GEOSOUND

YERBİLİMLERİ

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Layer Charge Reduction of Smectites with Lithium Diffusion (Migration)
Smektitlerdeki Tabaka Yükünün Lityum Difüzyonu (Göçü) ile Düşürülmesi
Hulusi KARGI 1

Geochemistry and Petrogenesis of Karakaya (Selki-Konya) Dacite: An Example of Central Anatolian Miocene Volcanics
Karakaya (Selki-Konya) Dasitinin Jeokimyası ve Petrojenezi: Orta Anadolu Miyosen Volkaniklerinden Bir Örnek
Mehmet ARSLAN, Veysel ZEDEF 11

Böbrek Taşlarının Mineralojik İncelenmesi
Mineralogical Anallysis of Kıdney Stones
İbrahim ÇOPUROĞLU, Ali GÜREL 23

Bigadiç ve Gördes Zeolitlerinde Belirlenen Lifsi Yapılı Mineraller
Fibrous Minerals Dedected within Bigadiç and Gördes Zeolites
Uğur KÖKTÜRK, Altan GÜMÜŞ 33

Niğde Masifi Güneybatı Kesimi Volkanik Kayaçlarının Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri
Petrographical and Geochemical Characteristics of Volkanic Rocks in South-Western Part of Niğde Massive
Fikret İŞLER 47

Şile (İstanbul) Sahili'ndeki Altın İçerikli Plaserlerin Ağırmineral Analiz Yöntemlerine Göre İncelenmesi
The Analysis of the Gold Contained Plasers in the Shore of Şile (İstanbul) According to the Methods of Heavy Minerals Analysis
İbrahim ÇOPUROĞLU 57

Güneysöğüt-Tavuklu (Hatay) Yöresi Plaser Altın Oluşumları
Placer Gold Deposits in Güneysöğüt-Tavuklu (Hatay) Area
Mehmet TATAR, Servet YAMAN 67

Lahanos (Espiye-Giresun) Masif Sülfid Yatağına Ait Cevher Mineralleri ve Dokularının Cevher Oluşumu Açısından İncelenmesi
An Examination of Ore Minerals and Their Textures of the Lahanos Massive Sulfide Deposit, Espiye-Giresun, NE-Turkey: Implications for Its Genesis
Necati TÜYSÜZ 79

Analyse de la Stabilite Des Talus Côte Est de la Mine D' Afşin-Elbistan
Afşin-Elbistan İşletmesi Doğu Şevi Stabilite Analizi
Ahmet Mahmut KILIÇ, Jean du MOUZA 93

Geotechnical Investigations of Işıklı Tunnel Alternative Alignments for AnkaraWater Supply Project
Ankara Su Temin Projesi Işıklı Tüneli Alternatif Güzergahlarının Jeoteknik İncelemesi
Eray ÖZGÜLER, Aziz ERTUNÇ 111

Pseudosiderolites Vidali (Douvillé)'nin Doğu Pontid'lerdeki (G Trabzon) Stratigrafik Konumu
Stratigraphic Position of Pseudosiderolites Vidali (Douvillé) in the Eastern Pontids (S of Trabzon)
Engin MERİÇ, İzver TANSEL, İlknur ŞENGÜLER, Sadettin KORKMAZ 123

Kuvars C-Ekseni Yönelim Örnekleri : Yapısal Jeolojideki Kullanım Alanı
Quartz C-Axis Preferred Orientation Patterns: Their Use in Structural Geology
Hayrettin KORAL 131

Ağva Yöresi (İstanbul) Paleosen İstifi Foraminifer Topluluğundan Yeni Bir Cins;"Spinogerina"
Spinogerina A New Genus from the Foraminiferal Association of Ağva (İstanbul) Paleocene Sequence
İzver Özkar TANSEL 141

Pamukluk Baraj Yerindeki (Tarsus) Magmatik Kaya Kompleksinin Petrografik ve Mühendislik Özellikleri
Petrographical and Engineering Properties of the Magmatic Rock Complex at the Pamukluk Damsite in Tarsus,Turkey
Sedat TÜRKMEN, Fikret İŞLER 153

Tavas (Denizli) Yöresi Linyit Kömürlerinin Zenginleştirilmesi
Beneficiation of Lignites in Tavas (Denizli) Region
Ahmet YAMIK, Namık GÜNEŞ, Vedat DENİZ, Oktay BAYAT 167

Mekanize Uzun- Ayaklarda Toz Kaynakları ve Toz Kontrol Yöntemleri
Dust Sources in Mechanised Longwall Faces and Dust Control Methods
Mustafa AYHAN, Fikri KAHRAMAN 175

Physical and Chemical Properties of Some Turkish Fly Ashes
Türkiye'deki Bazı Termik Santral Uçucu Küllerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri
Oktay BAYAT, Yusuf TORAMAN 187

Parametrik Olmayan Rank Analiz Yöntemlerinin Maden Mühendisliğinde Uygulanması
An Application of Nonparametric Rank Analysis Techniques in Mining Engineering
Ali SARIIŞIK, Lütfullah GÜNDÜZ 195

A Geotechnical Study for the Main Drift at Soma-Işıklar Colliery
Soma Işıklar Kömür Ocağı Ana Giriş Desandresinin Jeteknik Açıdan İncelenmesi
Turgay ONARGAN, Halil KÖSE 209

Orta Anadolu Linyitleri Kömür İşletmesinde Mekanize Pano Söküm Uygulamaları
Mechanized Longwall Panel Dismantle Applications at Middle Anatolian Lignite Mine
Çelik TATAR, M. Sıddık KIZIL 221

Discussion
Fikri Bulut 233

Reply to Discussion Written by Bulut
Low -Grade Regional Metamorphisim in Eastern Pontides and It's Geotectonic Significance, Çaykara (Trabzon) Area, NE Turkey
Salim Genç 235

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

LAYER CHARGE REDUCTION OF SMECTITES WITH LITHIUM DIFFUSION

Hulusi KARGI
K.T.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane / Türkiye

ABSTRACT: *Smectites have some octahedral and/or tetrahedral layer charges which are balanced by the presence of exchangeable interlayer cations. The octahedral layer charge can be neutralized with the addition of R^+ cations to the octahedral sheet therefore it is a result of substitutions of R^{2+} cations for R^{3+} cations. This can experimentally be possible in dioctahedral smectites because dioctahedral smectites have vacant octahedral sites.*

This study includes an experimental study which were carried out on ten dioctahedral smectite samples taken from Texas Tech University Clay Mineralogy Lab. Cation exchange capacities of samples were significantly reduced after they were saturated with lithium and heated at 220 °C for 24 hours. The reduction in cation exchange capacities was largely caused by the reduction in layer charges. The location of lithium ion in the clay structure and other factors and possibilities which may effect the cation exchange capacities are discussed in the text.

In addition, it was observed that the amount of methylene blue, which was used to determine cation exchange capacity, was also affected by pH of slurries. In fact, the adsorption of methylene blue is a function of the surface charge of clay particles, but the change in the pH of slurry has also caused to change the surface charge of particles. Hence, the amount of methylene blue used has varied with the pH of slurry.

SMEKTİTLERDEKİ TABAKA YÜKÜNÜN LİTYUM DİFÜZYONU İLE DÜŞÜRÜLMESİ

ÖZET: *Smektitler değişebilen tabakalar arası katyonların varlığı ile dengelenen bir miktar oktahedral ve/veya tetrahedral tabaka yüküne sahiptirler. Oktahedral tabaka yükü, R^{2+} katyonların R^{3+} katyonlarının yerini almasının bir sonucu olduğu için, oktahedral yaprağa R^+ katyonlarının eklenmesi ile nötürleşebilir. Bu deneysel olarak dioktahedral smektitlerde mümkün olabilir çünkü dioktahedral smektitler oktahedral boş kısımlara sahiptirler.*

Bu çalışma Texas Tech Üniversitesi Kil Mineralojisi Laboratuvarından alınan on adet dioktahedral smektit örneği üzerinde yapılan deneysel bir çalışmayı içermektedir. Örneklerin katyon değişim kapasiteleri lityumla doyurulduktan ve 220 °C de 24 saat

ısıtıldıktan sonra önemli derecede düşmüştür. Katyon değişim kapasitesindeki düşüş büyük ölçüde tabaka yükündeki düşüşten kaynaklanmaktadır. Lityum iyonunun kil yapısı içerisindeki yeri ve katyon değişim kapasitesine etki eden diğer faktör ve olasılıklar metin içerisinde tartışılmıştır.

Ayrıca, katyon değişim kapasitesini belirlemek için kullanılan metilenin mavisinin miktarınında süspansiyonun pH'sy ile etkilendiği gözlenmiştir. Gerçekte, metilen mavisinin adsorpsiyonu kil taneciklerinin yüzey yükünün bir fonksiyonudur fakat süspansiyonun pH'syndaki değişim, taneciklerin yüzey yükününde değişmesine neden olmuştur. Böylece, kullanylan metilen mavisinin miktary süspansiyonun pH'syna bağlı olarak değişim göstermiştir.

1. INTRODUCTION

When tetrahedral and octahedral sheets in clays (phyllosilicates) are assembled into layers, they may be electrically neutral or negatively charged (Moore and Reynolds, 1989). Few clay minerals are electrically neutral. In general, there is some deviation from ideality, and the clay minerals have some layer charges. Isomorphous substitutions of R^{3+} cations (usually Al^{3+} and rarely Fe^{3+}) for Si^{4+} in the tetrahedral sheet and R^{2+} cations (Mg^{2+} and Fe^{2+}) for Al^{3+} in the octahedral sheet produce tetrahedral and octahedral charges, respectively (Bish and Guthrie, 1993). However, the basic structure of clay is not effected by these substitutions and remains the same. The layer charge which is produced by such isomorphous substitutions is balanced by the presence of alkali, alkaline-earth cations, or ionic groups in the interlayer region. Potassium, sodium and calcium are the most common single ions.

Smectite is a group name for clay minerals with layer charge between 0.2 and 0.6 per formula unit and which swell in the presence of water (Bailey, 1980, 1982). It is a 2:1 layer silicate that contains 2 tetrahedral sheets and 1 octahedral sheet per unit cell. Smectites are divided into two groups on the basis of their structures: dioctahedral smectites and trioctahedral smectites. A layer in which oxygen or hydroxyl is surrounded by two cations is known as dioctahedral and that is surrounded by three cations is known as trioctahedral (Hurlbut and Klein, 1977). Depending on the type of layer charge and their chemical compositions, smectites are further subdivided into montmorillonite, beidellite, nontronite (dioctahedral smectites), saponite and hectorite (trioctahedral smectites). Dioctahedral smectites are more common in nature than trioctahedral smectites and their general formula can be expressed as:

$$Z^{+}_{x+y}(Al^{3+}_{2-y}Mg^{2+}_{y})(Si_{4-x}Al_{x})O_{10}(OH)_{2}.nH_{2}O$$

where x and y are tetrahedral and octahedral substitutions, respectively and Z^{+} is the interlayer cation (Güven, 1988). Because the octahedral layer charge is the result of

substitutions of R^{2+} cations for R^{3+} cations, the addition of R^{+} cations to the octahedral sheet will neutralize it. This can be experimentally performed so that dioctahedral smectites contain vacant octahedral sites. Li is a suitable ion for this purpose because of its ionic radius and coordination number (Bystrom-Brusewitz, 1975). The method needs heating of samples (Greene-Kelly, 1952, 1953) and is known as the Greene-Kelly test.

An important property of clay minerals is their interactions with organic compounds (Fripiat and Cruz-Cumplido, 1974; Harter, 1977; Mortland, 1970; Pinnavaia, 1983; Weiss, 1969). methylene blue is one of the organic compounds used to determine cation exchange capacities of clays (Brindley and Thomson, 1970; Hang and Brindley, 1970). Cation exchange capacity (CEC) in smectites is a function of layer charge. The relationships between CEC, layer charge, and absorption of methylene blue by clays are reviewed and discussed in this paper. Observations on the adsorption of methylene blue as a function of pH of the slurry are also presented.

2. METHOD

2.1. Sample Preparation

Ten dioctahedral and mostly octahedrally-charged (montmorillonite-like) smectites were selected from the Texas Tech University Clay Mineralogy Lab. collections and 1.25% clay suspensions were prepared by mixing the powdered samples with deionized water. Particles in the suspensions were dispersed by mixer and ultrasonic bath and 2.12g LiCl was added to each 100ml clay suspension to have about 0.5N LiCl saturated clay suspensions. The suspensions were left on the magnetic stirrers overnight.

The first removal of excess salts and ions was carried out by centrifuging. The centrifugation was repeated until the supernatant liquid was clear. The light-colored and small particles were removed from the centrifuge tubes and placed into membranes and dialyzed until ion concentrations of suspensions were below 20 ppm, determined by both silver nitrate solution and "Ion Concentration Measurer".

Particles in the suspensions, prepared from Li-saturated samples, were again dispersed by mixer, ultrasonic bath, and magnetic stirrer. The suspensions were divided into two parts (A, B) for cation exchange capacity measurements before heating (B) and after heating (A). The suspension B was subdivided into 5 parts: B1, B2, and B3 are for methylene blue titration at high, neutral and low pH, respectively. Acetic acid and sodium hydroxide were used to adjust pH of suspensions. B4 is for determination of dry-weight of samples. B5 is for another purpose that will not be mentioned here.

The suspension A was dried at 110°C in an oven. Dry samples were finely ground and heated in porcelain crucibles at 220°C / 24 hours in order to move the Li ions from the interlayer regions to the vacant octahedral sites. New suspensions were prepared from the heated samples and divided into two parts: A1 for methylene blue titration and A2 for determination of dry-weight.

2.2. Methylene Blue Titration

After adding a certain amount of 0.01N methylene blue (starting point), the slurry was stirred by a magnetic stirrer for one minute and tested for saturation depositing a drop of slurry, with a glass rod to a piece of filter paper. If light blue ring appeared around the dark blue stained clay particles, the slurry was stirred for three more minutes. After three minutes, if a light blue ring was still observed, this was the saturation for that particular experiment; if not, it was continued by adding more 0.01N methylene blue. This procedure was repeated several times for each slurry until a consistent light blue ring was observed. The consistent light blue ring was an evidence that no more methylene blue was absorbed by the clays. The cation exchange capacity (milli-equivalents per 100 grams of dry-sample) was calculated, after determining the saturation, by the following equation:

$$CEC = \frac{Vmb \times Nmb}{Ws} \times 100$$

where Vmb is the volume of methylene blue solution used (ml) or saturation, Nmb is the normality of methylene blue solution, and Ws is dry-weight of sample.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Cation exchange capacities (= CEC) of samples before heating and after heating are presented in Table 1. CEC's of heated samples were significantly reduced (Figure 1), but they were never zero. The observed reduction in CEC's of samples ranges from 52% to 96%. These numbers do not exactly correspond to layer charge reductions. The reduction in layer charges may be higher than above numbers because methylene blue not only balances layer charge by replacing interlayers, but also balances the charge at the terminal edges of particles by sticking to the surfaces of particles. It will be helpful to give an example for better understanding why the layer charge reductions may be higher than above numbers: The CEC's of the sample 3427 at neutral pH are 95 before heating and 30 after heating. Assume that the surface charge causes 5 CEC unit increase in both cases. So, percent layer charge reductions will be (95-30) / 95 x 100 = 68.4 when the surface charge is ignored, and (90-25) / 90 x 100 = 72.2 when the surface charge is considered. It is difficult to estimate the surface charge of the samples with the current data, but an experiment, the adsorption of methylene blue to kaolinite which has zero layer charge, has supported the idea that the surface charges of clays has caused to use of more methylene blue in the experiments.

However, the sum of percent CEC reduction and percent methylene blue adsorbed to the surfaces of particles may still not be 100. In other words, if the samples are not totally octahedrally charged and contain some tetrahedral charges due to substitution of R3+ cations for Si^{4+} in the tetrahedral sheets, the remaining layer charges will not be

Table 1. Cation exchange capacities of samples.

Sample#	Natural pH	Adjusted pH	Dry weight	Starting point	Saturation	CEC
3427 (B1)	8.8	9.9	0.187	15.0	18.7	100
3427 (B2)		7.1	0.187	15.0	17.8	95
3427 (B3)		5.1	0.187	5.0	16.7	89
3427 (A1)	7.4	7.4	0.285	1.0	8.5	30
3940 (B1)	8.3	9.9	0.155	0.5	1.2	8
3940 (B2)		6.8	0.155	0.5	1.2	8
3940 (B3)		5.2	0.155	0.5	1.2	8
3940 (A1)	7.1	7.1	0.215	0.3	0.7	3
3752 (B1)	7.7	9.8	0.216	22.0	25.7	119
3752 (B2)		7.1	0.216	22.0	25.5	118
3752 (B3)		5.1	0.216	10.0	22.8	106
3752 (A1)	7.5	7.5	0.302	1.0	5.5	18
C59 (B1)	8.4	9.8	0.230	24.8	28.5	124
C59 (B2)		6.9	0.230	24.0	28.5	124
C59 (B3)		5.1	0.230	10.0	25.5	111
C59 (A1)	7.3	7.3	0.343	1.0	1.8	5
3872 (B1)	8.7	9.8	0.136	10.5	12.0	88
3872 (B2)		7.0	0.136	9.0	11.5	85
3872 (B3)		5.2	0.136	0.5	10.0	74
3872 (A1)	7.3	7.3	0.218	1.0	3.5	16
3791 (B1)	8.2	10.0	0.123	7.0	7.8	63
3791 (B2)		6.9	0.123	6.0	7.8	63
3791 (B3)		5.1	0.123	7.0	7.3	59
3791 (A1)	7.3	7.3	0.224	0.5	3.2	14
3884 (B1)	9.9	9.9	0.110	10.0	11.8	107
3884 (B2		6.8	0.110	9.0	11.7	106
3884 (B3)		5.1	0.110	7.0	10.7	97
3884 (A1)	8.0	8.0	0.196	1.0	6.5	33
3792 (B1)	10.2	10.2	0.177	16.0	16.7	94
3792 (B2)		7.1	0.177	16.0	16.7	94
3792 (B3)		5.2	0.177	15.0	16.5	93
3792 (A1)	8.0	8.0	0.308	0.5	13.9	45
3941 (B1)	8.8	10.1	0.138	18.0	20.7	150
3941 (B2)		7.0	0.138	18.0	20.5	149
3941 (B3)		5.2	0.138	15.0	19.7	143
3941 (A1)	7.6	7.6	0.272	0.5	6.3	23
3883 (B1)	7.5	10.1	0.186	19.0	24.2	130
3883 (B2)		7.5	0.186	18.0	22.7	122
3883 (B3)		5.1	0.186	10.0	19.2	103
3883 (A1)	7.7	7.7	0.295	0.5	7.8	26

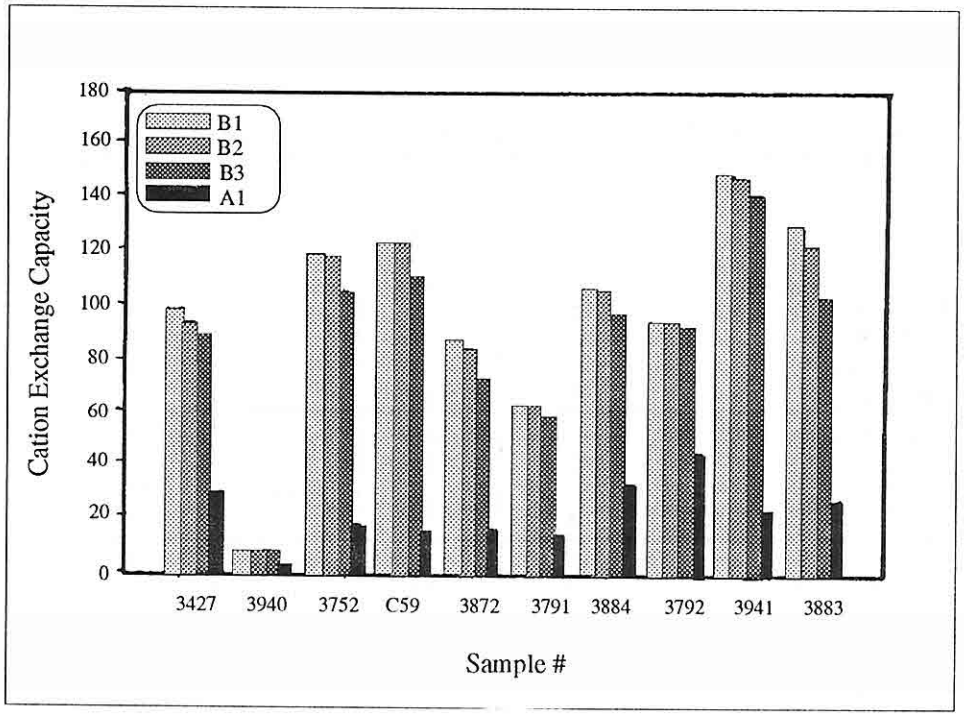


Figure 1. Bar graph of CEC's of heated and unheated samples. B1, B2, and B3 are CEC's of unheated samples at high, neutral, and low pH respectively. A1 is CEC's of heated samples.

zero so that the Li-treatment only affects octahedral charges.In addition, other factors affect the relationships between layer charge and CEC. It is accepted that the Li ion migrates from the interlayer region to the vacant octahedral site upon heating and forms a new octahedra by attaching oxygens of adjacent octahedras (Brindley and Ertem, 1971; Calvet and Prost, 1971; Jaynes and Bigham, 1987; Moore and Reynolds, 1989). If the layer charge locally consists of an octahedral charge and is neutralized by migration of the Li ion, the Li ion moves within the structure toward the vacant octahedral site and the migration process is irreversible. Therefore, the Li ion that is displaced by methylene blue before heating will not be displaced anymore after heating. In this case, the reduction in the CEC is directly a function of the reduction in the layer charge. On the other hand, if the layer charge locally consists of both octahedral and tetrahedral charges and is not neutralized by the process mentioned above, the Li ion will not migrate into the octahedral vacant site or migrate, but reverse migration will be possible because the Li ion will not be stable there. In this case, the Li ion can be displaced by methylene blue. Much of the CEC's of the samples after heating are

probably caused by this type of layer charges that cannot be reduced.

If the Li ion never migrates into the vacant octahedral site, but is trapped in the interlayer region (Luca et al., 1989), upon heating, it will not be displaced by methylene blue either. In this case, the reduction in CEC's will be not a function of the reduction in the layer charge, but will be a function of the fixation. In fact, the ionic radius of the Li ion is not suitable for this fixation type so that a Li ion only fills a part of the hexagonal hole. In addition, if the fixation occurs, it will have no effect on the expandability of smectites, but the smectites significantly loose their expandability upon Li-treatment (Kargy, in prep.).

The amount of methylene blue adsorbed to the clays is partly effected by pH of the suspensions; the higher pH of the suspension, the higher the CEC of the sample (Figure 2). CEC's of samples, excepted sample 3940, measured at neutral pH are higher than those measured at low pH. The increase in CEC's from neutral pH to high pH is either zero (e.g. 3791, 3792, and C59) or smaller than that from low pH to neutral pH (e.g. 3883, 3872, and 3941) . Why pH of the slurry effects CEC of the sample is probably that the addition of acid or base also balances the charge at the terminal edges of particles which is not related to the layer charge.

4. CONCLUSIONS

The cation exchange capacities of smectites, determined by methylene blue, were reduced up to 96% after they were treated with lithium and heated at 220 °C. The absorption of methylene blue by smectites, or the cation exchange capacity, is function of layer charge and of the charge at the surfaces of particles.

Much of the octahedral charges are neutralized by migration of Li ions into the vacant octahedral sites. The remainder cannot be reduced so that the vacant octahedral sites are not a suitable place for Li ions if the octahedral charge is locally combined with the tetrahedral charge.

The adsorption of methylene blue to the surfaces of particles is effected by pH of the slurry. In general, the amount of methylene blue used to determine cation exchange capacity increases as the pH of slurry increases.

5. ACKNOWLEDGMENTS

I would like to thank Professor N. Güven for providing the samples and for his help throughout the experiments which were carried out at Texas Tech Univ., Clay Mineralogy Laboratory at Department of Geosciences, Lubbock, Texas, USA.

