyum sırasında düzenlenecek sergi için başvurular devam etmektedir. Sempozyum sonrasında düzenlenen "Adana Baseni Tersiyer İstifi" ve "Mersin (Sorgun) ofiyolitleri ile ilgili teknik gezilere büyük bir katılım vardır.

Sempozyum hakkında daha geniş bilgi için aşağıdaki adrese başvurulmalıdır.

Y.Doç.Dr.Arike NAZIK
Ç.Ü.Jeoloji Müh. Böl. 01330
Balcalı-ADANA, TÜRKİYE
Fax: 90-71-326126

* * *

PROF. DR. SUNGU L. GÖKÇEN'İ KAYBETTİK

Ç.Ü. Jeoloji Mühendisliği önceki Bölüm Başkanlarından ve D.E.Ü. Müh.Mim.Fakültesi Öğretim Üyesi değerli hocamız Prof.Dr. Sungu L.GÖKÇEN'i 15.5.1992 tarihinde geçirdiği kalp krizi sonunda İzmir'de kaybettik. Jeoloji bilimine büyük katkısı geçen ve çok sayıda jeoloji mühendisinin yetişmesinde özverili, çalışmalarıyla tanınan hocamız, aynı zamanda Yerbilimleri/Geosound'un gelişmesinde de çok önemli katkıları olmuştur. Kendisine yardımıcılık görevi üstlendiğim 3 yıl içinde şahsına da sonsuz emeği geçen Prof.Dr. Sungu L.GÖKÇEN'in cenazesi 18.5.1992 tarihinde yapılan hazırlı törenle İzmir'de toprağa verilmiştir. Merhuma tanrıdan rahmet, başta kederli ailesine olmak üzere tüm meslektaşlarına başsağlığı dileriz.

Yerbilimleri/Geosound Adına

Editör

Mesut ANIL

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ TOPLANTISI YAPILDI

21-23 Mayıs 1992 tarihleri arasında Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi ile Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nün birlikte düzenlediği 3. Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu Adana'da yapıldı. Sempozyumda (baraj, tünel, deprem, heyelan, yol vb. gibi konularda 22 tebliğ sunuldu ve Tarsus-Adana,Gaziantep (TAG) Otoyoluna bir teknik gezi düzenlendi.

* * *

VII. MÜHENDİSLİK HAFTASI ISPARTA'DA YAPILDI

Akdeniz Üniversitesi, Isparta Mühendislik Fakültesi'nce düzenlenen VII. Mühendislik Haftası 25-29 Mayıs 1992 tarihleri arasında Isparta'da gerçekleştirildi. 25 Mayıs 1992 günü Kültür Sarayı'nda açılış töreniyle başlayan Mühendislik Haftası'nda İnşaat, Makina, Jeoloji, Maden Mühendisliği dallarında çeşitli oturumlar ve paneller düzenlenerek çeşitli üniversite ve kurumlardan gelen bilim adamları orjinal çalışmalarını ve güncel sorunları tartıştılar. Ayrıca hafta boyunca ayrıca çeşitli sosyal etkinlikler de düzenlendi. Oturumlarda sunulan bildirilerin Kongre Tebliğleri olarak basılacağı bildirildi.

* * *

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNDE SEMİNERLERE DEVAM EDİLİYOR

Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'ncı konularında isim yapmış bilim adamlarına güncel konularda seminer ve konferans verdirilmesi uygulamasına devam ediliyor. Şubat-Mayıs 1992 tarihleri arasında bölüm ziyaret ederek çeşitli konularda gerçekleştirilen seminer ve konferanslar aşağıdaki listede verilmiştir.