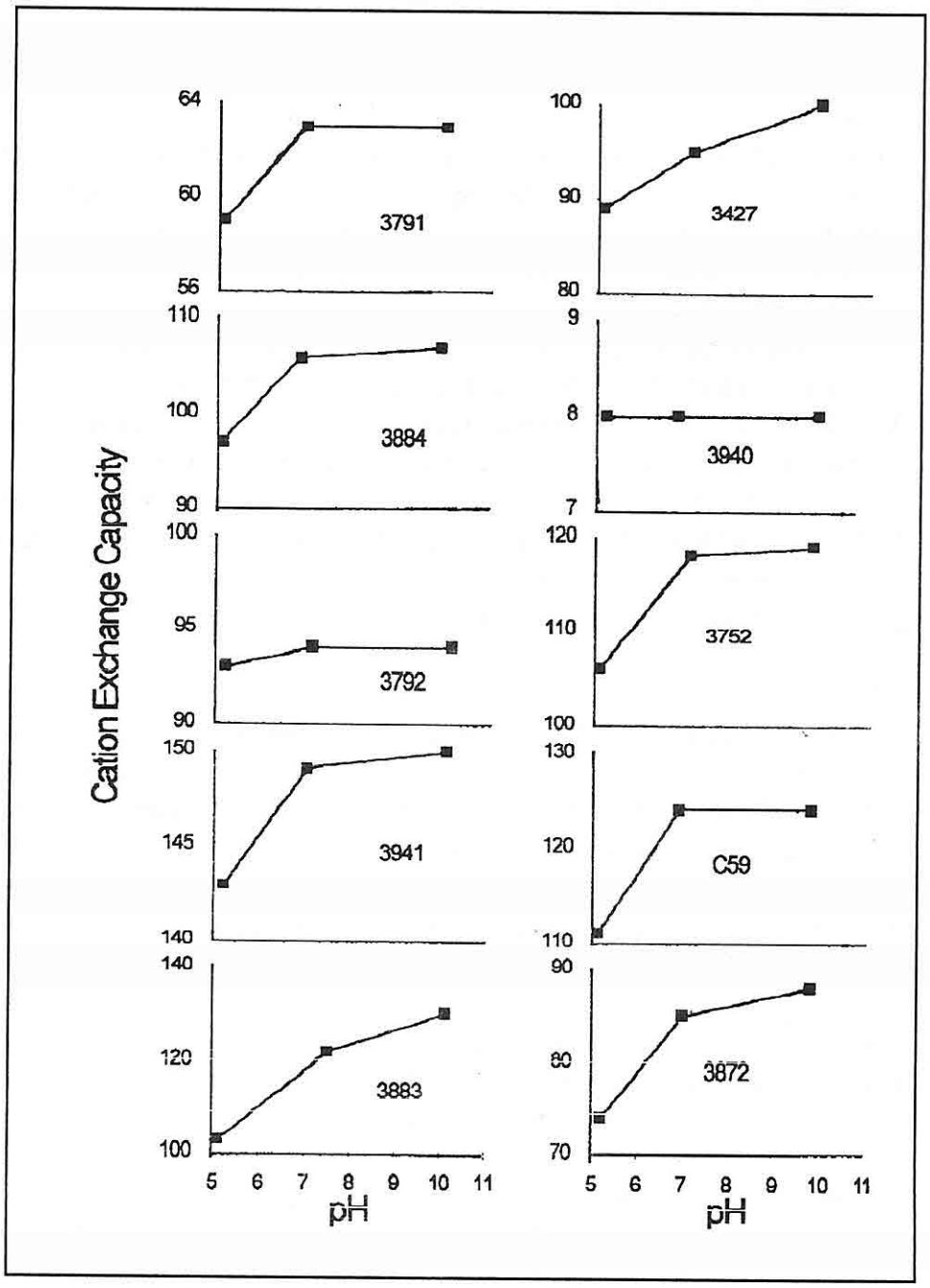


Figure 2. CEC's of samples as function of pH

6. REFERENCES

Bailey, S.W., 1980, Summary and recommendations of AIPEA nomenclature commitee: Clay and Clay Minerals, 28: 73-78.

Bailey, S.W., 1982, Nomenclature for regular interstratifications: Amer. Mineral., 67: 394-398.

Bish, D.L and Guthrie, G.D.Jr., 1993, Mineralogy of clay and zeolite dusts (exclusive of 1:1 layer silicates): in Guthrie, G.D.Jr. and Mossman, B.T. (eds.), Health effects of mineral dusts, Rev. Min., 28, Min. Soc. Am., Washington, D.C., 140-184.

Brindley, G.W. and Ertem, G., 1971, Preparation and solvation properties of some variable charged montmorillonites: Clay and Clay Min., 19: 399-404.

Brindley, G.W. and Thompson, T.D.,1970, Methylene blue absoption by montmorillonites. Determinations of surface areas and exchange capacities with different initial cation saturations (clay-organic studies XIX): Israel Journal of Chemistry, 8: 409-415.

Bystrom-Brusewitz, A.M., 1975, Studies of the Li test to distinguish beidellite from montmorillonite: Proceedings, Internat. Clay Conf., 1972, Mexico City, Applied Publishing, Wilmette, III., 419-428.

Calvet, R. and Prost, R., 1971, Cation migration into empty octahedral sites and surface properties of clays: Clay and Clay Min., 19: 175-186.

Fripiat, J.J. and Cruz-Cumplido, M.I., 1974, Clays as catalysts for natural processes: in Donath, F.A. (ed.), Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Annual Review Inc., Palo Alto, California, 239-256.

Greene-Kelly, R., 1952, Irreversible dehydration in montmorillonite: Clay Mineral Bull., 1: 221-227.

Greene-Kelly, R., 1953, Irreversible dehydration in montmorillonite, Part II: Clay Mineral Bull., 2: 52-56.

Güven, N., 1988, Smectites: in Bailey, S.W. (ed.), Hydrous phyllosilicates (exclusive of micas), Rev. Min., 28, Min. Soc. Am., Washington, D.C., 497-560.

Hang, P.T., and Brindley, G.W., 1970, Methylene Blue absorption by clay minerals. Determinations of surface areas and exchange capacities (clay-organic studies XVII): Clay and Clay Min., 18: 203-212.

Harter, R.D., 1977, Reactions of minerals with organic compounds in soils: in Dixon, J.B. and Weed, S.B. (ed.), Minerals in the soil environment, Soil Science Society of America, 709-739.

Hurlbut, C.S.Jr. and Klein, C., 1977, Manual of Mineralogy: John Wiley & Sons, New York, 532 p.

Jaynes, W.F. and Bigham, J.M., 1987, Charge reduction, octahedral charge, and lithium retention in heated, Li saturated smectites: Clay and Clay Min., 35: 440-448.

Luca , V., et al., 1989, High-resolution multinuclear NMR study of cation migration in

montmorillonite: Clay Minerals, 24: 115-119.

Mortland, M.M., 1970, Clay-organic complexes and interactions: in Brady, N.C. (ed.), Advances in Agronomy, Academic Press, New York, 75-117.

Moore, D.M. and Reynolds, R.C. Jr., 1989, X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals: Oxford University Press, Oxford, 332p.

Pinnavaia, T.J., 1983, Intercalated clay catalysts: Science, 220: 365-371.

Weiss, A., 1969, Organic derivatives of clay minerals, zeolites, and related minerals: in Eglinton, G. and Murphy, M.T.J. (eds.), Organic geochemistry, Springer-Verlag, New York, 737-781.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND *JUNE* *NO*

GEOCHEMISTRY AND PETROGENESIS OF KARAKAYA (SELKİ-KONYA) DACITE : AN EXAMPLE OF CENTRAL ANATOLIAN MIOCENE VOLCANICS

Mehmet ARSLAN
K.T. Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon/Turkey
Veysel ZEDEF
S. Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya/Turkey

ABSTRACT: *In the Selki (Beyşehir-Konya) area, Central Anatolia, Miocene aged Karakaya dacite with dome structures crops out. The rock exhibits a variety of petrographical disequilibrium textures such as oscillatory zoning and thin overgrowths in plagioclase phenocrysts, breakdown products in hornblende and biotite, and embayment in quartz, all of which can be related to magma mixing.*

The rock is high-K dacite containing low to moderate Zr and Y, and high Al. Large ion litophile (LIL) element enrichment, particularly Th, is significant. Geochemical variations suggest that the dacite evolved mainly by fractional crystallization. Hornblende fractionation played an important role in the evolution of the rock. Furthermore, the dacite evolved under hydrous conditions at shallow levels in the continental crust, and probably derived from an andesitic parental magma via fractional crystallization. Therefore, it is concluded that mainly crystal fractionation and less magma mixing have been involved in the evolution.

KARAKAYA (SELKİ-KONYA) DASİTİNİN JEOKİMYASI VE PETROJENEZİ: ORTA ANADOLU MİYOSEN VOLKANİKLERİNDEN BİR ÖRNEK

ÖZET: *Orta Anadolu'da Selki (Beyşehir-Konya) yöresinde Miyosen yaşlı dom yapısı gösteren Karakaya dasiti yüzeyler. Mikroskopik incelemelerde, plajiyoklas fenokristallerinde halkalı zonlanma ve kristal üzerinde ince büyümeler, hornblend ve biyotitlerde bozunma ürünleri, kuvarsda kemirilme gibi magma karışımı ile ilişkili olabilen bir çesit petrografik dengesizlik dokuları görülür.*

Kayaç düşük-orta Zr ve Y, yüksek oranda da Al içeren Yüksek-K'lu dasittir. Büyük iyonlu litofil element zenginleşmesi, özellikle Th, önemlidir. Jeokimyasal değişimler, dasitin esasen kesirli kristalleşme yoluyla oluştuğunu göstermektedir. Hornblend ayrımlaşması kayacın oluşumunda önemli bir rol oynamıştır. Buna ilaveten, dasit kıtasal kabuk içerisinde sığ derinliklerde sulu şartlar altında oluşmus olup, muhtemelen andezitik bir ana magmadan kesirli kristalleşme yoluyla türemiştir. Bu nedenle, dasitin oluşumunda esasen kesirli kristalleşme ve az oranda da magma karışımının etkili olduğu sonucuna varılmaktadır.

1. INTRODUCTION

The study area is located at the south end of west Taurid Sultandağı Orogenic Belt, and the litologies in the area are supposed to be within Geyikdağı Unit of Özgül (1976). Furthermore, the area has been shaped mainly by Alpine orogenetic events.

Generally, there is no previous work on volcanic rocks of the area. However, a number of work carried out on other parts of Sultandağı Orogenic Belt (e.g., Chaput, 1947; Balzer, 1969; Yalçınlar, 1971). In addition, Ayhan (1986) investigated Çaltepe and Seydişehir formations in SW Sultandağı, and discussed particularly the genesis of barite occurrences which are the oldest beds both in Turkey and the World. This research centres around the south of Selki town where Karakaya dacite covers approximately 2.5 km^2 (Fig. 1), and investigates the dacite in terms of petrography, geochemistry and petrogenesis.

2. GEOLOGICAL SETTING

The volcanic rocks in the study area are only dacite, and produced mainly from Karakaya Tepe volcanic centre with dome structures at Köme Tepe and Findire Tepe (Fig. 2).

The dacite is generally cream and grey but there are a few dykes with 70-80 m in width, 150-200 m in length and purple in colour. These dykes are observed in two places; one at Karakaya Tepe and other at Findire Tepe. Flow directions of dacitic lavas indicate Karakaya Tepe as the main volcanic centre. Another feature of the dacite is that it forms dome structures which are comparable with Erenler and Alacadağ volcanics in Konya region. Montmorillonite occur as a result of weathering and hydrothermal alteration of the dacite.

The intrusion contacts where the domes cut sedimentary and metamorphic rocks are obvious whereas contact zones are partially lost due to fumarolic alteration in Konya region, commonly silicified zones as yellow, red and brown and few metres thick chalcedonies especially at the upper levels of domes (Westerweld, 1957). Although the domes in Konya region cut Upper Pliocene lacustrine limestones by steep contacts, the limestones in the study area are Miocene in age (Fig. 2). Furthermore, Gevrekli ignimbrites in Konya region have 3.35-3.77 m.y of radiometric age data. The dacite studied should thus be Miocene or older in age hence Miocene limestones containing abundant microfossil overly the Karakaya dacite (Zedef, 1987). There are also compositional differences between two volcanics; Konya volcanics have dacitic to andesitic compositions whereas the volcanics studied have only dacitic composition.

3. ANALYTICAL TECHNIQUES

Thin sections from collected samples have been analysed for mineral assemblages, proportions of minerals and groundmass, rock texture and grain size distribution using a

polarizing microscope. Rock analyses (Table 1) were carried out by XRF methods using Harvey et al. (1973)'s fused bead method for major elements and Leake et al. (1969)'s pressed powder method for trace elements using a Phillips PW 1450/20 automatic sequential X-ray spectrometer at Geology Department, Glasgow University, UK.

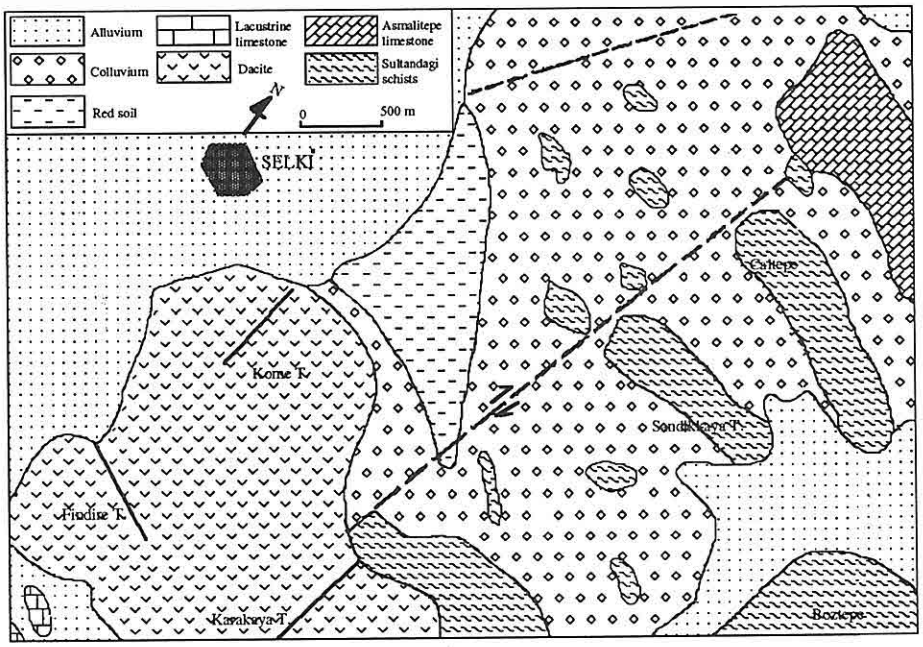


Figure 1. Geological map of the Selki (Beyşehir-Konya) area (modified from Zedef, 1987)

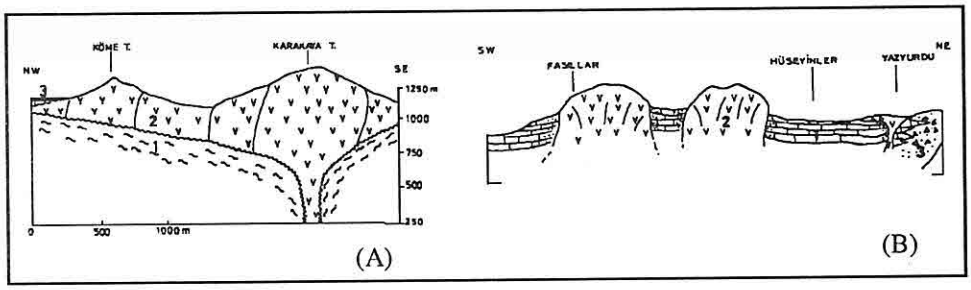


Figure 2. (A); Generalized cross section showing Karakaya dacite with dome structures in the south of Selki town. 1-Permo-Carboniferous Suntandağı schists, 2-Karakaya dacite, 3-Miocene lacustrine limestone (after Zedef, 1987). (B); A cross section around Fasıllar-Yazyurdu (Beyşehir-Konya)) area. The section length is 8 km, and 1-Lacustrine limestone, 2-Volcanics, 3-Volcanic breccia (after Keller et al., 1972).

4. PETROGRAPHY

Dacites are generally hypocrystalline and porphyritic containing feldspar 50% (mainly as microlites), quartz 20%, volcanic glass 30% and mafic minerals (biotite, pyroxene, hornblende and augite). The groundmass is fine-grained and, or, glassy with plagioclase microlites. Accessory apatite is present, and chalcedony is observed within internal cracks.

Feldspars are mainly plagioclase up to 1.2 mm and some of which are resorbed, indicating magmatic corrosion. Phenocrysts also show twinning and oscillatory zoning. Partially resorbed phenocrysts and glassy inclusions occur in the core, sometimes with an overgrown rim. The thin overgrown rims are common along the flow direction of the rocks. Some plagioclase phenocrysts are enclosed thiny leumontite crystals.

Quartz has rounded shapes with common internal cracks and embayments filled by groundmass. Embayments are more likely to be result of dissolution because the features characteristic of primary growth (Donald and Henderson, 1988) are missing.

Biotites (up to 1.5 mm) are partly or completely pseudomorphed forming as opaque and semi-opaque crystals due to break down. Opaque parts developed mainly along the cleavages of crystals. Similar reaction products of biotites in dacites were interpreted by Nixon (1988a) as resulting from dehydration above the biotite stability limit as result of magma mixing.

Hornblendes occur as aggregates of partially altered, or pseudomorphed grains. Partial replacement by opaque oxides and quartz is observed, reflecting a hornblende breakdown (e.g., Stewart, 1975; Garcia and Jacobson, 1979). Some hornblendes are enclosed by cryptocrystalline quartz grains, and sometimes by biotites. The most common hornblende breakdown gives cpx+opx+plagioclase+magnetite+ilmenite, and modal abundances of these products vary substantially, pointing the complexity of decomposition reactions (Eggler, 1972a; Helz, 1973).

5. GEOCHEMISTRY

Major and trace element anayses of samples are presented in Table 1. The rocks have been classified according to total alkali versus silica diagram of Le Bas et al. (1986), and SiO_2 versus K_2O plot of Peccerillo and Taylor (1976) (Fig. 3). They fall within the high-K dacite field on SiO_2 versus K_2O plot, showing K_2O enrichment. Furthermore, the dacites are typically calcalkaline in composition according to the classification of Irvine and Baragar (1971), Gill (1981) and Ewart (1982) (Fig. 4). On an AFM plot (Fig. 5), the rocks also show little iron enrichment and plot in the calcalkaline field. The rocks show chemical characteristics that are comparable with those reported from continental margins (Ewart, 1982; Baker, 1982).

Al_2O_3 shows little variation with increasing SiO_2, but TiO_2, FeO*(total) and MgO decrease. Generally, K_2O, Al_2O_3, Rb and Sr increase with increasing SiO_2.

Table 1. Major and trace element analyses of Karakaya dacite samples.

Sample No	KV 63	KV 64	KV 65	KV 66	KV 67	Avg. rock
SiO_2 (wt.%)	67.28	67.87	68.60	66.57	66.27	67.32
TiO_2	0.38	0.42	0.38	0.52	0.51	0.44
Al_2O_3	15.21	15.49	15.07	14.95	14.88	15.12
FeO*	3.48	3.62	3.41	4.54	4.58	3.93
MnO	0.09	0.10	0.08	0.14	0.09	0.10
MgO	1.63	1.47	1.03	2.08	2.39	1.72
CaO	3.66	3.68	3.63	3.20	3.67	3.57
Na_2O	3.25	3.28	3.29	2.97	3.20	3.20
K_2O	3.85	3.87	3.90	4.07	3.78	3.89
P_2O_5	0.17	0.19	0.16	0.18	0.19	0.18
Total	99.00	99.99	99.55	99.22	99.56	99.47
Zr (ppm)	150	147	--	154	153	151
Y	18	21	--	18	18	19
Sr	1168	1225	--	984	1035	1103
U	7	4	--	6	6	6
Rb	123	122	--	132	124	125
Th	32	26	--	30	32	30
Pb	46	37	--	37	36	39
Ga	17	15	--	16	16	16
Zn	38	41	--	47	46	43
Cu	16	22	--	27	27	23
Ni	5	10	--	17	14	12
Co	9	10	--	13	14	12
Cr	54	56	-	87	93	73
Ce	116	116	--	124	119	119
Ba	2153	2075	--	2384	2100	2178
La	39	44	--	46	51	45
Mg#	45.49	49.99	34.99	44.94	48.18	43.81
SI	13.35	13.08	8.86	15.23	17.13	13.50

Note: FeO* is total iron as Fe_2O_3, and major elements are in wt.% and trace elements are in ppm.

Mg# (Mg-number)=100xMg/(Mg+Fe).

SI (Solidification index)=100xMgO/(MgO+FeO*+Na_2O+K_2O).

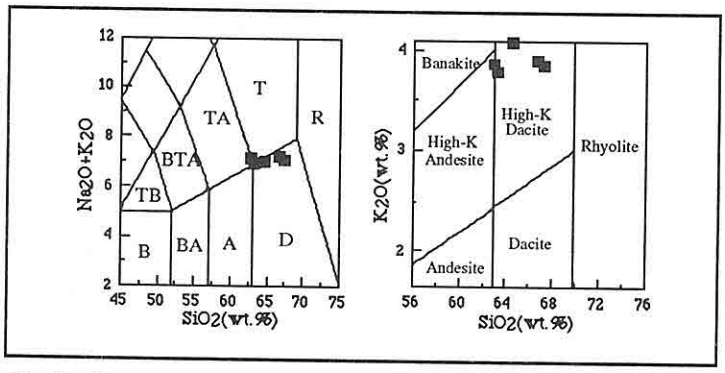


Figure 3. Total alkali versus SiO_2 plot (Le Bas et al., 1986) and SiO_2 versus K_2O plot (Peccerillo and Taylor, 1976) for the Karakaya dacite. B-Basalt; BA-Basaltic andesite; A-Andesite; D-Dacite; R-Rhyolite; TB-Trachybasalt; BTA-Basaltic trachyandesite; TA-Trachyandesite; T-Trachyte.

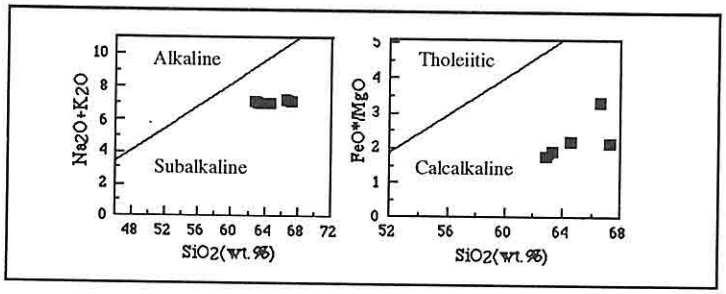


Figure 4. Chemical discrimination of the Karakaya dacite based on SiO_2 versus Na_2O+K_2O plot (Irvine and Baragar, 1971) and SiO_2 versus FeO*/MgO plot (Gill, 1981; Ewart, 1982).

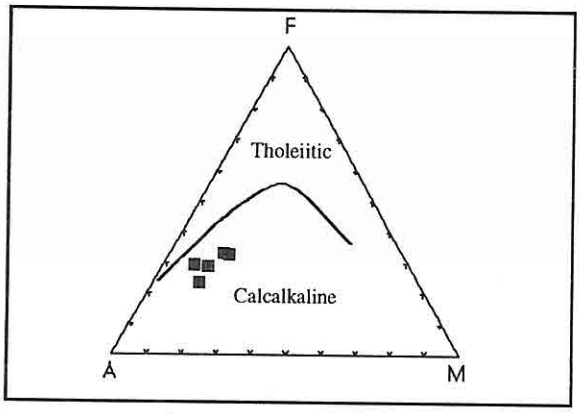


Figure 5. AFM plot showing the composition of the Karakaya dacite. The thick line separates tholeiitic and calcalkali compositions (after Irvine and Baragar, 1971)

These variations suggest that crystal fractionation of mafic minerals played a significant role in the genesis of the dacites. Depletion of MgO and enrichment of K_2O with increasing SiO_2 reflect the crystallization of hornblende, plagioclase and pyroxene (Romick et al., 1992). The decrease in TiO_2 reflects crystallization of titaniferous magnetite (Barton and Huijsmans, 1986). The slight increase in Na_2O indicates that plagioclase was an important crystallizing phase. Generally, trace elements show considerable scatter. However, systematic trends are shown by most of the major and trace elements are broadly consistent with crystallization of the observed phenocryst phases in the rocks.

The general trends of progressive increase in SiO_2, K_2O and incompatible elements (e.g., Rb, Ba, Th) with decrease in MgO, FeO*(total), CaO, TiO_2 and compatible elements, suggest qualitatively that the evolution of the dacites was mainly by fractional crystallization of a parent magma with lesser other magmatic processes. The decreases in MgO, FeO*(total), TiO_2 , P_2O_5 , and MnO with SiO_2 reflect crystallization of pyroxene, biotite, Fe-Ti oxides, apatite and plagioclase.

In Fig. 6A, FeO*(total) is plotted against MgO. The dacite samples cluster around the trend of experimentally produced melt at 5 kb H_2O, from olivine tholeiite at FMQ buffer (Helz, 1976). In Fig. 7B, a plot of FeO*(total) versus CaO, rocks plotting to the lower right of the line usually crystallize biotite and, or, hornblende, and are calcalkaline metaluminous to peraluminous whereas rocks plotting close the line usually crystallize opx±biotite and hornblende, and metaluminous (Warshaw and Smith, 1988). Generally, the dacite samples studied plot lower right of this line (Fig. 6B), and are thus low-Fe types and calcalkaline metaluminous which is in accordance with observed phenocryst types in the rocks.

Dacites have relatively high La/Y ratios, compared with typical calcalkaline orogenic suites (Gill, 1981). Lambert and Holland (1974) described J- and L-type trends, which lead respectively to depletion and enrichment in Y in a calcalkaline suite. The J- and L-type trends have been used for hornblende and pyroxene controlled fractionation respectively, as these minerals can be critical in determining trend direction. In the Y versus CaO plot (Fig.7), the dacites plot on the Y-depleted side of the standard calcalkaline trend as obtained by pyroxene and plagioclase dominated fractionation (Lambert and Holland, 1974). Therefore, the dacites define a J-type trend suggesting hornblende controlled fractionation (Fig. 7).

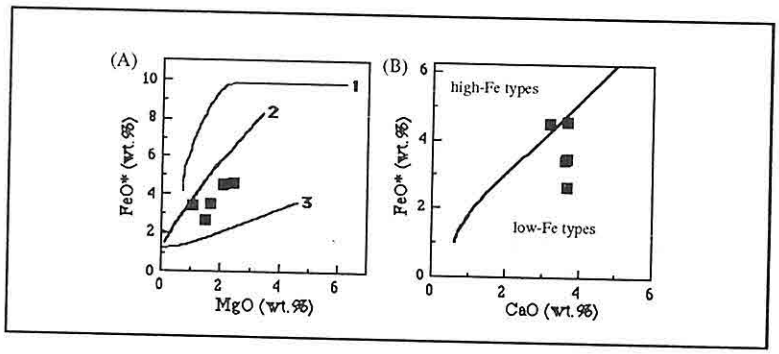


Figure 6. (A); total FeOt versus MgO for the Karakaya dacite. The trends of experimentally produced melts at 1kb (¶ H_2O=0.67, G-CH buffer) from a Kilauea basalt (Spulger and Rutherford, 1983) a nd at 5 kb H_2O from an olivine tholeiite at the FMQ and HM buffers (Helz, 1976) are shown for comparison (nos, 1, 2, 3 respectively). (B); total FeO_t versus CaO plot. Thick line separates high-Fe types from low-Fe ones (Warshaw and Smith,1988).

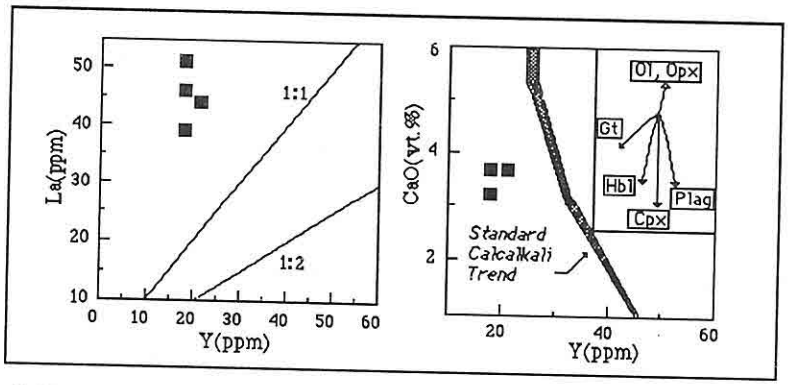


Figure 7. Y versus La and CaO plots for the Karakaya dacite. Shaded area represents the "standard" calcalkaline trend of Lambert and Holland (1974). The vectors show qualitative trends of the effect of fractional crystallization.

Generally, the rocks show enrichment in all elements on MORB- and PM-normalized patterns (Fig. 8). LIL element enrichment, particularly Th, is significant. The negative anomalies shown by Ti and P may reflect Fe-Ti oxide and apatite fractionation during differentiation.

6. CONCLUSIONS

The volcanic rocks studied overly unconformably Palaeozoic rocks. Average thickness of the volcanic rocks from this basement is 500 m.

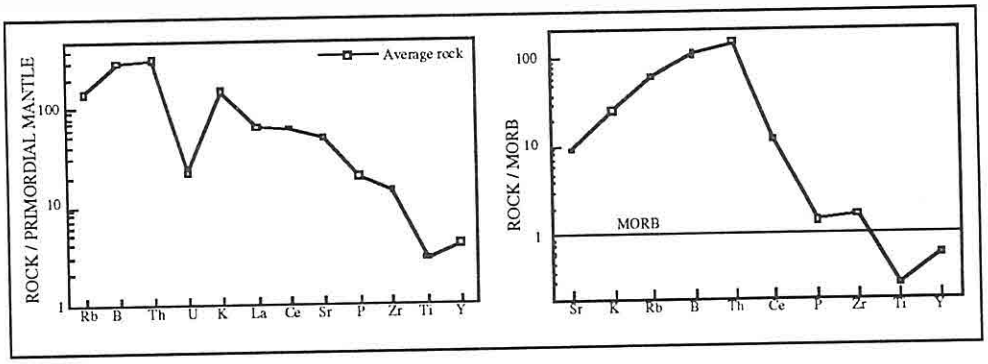


Figure 8. Primordial mantle- and MORB-normalized trace element patterns for the average Karakaya dacite composition. PM- and MORB-normalizing values are from Wood et al. (1979a) and Pearce (1983), respectively.

The age of dacites should be at least Miocene or older hence clays derived from the dacites underlie Miocene lacustrine limestones.

The dacites display a variety of disequilibrium textures. Plagioclase exhibit thin overgrowth. Quartz is rounded and embayed, hornblende or rare biotite is replaced by fine-grain opaques and silicates, suggesting a large degree of thermal and chemical disequilibrium induced by magma mixing.

The rocks are high-K calcalkaline in chemical composition, and low-Fe type metaluminous dacites. The geochemical data suggest that the dacites evolved by fractional crystallization, possibly from an intermediate composition. The data are also consistent with a hydrous crystallization assemblage in which hornblende was one of the primary phenocrysts and exerted a major control on crystallization history of the rocks, and probably derived by fractional crystallization from an andesitic parent magma. The element variation plots indicate that hornblende fractionation played an important role in the evolution of the dacitic magma.

7. AKNOWLEDGEMENTS

This research was undertaken at Geology Department, Glasgow University, with the financial supports of the Turkish Ministry of Education and Selçuk University. We thank to both the Turkish Ministry of Education and Selçuk University for funding, and to the academic and technical staff at Geology Department, Glasgow University, especially Dr. C.M. Farrow, J. Gallagher, D. Turner, M. MacLeod and W. Higgison for chemical analyses.

8. REREFENCES

Ayhan, A., 1986. Hüyük (Beyşehir) yöresinin Alt-Orta Kambriyen yaşlı birimlerinde bulunan barit zuhurlarının özellikleri. S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., 2, 58-69.

Baker, P.L., 1982. Evolution and classification of orogenic volcanic rocks. In: Thorpe, R.S. (ed) Andesite:Orogenic Andesites and Related Rocks. John Wiley, 11-23.

Balzer, H.J., 1969. Geologische untersuchungen im sudwestlichen Sultandağ (Tukei). Unpublished Ph.D. thesis, Munster University, 105pp.

Barton, M. and Huijsmans, P.P., 1986. Post-caldera dacites from the Santorini volcanic complex, Aegean Sea, Greece; an example of the eruption of lavas of near-constant composition over a 2.2 year period. Contrib. Mineral. Petrol., 94, 472-495.

Chaput, E., 1947. Turkiye'de jeolojik ve jeomorfolonetik tetkik seyahatları. İ.Ü. Coğr. Enst. Yay., 497pp.

Donaldson, C.H. and Henderson, C.M.B., 1988. A new interpretation of round embayments in quartz crystals. Min. Mag., 52, 27-33.

Eggler, D.H., 1972a. Amphibole stability in H2O-undersaturated calcalkaline melts. Earth Planet. Scie. Lett., 15, 28-34.

Ewart, A., 1982. The mineralogy and petrology of Tertiary-Recent orogenic volcanic rocks: with special reference to the andesitic basaltic compositional range. In: Thorpe, R.S. (ed) Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks, Jhon Wiley, New York, 25-95.

Garcia, M.O. and Jacobson, S.S., 1979. Crystal clots, amphibole fractionation, and the evolution of calcalkaline magmas. Contrib. Mineral. Petrol., 69, 319-327.

Gill, J.B., 1981. Orogenic Andesites and Plate Tectonics. Springer, Berlin, 380pp.

Harvey, P.K., Taylor, D.M., Hendry, R.D. and Bancroft, F., 1973. An accurate fusion method for the analysis of rocks and chemically related minerals by X-ray fluorescence spectrometry. X-Ray Spectrometry, 21, 33-44.

Helz, R.T., 1973. Phase relations of basalts in their melting range at PH2O=5 kbar as a function of oxygen fugacity. Part I. Mafic phases. J. Petrol., 14, 249-302.

Helz, R.T., 1976. Phase relations of basalts in their melting range at PH2O=5 kbar. Part II. Melt compositions. J. Petrol., 17, 139-193.

Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Can. J. Earth Scie., 8, 523-548.

Keller, J., Jung, D., Burgath, K. and Wolff, F., 1972. Geologie und Petrologie des Neogenen Kalkalkali vulkanismus von Konya (Erenlerdağ-Alacadağ Massiv, Zentral Anatolien). Geol. Jb. Hannover, 117pp.

Lambert, R.S.J. and Holland, J.G., 1974. Yttrium geochemistry applied to petrogenesis utilizing calcium yttrium relationships in minerals and rocks. Geochim. Cosmochim. Acta, 38, 1393-1414.

Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica diagram. J.Petrol.,27, 745-750.

Leake, B.E., Hendry, G.L., Kemp, A., Plant, A.G., Harrey, P.K., Wilson, J.R., Coats, J.S., Aucott, J.W., Lunel, T. and Howarth, R.J., 1969. The chemical analysis of rock powder by automatic X-ray fluorescence. Chem. Geol., 5, 7-86.

Nixon, G.T., 1988a. Petrology of the Younger andesites and dacites of Iztaccihuatl Volcano, Mexico: I. Disequilibrium phenocryst assemblages as indicators of magma chamber processes. J. Petrol., 29, 213-264.

Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeoloji özellikleri. T.J.K. Büll., 19, 65-78.

Pearce, J.A., 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: Hawkesworth, C.J. and Norry, M.J. (eds) Continental Basalts and Mantle Xenoliths. Shiva, Cheshire, 230-249.

Peccerillo, A. and Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene calcalkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. Contrib. Mineral. Petrol., 58, 63-81.

Romick, J.D., Kay, S.M. and, Kay, R.W., 1992. The influence of amphibole fractionation on the evolution of calcalkaline andesite and dacite tephra from the Central Aleutians, Alaska. Contrib. Mineral. Petrol., 112, 101-118.

Spulger, S.D. and Rutherford, M.J, 1983. The origin of rhyolite and plagiogranite in oceanic crust: an experimental study. J. Petrol., 24, 1-25.

Stewart, D.C., 1975. Crystal clots in calcalkaline andesites as breakdown products of high-Al amphiboles. Contrib. Min. Petrol., 53, 195-204.

Warshaw, C.M. and Smith, R.L., 1988. Pyroxenes and fayalites in the Bandelier Tuff, New Mexico: temperatures and comparison with other rhyolites. Am. Min., 73, 1025-1037.

Westerveld, J., 1957. Phases of Neogene Quaternary volcanism in Asia Minor. Int. Geol. Congr., 1, 103-119.

Wood, D.A., Joron, J.L. and Treuil, M., 1979a. A re-apprasial of use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings. Earth Planet. Sci. Lett., 45, 326-336.

Yalçınlar, İ., 1971. Sultandağları ve Beyşehir bölgesinde graptolitli Alt Paleozoyik tabakaları. Jeomorfoloji Derg., 3, 33-35.

Zedef, V., 1987. Selki-İmrenler-Çamlıca (Beyşehir) yöresinin jeolojisi, kil ve demir zuhurları. M.Sc. Thesis (Unpublished), Selçuk Üniversitesi, Konya, Turkey, 70pp.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

BÖBREK TAŞLARININ MİNERALOJİK İNCELENMESİ

İbrahim ÇOPUROĞLU ve Ali GÜREL
Niğde Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Niğde/Türkiye

ÖZET: *Böbrek taşları, idrar içerisinde erimiş olarak bulunan urat, fosfat ve oksalat gibi maddelerin ya böbrek içerisinde ya da idrar kesesi ile idrar yollarında kristalleşerek çökelmeleri sonucu oluşurlar.*

Böbrektaşı düşüren veya ameliyatla böbreğinden taş aldıran hastalar, mutlaka bunların ne tür bir taş olduğunu bilmeleri gerekmektedir. Böylece aynı tür böbrek taşlarının tekrar oluşmasını önlemek için doktorlar tarafından yazılan diyetleri uygulayabilirler.

Bu kapsamada yerbilimelri laboratuvarlarıda söz konusu böbrek taşları analiz edilerek insan sağlına büyük hizmetler sunulmakatıdr.

Yapılan incelemeler sonucu asitik kalker eriyiklerinden oksalat, fosfat çökeltilerinden fosfat asitli tuzlardan urat ve bunların karışımından oluşan karışımlı böbrek taş grupları belirlenmeştir. Bu gruba ait mineraller ise şunlardır; Whewellit, weddellit, whwellit+weddelit, kalsiyum fosfat ve ürat grubu mineraller ile çok az miktarlarda bulunan kuvars, feldspaltlar ve kil mineralleridir.

MİNERALOGICAL ANALLYSIS OF KIDNEY STONES

ABSTRACT: *Kidney Stones are formed within kidney or urinary and urethra after crystallization and sedimentation from urine which bears dissolved urate, phosphate and oxalate components.*

The paitents suffering from kidney stones must know the kind of stones they have been had if possible. In this case, they can prevent from forming new kidney stones in their body after folloving the instuctions about diet suggested by the doctor.

The laboratory of jeologi also provide a good information about this matter usign its XRD laboratory facilities, therefore give an important help concering human health.

According to the laboratory investigations, It has been observed that oxsalat type kidney stones are formed from asidic carbonated solutions while phosphate type are from phosphate solutions, urat type from asidic salted solutions and urat type from asidic salted solutions and the mixed type kidney stones from the mixture of the solutions above. The known minerals of these kidney stones are whewellite, weddellite, whewellite-weddellite, calsiyum phosphate and urate group minerals. Trace amounts of quartz, feldspar and clay minerals are also associated to those main kidney stone minerals.

1. GİRİŞ

1.1. Böbrek Taşları Hakkında Genel Bilgiler

Bu çalışma, yazarların uzun yıllar birlikte yürüttükleri çalışmalar ile son zamanlarda Ankara'nın çeşitli hastanelerinden M.T.A. Laboratuvarlarına incelenmesi için gönderilen böbrek taşlarını kapsamaktadır.

Böbrek taşı düşüren veya ameliyatla böbreğinden taş alınan hasatalar mutlaka taşın cinsi ve bileşimini v.s. hakkında bilgi sahibi olmak zorundadır. Taş yapan hasta vucut, gerekli önlemler alınmadığı taktidre taş yapmaya devam edeceğinden, bunu önlemek için tıp doktorları sözkonusu taşları oluşturan minerallerin cinsine göre önlem almakta, gerekli diyet reçeteleri yazmaktadır.

Böbrek taşları, adından da anlaşıldığı gibi iki kelimeden oluşmaktadır. **BÖBREK ve TAŞ**. Böbrek bir insanın kendi yumruğu büyüklüğünde (Şekil 1), günde yaklaşık 1500 litre kanı süzerek temizleyen bir organ olup, tabidir ki bunların incelenmesi ve tedavisi tıp doktorları tarafından yapılmaktadır. Bu çalışmada sözkonusu olan TAŞ'dır. Yani böbrek taşıdır. Taşlar, bir veya birdan fazla minerallerin biraraya gelerek oluşturdukları, mineraller ise, yine bir veya birden fazla kimyasal elementlerin belirli fiziksel ve kimyasal şartlar altında biraraya gelerek oluşturdukları cisimlerdir. Bunların incelenmesi de yer bilimciler tarafından gerçekleştirilmektedir.

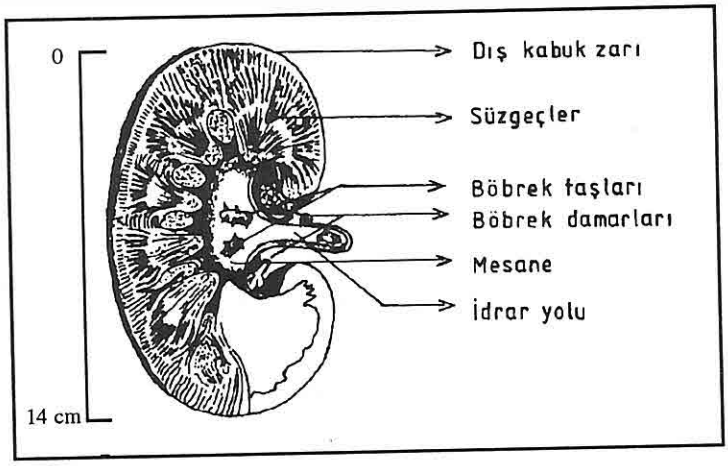
Bu başlık altında sunulan bilgiler, çok çeşitli yerli ve yabancı sağlıkla ilgili yayınlardan derlenmiş teorik bilgilerdir. Ancak böbrek taşı düşüren hastaların edindikleri tesbitleri ve tercübeleri de özetlenerek sunulmakta, böylelikle konu ile ilgilenenlerin faydalanmaları amaçlanmaktadır.

Böbrek taşları, Bohnert (1976), Fleisch (1983)'ye göre, idrar içerisinde erimiş halde bulunan ürat, fosfat ve okslat gibi maddelerin ya böbrek içerisnide yada idrar kesesi ile idrar yollarında kristalleşerek çökelmeleri sonucu oluşurlar (Şekil 1).

Normal şartlar altında sağlıklı bir kişinin idrar yolları asitli idrardan etkilenmez. Ancak kişinin idrar yollarında oluşan bir iltihap, buraların idrarlardan etkilenmesine neden olur ve bu iltihaplı yerlerde idrar içerisindeki kristalloidler çökelmeye başlar ve böylece söz konusu sevimsiz böbrek taşları oluşur. Oluşan bu taşlar başlangıçta uzun bir süre hiçbir belirti göstermezler ve gizli kalırlar. Bazen çok hafif sancılar hissedilebilindiği gibi bazen de hasta böbreğinde çok büyük bir taş olmasına rağmen (Foto. 1) hiçbir acı ve belirti hissetmeyebilir.

Buna örnek olarak Foto. 1'de görülen ve Şekil 2a'da analizi sunulan böbrek taşının sahibi, bünyesinde bu kadar büyük bir taş bulundurmasına rağmen hiçbir acı ve bilirti duymayarak, sadece aşırı yorgunluk, çok terleme, iştahsızlık ve yüksek tansiyon şikayetleri ile hastaneye müracaat ettiğini ifade etmiştir.

Böbrek taşı düşüren hastaların belirttiklerine göre, hastalık süresi içerisinde genellikle idrar yaparken sızı ortaya çıkar ve idrar yapmada güçlük çekilmektedir. Bu belirtileri hisseden kişilerin hemen bir sağlık kuruluşuna gitmeleri gerekmektedir. Zamanla böbrek taşları ilk oluştukları yerlerden koparak mesaneye inerler, bazen de idrar yollarında hareket ederler.



Şekil 1. Bir insan böbreğinin kesiti ve böbrek taşlarının oluşabileceği yerler (Bohnert, 1976).

Bu durumun açık belirtisi ise, çok şiddetli sancı ve idrarın kanlı gelmesidir. Ağrılar aniden başlar ve dayanılmaz bir hal alır, aynı zamanda sık sık idrara çıkma isteği duyrulur. Şiddetli sancılar hastada kalp çırpıntısı, kusma hissi, düşük tansiyon, terleme ve baygınlık yapabilmektedir. Sancının seyrek aralıklarla tekrarlaması ve idrardaki kanın kesilmesi, taşın bir yere takılarak durduğunun belirtileridir. Arzu edilen taşın idrar yolundan geçerek mesaneye gelmesi ve oradan da dışarı atılmasıdır (Bohnert,1976; Fleisch, 1983).

Ayrıca irademiz dışında böbrek taşlarının oluşmasını hızlandıran bazı etkenler şunlardır (Bohnert,1976):

- Böbrek veya idrar yollarındaki çeşitli iltihaplanmalar,

- İdrar içerisinde taş oluşmasını önleyen üre, azot ve salisilik asit gibi maddelerin eksikliği.

-Kişinin aşırı terlemesi veya çok yoğun olarak idrar çıkarması sonucu vucudun aşırı su kaybına uğraması, bunu gidermek için yeterince su ve sulu yiyeceklerin alınmaması,

-Sık sık alınan alkali karekterli ilaçlar,

-Kişinin çok sinirli ve asabi krekterli olması mide asidinin ve böylece idrarın alkali karekterli olmasını etkilemekte, bu özellik ise, böbrek taşlarının oluşmasını hızlandırmaktadır,

- Kişinin GUT hastalığına yakalanmış olması,

-Ailesel kalıtım nedeniyle kişinin idrar yollarındaki darlıkların neden olduğu, idrar akışının yavaşlatılmış olması,

-Kişinin vucudunda A-vitamininin eksik olması,

-Kişinin vucudunda D-vitamini fazlalığı,

-Kronik kemik iltihapları,

-Dengesiz Beslenme: Çok fazla sebze yiyen kimselerin idrarları alkali olur ve bu ortamda da oksalat-fosfat taşları, buna karşın çok et yiyenlerin idrarları ise, asitik karekterli olur ki, bu ortamlarda da ürat grubu mineraller oluşurlar.

2. BÖBREK TAŞLARININ İNCELENMESİ

Böbrek taşlarının analizleri son zamanlara kadar genellikle biyokimyasal yöntemlerle yapılmaktaydı günümüzde jeoloji ve jeofizik alanlarındaki gelişmeler sonucu optik (mikroskop) ve X-RAY difraktometri cihazları ile de çok sağlıklı sonuçlar alınmaktadır (Tokuçoğlu ve diğ., 1989).

Bu çalışmada yapılan incelemeler optik (Tröger, 1969) ve X-RAY difraktometri (Krischner, 1974) metodlarını kapsamaktadır. İncelenmesi için gönderilen böbrek taşlarının önce 0,03 mm kalınlığında incekesitler hazırlanmakta, olup ve bunların tipik görüntülerinin mikrofotografları çekilmektedir (Foto 1,2,3,4,5,6). Bu belirlenen optik özelliklerin en önemlilerinden biri, ilgili minerallerin ışık kırılma ve çift kırılma indisleridir. Bunun için refraktometre aleti veya normal polarizan mikroskoplar kullanılmaktadır (Beke-Çizgisi). Daha sonra aynı böbrek taşının artan diğer parçaları havanla toz haline getirilerek "Röntgen Işınları Difraktometre Cihazı" ile yine aynı kristalin kiristal yüzeylerini belirleyen diyagramlar elde edilmiştir (Şekil 2). Elde edilen bu değerler önceden bilinen standart değerlerle karşılaştırılarak mineral cinsleri belirlenmiştir.

Tokuçoğlu ve diğ. tarafından 151 hastadan alınan böbrek taşları (92 adedi erkeklere, 59 adedi ise kadınlara ait) hem biyokimyasal hem de optik kristalografik yöntemlerle analizleri yapılak karşılaştırılmıştır. Aynı araştırmacılar ve Bakkaloğlu ve diğ.(1988) optik kristalografik analiz metodunun biyokimyasal analiz metodundan daha doğru, net sonuçlar verdiği ve de uygulama kolaylığı nedeniyle tercih edilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır.

Uzun yıllar içerisinde yazarlar tarafından incelenen çok sayıdaki böbrek taşları ve bunlara ait mineraller 5 ayrı mineral grubu oluşturmaktadır. Bunlar, Bakkaloğlu ve diğ. (1988), Bohnert (1976), Fyleisch (1983) ve Tokuçolu ve diğ.(1989)'nın tesbit ettikleri minerallere büyük benzerlik göstermektedir (Şekil 2), Bunlar;

1- Asitik kalkerlerden oluşan oksalat taşları (Whwellit, weddellit ve her ikisinin karışımı),

2- Fosfat çökeltilerinden oluşan fosfat taşları (Kalsiyum, magnesyum fosfat mineralleri=Whitlockit),

3- Asitli tuzlardan oluşan ürat lar (Ürikasit, ürikasidihidrat, sodumhidrojen ürat),

4- Bunların tamamının birlikte oluşturduğu karışımlı taşlar,

5- Yukarıda belirtilen minerallere eşlik eden, çok az miktarlarda kuvars, faldspalt grubu ve kil grubu minerallerdir.

2.1. Oksalat Böbrek Taşları

En önemli ve sıkca rastlanan oksalat mineralleri whewellit ve weddellittir. Daha çok hayvani besinler idrar içerisindeki oksalat asidini arıtmakta ve bunun sonucu olarak da bu mineraller oluşmaktadır (Foto 3,4,5 ve 6).

INSTRUCTION TO CONTRIBUTORS

Yerbilimleri / Geosound accepts theoretical work or results of a research together with original articles written in Turkish, English, French and German. Translated papers of any article written on the latest developments of a specific subject by known authors can also be accepted.

Turkish articles English, English, French and German articles should have a Turkish summary. Papers to be submitted should not exceed 6 pages including figures, tables, plates and photographs. The ones which are insisted by their authors not to be shortened can be published by charging for each additional page on the amount defined by editorial committee. Papers should be written on one side of A4 sheets leaving a blank space of 2.5 cm at each side of the sheet and maps, plates, cross sections must be prepared in the same form. Any wordprocesser compatible with Macintosh computer system should be used to type the papers and diskets including articles should be attached to the papers. It is possible for the editorial committee to get the articles written with an available Macintosh system but this has to be charged.

The papers should be orginised as follows: Title in Turkish; Author's name and address; Summary; Title in English; Abstract; Introduction; Sections and Sub-sections; Conclusions or Discussions and Conclusions; Acknowledgement; References; Appendices. Sections and Sub-sections should be enumerated in the form of 1., 1.1., 2., 2.1., etc.

References in the main text should be cited on the basis of Author's name and date. The information related to these should be given in the References section as: "Surname, Initial(s), Date, Title of Article, Abbreviated Name of the Journal, Volume No, First page-Last page".