Seminerin Konusu	Konuşmacı	Tarih
Adana Havzası Petrol Potansiyeli: Çok Disiplinli Bir Yaklaşım	Doç.Dr.Namık YALÇIN (Tubitak-Gebze)	25.2.1992
Doğrualtı-Atumla Fayların Mekanizması ve Tektoniği	Arş.Gör.Osman PARLAK (Ç.Ü.Jeoloji Müh.Böl.)	3.3.1992
Şevlerin Stabilitesi	Arş.Gör.Tolga ÇAN (C.Ü.Jeoloji Müh.Böl.)	3.3.1992
Türkiye'deki Magmatizma	Prof.Dr.Ergüzer BİNGÖL (M.T.A.)	9.3.1992
Doğu Toroslarda Paleozoyik Stratigrafisi	Hüseyin KOZLU T.P.A.O.	16.3.1992
Güneydoğu Anadolu'da Paleozoyik	Yılmaz GÜNAY T.P.A.O.	17.3.1992
Misis-Andırın Dağ Kuşağının Jeolojik Evrimi	Prof.Dr.Yücel YILMAZ (I.T.Ü.)	24.3.1992
Bilimin Gelişmesinde Tesadüflerin Rolü	Prof.Dr.Yücel Yılmaz (I.T.Ü.)	25.3.1992
İç Basenler	Aziz DELLAĞLU T.P.A.O.	26.3.1992
Erzincan Depremini Oluşturan Fay Üzerinde Güncel Bulgular	Orhan TATAR (Keele University)	31.3.1992
Uzaktan Algılama ve Çeşitli Disiplinlere Uygulanması	Prof.Dr.Atila SESÖREN (ITC-Hollanda)	27.4.1992
Uzaktan Algılamanın Türkiye'de Uygulanması ve Yaygınlaştırılması	Prof.Dr.Atila SESÖREN (ITC-Hollanda)	27.4.1992
Neotektonik	Dr.Fuat ŞAROĞLU (M.T.A.)	27.4.1992
Türkiye'nin Neotektoniği	Dr.Fuat ŞAROĞLU (M.T.A.)	28.4.1992
Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya ile İnsan Sağlığı Arasındaki Bağıntılar	Dr.Ş.Nihal AYDIN (M.T.A.)	6.5.1992

* * *

TÜRKİYE JEOLOJİSİ ÜZERİNE WORKSHOP GERÇEKLEŞTİRİLDİ

9-10 Nisan 1992 tarihleri arasında İngiltere'nin Keele Üniversitesi'nde düzenlenen Workshopta, Türkiye'de yapılmış ve halen devam eden jeolojik çalışmalar sunuldu. Halen İngiltere'de doktora çalışmalarını sürdürden Ulvi Can Ünlügenç (Ç.Ü.), Orhan Tatar (C.Ü.), Erdinç Bozkurt (O.D.T.Ü.), Sema Yurtmen (Ç.Ü.) ve Kemal Gürbüz (Ç.Ü.) tarafından düzenlenen Workshopta toplam 56 tebliğ/poster sunularak çeşitli konular tartışıldı ve tebliğ özetleri bir kitapçıkta yayınlandı.

* * *

İNGİLİZ KREDİSİYLE MAKİNA-TEÇHİZAT ALIMI GERÇEKLEŞİYOR

Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile İngiltere Hükümeti arasında imzalanan bir anlaşmaya Türk Üniversitelerindeki mühendislik fakülteleri ve bazı fen fakültelerine ihtiyaç duyulan konularda makina ve teçhizat alımları için son aşamaya gelindi. YÖK'ün koordine ettiği bu programa esas teşkil eden standart laboratuvar listeleri ilgili birimlere gönderilerek sağlanan kredi limitini geçmemek üzere seçim yapılması istendi. Hazırlanan listelerde yer alan malzemelerin 1992 yılı sonlarından itibaren Türkiye'ye gelmesi bekleniyor.

* * *

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ'NDE İLK MADEN TEKNİKERLERİ MEZUN OLUYOR

Ç.Ü. Adana Meslek Yüksek Okulu Programı ilk mezunlarını bu öğretim yılı sonunda verecek. Mühendis-işçi arasındaki ara kademedede eksikliği duyulan maden teknikerleri yetiştirmek amacıyla açılan programdan ilk olarak 5 öğrencinin mezun olması bekleniyor.

* * *

JEOLOJİ VE MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMLERİNE YENİ ATAMALAR

Uzunca bir süredir M.T.A. Genel Müdürlüğü'nde görev yapan Doç.Dr.Ergüzer BİNGÖL Jeoloji Mühendisliği Bölümüne Profesör oldu. 1991-1992 öğretim yılında öğrenci alımına başlayan Maden Mühendisliği Bölümü'ne de İngiltere'nin Leeds Üniversitesi'nde doktora yaparak yurda dönen Ahmet Hakan ONUR Yrd.Doç. olarak atandı.

* * *

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ İLK BÖLÜM SEKRETERİNİ KAYBETTİK

Uzunca bir süredir amansız hastalıktan tedavi olan Jeoloji Mühendisliği Bölümü ilk sekreteri Sabahat ASLAN'ı, 16.6.1992 tarihinde Adana'da kaybettik. Bölümümüz mezunu olan eşi Yavuz ASLAN ile 4 ve 9 yaşlarında iki çocuğu bulunan merhumeye tanrıdan rahmet, başta ailesi olmak üzere, mesai arkadaşlarına başsağlığı dileriz.