Articles which are not published in the Journal are returned. 20 copies of the published papers are sent to the authors. In the joint papers this number is divided between the authors. Copy right is not paid for the published papers.

Figures, maps, graphics should be drown by black Indian ink on transparent drawing paper, photographs and plates should be prepared such that they can be placed in the frame of 13x19 cm. Yerbilimleri / Geosound is printed with offset printing method that's why coordination of the articles should be done by their authors; figures, tables and photographs should be orginised in the text and all explanations about these should be written in one language.

Papers should be sent in three copies, one being the original, to the following address together with the disket containing the article.

Yerbilimleri / Geosound Editörlüğü
Ç.Ü.Müh.Mim.Fakültesi
Jeoloji ve Maden Mühendisliği Bölümleri
01330 - Balcalı / ADANA / TÜRKİYE

GEOSOUND / YERBİLİMLERİ
YAZIM KURALLARI

Yerbilimleri / Geosound, yerbilimleri dalında teorik veya araştırma sonuçlarını içeren ve özgün sonuçları olan Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca makaleleri kabul eder. Dergide ayrıca tanınmış bilim adamlarının güncel yenilikleri içeren tercüme yazılarına da yer verilebilir.

Makalelerin Türkçe olanlarına İngilizce, yabancı dillerde olanlarına da Türkçe özetler konulmalıdır. Makaleler şekil, çizelge veya tablo, fotoğraflı levhalar dahil 6 sayfayı geçemez. Ancak yazarları tarafından ısrar edilen ve kısaltılamıyacak makaleler her yıl sayfa başına tesbit edilen katkı payı miktarı kadar ödeme yapılarak yayınlanabilir. Yazılar A4 ebadındaki kağıtların bir yüzüne çevresine 2.5 cm boşluk bırakılarak yazılmalı, harita, kesit ve levhalar da aynı boyutta hazırlanmalıdır. Yazılar Macintosh bilgisayarda herhangi bir program dilinde hazırlanarak makale ekinde yazı disketi ile verilmelidir. Macintosh imkanı olmayan yazarlar ücret ödeyerek yazılarını yayın sekreterliğine yazdırabilirler.

Makaleler Türkçe başlık; Yazar adı soyadı ve kısa adresi; Özet; İngilizce başlık; Abstract; Giriş; Bölümler ve alt bölümler; Sonuçlar veya Tartışmalar ve sonuçlar; Teşekkür; Kaynaklar şeklinde olmalı, ayrıca Bölümler ve Alt Bölümler 1., 1.1., 2., 2.1., vs. şeklinde numaralanmalıdır.

Kaynaklara metin içerisinde yazar soyadı ve tarih sırasıyla atıfta bulunulmalı, bunlarla ilgili bilgiler ise Kaynaklar başlığında "Soyadı, Adının ilk harfi veya harfleri, Tarih, Makalenin başlığı, Derginin kısaltılmış adı, Cilt No, Başlangıç ve bitiş sayfası" şeklinde verilmelidir.

Dergide yayınlanmayan yazılar geri gönderilir. Yayınlananlardan yazarlarına 20'şer adet ayrı baskı verilir. Çok yazarlı makalelerde bu sayı yazarlar arasında bölüştürülür. Yayınlanan yazılar için telif hakkı ödenmez.

Şekiller, haritalar, grafikler aydınger üzerine çini mürekkep kullanılarak, koyu bir şekilde çizilmeli, fotoğraf ve levhalar 13x19 cm boyutundaki çerçeve dışına çıkarılmadan hazırlanmalıdır. Yerbilimleri / Geosound ofset metoduyla basıldığı için yazıların mizanpajı yazarlar tarafından yapılmalı, şekiller, tablolar, fotoğraflar metin içine yerleştirilmeli ve alt yazılar tek dilde yazılmalıdır.

Makaleler, biri orjinal olmak üzere 3 nüsha halinde aşağıdaki adrese disketiyle birlikte gönderilmelidir.

Yerbilimleri / Geosound Editörlüğü
Ç.Ü.Müh.Mim.Fakültesi
Jeoloji ve Maden Mühendisliği Bölümleri
01330 - Balcalı / ADANA / TÜRKİYE
Tel (Fax) : 338 67 11 veya 338 63 57 (Tel) 338 61 26 (Fax)

REFERENCES

Altınkaynak, L., 1994. metamorphism in the area to the sout of Çaykara and its significance in the geological evolution (in Turkish). MSc. thesis. Karadeniz Technical University, Trabzon.

Bulut, F., 1989. engineering geological study of Çambaşı (Trabzon-Çaykara) damsite and Uzungöl hydroelectrical power station area (in Turkish). Doctorate thesis, Karadeniz Technical Univ., Trabzon.

Genç, S., 1993. Çaykara (Trabzon) area metamorphics and regional metamorphism. abstracts of the Geol. Congr. turkey 1993, 114, ankara.

Genç, S. and altınkaynak, L., 1994. a metamorphic basemennt in the area to the south of Çaykara (Trabzon) and its metamorphism. abstracts of the Geol. Cogr. turkey 1994, 155, Ankara.

but nothing happened within teh Ataköy formation. This is definitely a discrapency indicating these writer's lack of adequate experience and knowledge in the interpretation of regional geology. at this stage, one should ask Bulut the following questions:

1) Since you have already accepted that the Serdarlı metamorphics create the base of the Çambaşı formation, do you still interpret these rocks as the products of the contact metamorphism?

2) How can you explain the development of either a regional or contact metamorphism only at the botton of the Çambaşı formation with a thickness less than 1500 metres but not in its upper levels and in the overlying Ataköy formation which is the vertical continuation of the Çambaşı formation.

As explained in detail in Genç (1994), basal conglomerates and/or breccias have been encountered at the contact between the Serdarlı metamorphics and the Çambaşı formation. In his discussion, again, bulut says "the unit described by Genç (19947 as basal conglomerate is in fact a talus material". This gentlemen, has probably been confusing the descriptions clear in his mind first, and then to know that when a scientits is due to deal with a geological unit he/she is supposed to take close a look at it, whereas during the field trip to the area for a scientific discission in situ Aslaner, Tanyolu, Korkmaz and bulut himself observed these conglomerates and/or breccias from a distance of approximately 100 metres, having refused to go and take a closer view because of a warm day climatic and steep slope conditions. As a result, such a non-scientific interpretation put forward by Bulut can not have any logical base.

In conclusion, a scientist is expected to use a scientific language in such a discussion, that is when he/she talks about something he/she ought to present the evidences and/or clues firs and then give the conclusions; whereas, bulut in his discussion, has followed a contrary way drawing several conclusions without giving any evidence, because he has been presumably unable to pay enough attention and time to regional geology and particularly stratigraphical relations of various rock units during his field-work. There fore, the geological setting and interpretation put forward by Genç (1994) definitely reflects the reality although this has infuriated Bulut very much. As a result, I agree with him on one point that when ever one wishes to have regional geological information about the area around Çaykara he/she must keep in mind that for the reasons explained above Bulut (1989) and bulut and Tarhan (1991) are too vague and unreliable and hennce should always be evaluated in tnhe light of Genç (1993, 1994), Genç and Altınkayanak (1994) and Altınkaynak (1994) for being able to refrain from further misleading and false information.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

LOW-GRADE REGIONAL METAMORPHISM IN EASTERN PONTIDES AND ITS GEOTECTONİC SIGNIFICANCE, ÇAYKARA (TRABZON) AREA, NE TURKEY

REPLY TO DISCUSSION WRITTEN BY BULUT,

Salim Genç
K.T.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon/Türkiye

The first thing to be noted abouut this discussion is the unfortunate non-scientific nature and approach adopted by Bulut with fixed-ideas without any evidence, relating to the geology of the area around the town of çaykara. There-fore, at this stage, it looks significant to outline the problems that are due to be discussed in the light of information given by Bulut (1989), bulut and Tarhan (1991) and Genç (1994). In fact, the following problems have been debated in this context:

1) Do any type of regional metamorphic rocks crop out in the area of interest or not?
2) If these rocks occur, what stratigraphic relations do they have with the other units in the area, or else what is their stratigraphical position in regional scale?

Neither Bulut (1989) nor Bulut and Tarhan (1991) were aware of the occurrence of the regional metamorphic (the Serdarlı metamorphics), which are the mapable units on a 1/25000 scale, In the area around Çaykara and for this reasonthey have mentioned nothing about these rocks. According to them the only metamorphics in the area are represented by metabasalts and metatuffs which have beenn produced as a result of contact metamorphism around the edge of the Taşkıran granitoid. In his discussion, Bulut has used the following sentence for the Serdarlı metamorphics comprising well-foliated slates, phyllites, calc-schists and metabasalts (Genç,1993, 1994; Genç and Altınkaynak, 1994; Altınkaynak, 1994): "In deed, the metamorphics form basal part of the Çambaşı formation of Malm-Lower Cretaceous age...". As may be deduced from this sentence, although any geologist even a student of geology can easily receognize these metamorphics in the area of Çaykara, Bulut has just been fortunate to admit the occurrence of such rocks. Thus, it is apparent in reality that, in terms of misleading, not Genç (1994) but Bulut (1989), and Bulut and Tarhan (1991) must have had a great success in achieving that, giving false and/or deficient information about the geological situation in the region.

Bulut (1989) and Bulut and Tarhan (1991) point out that the Taşkıran granitoid intrudes both the Çambaşı and ataköy formations. However, the contact metamorphism of the albite-epidote-hornfels facies has only taken place within the Çambaşı formation

DISCUSSION

Fikri Bulut
K.T.Ü. , Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon /Türkiye

Genç (1994) indicates a disconformity between the Çambaşı Formation of Malm age and so-called serdarlı metamorphics of pre-Malm (?) age, based on the presence of basal conglomerate and/or basal breccia. This judgement has no scientific foundation since none of these units occur in the region (B ulut, 1989; Bulut and Tarhan, 1991). Serdarlı metamorphics are introduced by genç (1994) as a new unit and attributed to basement rocks of pre-Malm age.In deed, The metamorphics from basal part of the Çambaşı formation of Malm-Lower Cretaceous age and there is no disconformity and basal conglomerate between the Çambaşı formation and so-called serdarlı metomorphics. the unit described by genç (1994) as basal conglomerate is in fact a talus material (Aslaner, Tanyolu, korkmaz and Bulut; Field observations, 1994). Hence, the stratigraphic columnar section presented by genç (Figure 2, 1994) is incorrect. ın addition, his geotechtonic interpretation of the area is misleading. Therefore, it appears essential to inform the readers of Geosound to avoid any further mistakes in following studies in the area of interest based on the conclusions drawn by Genç (1994).

REFERENCES

Bulut, F., 1989, Çambaşı (Trabzon-Çaykara) barajı ve uzungöl Hidroelektrik Santral Yerlerinin Mühendislik Jeolojisi açısından inclenmesi, doktroa ATezi, 183 s, K.T.Ü. Fen Bilimleri enstitüsü, Trabzon (Yayınlanmamış, in Turkish with an english abstract).

Bulut, F. and Trahan, F., 1991, Çaykara Güneyinin Jeolojisi, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni No: 6, 198-206, Ankara (with an english abstract).

Genç, S., 1994, Low-Grade Regional metamorphism in eastern Pontides and its Geotechtonic aSignificance, Çaykara (Trabzon) Area, NEE-Turkey, geosound No: 24, 101-116, Adana.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Orta Anadolu Linyitleri İşletmesinde 1986 yılından bu güne kadar, 6 panoda 3 ayrı söküm yöntemi uygulanmıştır. Söküm yöntemlerinin karşılaştırılması sonucu, 3. söküm yönteminin diğer yöntemlere göre daha ekonomik, daha emniyetli ve daha kısa sürede yapıldığı açıktır.

Tablo 1 ve Tablo 2 incelendiğinde tavan ayaklarda ayağın sökümü için genişletilmesinden sonra, yürüyen tahkimat sökümüne kadar yapılan işler çok zaman almaktadır. Bu nedenle kısa zamanda yapılabilecek tavan ayak sökümü uzun zaman almaktadır. Ortalama 10 günlük hazırlık dönemini oluşturan bu süre, ayak söküm çalışmalarından önce bağımsız bir zamanda yapılabilir. Örneğin, tavan ve taban ayak söküm yerlerinin önceden belirlenerek, söküme uygun ölçelerde kılavuzların açılması. Bu klavuzların tahkimatı söküme uygun olarak yapılmalıdır. Kılavuz içerisine monoray hattı döşenmelidir. Yapılan bu hazırlıklar, ayak, söküm kılavuzuna girdikten sonra, ayağın çok kısa bir sürede sökülerek taşınmasını sağlar.

Yapılan gözlemlerde, iyi bir planlama ile ayak söküm süresi 30 gündür. 3. söküm yöntemi uygulanarak taban ayak tavan damara çıkıp söküm noktasına 15 günde ulaşabilir. Söküm klavuzları ile hazırlıklar daha önce yapılırsa, pano sökümü için geçen toplam süre 75 gün olacaktır. Daha önceki söküm yöntemlerinde panoların sökümü için geçen toplam ortalama süre 150 gündür (Tablo 2). Belirtilen önerilerin yapılması ile panoların sökümü için geçen toplam süre yarı yarıya azalacaktır.

5. KAYNAKLAR

İstanbulluoğlu, S., (1990), "Theories Concerining Determination of Loads Affecting Roadside Pack of Tail Gate", Second National Symposium of Rock Mechanics, Ankara

Kartal, Y., (1993), "A04 Panosu Taban Ayak Söküm Raporu" Yayınlanmamış Rapor, Çayırhan/Ankara

Köse, H.; Tatar, Ç., (1991) "Support of fail gates at Central Anatolian Lignites", Proceedings of Third Mining Symposium, İsfahan-İran

Tatar, Ç.; Köse, H., (1991) "O.A.L.'de üretim, Hazırlık, Nakliyat, Tahkimat Sorunları ve Çözüm Önerileri", Dokuz Eylül üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basımevi, Basım no: FBE/MAD-89-AR-215, İzmir

Göçükteki yangın kırıklı arakesmeden geçerek taban ayak sökümünde tehlike oluşturur. 3. söküm yönteminde bu tehlike tamamen bertaraf edilmiştir.

Tablo 1. Ayak söküm süreleri

Pano adı	Ayak adı	a	b	c	d	e	f	g	h
A13	Tv. ayak	22.12.1988	11.01.1989	25.01.1989	15	45	27.01.1989	37	111
	Tb. ayak	01.04.1989	17.04.1989	29.04.1989	12	36	10.05.1989	41	123
A01	Tv. ayak	17.07.1989	10.08.1989	26.08.1989	16	48	23.08.1989	37	111
	Tb. ayak	05.09.1989	18.09.1989	07.10.1989	20	81	13.10.1989	39	177
A02	Tv. ayak	21.10.1989	11.12.1989	26.12.1989	16	48	30.12.1989	70	210
	Tb. ayak	29.01.1990	20.02.1990	08.03.1990	17	51	13.03.1990	44	132
A17	Tv. ayak	10.04.1990	24.05.1990	19.06.1990	27	54	22.06.1990	73	147
	Tb. ayak	01.08.1990	17.08.1990	29.08.1990	13	51	05.09.1990	36	144
A03	Tv. ayak	13.02.1992	05.03.1992	09.04.1992	36	108	17.04.1992	63	189
	Tb. ayak	02.08.1992	23.07.1992	02.09.1992	42	126	04.09.1992	33	132
A04	Tv. ayak	07.09.1992	29.09.1992	24.10.1992	26	51	20.11.1992	75	168
	Tb. ayak	01.02.1993	13.02.1993	26.02.1993	13	54	26.02.1993	26	99

a: Ayak söküm başlangıcı
b: şild söküm başlangıcı
c: şild söküm bitimi
d: şild söküm süresi (gün)
e: şild söküm vardiya sayısı
f: Ayak söküm bitim tarihi
g: Ayak söküm süresi (gün)
h: Ayak söküm vardiya sayısı

Tablo 2. Pano söküm süreleri

Pano adı	a	b	c	d	Açıklama
A13	78	234	63	141	Tavan ayakta 3 posta Taban ayakta 3 vardiya söküm yapıldı
A01	76	288	13	89	Tavan ayakta 3 vardiya Taban ayakta 4 posta söküm yapıldı
A02	114	342	30	144	Tavan ve taban ayakta 3 posta söküm yapıldı
A17	109	291	39	148	Tavan ayakta 3 posta Taban ayakta 3 vardiya söküm yapıldı
A03	96	321	109	205	Tavan ayakta 3 posta Taban ayakta 4 posta söküm yapıldı. Taban Ayakta yangın çıktı.
A04	101	267	72	173	Tavan ayakta 2 posta Taban ayakta 4 posta söküm yapıldı.

a: Pano söküm süresi (gün)
b: Pano söküm süresi
c: İki ayak sökümü arasında beklenen süre (gün)
d: Pano sökümü için geçen toplam süre (gün)

Kalın arakesmeli A13 ve A17 panolarında ise taban ayaklardaki şilt sökümü tavan ayaklara göre 9 ve 3 vardiya daha erken olmuştur. En hızlı ayak sökümü 99 vardiya ile A04 panosunda 3. söküm yöntemi ile yapılmıştır.

Tablo 2'de net görüldüğü gibi ince arakesmeli A01, A02, A03 ve A04 panoları içerisinde en hızlı pano sökümü A04 panosunda yapılmıştır. 3. söküm yönteminin hızlı söküm yöntemi olduğu açıktır. Aynı tabloda pano sökümü için geçen toplam sürelere bakıldığında, 3. yöntemle sökümün 173 günde yapıldığı görülür. Bu süre uzundur. Çünkü bu süreye iki pano sökümü arasynda geçen bekleme süresi dahildir. A04 panosunda tavan damara çıkan taban ayak pano sınırına kadar çalıştığı için bekleme süresi ve pano sökümü için geçen toplam süre uzamış görünmektedir. Gerçekte ise bu bekleme süresi içinde tavan damarda üretim yapılmaktadır.

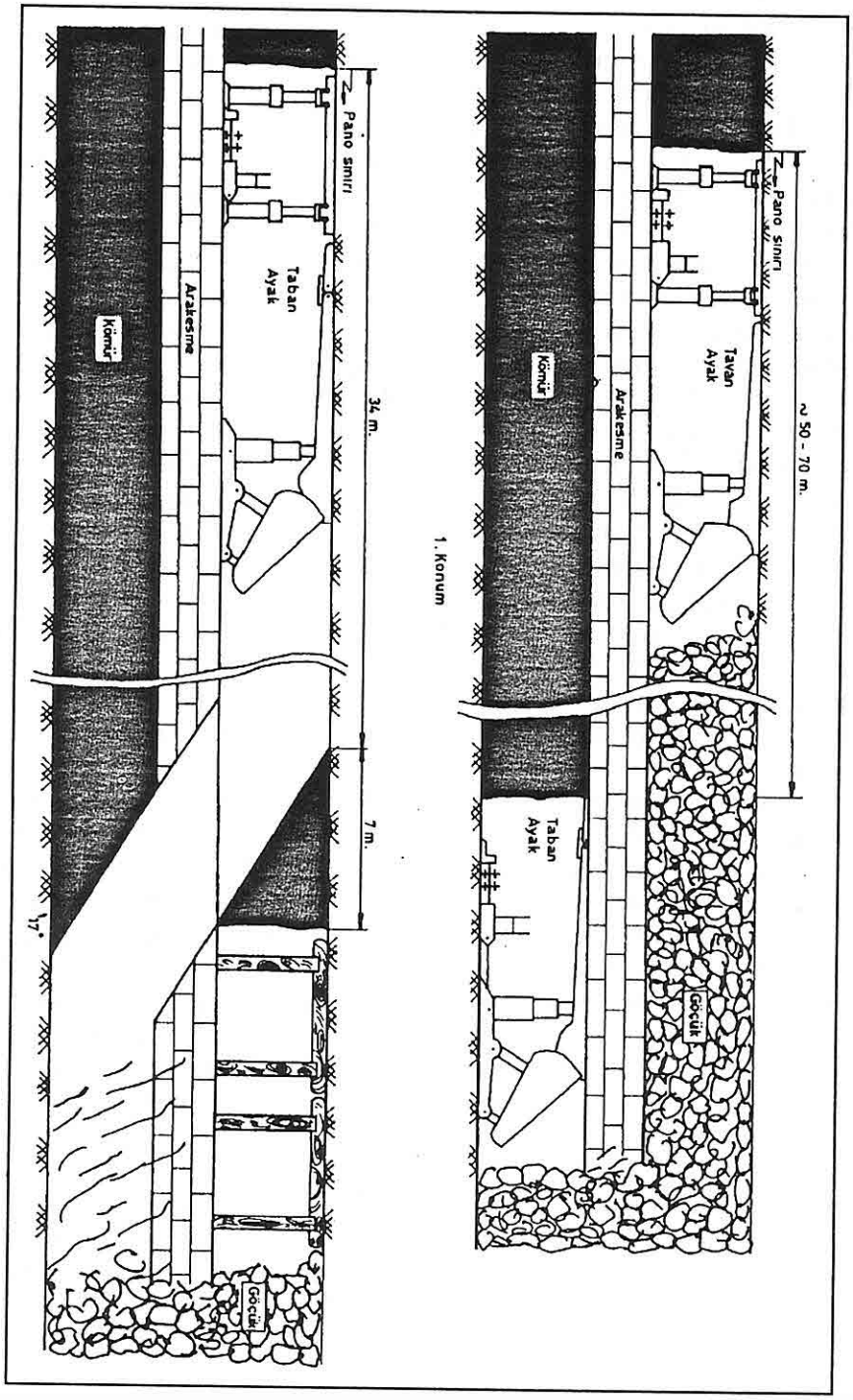
3. söküm yöntemi ile A04 panosunda daha fazla kömür üretilmiştir. Çünkü A04 panosu 2. söküm yöntemi ile sökülseydi, tavan ayak rekup başında, taban ayak ise tavan ayağın 5 m. gerisinde durdurulup sökülecekti. 3. söküm yöntemi ile tavan ayakbaşı rekubun 20 m. gerisinde durdurulurken, taban ayak tavan damara çıkıp ayakbaşı rekubun 20 m. ilerisine (4007 nolu desandreye 18 m. kala) kadar çalıştı. 3. söküm yöntemi ile A04 panosunda 11.653 ton daha fazla kömür üretilmiştir.

1. ve 2. söküm yönteminde taban ayaklarda kullanılan GI-110 profil tahkimat, hidrolik direk ve ağaç tahkimat malzemenin bir kısmı kurtarılamıyordu. Kurtarılan malzeme ise deformasyona uğramış oluyordu. 3. söküm yöntemiyle daha az malzeme ayak içerisine sokulduğu gibi, bu malzemenin tamamı kurtarılmaktadır. Ayrıca bu malzeme deformasyona da uğramamaktadır. Çünkü her iki ayak bakir bölgelerde söküme tabi tutulmaktadır.

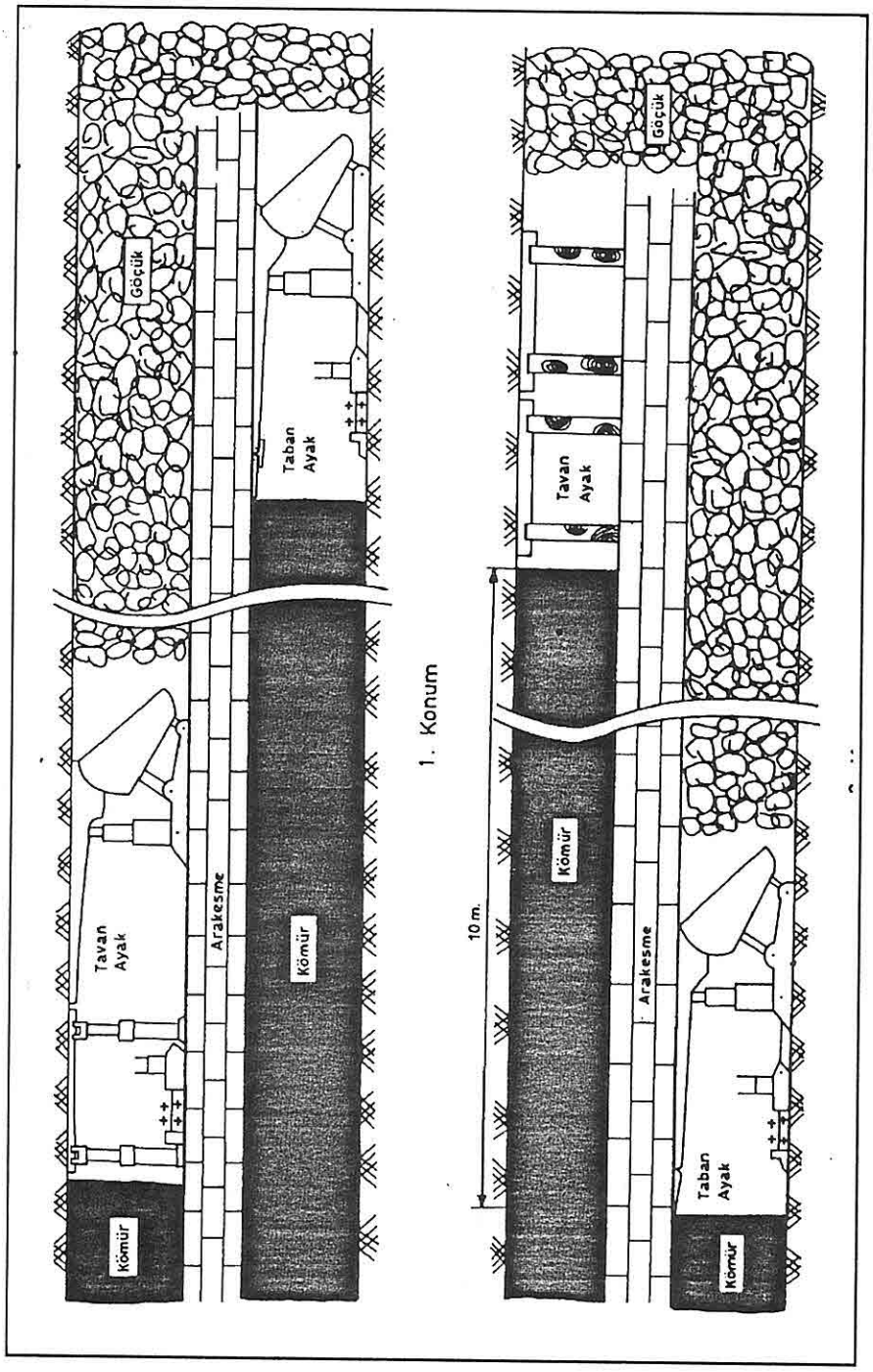
1. ve 2. söküm yönteminde malzeme ayak başına ve ayak kuyruğuna yerleştirilen vinçlerle yapılıyordu. 3. söküm yönteminde ise ayak içerisine montajı yapılan monoraylarla malzeme taşınmıştır. Bu işçi sayısında azalma sağlamıştır. 3. söküm yöntemi ile söküm daha az vardiyada tamamlandığı için işçilikte de tasarruf sağlamıştır.

1. ve 2. söküm yöntemlerinde taban ayak, tavan ayağın göçüğünün altında sökülüyordu. Yürüyen tahkimatların kurtarılması için GI-110 profil çelik tahkimat ve altına hidrolik direklerin konduğu geçici emniyet tahkimatı yapılıyordu. Yürüyen tahkimatların tamamı kurtarıldıktan sonra geçici emniyet tahkimatının da kurtarılması gerekir. Emniyet tahkimatı alınırken ayak içerisine ağaç tahkimat yapılır. Ağaç tahkimatlı ayakta, emniyet en zayıftır. Bu esnada tavan ayağın tavanındaki şok göçükler ve ani blok oturmaları taban ayakta tehlike oluşturabilir. 3. söküm yönteminde, ayakların her ikiside tavan damarda, tavanı bakır olan bölgede sökülüdüğü için daha emniyetli çalışma ortamı olmuştur.

Havza kömürü içerisinde % 4-5 oranında kükürt bulunur. Bu yüksek orandaki kükürt kömürün kendiğilinden yanarak ocak yangınlarının meydana gelmesine neden olur. 1. ve 2. söküm yöntemlerinde tavan ayağın gerisinde (göçükte) kalan az miktardaki kömürün kendiliğinden yanmasına ve taban ayak sökümünde tehlike oluşturmasına neden olur. Çünkü taban ayak sökümü tavan ayağın göçüğü altında yapılmaktadır.



Şekil 7. A04 Panosunda 3. yöntemle söküm uygulaması



Şekil 6. 2. Yöntemle söküm uygulaması

üretim durdurularak söküm başlatıldı. Böylece taban ayağın 150 metresi sağlam tavan altında, 70 metresi ise tavan ayağın göçüğü altında söküm çalışmaları yapıldı.

1. yöntemdeki bazı aksaklıklar bu yöntemde de görüldü. En önemli sorun yangın tehlikesiydi.

2.3. Uygulanan 3. yöntem

A04 panosunda ise A03 panosunda uygulaması tam olarak gerçekleşmeyen 2. yöntemin uygulaması öngörüldü. Bu nedenle tavan ayak pano sınırı olarak belirlenen rekup başına 20 m. kala durduruldu. Yapılan çalışmalar sonucu A04 panosu taban ayağında 3. bir söküm yöntemi denenmesi kararlaştırıldı. Bu yöntemde taban ayak, tavan ayak arının altına gelince yükselerek üretim yapacaktı. Arakesme kesildikten sonra tavan damara çıkacak ve üretimi orada devam ettirecekti. Tavan damara çıkarılan taban ayak pano sonuna vardığında tavan damar içinde sökümü yapılacaktı (Şekil 7).

Rekup başına 20 m. kala durdurulan taban ayakta tamburlu kesici-yükleyici ile sökümün rahat yapılabilmesi için genişletme çalışmaları yapıldı. Bu arada yürüyen tahkimatların üzerine GI-110 profil çelik tahkimat yerleştirildi. Genişletme işi bittiğinde tamburlu kesici-yükleyici söküm için ayak kuyruğuna götürüldü. Yürüyen tahkimatların üzerine yerleştirilen GI-110 profil çelik tahkimat altına münferit hidrolik direk kondu. Münferit hidrolik direkler arası 1 m., GI-110 profiller arasına ise çelik fırça yapıldı. Ayak kuyruğunda çift tamburlu kesici-yükleyici sökümü yapılırken, arında kömür boşalmasına karşı çelik hasır yapıldı. Bu arada ayak içerisine ayak malzemesinin nakli için monoray hattı döşendi. Akabinde ayak içi çift zincirli konveyör, ayak başında başlanarak sökümü yapıldı, nakli sağlandı. Konveyör tamamen söküldükten sonra ayak kuyruğundaki yürüyen tahkimattan başlanarak şild tahkimat sökümü başlandı. Yürüyen tahkimatla birlikte ayak içerisindeki GI-110 profil ve hidrolik direklerde sökülerek kurtarıldı. Sökümü yapılan ayak, kuyruktan itibaren göçmeye terkedildi.

Tavan ayak sökümü bitirildikten sonra, taban ayak tavan ayak altında diyagonal olarak geçirildi. 17° lik bir eğimle ayak yukarı doğru tırmandı. Bu tırmanma, tavan damara tam olarak girinceye kadar devam etti.

Tavan damarına kadar yükselen taban ayak pano sınırına kadar üretime devam etti. Pano sınırında ise tavan ayak için uygulanan söküm aynı şekilde uygulanarak taban ayağın tavan damar içinde sökümü yapıldı.

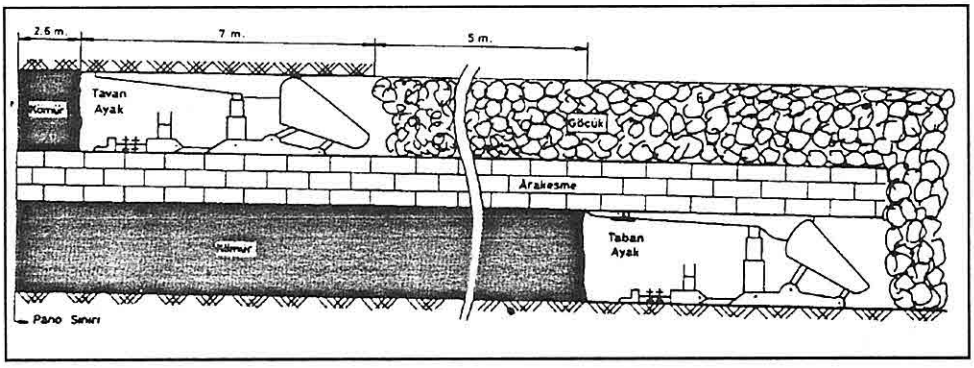
3. SÖKÜM YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Pano söküm çalışmaları çok riskli bir iştir. Bu nedenle en az riski olan ve en kısa sürede sökümü yapılan bir yöntemin geliştirilmesi zorunludur. Tam mekanize üretime başlanan 1986 yılından bu yana müessedeki 6 panoda 3 ayrı söküm yöntemi uygulanmıştır. Söküm ile ilgili rakamlar Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. Bu tablolar incelendiğinde, ince arakesmeye sahip A01, A02 ve A03 panolarında, tavan ayaklardaki yürüyen tahkimatlar, taban ayaktaki yürüyen tahkimatlardan 3 ile 33 vardiya arasında değişen sürelerde daha erken söküldüğü görülür.

2.1. Uygulanan 1. Yöntem

Bu yöntem A13, A01, A02 ve A17 panolarında uygulanmıştır. Bu yöntemde pano sınırına yaklaşıldığında tavan ayak hızlı, taban ayak yavaş çalışır. Tavan ayak pano sınırına vardığında, taban ayak 50-70 m. kadar geridedir. Bu mesafe tavan ayak sökümü yapılırken, taban ayağın bekletilmeyip çalışması içindir. Aksi taktirde bir ayağın sökümü yapılırken diğerinin bekletilmesi, yangın tehlikesi ve ayaktaki hidrolik yürüyen tahkimatların aşırı yüklenerek deformasyonura neden olur. Tavan ayak sökümü yapılırken, taban ayak 5 m. gerisine kadar çalışılır. Tavan ayak sökümü biter bitmez, taban ayak sökümü yapılır (Şekil 5).

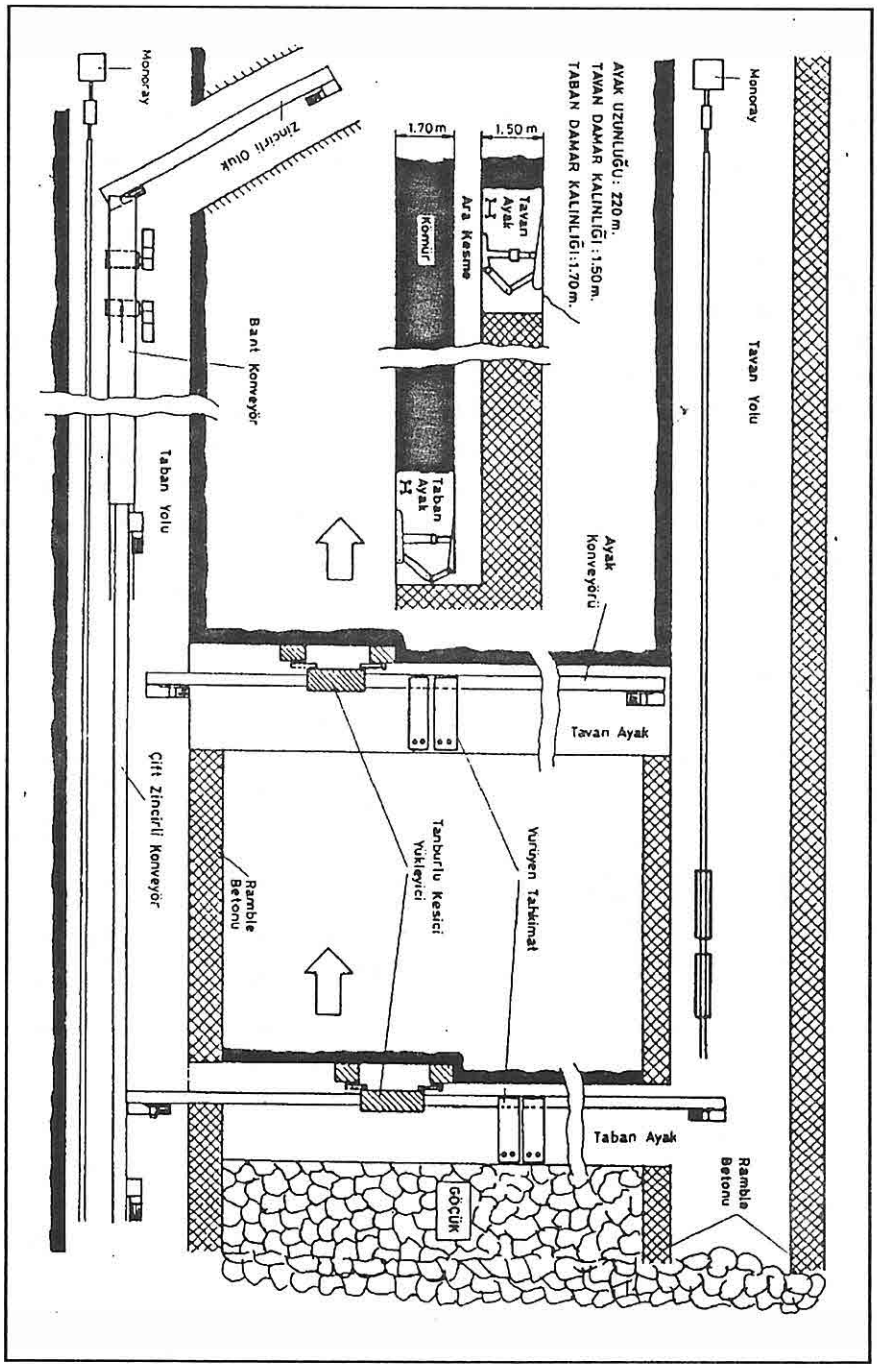
Bu yöntemle sökümde A13 ve A17 panolarında arakesme kalın olduğu için çok önemli problemlerle karşılaşılmamıştır. Ancak A01, A02 panolarında arakesme ince olduğu için taban ayak sökümlerinde büyük güçlüklerle karşılaşılmıştır. Taban ayaktaki yürüyen tahkimatların sökümü sırasında, arakesme kırılarak tavan ayağın göçüğü, taban ayak içerisine akıyordu. Akan pasa nakledilemediği için tahkimatların kurtarılmasını güçleştiriyordu. Söküm süresi uzadıkça ayak üzerindeki basınçlar artıyor, ayak açıklığı azalıyor, söküm işleri zorlaşıyordu. Aşırı yük altındaki yürüyen tahkimatlarda çeşitli deformasyonlar görülmüştür. Bu olumsuzluklar nedeni ile taban ayak sökümü uzun sürmüş, bakım-onarım giderleri artmış, maliyetler aşırı yükselmiştir.



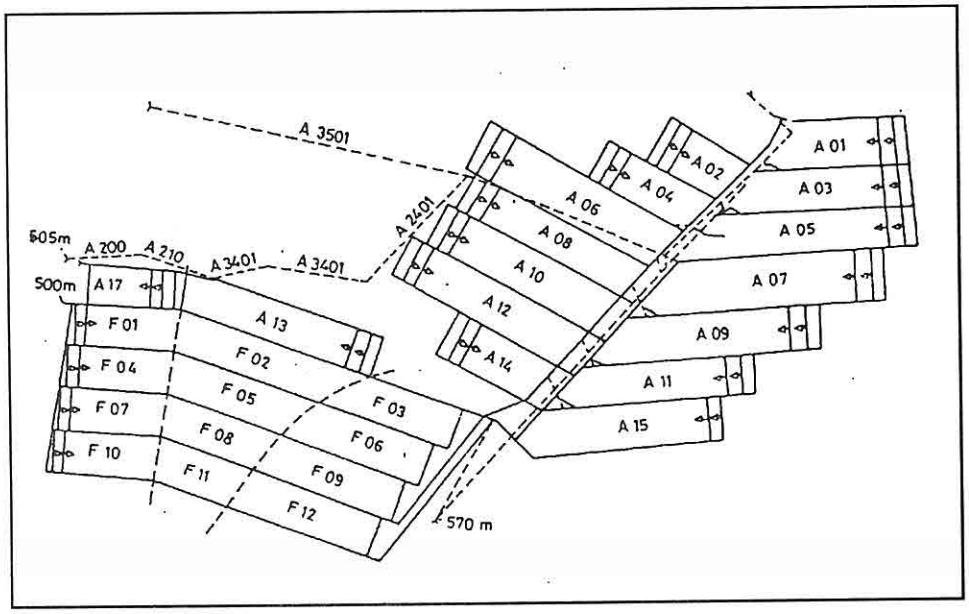
Şekil 5. 1. Yöntemle söküm uygulaması

2.2. Uygulanan 2. Yöntem

İnce arakesmeli olan panolarda taban ayak sökümünde karşılaşılan problemleri yaşamamak, sökümü daha kısa sürede tamamlamak amacı ile A03 panosunda 2. bir yöntem denendi. Bu yöntemde tavan ayak pano sınırına 10 m. kala durdurularak sökümü yapıldı. Planlamada, taban ayak tavan ayağın altında diyagonal olarak geçtikten sonra bakir bölgede sağlam tavan altında sökümü yapılacaktı (Şekil 6). Ancak taban ayağın kuyruktan itibaren 150. metresi tavan ayağın altında geçmiştiki ayak kuyruğunda CO miktarı yükseldi. Yangın belirtilerinin görülmesi üzerine taban ayakta



Şekil 4. Panoların plan görünüşü



Şekil 3. O.A.L. Kömür işletmesi ana hazırlık planı

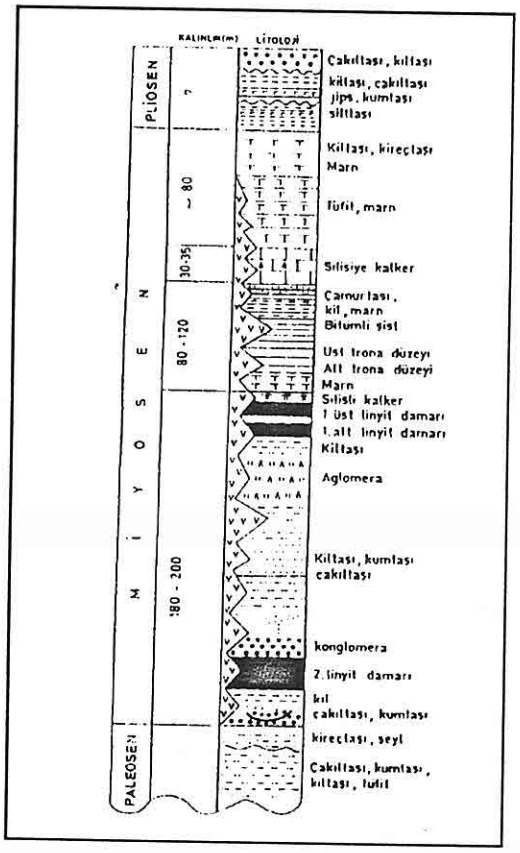
kalınlığındadır. İki damar arasındaki arakesme kalınlığının az olması, aynı panodaki her iki uzun ayağın aynı taban yolunun kullanılmasına olanak sağlar. Bu durum üretim için avantaj sağlar. Böylece her damar için ayrı ayrı taban yolu sürülmesi gerekmemektedir. Ancak üretim sırasında kullanılan techizatın sökülerek kurtarılmasında dezavantajdır. Üretim panolarının sonuna gelindiğinde her iki ayaktaki ve taban yolundaki techizatlar sökülür. Sökülen techizat yerüstündeki atölyelere taşınarak bakım-onarımdan geçirilir. Daha sonra yeni panoya taşınarak montajı yapılır. Bu işler aşağıdaki nedenlerden dolayı kısa sürede yapılmalıdır.

a. Kömür talebini karşılamak için yeni panoda biran önce üretime geçmek,

b. Üretimi bitmiş ayakta oluşan yüksek tavan basıncının, yürüyen tahkimatları olumsuz etkilemesine engel olmak,

c. Yangın tehlikesi olan üretimi bitmiş ayakların biran önce terkedilerek kapatılması.

Aynı panodaki iki uzun ayağın aynı taban yolunu kullanması, sökülen techizatın da aynı taban yolunda naklini gerektirir. Bu ise söküm süresinin uzamasına neden olur. Söküm, bakım-onarım ve montaj işlerinin hızla yapılarak sürenin kısaltılması için 3 ayrı yöntemle söküm yapılmıştır.



Şekil 2. Genelleştirilmiş stratigrafik istif

İki damar arasındaki arakesme kalınlığının az olması aynı panodaki her iki uzun ayağın aynı taban yolunun kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Şekil 4).

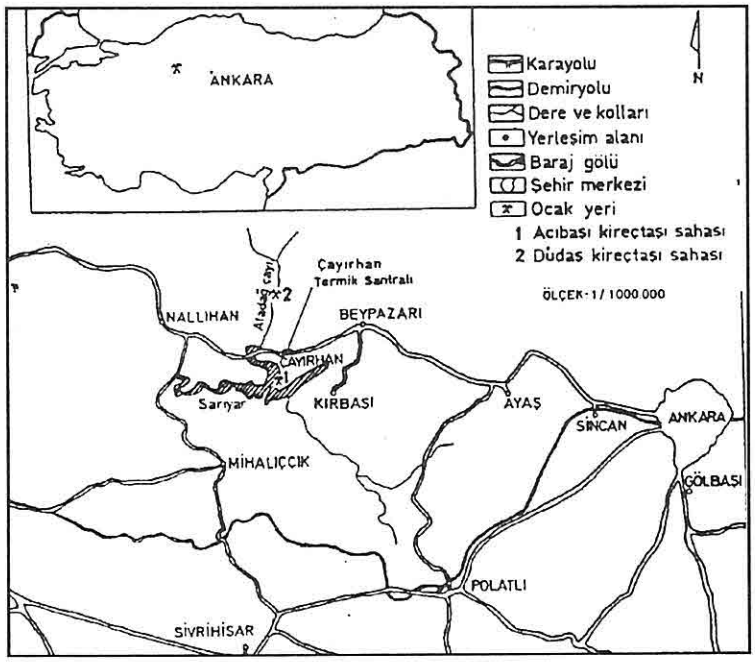
Mekanize uzun ayaklarda kazı aracı olarak, kömürün jeolojik, petrografik ve mekanik özelliklerine bağlı olarak Eickhoff EDW 200/230-L tipi çift tamburlu kesici-yükleyici kullanılmaktadır. Ayak tahkimatı olarak Westfalia Lünen WS 1.7 Shield tipi 2 direkli hidrolik yürüyen tahkimat üniteleri kullanılır. Çift tamburlu kesici-yükleyicilerle kazılan kömür ortadan çift zincirli konveyöre yüklenerek, ayak içerisinden taban yoluna nakli sağlanır.

2. MEKANİZE PANODA SÖKÜM YÖNTEMLERİ

Üst linyit düzeyindeki iki kömür damarı ortalama kalınlığı 85 cm. olan arakesme ile birbirinden ayrılır. Üst damar yaklaşık 1,5 m. kalınlığında, alt damar yaklaşık 1,7 m

1. GİRİŞ

Türkiye'de tam mekanize kömür üretimine ilk olarak 1986 yılında Orta Anadolu Linyitleri (O.A.L.)'nde başlamış ve başarılı olarak devam etmektedir. Linyit havzası Ankara ilinin 124 km. batısındadır (Şekil 1). Jeolojik etüdler ve sondajlı aramalar sonucu 520 milyon ton linyit kömürü rezervi saptanmıştır. Kömür marn katmanları arasında üç damar halinde oluşmuştur (Şekil 2). üstteki iki linyit damarı üst linyit düzeyini oluşturur. Bu iki damar arasında ortalama 85 cm. kalınlığında arakesme bulunur. Alt linyit düzeyi ise üst linyit düzeyinin yaklaşık 150 m. kadar daha altındadır. üretim üst linyit düzeyindeki iki damarda yapılmaktadır. Bu damarların ortalama kalınlığı 46 m. kadardır. üst linyit düzeyindeki kömür damarı ortalama %22,06 nem, %30,17 kül, %29,25 uçucu madde, %23,94 sabit karbon, %4,12 kükürt içermektedir ve 2848 KCal/kg alt ısıya sahiptir.



Şekil 1. O.A.L. Çayırhan yer bulduru haritası

3 milyon ton/yıl üretime göre planlama yapılmıştır. Henüz 2,2 milyon ton/yıl üretim yapılmaktadır. İhtiyaca göre üretim arttırılabilir. Havalandırma, nakliyat ve tektonik koşullardan dolayı pano boyları 600-1700 m. arasında, ayak uzunluğu ise 220 m. olarak seçilmiştir. üretim geri dönümlü arkadan göçertmeli tam mekanize uzun ayak üretim yöntemi ile yapılmaktadır. Üretim yapılan panonun taban yolu göçertilmeyip, bir sonraki üretime geçecek panonun tavan yolu olarak kullanılmaktadır (Şekil 3).

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

ORTA ANADOLU LİNYİTLERİ KÖMÜR İŞLETMESİNDE MEKANİZE PANO SÖKÜM UYGULAMALARI

Çelik TATAR ve M. Sıddık KIZIL
D.E.Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir / Türkiye

ÖZET: *Orta Anadolu Linyitleri (O.A.L.)'nde geri dönümlü arkadan göçertmeli tam mekanize uzun ayak üretim yöntemi uygulanmaktadır. Havalandırma, nakliyat ve tektonik koşullardan dolayı pano boyları 600 ile 1700 m. arasında, ayak uzunluğu 220 m. olarak seçilmiştir.*

Üretim panolarının sonunda, ayaktaki ve taban yolundaki techizatlar sökülerek yeryüzündeki atölyelerde bakımı-onarımı yapıldıktan sonra, yeni panoya taşınarak montajı yapılmaktadır. Söküm, bakım-onarım ve montaj çalışmaları uzun zaman aldığından, mekanize üretim sisteminin en kritik aşamasını oluşturur. O.A.L.'de üç ayrı yöntemle söküm yapılmıştır. Bu çalışmada bu üç ayrı yöntem karşılaştırılarak en uygun yöntem ortaya çıkarılmıştır.

MECHANIZED LONGWALL PANEL DISMANTLING APPLICATIONS AT MIDDLE ANATOLIAN LIGNITE MINE

ABSTRACT: *The full mechanized longwall retreating method is used at the Middle Anatolian Lignite mine. The panel lengths vary between 600 m and 1700 m and the face length is chosen as 220 m because of the ventilation, transportation and tectonic conditions.*

At the end of the each production panel, the double drum shearer and self advancing longwall roof-support units at the face and the transportation equipments on the haulage road are dismantled and carried to the workshops. After the maintenance, they are carried to the face of a new panel and installed again. Dismantling, maintenance and montage of powered supports are time consuming operations, therefore, they are the most critical stages of the mechanized production system. Three different dismantling systems were applied at the Middle Anatolian Lignite mine. In this study, these three different dismantling systems are compared and the optimum one ise identified.