YERBİLİMLERİ/GEOSOUND

YAZIM KURALLARI

Yerbilimleri / Geosound 20. sayından itibaren yazım esaslarında önemli değişiklikler yapmıştır. Bu değişikliklerin en önemlisi referans sisteminde yapılmış olup, 20. sayı dahil dergide yer alacak yazıların daha önce ilan edilen Tubitak Türk Yerbilimleri Dergisi'nde olduğu gibi referanslar rakamlarla değil yazar soyadı esas alınarak alfabetik sıraya göre verilmelidir. Yazar'ın soyadı, yayım yılı, yazının adı, cilt ve/veya sayı numarası, sayfa numaraları, basım yeri şeklinde olmalı ve belge adlarında ilk sözcüğün ve özel isimlerin baş harfleri dışında büyük harf kullanılmamalıdır.

Şekil, levha, çizelge altı açıklamaları yalnızca bir dilde, yazılmalı ve metin içinde nereye konulması gerekiyorsa yazar tarafından oraya yerleştirilmelidir. Derginin yayınlanmasında en önemli zaman mizanpaj için geçmekte olup, özellikle kurallara tam uymayan makaleler sebebiyle gereksiz gecikmeler olmaktadır. Tüm şekil ve levhaların A4 boyutunu aşmaması zorunludur. Makaleler hersey dahil 10 sayfayı geçmemelidir. Ancak kısaltılma yapılmayacak kadar önemli ve yazarların ısrarlı olması halinde ek sayfalara katkı payı alınarak Editörlüğümüzce yayınlanabilir. Şekiller aydingere çini mürekkeple çizilmeli, fotoğraflar siyah-beyaz ve kontrastlı baskı olmalıdır.

Makaleler eskiden olduğu gibi Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca olarak hazırlanabilir. Türkçe makalelerde İngilizce, diğer yabancı dillerde ise Türkçe özet konulmalıdır. Yazıların Macintosh veya Macintosh uyumlu bilgisayarlarda 1,5 aralıkla yazılmalı, Macintosh bulunmayan yazarlar makalelerini IBM uyumlu bilgisayarlarda EDIT programı ile yazmalıdır. Yazılar ait disketler makaleyle birlikte gönderilmelidir. Şekiller yazı içinde yerleştirilerek boyutları kadar boş yer bırakılmalıdır. Bilgisayar çıkışlarından 3 örnek eksiksiz (şekil ve levhalar yerleştirilmiş) olarak Dergi Editörlüğüne gönderilmelidir.

Dergide yayınlanmayan yazılar iade edilir. Yayınlanan yazıların yazarlarına 20'şer adet ayrı baskı verilir. Çok yazarlı yazıların yazarlarına eşit olarak bölüstürülür. Yayınlanan yazılar için telif hakkı ödenmez.

Dergide yayınlanmak üzere gönderilecek yazılar aşağıdaki adres'e gönderilmelidir.

Doç.Dr.Mesut ANIL
Yerbilimleri/Geosound Editörlüğü
Ç.Ü.Müh.Mim.Fakültesi
Jeoloji ve Maden Mühendisliği Bölümü
01330 - Balcalı / ADANA
Tel : 326357
Fax: 326126

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ TOPLANTISI YAPILDI

21-23 Mayıs 1992 tarihleri arasında Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi ile Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nün birlikte düzenlediği 3. Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu Adana'da yapıldı. Sempozyumda (baraj, tünel, deprem, heyelan, yol vb. gibi konularda 22 tebliğ sunuldu ve Tarsus-Adana,Gaziantep (TAG) Otoyoluna bir teknik gezi düzenlendi.

* * *

VII. MÜHENDİSLİK HAFTASI ISPARTA'DA YAPILDI

Akdeniz Üniversitesi, Isparta Mühendislik Fakültesi'nce düzenlenen VII. Mühendislik Haftası 25-29 Mayıs 1992 tarihleri arasında Isparta'da gerçekleştirildi. 25 Mayıs 1992 günü Kültür Sarayı'nda açılış töreniyle başlayan Mühendislik Haftası'nda İnşaat, Makina, Jeoloji, Maden Mühendisliği dallarında çeşitli oturumlar ve paneller düzenlenerek çeşitli üniversite ve kurumlardan gelen bilim adamları orjinal çalışmalarını ve güncel sorunları tartıştılar. Ayrıca hafta boyunca ayrıca çeşitli sosyal etkinlikler de düzenlendi. Oturumlarda sunulan bildirilerin Kongre Tebliğleri olarak basılacağı bildirildi.

* * *

JEOLÖJİ MÜHENDİSLİĞİNDE SEMİNERLERE DEVAM EDİLİYOR

Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'ncı konularında isim yapmış bilim adamlarına güncel konularda seminer ve konferans verdirilmesi uygulamasına devam ediliyor. Şubat-Mayıs 1992 tarihleri arasında bölüm ziyaret ederek çeşitli konularda gerçekleştirilen seminer ve konferanslar aşağıdaki listede verilmiştir.