6. REFERENCES

Onargan, T., Köse, H. 1992. Kömür Ocaklarında Yumuşak Formasyonların Ocak Duraylılığına Etkisi ve Çözüm Olanaklarının Araştırılması, 8th. Coal Congress, May, Zonguldak, pp. 355-389.

Onargan, T., 1995. The Support Design of Drives In Soft Ground at Soma-Işıklar Colliery. Ph.D. Thesis. Dokuz Eylül University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir.

Peng, S.S., 1978. Coal Mine Ground Control, John Willey & Sons. New York, , pp. 365-399.

Wilson, A.H., 1983. The stability of Underground Workings in the Soft Rocks of the Coal Measures, Int. J. of Mining Engineering, Vol.1, No.2, pp. 91-187.

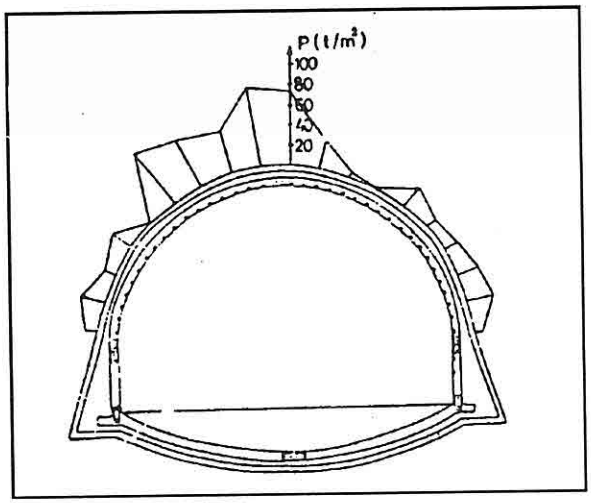


Figure 10. Distribution of rock pressure along the steel support for readings (The Main Drift, 462 m).

5. CONCLUSION

The deformation of the drift caused by different main reasons. The deformation of the drift caused by the swelling pressure is mainly due to the physical and mechanical characteristics of weak swelling rock strata and nature of their behaviour.

1. Low strength (σ_b = 3.26 Kg/cm2)
2. High moisture content silty clay (% 35.2)
3. High plasticity (PI, %47.6)

Under the influence of these factors, the strength of the surrounding rock is reduced substantially, weighting occurs in all directions from the opening, and the amount of floor lift increases obviously. So it is very important to avoid the harmful effect of these factors on the surrounding rock.

The resulting of the deformation and the load on supports show that the convergence values of " Floor Arched Steel Set + Concrete Lining" support system is much lower than of the previous support system. However, deformations of the concrete lining of support system is still exist. The load measurement results also show that the load distribution on the drift support system is not uniform and maximum rock load is around 79 tones/m2(0.77 MPa).

An effective support system must be introduced and some strict construction measures must be taken, which might improve the drift support conditions to a great extent when the drift or roadways has to be driven in a weak stratum.

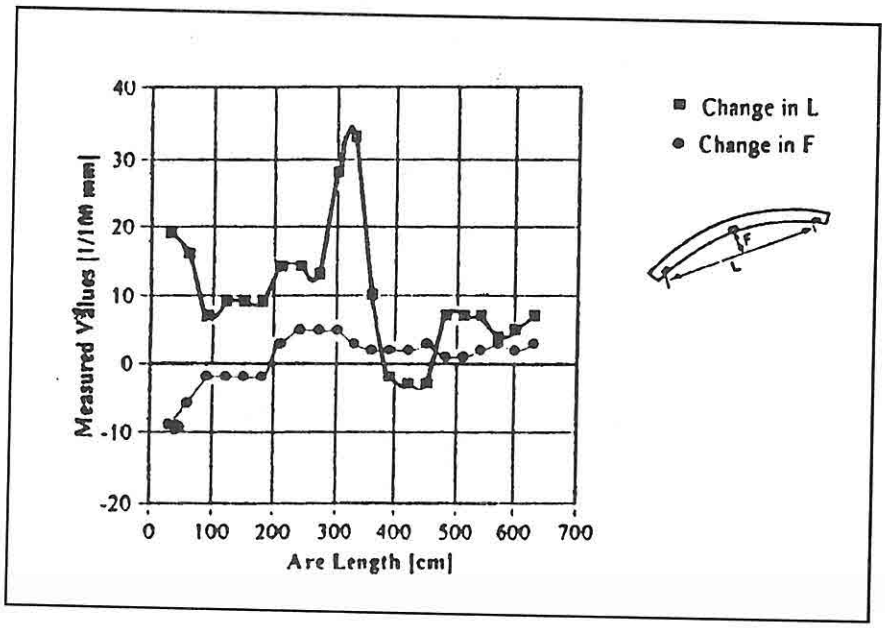


Figure 8. Distribution of the measured values f, and l along the arch after 28 days. The Main Drift, m 462.

The corresponding distribution of the stress resultants M and N along the axis of the arch is shown in Figure 9. The derived rock pressure distribution at drift length 462 m and its development with time is shown in Figure 10. The maximum value of the radial load was determined for the last but one reading and found to be around 79 tones/m^2.

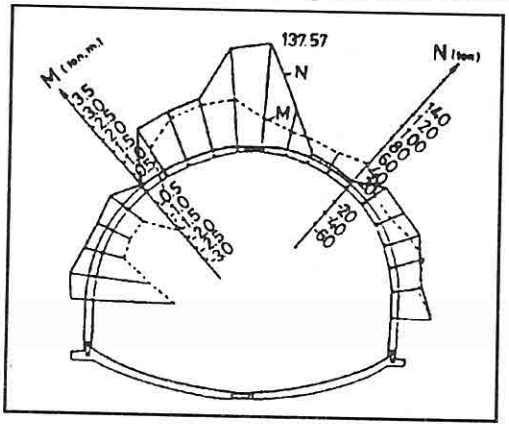


Figure 9. Distribution of Moment and Normal Force along the steel support after 28 days (The Main Drift, 462 m).

monitoring of the load cells was conducted. As a result of the observations, when, the load cell with hydraulic prop which is installed at the face was given available values for pressure, the load cell which is installed over the steel arch support was not able to obtain available values. Figure 7. shows, variations of rock pressure as a function of measuring time in the Main Drift at 462 m in Soma-Işıklar Coal Mine.

It was observed that the rock pressure increases sharply within as a function of measuring time. However, these measurements are not enough to determine for arch support pressure. Thus, the other measurement technique was used for estimating of the support pressure in this Main Drift at Soma-Isİklar Coal Mine. This method and measurement results are given in the following section.

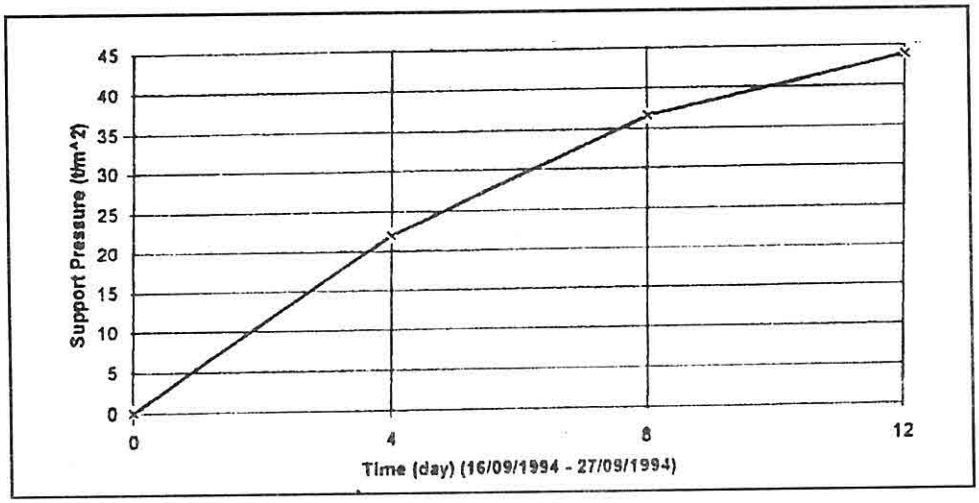


Figure 7. Developing of the measured rock pressure with load cell (hydraulic prop) as a function of measuring time.

4.2.2. Integrated Measuring Technique for Rock Pressure Determination

The support installed in the drift was deformed as rock pressure increased. A technique has been developed for the back analysis of rock pressure by KOVARY and is known as the integrated measuring technique. In this study, rock pressure was determined through in-situ measurement of deformation of the support.

4.2.2.1. Application in the Field

To give an example of a series of readings I consider Figure 8, in which the measured values f, and l are given in terms of the arch length. The full line is the smooth curve obtained by spline interpolation. The determination of moments and normal forces from these values is best done with the aid of a diagram even on site.

deformations of the concrete lining of support system is still exist. Therefore, new supporting systems are investigated for the Main Drift in this study.

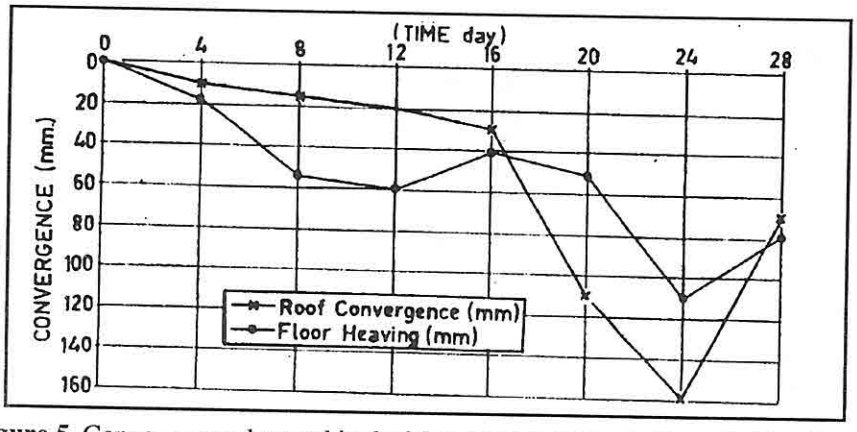


Figure 5. Convergence observed in the Main Drift at 462 m in Soma-Işıklar Coal Mine.

4.2. Rock Load

4.2.1. Measurement Technique For Rock Pressure With Load Cell System

After supports were installed, deformation of supports and load applied to them were measured using the load cell system, and magnitude and orientation of load were analyzed through the results of in-situ measurements. Two types of load cell system were used. Those systems are illustrated Fig. 6.

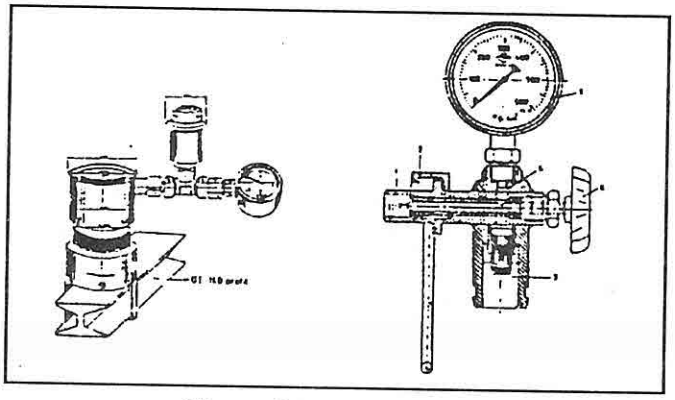


Figure 6. Load - cell types

Load cells were installed at the face and observational stations in the main drift. As the support pressure is expected to be the max. at stations load cells were installed only at these stations.These were monitored both with face advance and over time. Daily

For the section of drift situated in clayey formation two kinds of problems were faced. Firstly, large deformations were occur. Secondly, it was known that the given silty clay possesses a considerable swelling capacity. In this part the bottom of the main drift was encountered large floor heaving due to high swelling capacity of the weak formation. Figure 3.a shows cross-section of the main drift with previously used support system. Figure 4 shows total vertical and horizontal shortening for a measuring station in the main drift. As convergence for a drift height of 3.50 m such a displacement amounts to max. 28 %.

4.1.2. Recommended Supporting System

The principle of this system is to remove the material susceptible to heaving with drift advance. Floor unit in parabolic form has ability to resist floor pressure. The side walls reinforced with concrete blocks as seen in Figure 3.b.

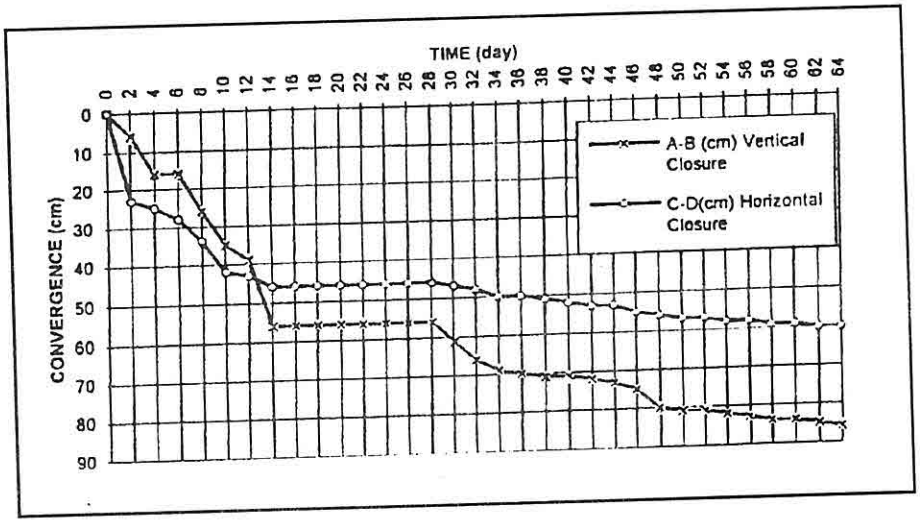


Figure 4. Variations of convergence as a function of measuring time for No.390 support set (15/93/1 - 19/93/3)

The results of vertical and horizontal movements measurements at the main drift supported by this system are illustrated in terms of time in Fig.5. The total vertical movement is seen to be in order of 6 cm (Average). As convergence for a drift height of 3.50 m such a displacement amounts to max. 4.2 %. The total horizontal movement is seen to be in order of 12 cm (Average). Horizontal displacement amounts to max.3 %. These results reveal that the ground movements experienced are rather " unimportant ". This system, compared with earlier tried system, provided a very successful performance against floor heaving within a period of 2-3 months. However,

Table 1. Engineering Properties and Geotechnical Index Values of Samples

Engineering Properties	Units	Clay Samples	Notes
Uniaxial Compressive Strength	Kg/cm^2	3.26	Very Low Strength
Friction Angel	°		
Cohesion	Kg/cm^2		
Index Characteristics	**Units**	**Clay Samples**	**Notes**
Grain Composition Clay	%	36.9-20.0	Silty Clay
Grain Composition Silt	%	63.1-77.0	
Grain Composition Sand	%	0-3.0	
Natural Unit Weight	g/cm^3	1.90	
Specific Gravity	g/cm^3	2.36	
Water Content	%	35.20	HighWater Content
Porosity	%	41.00	
Plastic Limit, PL	%	44.40	Extremely High Plasticity
Liquid Limit, LL	%	92.00	
Plasticity Index, PI	-	47.60	Active Clays
Activity, A	-	1.52	Very Stiff
Consistency Index, CI	-	1.19	Heavy Slake
Bulk Shrinkage Index, SIB	%	10.96	

4.1.1. Previously Tried Supporting System

450 m of the main drift was driven in marl, sandstone and clay. In this part, the mine management had tried "Rigid arches + concrete lining" supporting system. This system was encountered various stability problems.

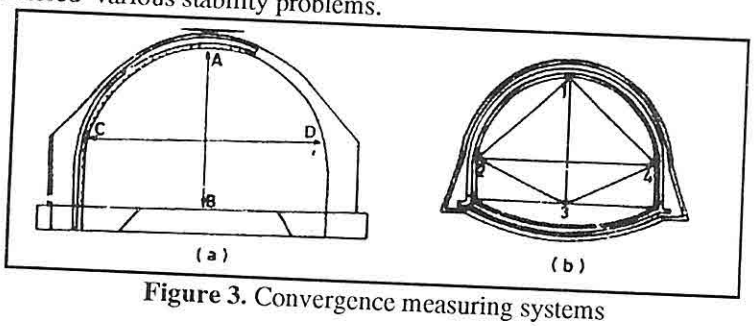


Figure 3. Convergence measuring systems

b. Between 300 - 720 meters : In this section, the main drift was run on P2 formation. This unit is composed of clay, sandstone, silt. The directions of bedding is perpendicular to the tunnel line. Slopes were 20 - 40° and through E. This formation caused some stability problems during the construction of Main Drift. During the tunnel excavation, swelling and deformations were encountered in the part of rock which contains large amount of clay by effect of water.

c. Between 720 and 960 meters : This section of the main drift will flow down on limestone. During the construction, swelling and serious deformations are not expected in the part of the rock. For this section, it is necessary more detail knowledge, especially water inflow will be determined.

3. LABORATORY and FIELD STUDIES

This study is based on two section; first section includes identification of clay samples, second section includes determines of geotechnical parameters of soft rock around the main drift at Soma-Işıklar Colliery. Different block samples which are obtained from tunnel face has been used in this study. The test results are summarized in tables 1.

4. OBSERVATIONAL DESIGN APPROACH FOR MAIN DRIFT AT SOMA - IŞIKLAR COAL BASIN

Geomechanical instruments were installed on several underground monitoring stations in order to obtain the necessary in-situ quantitations data regarding displacement, deformation of supports and load applied to them were measured using the load cell system, and magnitude and orientation of load were analyzed through the results of in-situ measurements. Also, rock pressure was determined through in-situ measurements of deformation of the support. As a result, the practical and suitable drift support system of the coal mine are studied.

4.1. Convergence Monitoring

Convergence measurements at the main drift revealed variations in measured values over long periods of time and independence of those values with respect to the face advance. 13 measuring stations were considered suitable for the analysis of the measured data.

At stations, horizontal and vertical convergence were measured between points of the rock wall. This measuring system was used for first support system. In order to obtain accuracy values for floor heaving and roof convergence, another measuring system was conducted. Both of these systems are illustrated in Fig.3. Convergence measurements were recorded daily for a period of about two years until the convergence rate decelerated significantly.

Soma-Işıklar basin which contains two thick Miocene lignite seams designated the KM2 and KM3. The Miocene deposits rest unconformable on Mesozoic basement rocks. Pliocence deposits rest conformably on the Miocene and contain two poorly developed lignite seams designated the KP1 and KP2.The stratigraphy of the Soma-Işıklar is summarized in general stratigraphic column as shown in Figure 2.

2.3. Engineering Geology

The lithologies along the drift line, the dissociation alteration degrees of lithologies, some engineering features such as rock explosion, swelling, expanding flowing are given separately for each unit expected to be faced along the drift route. The Main Drift route planed by the Aegean Lignite Company has the length of approximately 960 m. All the studies had been conducted on this route planned.

The route was divided in to three main section that represent different geologic conditions and ground features by the thought of a detailed investigation.

a. Between 0 - 300 meters : The first 300 m of the tunnel flows down on the marl, tuffitic sandstone, tuff,and clay. During the studies in this part, there was no stability problems about support and excavation.

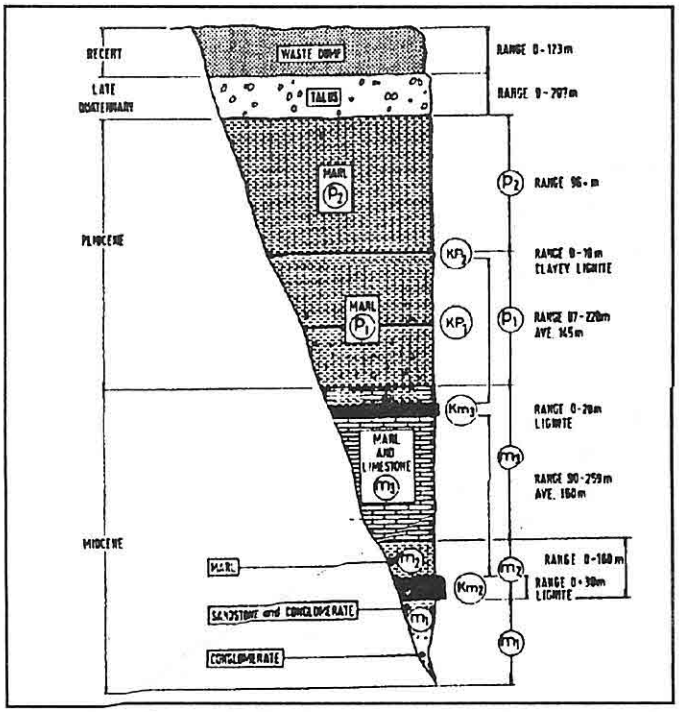


Figure 2. Generalized stratigraphic section (After Nebert)

1. INTRODUCTION

For efficient and safe mining operation, it is essential to estimate deformation and stress distributions around the mining opening and roof and floor stability with excavation sequence in coal mine.

The main drift in to the mine in Soma-Işıklar coal mine has been driven since 1992. During the construction, some support and stability problems(floor heaving and deformation of the drift support have been encountered.

An attempt is made in this study to provide an outline of the mechanism of heaving and design guidelines for a support system to be used in swelling formation at Soma-Işıklar Colliery. As a result, the practical and suitable drift support system of the coal mine are studied.

2. GEOLOGY

2.1. Location and General Information

The projected underground mine is delineated on Figure 1. The area lies about 10 km south of the town of Soma at the west Anatolia in TURKEY. The distance between Soma and the provincial center of Manisa is about 93 km.

It is propesed that the main access drift in to the mine will serve both the KM3 and KM2 seams. KM3 seam developed first. The main conveyor drift is driven at an inclination of 12.8o. Total length of the main drift is 960 m, and 5.2 m width, 3.9 m high. Its length was 505 m at 06/01/1995.

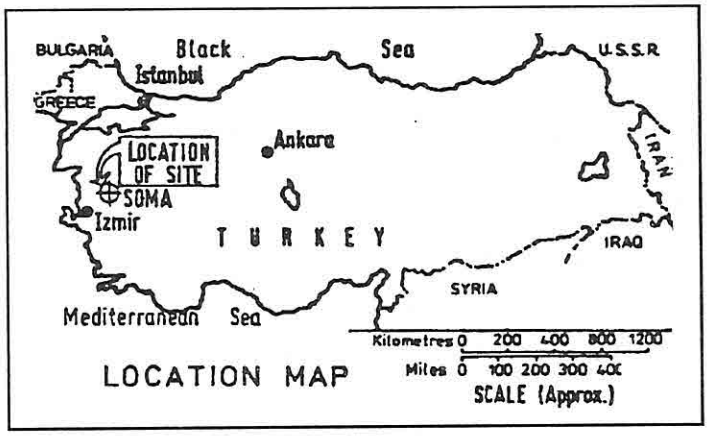


Figure 1. Site location

2.2. General Geology

The lignite deposits of southwestern Turkey are contained within a series of northeast-southwest trending Tertiary basins. This section is concerned with the

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

A GEOTECHNICAL STUDY FOR THE MAIN DRIFT AT SOMA-IŞIKLAR COLLIERY

Turgay ONARGAN ve Halil KÖSE
D.E.Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye

ABSTRACT: *In this study, the in-situ and laboratory studies has been investigated to define the weak formations through which the main drift has been driven at Soma-Işıklar coal field. After drift excavation and support installation, the deformation and the load on supports were measured to determine the most suitable support method of the main drift in Soma-Işıklar coal mine.*

SOMA IŞIKLAR KÖMÜR OCAĞI ANA GİRİŞ DESANDRESİNIN JEOTEKNİK AÇIDAN İNCELENMESİ

ÖZET: *Bu çalışmada, Soma-Işıklar kömür sahasında açılmakta olan ana giriş desandresinin içinde sürüldüğü zayıf kayaçların tanımlanmasına yönelik bir dizi laboratuvar ve saha çalışmaları yapılmıştır. Desandrede, kazı ve tahkimatın kurulmasından sonraki aşamalarda yerinde konverjans ve tahkimata etki eden yük ölçümleri yapılmış ve en uygun tahkimat yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır.*

endeksine sahip olan teknik veri kümelerinin lineer ranklama esasına dayanan bir normda regresyonel ifadelemelere gidilebilmesi sebebiyle, en yaygın olarak kullanılabilecek bir yöntem olarak belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

Gündüz L., 1992. "System Analysis and Fill Design in Mining With Backill", Ph.D. Thesis, University of London.

Kreyzıg, E., 1988. "Advanced Engineering Mathematics", 6th Edition, John Wılley & Sons, New York, Toronto, Singapore.

Mendenhall, W. and Sıncıch T., 1992. "Statistics for Engineering and The Sience" 3rd Edition, San Francisco, New York, Toronto, Oxford.

Press W, Teukolsky S.A., Vetterling W.T. & Flannery B.P., 1992. "Numerical Recipes in C", 6th Edition, Cambridge University, UK.

Kaya Dolgusu -25 mm	**σc**	**kür**	**s/ç**	**s/k**	**fraksiyon**
σc	1.000				
kür	0.412	1.000			
s/ç	0.223	-0.514	1.000		
s/k	-0.330	-0.129	-.918	1.000	
fraksiyon	-0.891	-0.171	-0.135	0.117	1.000

Rank analiz bulgularının analizi sonucunda, 0.01 anlamlılık düzeyinde malzemenin basınç dayanım performansına etkiyen bağımlı ve bağımsız değişkenleri arasında kurulacak olan istatistiksel ifadelemelerin geçerli olabileceğini göstermiştir. Farklı bir uygulamada ise, aynı veriler diğer tekniklerle de irdelemeye alınmış ve analiz bulguları istatistiksel anlamlılık açısından benzer sonuçları göstermiştir. Performans tahmini için etkin bağımsız faktörler ile çok değişkenli istatistiksel regresyon analizleri yapılarak korelatif değerleri yüksek olan istatistiksel ifadeler oluşturulmuştur.

Gang dolgusu,

$$\sigma_c = 0.106 \times 10^{0.032\,A1} + 0.034 \times 10^{0.089\,A1} \log A2 \qquad R = 0.996$$

Kaya dolgusu,

$$\sigma_c = 0.600 \times 10^{0.039\,A1} + 2.110 \times 10^{0.027\,A1} \log A2 \qquad R = 0.998$$

burada,

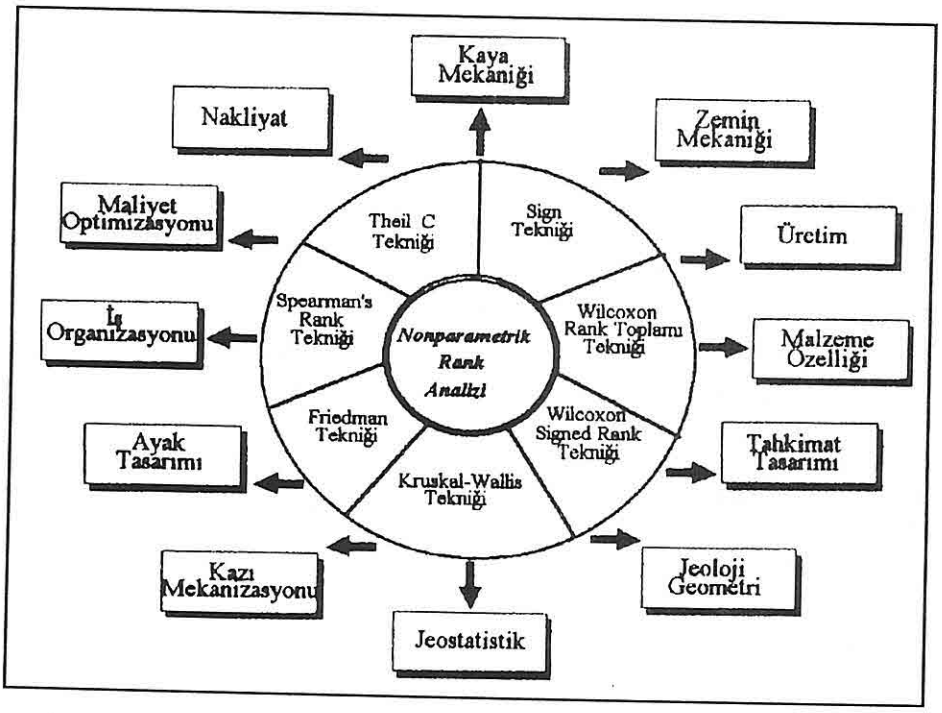
A1: Çimento kullanım oranı, %,

A2: Kür süresi, gün olarak alınmıştır.

Bu incelemelerden edinilen sonuç; çimento kullanım oranı ve kür sürelerine bağımlı değişkenler olarak elde edilen korelatif tek eksenli basınç dayanım değerleri, regresyonel ilişkilerin anlamlılık düzeyleri %98 in üzerinde olması sebebiyle, pratik olarak tahmin yöntemleri için kullanılabileceğini göstermiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada ele alınan nonparametrik rank korelasyon tekniklerinin, maden mühendisliği kapsamında kalan birçok spesifik uygulamalarda. teknik verilerin effektif olarak değerlendirilmesinde kullanılabilirliği etüd edilmiş ve özellikle maden işletme ve maden tasarımlandırma proseslerinde uygulanabilir geniş perspektifli bir boyut kazandırdığı gözlenmiştir. ırdelemeye alınan nonparametrik istatistiksel tekniklerden Spearman Rank Korelasyon Yöntemi, maden mühendisliğinde nonlineer dağılım



Şekil 2. Nonparametrik Rank Analizi - Madencilik Faaliyetleri ınteraksiyonu

irdelenmesi uygun bulunmuş ve yöntem olarak Spearman Rank Korelasyon tekniği kullanılmıştır. Bu teknik, iki farklı bağımlı ve bağımsız değişkenin non-parametrik olarak yapılan doğrusal rank faktörlerinin belirlenmesi esasına dayandırılmıştır. Bağımlı değişken olan dolgu basınç dayanım verileri, diğer bağımsız faktörler arasındaki istatistiksel yaklaşım, doğrusal olarak rank korelasyon katsayılarının tanımlanmasıyla irdelenmeye alınmıştır. 0.01 anlamlılık düzeyinde, gang ve kaya dolgusu malzemeleri ile ilgili rank istatistiği Tablo 8 de sunulmuştur.

Tablo 8. Spearman rank korelasyon değerleri.

Gang -150+75 μm	**σc**	**kür**	**s/ç**	**s/k**	**fraksiyon**
σc	1.000				
kür	0.291	1.000			
s/ç	0.761	0.123	1.000		
s/k	-0.313	0.094	0.127	1.000	
fraksiyon	0.882	-0.112	-0.098	0.208	1.000

3. RANK ANALİZ YÖNTEMLERİNİN MADEN MÜHENDİSLİĞİNDE ÖNEMİ

Günümüz gelişen mühendislik teknolojisinde, mühendislik tasarımlarının gerçeksi, güvenilir ve ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesi için tasarım büyüklükleri arasında optimal kıyaslama dağılımlarının, önceden belirlenen hata miktarı içinde kalacak şekilde incelenmesi gerekmektedir. Maden işletme projelendirmelerinde, her bir tasarım aşamasında, kayaç malzemelerine ilişkin basınç dayanımı, çekme dayanımı, elastisite özellikleri gibi parametre değerlerinin tasarım mühendisine teknik veri olarak sağlanması gerekmektedir. Jeomekanik parametre değerlerinin çalışılan projenin özelliklerine göre kabul edilen maximum ve minimum sınırları içinde bulunması gerekmektedir. Yapılacak uygulamalarda, laboratuvar ve arazi çalışmalarından elde edilen verilerin "istatistiksel büyüklükleri" (dağılım aralığı, standart sapma, standart hata, değişkenlik katsayısı, ortamın alt ve üst sınırları) belirtmek suretiyle söz konusu sonuçların kabul edilebilir değerleri temsil edip-etmediği özenle tahkik edilebilmektedir. Kayaç karakterizasyonunun yapılmasında modern yaklaşımlar, istatistiğin temel işlevleri ile doğrudan ilişkilidir. Burada amaç, tasarım mühendisine, kayaçların teknomekanik parametre verilerinin minimum risk kapsamında değerleri hakkında optimum ve sağlıklı bilgileri sağlamaktır. Maden işletme tasarımlarında, teknik veri eldesinde temel olarak iki problemle karşılaşılmaktadır; birincisi, numune boyutlandırması ve kayaç kütlelerinin test edilerek elde edilen sonuçların optimizasyonu ile ilgilidir. Diğeri ise, laboratuvar çalışmalarından çıkarılmış teknik verilerin, yerinde (in-situ) verileri yerine ne kadar sağlıklı olarak kullanılabileceğidir. ıstatistiksel yaklaşımla, genellikle, bu veriler lineer bir dağılım eğilimi yerine serbest dağılım eğilimi göstermektedirler. Normal bir dağılım eğilimi göstermeyen parametrik verilerin optimizasyonu, nonparametrik rank analiz yöntemleri ile yapılabilmektedir. Bu yöntemlerin maden mühendisliğinde kullanım alanları Şekil 2 de verilmiştir.

Rank analizi yöntemleri, madencilik faaliyetleri kapsamında kalan değişik işlevlerin tasarımlandırılması, optimizasyonu, parametre kriter seçimi, iş organizasyonu, teknik veri etüdleri gibi hususların irdelenmesi işlemlerinde effektif olarak kullanılabileceği vurgulanmaktadır.

4. PRATİK UYGULAMA

Farklı dolgu malzemeleri üzerinde yapılan bir dizi laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçların, nonparametrik lineer ranklama esasına dayanan regresyonel analiz metoduyla irdeleme bulguları özet olarak sunulmaktadır. Dolgu basınç dayanım performansına etkiyen parametreler arasında, tek eksenli basınç dayanımı değeri bağımlı değişken olarak ele alınmış ve kür süresi, çimento oranı, su/katı oranı ve boyut fraksiyonu gibi faktörler de bağımsız değişken olarak belirlenmiştir (Gündüz, 1992). Bağımlı ve bağımsız değişken olarak 5 farklı değişkenin dolgu basınç dayanımına ve karışım kompozisyonlarına etkisinin ranklama esasına dayanan bir yöntemle

p-değeri =p (x ≥ c) veya
p-değeri =p (x≤ c)

Yukarıda algoritması belirtilen tekniğin maden mekanizasyonunda kullanımına bir örnek verilecek olursa; bir açık işletmede makina parkında bulunan 15 değişik tür iş makinasının yıllık saat bazında iş sarfiyatı ve birim maliyet değerleri arasında toplam işletme maliyetine etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla karakteristik bir faktörün tayini için yapılan nonparametrik lineer bir ilişkinin varlığını belirlenmeye çalışılacak olursa; test için gerekli populasyon değerleri Tablo 6 da özetlenmiştir. Theil C faktörünün belirlenebilmesi için populasyon değer farkları arasındaki pozitif (+) ve negatif (-) ranklama işlemi ise Tablo 7 de verilmiştir.

Tablo 6. Maliyet farklari için teknik veri.

İş No	İş sarfı (saat)	Birim Maliyet
1	191	10.8
2	127	11.3
3	155	11.8
4	79	12.7
5	72	13.0
6	91	13.2
7	63	13.8
8	82	13.9
9	34	14.5
10	43	15.1
11	49	15.8
12	36	17.5
13	6	18.8
14	11	20.2
15	57	24.2

Tablo 7. Maliyet analiz değerlendirmesi

İş No	İş Sarfı (saat)	Biri m Maliyet	Rank Farkı	
			Negatifler	Pozitifler
1	191	10.8	-	-
2	127	11.3	1	0
3	155	11.8	1	1
4	79	12.7	3	0
5	72	13.0	4	0
6	91	13.2	3	2
7	63	13.8	6	0
8	82	13.9	4	3
9	34	14.5	8	0
10	43	15.1	8	1
11	49	15.8	8	2
12	36	17.5	10	1
13	6	18.8	12	0
14	11	20.2	12	1
15	57	24.2	8	6
Toplam			98	17

Doğrusal eğrinin eğimi için Theil C parametresi ise:

C=(+1).(+ rank toplamı) + (-1).(-rank toplamı)

C=(+1).(17)+(-1).(98)

C= -81

olarak bulunmaktadır.

irdelenmekte ve kurulacak hipotezlerin geçerliliği araştırılmaktadır (Press et.al., 1992). Bu teknikde en fazla iki populasyon değeri irdelemeye alınabilmektedir. Her bir populasyon için lineer bir ranklama yapılmakta ve populasyonlardaki toplam numune verilerinin fazla olması, belirlenecek rank korelasyon katsayısının anlamlılık derecesini artıracaktır. Arzu edilen minimum toplam numune sayısı bir populasyon için 6'dır. Oluşturulan hipotezler çerçevesinde populasyonlar arasında Lineer bir yaklaşımın nonparametrik olarak bulunup bulunmadığı aşağıdaki eşitlik yardımıyla, rank korelasyon katsayısı belirlenmektedir (Mendenhall and Sincich, 1992):

$$r_s = 1 - \frac{6 - \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

burada

rs : Spearman rank koeralasyon katsayısı,

d_i^2 : Populasyon rank farklarının karesi,

n : Her bir populasyondaki toplam numune sayısıdır.

Bu eşitlik yardımıyla belirlenen rs rank korelasyon katsayısı değerlendirmeye alınacak olan α anlamlılık düzeyine bağımlı olarak r_α gibi bir karşılaştırma endeks verileri ile mukayese edilmektedir.

Theil C Test Tekniği: İki farklı veri seti arasında, doğrusal lineer bir regresyon modelinin nonparametrik lineer doğrusallık faktörünün belirlenmesi esasına dayanan ve $y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$ fonksiyonunun doğrusallık derecesinin tayini için uygulanan bir yöntemdir. Doğrusal eğrinin eğimi için serbest dağılımın karekteristiğini belirleyen bir C katsayısı (Theil C-test endeksi) oluşturulur. Bu teknikde en fazla iki populasyon değeri analiz edilebilmekte ve iki populasyondan oluşturulan bir data grubu içinde populasyonlar arasındaki farklar nümerik işaretleme yani farkların pozitif (+) ve negatif (-) değerde olmaları göz önüne alınarak populasyonlarda bulunan veri kalemleri arasındaki farklara göre lineer bir ranklama yapılmaktadır (Mendenhall and Sincich, 1992). Bu ranklama işlemi, pozitif ve negatif populasyon değer farkları arasında tamamlandıktan sonra rank toplamları belirlenmektedir. Yukarıdaki fonksiyonel eşitliğin doğrusallık derecesini bulmak için, Theil C parametresi şu şekilde belirlenmektedir:

C=(+1).(+ rank toplamı) + (-1).(-rank toplamı)

Burada, populasyonlardaki toplam numune sayısına bağımlı olarak bir Theil test kriter faktörü (*p-değeri*) bulunur. P değerinin sayısal olarak büyüklüğü yukarıdaki fonksiyonel ifadenin anlamlılık düzeyini verir. Özet olarak önemlilik seviyesi;

Yukarıda kısaca algoritması verilen tekniğin madencilikte uygulanmasının daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla bir örnekleme yapılacak olursa; üç farklı araştırmacı tarafından farklı yer ve zamanlarda 10 değişik mermer türü üzerinde aşınma karakteristiğinin belirlenmesi amacıyla, mermer numuneleri üzerinde yapılmış aşınma deney verileri Tablo 4 de verilmiştir. Toplam 10 değişik mermer türü için verilen data üzerinde yapılan Friedman randım rank değerleri ise Tablo 5 de sunulmuştur.

Tablo 4. Mermer aşınma endeks verileri.

Mermer	Araştırmacı		
	I	II.	III
1	21	23	15
2	29	30	21
3	16	19	18
4	20	19	18
5	13	10	14
6	5	12	6
7	18	18	12
8	26	32	21
9	17	20	9
10	4	10	2

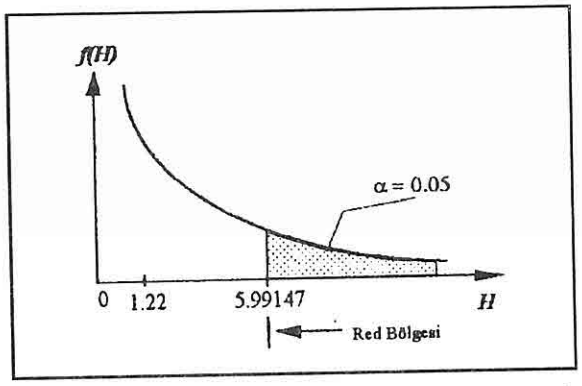
Tablo 5. Mermer türlerine ait rank değerleri.

Mermer	I. Rank	II. Rank	III. Rank
1	2	3	1
2	2	3	1
3	1	3	2
4	3	1	1
5	2	2	3
6	1	3	2
7	2.3	2.5	1
8	2	3	1
9	2	3	1
10	2	3	1
	T_i=19.5	T_{ii}=26.5	T_{iii}=14

Kurulan hipotez irdelemelerine göre; yukarıdaki eşitlik yardımıyla Fr=7.85 olarak belirlenmekte ve 0.05 anlamlılık düzeyinde hipotez geçerliliği 5.99147 olarak kabul edilmektedir. Buradaki irdelemede Fr=7.85 > 5.99147 olması sebebiyle, mermer türleri arasındaki yapılacak olan herbir nonlineer hipotez yaklaşımları geçerli olmayabilecektir ve mermerler için genel bir aşınma karakteristiği ile ilgili istatistiksel ifade oluşturulamayabilecektir.

Spearman Rank Korelasyon Tekniği: İki farklı veri seti arasında lineer bir korelasyonun varlığının belirlenmesi amacıyla hesaplanan korelasyon katsayısının, veri set değerleri üzerinde oluşturulan lineer ranklama esasına dayanan bir nonparametrik regresyon yöntemdir (Kreyzıg, 1988). Temel olarak, farklı veri setlerinin lineer olarak istatistiksel ifadelerin kurulması bu teknikde aynen kullanılabilmektedir. Ancak, korelasyon katsayısının ranklara bağımlı olarak belirlenmesi sebebiyle korelasyon katsayısı, teorik olarak belirli sınır değerleri arasında bulunup bulunmadığı

belirlenmekte ve 0.05 anlamlılık düzeyinde hipotez geçerliliği 5.99147 olarak kabul edilmektedir. Bu değerlendirmeye göre H=1.22<5.99147 olması nedeniyle, herbir formasyonun veri değerleri arasında kurulacak olan nonlineer ifadeleme geçerli olabilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. İç dağılımın mukayesesi için red bölgesi

Friedman Tekniği : Varyans F test tekniğinin nonparametrik eşitliğinde randım olarak istatistiksel blok veri tasarımlarının irdelenmesinde kullanılan spesifik bir algoritmaya sahiptir. Bu teknik, özellikle, lineer varyans analizleri için genel varyans kabüllerinin yapılamadığı durumlarda rölatif lokasyonlara sahip üç veya daha fazla popülasyon değer irdelemelerinde kullanılmaktadır. Algoritmik olarak mevcut farklı malzeme popülasyonlarındaki değerlerin nümerik dağılımları üzerinde kurulan hipotezler ile malzeme türleri arasında randım esasına dayanan Friedman Fr test dağılım endeksi (serbestlik derecesi)ne bağımlı istatistiksel nonlineer bir ilişkinin bulunup bulunmadığı tesbit edilebilmektedir. Hipotezlerin geçerliliği irdelendikten sonra geçerli hipotez konumları için F-test ve t-test teknikleri, populasyonlar arasında regresyonel ilişkiler kurulabilmektedir. Friedman Fr dağılım endeksi ise (Mendenhall and Sincich, 1992):

$$Fr = \frac{12}{bk(k+1)} \sum_{i=1}^{k} T_i^2 - 3b(k+1)$$

eşitliği ile belirlenmektedir.

Burada;

Fr : Friedman dağılım endeksi,
b : Toplam veri bloğu sayısı,
k : Toplam veri grubu sayısı,
Ti : Bir grubun toplam rank değeri.

burada,

H : Chi-square endeksi,
n : Populasyonlardaki toplam veri sayısı,
n_i : Bir populasyondaki toplam veri sayısı,
T_i : Bir populasyonun toplam rank değeri,
k : Toplam populsayon sayısı.

Kruskal-Wallis tekniği, bir örnek ile açıklanacak olursa; aynı kayaç türüne ait üç farklı formasyondan alınan numuneler üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımı test sonuçları Tablo 2 de verilmiştir:

Tablo 2. Tek eksenli basınç dayanımı değerleri.

A formasyonu	B formasyonu	C formasyonu
36	49	71
48	33	31
5	60	140
67	2	59
53	55	42

Toplam 15 adet numunenin nümerik verileri arasında lineer olarak oluşturulan rank değerleri ise Tablo 3 de sunulmuştur.

Tablo 3. Kayaç formasyonlarına ait rank verileri.

Rank A	Rank B	Rank C
5	8	14
7	4	3
2	12	15
13	1	11
9	10	6
TA=36	TB=35	TC=49

Kurulan hipotez irdelemelerine göre; yukarıdaki eşitlik yardımıyla H=1.22 olarak

Tablo 1. Kayaç Sertlikleri.

Maden Müh.	Kayaç A	Kayaç B	Fark A-B	Mutlak Değer Farkı	Rank
1	6	4	2	2	5
2	8	5	3	3	7.5
3	4	5	-1	1	2
4	9	8	1	1	2
5	4	1	3	3	7.5
6	7	9	-2	2	5
7	6	2	4	4	9
8	5	3	2	2	5
9	6	7	-1	1	2
10	8	2	6	6	10
					T+=46 T-=9

Bu değerlendirmeye göre, test tekniğinin irdelenmesi amacıyla bir hipotez kurulmakta ve bu hipotezde; kayaç numune verileri (A ve B) sabit olarak ele alınırsa pozitif ve negatif rank toplamlarından (T+ ve T-) hangisi küçük değerde ise bu dağılım, tekniğin test parametresi olarak ele alınmaktadır. Bu değer, kurulan hipotezlerde irdelenerek belirli bir yargıya varılabilmektedir.

Kruskal-Wallis H Tekniği : Varyans F test takniğinin nonparametrik eşitliği esasına dayanmaktadır. Testin algoritmasında, mevcut farklı malzeme türleri arasında Chi-Square dağılımı (serbestlik derecesi)ne bağımlı istatistiksel nonlineer bir ilişkinin bulunup-bulunmadığı tesbiti yapılmaktadır (Kreyzig, 1988). Kurulan hipotezlerin geçerli olması durumunda F-test tekniği baz alınarak seçilen faklı malzeme türleri arasında korelasyonel ifadeler elde edilebilmektedir. Numune verileri üzerinde yapılacak olan ranklama baz alınarak, her bir veri populasyonuna ait toplam rank değerine bağımlı olarak şu eşitlik yardımıyla chi-square dağılım endeksi belirlenmektedir (Mendenhall and Sincich, 1992):

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^{k} \frac{T_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

istatistiksel parametre) veri tabanları için nonparametrik test algoritmalarının en basiti Sign Test Tekniği dir. Bu teknik devamlılık arzeden bir veri tabanının ortalama değerini belirlemek amacıyla geliştirilmiş hipotezlere bağımlı bir yöntemdir. Sign testi, istatistiksel olarak veri tabanında ortalama değer olarak alınan değerin üzerinde bulunan toplam veri sayısına bağımlı bir teknik olup, bu bağımlı değişken S ile ifade edilirse, veri tabanındaki toplam veri sayısını ($n \geq 0$) olması durumunda, Sign testinin binomial dağılım parametresi yaklaşık olarak (Mendenhall and Sincich, 1992):

$$Z_s = \frac{S - 0.5n}{0.5\sqrt{n}}$$

Burada,

Zs : Sign tekniği parametresi,
S : Binomial dağılım endeksi,
n : Toplam veri sayısı.

Wilcoxon Rank Toplamı Tekniği : Sign tekniğinin tersine, veri tabanındaki numune ortalama değer değişkeni yerine, iki farklı numune verileri üzerinde oluşturulan rank toplamları yaklaşımına bağımlı bir tekniktir. Sign tekniğine benzer bir şekilde, bir Z dağılım parametresinin belirlenmesi şekliyle analiz algoritması kullanılmakta ve toplam veri sayısının 10 dan fazla olması durumunda, test parametresi (Mendenhall and Sincich, 1992):

$$Z_w = \frac{T_1 - n_1 n_2 + n_1(n_1 + 1)}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

ifadesi ile belirlenmektedir. Burada,

Zw : Wilcoxon Rank Sum tekniği parametresi,
n1,n2 : Farklı verilerin toplam sayısı,
T1 : Veriler için rank toplamıdır.

Wilcoxon Signed Rank Tekniği : Esas itibariyle randım olarak veri tabanında rank belirlenebilecek bir grup tasarımı prensibine dayanmaktadır (Kreyzig, 1988). Diğer tekniklerde olduğu gibi, bu teknikte de kurulan hipotezlerin analizi ile bir yargıya varılmaktadır. Örneğin; iki farklı kayacın kuramsal olarak sertliğinin belirlenmesi hususunda 10 farklı mühendisinin görüşleri Tablo 1 de verilmiştir.

1. GİRİŞ

Maden mühendisliğinde, proje hazırlama ve proje değerlendirme aşamalarında, kayaçların değişik özellikleri ile ilgili parametrik değerler, yapılacak ampirik yaklaşımlarda input verileri olarak kullanılmaktadır. Projelendirmenin sağlıklı olabilmesi, elde edilen parametrik verilerin güvenilirlik derecesine bağımlı olacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Ancak, geçmiş yıllardan itibaren yapılan değişik çalışmalardan da elde edilen tecrübeler göstermiştir ki, bir proje sahasından alınan deney örneklerinin parametrik değerlerine, birçok faktörlerin etkileşmesi sonucu, elde edilen deney sonuçlarında farklılıkların görülmesi, her bilim dalında olduğu gibi madencilik projelendirmeleri üzerinde araştırmalar yapan araştırmacıları istatistiksel yorumlara götürmüştür. Bu konuda, birçok araştırma yorumlanmaya çalışılmıştır. Ancak, son yıllarda yapılan çalışmalarda, bir proje sahasındaki kayaç türleri için yapılan laboratuvar veya yerinde deney sonuçlarının irdelenmesinde genelde uygulanan yaklaşım, sonuçların ortalamasının alınması ve standart sapma faktörü belirlenerek, parametrik değerler arasındaki veriler bulunmaya çalışılmıştır.

İstatistik alanında kaydedilen gelişmelerden yararlanılarak, yüksek anlamlılık düzeylerinde minimum hata sınırları çerçevesinde kayaçlar üzerinde yapılan laboratuvar veya yerinde deney sonuçlarının irdelenmesi aşamasında ağırlıklı veri değerlerinin tesbitinde "parametrik olmayan (nonparametrik) rank analizi" yöntemleri, nümerik veri analizlerinde kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu yöntemler, normal bir dağılım eğilimi göstermeyen parametrik verilerin optimizasyonu amacıyla geliştirilmiş olan "serbest dağılım test teknikleri" diye de adlandırılmaktadır. Bu makalede, nonparametrik istatistiksel yaklaşımların, maden mühendisliğinde uygulanması prensipleri tanıtılmakta ve pratik uygulamaları sunulmaktadır.

2. NONPARAMETRİK RANK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Nonparametrik istatistiksel yaklaşımlardan:

**Sign Tekniği,*
**Wilcoxon Rank Toplamı Tekniği,*
**Wilcoxon Signed Rank Tekniği,*
**Kruskal-Wallis H Tekniği,*
**Friedman Tekniği,*
**Spearman's Rank Korelasyon Tekniği,*
**Theil C Test Tekniği*
gibi yöntemlerin maden mühendisliğinde uygulanması prensipleri tanıtılmaktadır.

Sign Test Tekniği : Lineer regresyon analizinde t-testinin uygulanamadığı (t testi - hipotezlerin sınır değerlerini belirten kabul ve red bölgelerinin sınırlarını veren

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

PARAMETRİK OLMAYAN RANK ANALİZ YÖNTEMLERİNİN MADEN MÜHENDİSLİĞİNDE UYGULANMASI

Ali SARIIŞIK ve Lütfullah GÜNDÜZ
S.D.Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta/Türkiye

ÖZET: *Günümüz gelişen mühendislik teknolojisinde, mühendislik tasarımlarının güvenilir ve ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesi için tasarım büyüklükleri arasında optimal kıyaslama dağılımlarının önceden belirlenen hata sınırları içinde kalacak şekilde irdelenmesi gerekmektedir. İstatistiksel analiz teknikleri, birçok mühendislik birimlerinde yaygın olarak kullanılmasına rağmen, maden mühendisliğinde uygulama çalışmaları gereken yerini alamamıştır. Günümüze kadar kullanılagelmiş analiz teknikleri, bu bilim dalında yalnızca lineer regresyonel istatistik irdelemelerle sınırlı kalmıştır. Teknik verilerin istatistik irdeleme yoğunluğunu artırmak ve maden mühendisliği bilim dalına yeni boyutlar kazandırmak amacıyla nonlineer istatiksel analiz çalışmalarına da yer vermek kaçınılmaz bir gereklilik arzetmektedir. Nonparametrik Rank Analiz Yöntemlerinin Maden Mühendisliğinde kullanma prensipleri ve uygulamalarının sunulduğu bu makale, maden mühendisliğindeki nonlineer istatistiksel analiz çalışmalarına yeni bir boyut getirmektedir.*

AN APPLICATION OF NONPARAMETRIC RANK ANALYSIS TECHNIQUES IN MINING ENGINEERING

ABSTRACT: *Nowadays in an improving engineering technology, the design parameters in a marginal error handling previously defined are required to evaluate for making a secure and economical engineering approaches. Although the statistical techniques are currently applied in a large range of engineering skills for different purposes, its applications are not so popular in mining engineering field, yet. In this field, previously applied analysis techniques were limited for only linear regression statistical evaluations. In an aim of improving the statistical evaluations of technical data and making a new approaches in mining engineering science, the applications of non-linear statistical analysis techniques are inevitable need. This paper, representing the applicable principles of nonparametric rank analysis techniques in mining engineering and demonstrating its practical applications, is built a new dimension for studying the non-linear regression statistics in this engineering science.*

4. CONCLUSIONS

The mineral matter in the fly ashes from 7 different power stations in Turkey, is dominated mainly by anhydrite, lime, quartz and hematite+ferrite spinel. The fly ashes studied are mainly composed of CaO, SiO_2 and Al_2O_3. The chemical and mineralogical compositions of the investigated high-Ca fly ashes make them a good binding agent and a possible substitute for slags, pozzuolana and gypsum in the amelioration of clinker. The physical and chemical properties of the fly ash are considered necessary for identifying and preventing problems concerning health, the environment and the construction industry.

REFERENCES

Fischer, G. L. and Natusch, D. F. S., (1979). "Size dependence of the physical and chemical properties of coal fly ash", Anal. Methods Coal Prod., vol. 3, 489-541.

Ford, C. T., Care, R. R. and Bosshart, R. E., (1976). "Preliminary evaluation of the effect of coal cleaning on trace element removal", Trace Element Removal Program, Report No. 3, Bituminous Coal Research Inc., 350 Hochberg Rd., Monroeville, PA.

Lane, R. O. and Best, J. F., (1982). "Properties and use of fly ash in Portland cement concrete", Concrete International: Design and Construction, vol. 4, No. 7, 81-92.

McCarthy, G. J., (1988). "X-ray diffraction for studying the mineralogy of fly ash", Mat. Res. Soc. Symp., vol. 113, 75-89.

Mitchell, R. S. and Gluskoter, H. J., (1976). Fuel, vol. 55, 90.

Pearson, D. E. and Kwong, J., (1979). Fuel, vol. 58, 63.

Yiğit, E., (1994). "Türkiye'de Linyit Madenciliği ve Ekonomik Boyutları (1973-1993)", 2000'li Yıllara Doğru Linyit Sektörümüz Sempozyumu, 14-15 Kasım 1994, Ankara, 9-25.

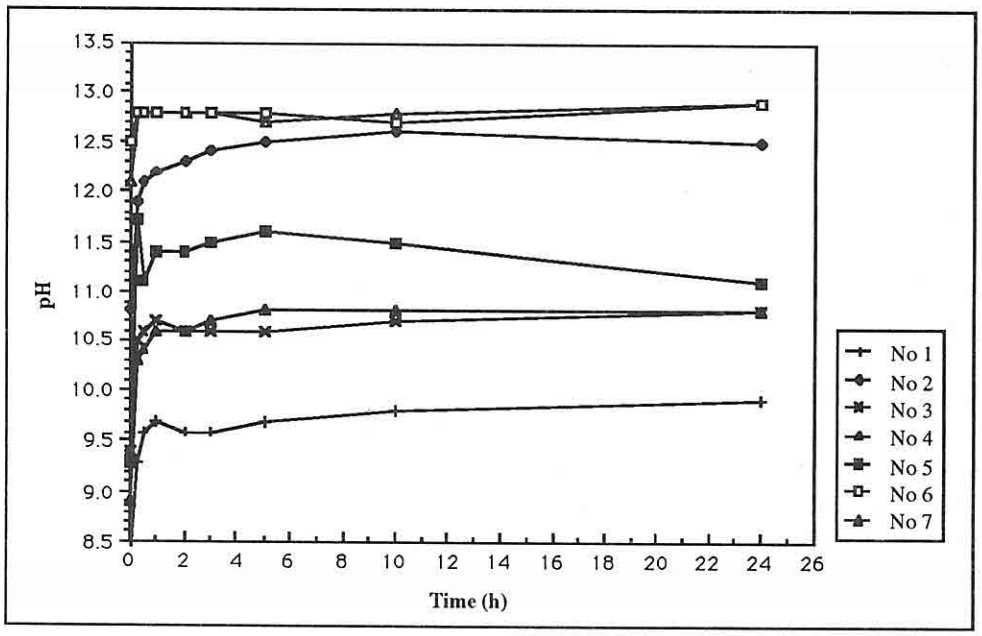


Figure 3. pH development of some Turkish fly ashes

Table 4. Chemical composition of some Turkish fly ashes

Element Oxide (by weight)	No 1	No 2	No 3	No 4	No 5	No 6	No 7
SiO_2	45.18	49.50	53.50	15.35	47.60	15.14	52.10
Al_2O_3	20.94	26.70	15.71	5.54	24.31	7.54	19.06
Fe_2O_3	7.99	5.42	8.81	3.52	4.48	3.30	10.10
CaO	1.22	0.84	0.29	25.62	0.20	23.66	0.10
MgO	2.79	2.92	2.94	2.61	1.00	4.50	6.11
K_2O	2.24	2.42	1.19	0.41	3.50	0.28	1.32
Na_2O	0.57	0.81	0.77	0.27	0.58	0.57	0.49
TiO_2	1.04	0.99	0.12	0.63	1.50	1.03	1.07
SO_3	5.63	1.59	1.11	20.86	0.57	13.22	0.83
LOI	1.87	6.47	3.78	1.33	1.87	2.31	4.62
Total	89.47	97.66	88.22	76.14	83.54	71.55	95.80

to the influences of distributions in mean wall thickness, void volume and particle diameter.

Table 3. Density distribution of some Turkish fly ashes

Fly Ash No	Bulk Density (g/cm^3)	Specific Gravity (g/cm^3)
1	1.07	1.99
2	0.95	2.12
3	0.88	1.58
4	1.44	2.99
5	1.07	1.95
6	1.05	2.70
7	1.11	1.83

3.4. pH Development

The data on development of pH with time of solutions of fly ash in water are presented in Figure 3. All ashes cause the solution to become basic in varied degrees for a period of 24 hours and the pH devolopment does not appear to be characteristic of the fly ash type. In the cases of fly ashes No 4 and No 6, the pH of the solution was almost constant at approximately 12.5. In the cases of fly ashes No 1 and No 7, the pH of the solution reached a peak value of 9.7 at 10 hours and 10.4 at 5 hours, respectively, then kept the same level for a period of 24 hours. When used as a partial replacement for cement, the effect of the fly ash on the pH of the mixing water will be largely masked by the rapid rise in pH resulting from the reaction of the cement grains. Nevertheless, the study of the pH development of ash in solution is interesting from the point of view of characterization of the fly ash itself.

3.5. Elemental Composition

The main source of the chemical elements in fly ash is, of course, the coal source . By virtue of its origin, coal contains every naturally occurring element. Substantial fractions of the elements in coal could be lost during processing. For instance, Ford et al. (1976) found that up to 70% of the As, Pb, Mn, Hg and Se could be removed in the coal processing. Chemical analyses of the fly ash samples are given in Table 4. The Iron (Fe_2O_3) content was found to be higher in No 1, No 3 and No 7. The Al_2O_3+SiO_2 contents were higher than 65% (by weight) for all samples (CaO being correspondingly lower), except for No 4 and No 6. The highest content of sulphur (SO_3) was found in No 4. The LOI ranged from 1.33% to 6.47% by weight for all samples.

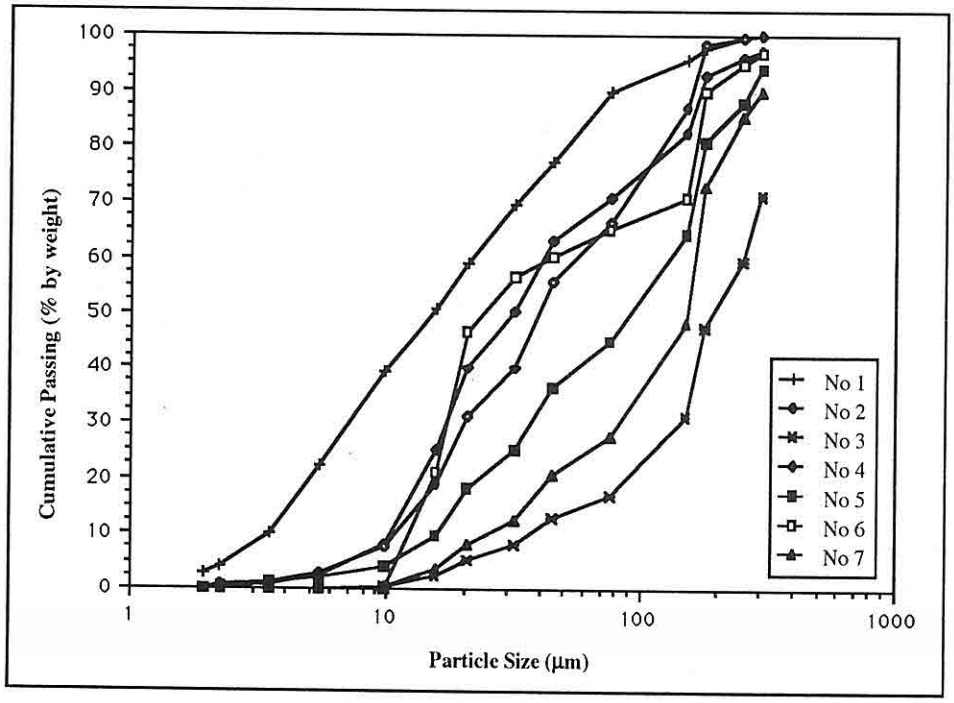


Figure 2. Particle size distribution of some Turkish fly ashes

Table 2. Specific surface areas of some Turkish fly ashes

Fly Ash No	Specific Surface Area (m^2/g)
1	0.334
2	0.207
3	0.115
4	0.168
5	0.139
6	0.342
7	0.094

3.3. Density Distribution

As seen from Table 3, the bulk density of the fly ash samples ranged from 0.88 g/cm^3 to 1.44 g/cm^3, and specific gravity also ranged from 1.83 g/cm^3 to 2.99 g/cm^3 for all samples. In addition, it was evident that both bulk and specific gravity increased as particle size of the fly ash decreased. The major density differences were probably due

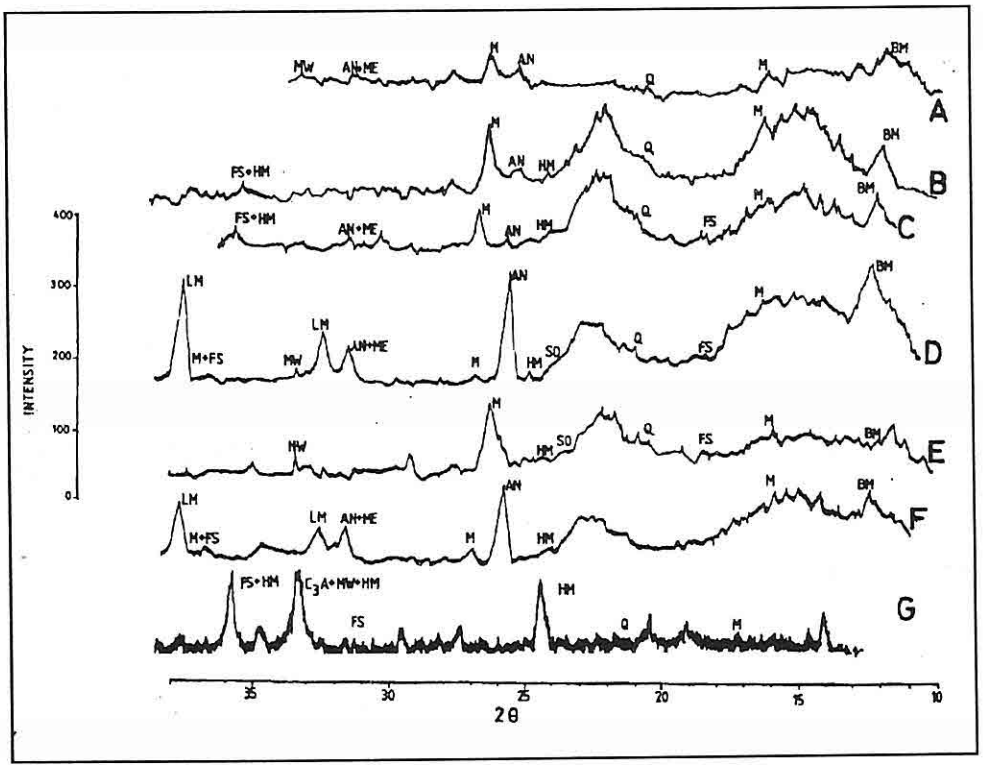


Figure 1. X-ray diffractograms of some Turkish fly ashes. (a) No 1, (b) No 2, (c) No 3, (d) No 4, (e) No 5, (f) No 6 and (g) No 7. Principal phases are: H=hematite, Q=quartz, M=mullite, FS=ferrite spinel, LM=lime, AN=anhydrite, ME=melilite, MW=merwinite, BM=brown millerite and SO=sodalite.

The specific surface areas of the ashes are given in Table 2. Most of the ashes have a specific surface area of approximately 0.15 m^2/g. It was also noted that the specific surface area measured by laser beam technique was greatly affected by the presence of high surface area particles of unburnt carbon.

Even taking into account the assumptions inherent in surface area measurements, it appears that coal fly ash has a significant "internal" surface area. This is probably in the form of pores or cracks or a porous surface layer (Fisher and Natusch, 1979).

fly ash in water was monitored using a universal glass pH probe and pH meter. Fly ash weighings of 2 g were suspended in 100 ml of water by continous stirring. The immediate pH of the solution and readings of each hour for a period of 24 hours was recorded. Elemental analysis of all samples was carried out by a wet chemical method, involving hydrofluoric acid digestion and measurement by atomic absorption spectrophotometry (AAS). Loss on ignition (LOI) was determined by heating a pre-weighed dry sample (left at 105 °C in an oven and then cooled in a desiccator) to 600 °C over a period of two hours.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Mineralogy

The three low-Ca fly ashes, No 2, No 3 and No 5, have the typical, relatively simple, crystalline phases: Q, Mu, Hm and FS (Figure 1). The high-Ca fly ash, No 4, has the most complex assemblage of crystalline phases. The much higher Ca concentrations in this sample result in formation of lime (CaO), Melilite ($(Ca, Na)_2$ (Mg, Al, Fe) $(Si, Al)_2$ O_7) and Merwinite (possible phase) (Ca_3 Mg $(SiO_4)_2$). The presence of Anhydrite in all samples indicates that the high Ca activity which also promotes the formation of sulfates (Ah and SO) from calcite (in the presence of sulfur and oxygen) but also dehydration of gypsum during and after combustion occurs at temperatures greater than 400-500 °C (Mitchell, 1976 and Pearson, 1979). It is very important to understand the interaction of high-Ca fly ashes with water occurring in Portland Cement (C_3A, C_2S), Ah, hydrate to give gypsum and lime, with latter the hydrating to give the $Ca(OH)_2$ solutions that promote pozzolanic reactions (McCarthy, 1988).

3.2. Fineness Variation

Complete particle size distribution results for fly ash samples are shown in Figure 2. As seen from the figure, about 65-80% by weight of the fly ash samples were made up of particles with diameters <45 μm (silt and clay size) for No 1, No 2, No 4 and No 6. However, the other fly ash samples (No 3, No 5 and No 7) showed different particle size distributions. About 17-45% by weight was less than 45 μm for these samples.

This variation in size distribution is probably due to the different methods of fly ash collection such as cyclones, bag filters or electrostatic precipitation used at the power stations. The fine texture of fly ash reflects a number of important physical parameters such as water permeability and infiltration rates. In addition, the fineness of fly ash also affects the performance of concrete when it is used as a replacement material. It was noted by Lane and Best (1982) that an increase in the mass of the F class fly ash less than 45 μm resulted an increase in the strength of the concrete.

1. INTRODUCTION

Physical and chemical properties of any fly ash depend, amongst other factors, upon the coal type which it is produced. The particular coal type used in power generation depends, in turn, to a large extent upon the geographical location of the plant. Lignite beds in Turkey are under intensive exploitation by open cast and underground mining. The annual production of lignite exceeded 44 million tons in 1993 which gives an emission of 10 million tons of particle matter namely fly ash to the environment (Yiğit, 1994). There are many power plants across Turkey using coal (lignite and bituminous coal) from many different sources. This paper compares mineralogical, physical and chemical properties of 7 different fly ashes from Eastern, Central and Western lignite and bituminous coal fields in Turkey.

2. EXPERIMENTAL

2.1 Materials

Representative samples of the fly ashes for this study were obtained from 7 different power plants burning lignite and bituminous coal across Turkey (Table 1).

Table 1. Fly Ash Types and Sources

Fly Ash No	Coal Type	Sources
1	Lignite	Yatağan
2	Lignite	Soma
3	Lignite	Seyitömer
4	Lignite	Yeniköy
5	Bituminous	Çatalağzı
6	Lignite	Afşin-Elbistan
7	Lignite	Tunçbilek

2.2. Methods

XRD analyses were performed using a Philips powder diffractometer employing CuK-alpha radiation (40 KV, 30 mA) in the range 10-40° 2θ at a goniometer rate of 2° 2θ /min. Particle size measurement of each fly ash sample was carried out by a combination of sieving and laser beam techniques. Dry mechanical sieving was used for the determination of material coarser than 75 μm. For sub-sieve (-75 μm) material, sizing was carried out by a Malvern Series 2600. A pycnometer was used for the determination of the specific gravities of fly ash samples. Specific surface area of the ashes was found by the laser beam method. Development of pH in suspensions of each

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND *JUNE* *NO*

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOME TURKISH FLY ASHES

Oktay BAYAT ve O. Yusuf TORAMAN
Ç. Ü., Mining Engineering Department, Adana/Turkey

ABSTRACT: *Mineralogical, physical and chemical properties of 7 different fly ashes from Eastern, Central and Western lignite and bituminous coal fields in Turkey were compared in this study. The mineral matter determined by XRD in the fly ashes is dominated mainly by anhydrite, lime, quartz and hematite+ferrite spinel. Chemical analyses of the studied fly ashes showed that they were mainly composed of CaO, SiO_2 and Al_2O_3.*

TÜRKİYE'DEKİ BAZI TERMİK SANTRAL UÇUCU KÜLLERİNİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

ÖZET: *Bu çalışmada, Türkiye'deki Doğu, İç ve Batı Anadolu bölgelerindeki 7 farklı termik santralden alınan uçucu kül örneklerinin mineraloji, fiziksel ve kimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır. Uçucu kül örneklerindeki mineral maddelerin başlıca anhidrit, kireç, kuvars ile hematit+ferrit spinel den oluştuğu XRD çalışmaları ile saptanmıştır. Kimyasal analiz sonuçları örneklerin büyük bir çoğunlukla CaO, SiO_2 ve Al_2O_3 den oluştuğunu göstermektedir.*

G.E. Niewiadomski, R.A. Jankowski, and F.N. Kissell, 1982. Ten Ways to Reduce Longwall Dust, Mining Congress Journal, August .pp.46-49.

H.S. Chiang, 1980.Fully-Mechanized Longwall Coal Mining, Shandong Scientific and Technical Publishing Co., December , pp. 228

J. Cervik, A. Sainato and M. Deul, 1977. Water Infusion of Coalbeds for Methane and Dust Control, U.S.B.M. RI 8241,27pp.

L.Cheng, 1978. Optimizing Water Spray for Dust Suppression, Engineering and Mining journal, October, pp. 115-118.

M.Schnier, F.Einter, E.Toepper and J. Dortmund, 1976. Novel Watersprays for Coal Plow Glückauf, 112(2), pp.76-79

R.L. Mundel, R.A. Jankowski. R.S. Ondrey and T.F. Tomb,1976. Respirable Dust Control on Longwall Mining Operations in the U.S., in Respirable Dust Control, U.S.B.M.IC 8753, pp. 585-593.

Schlick, D.P. and De Michiei, C. M, 1980. Operators Fight Longwall Face Dust. Coal Age., December. pp. 116-12

W.G. Courtney and L. Cheng, 1977. Control of Respirable Dust by Improved Water Spray U.S.B.M. IC 8753, pp. 92-106.

Y.Y. Chang, 1971. Methods of Increasing the Amound of Coal Lump and Reducing the Dust Makes, translated from Coal Mining Mechanization and Automation, No.4, pp. 7.

temizleyiciler kullanılırlar. Hava temizleyiciler kömürün transfer noktasına su spreyleri ile birleştirilerek yerleştirilirler (Niewiadomski at all., 1982). Toz yüklü hava temizleyicinin bir tarafından girer diğer taraftan su bulutu enjekte edilerek tozlu havayı temizlerler. Hava temizleyici su gücüyle çalışmaktadır. Diğer bir yöntemde ise toz kollektörü kesicinin içersine yerleştirilir ve birden fazla su spreyi ile teçhiz edilirler.

Yukarda sözü edilen toz kontrol yöntemlerinin yanında, kömür kazısı sırasında fazla toz oluşumunu engellemek için kazı öncesi kömüre su enjekte edilmesi uygulamada kullanılan etkili bir yöntemdir. Su, kömür damarının sondaj deliklerinden yüksek basınçla enjekte edilmektedir. Enjekte edilen su klivaj düzlemleri, geçirgen ara kesmeler ve tabakalaşma düzlemleri boyunca damarın içersine doğru nüfüz eder. Burada amaç kömürün bünyesinde var olan küçük kılcal boşlukları su ile doldurmaktır. Kömür damarının prozitesi ve geçirgenliği arttıkça bu yöntemin verimi de artmaktadır.

Sözkonusu yöntemin değişik uygulamaları mevcuttur. Bunlar taban ve tavan yollarından, alından ve çalışılan pano dışından sondajlarla kömüre su verme işlemi olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır.

Kömüre su enjekte edilmesi sonucunda, kömür ıslatılarak solunabilir boyuttaki tozlar önemli ölçüde azalmakta ve ayrıca kömür bünyesindeki metan gazı dışarı atılmaktadır (J. Cervik at all., 1977).

4. SONUÇ

İnsan sağlığı ve güvenliği açısından gerçek bir tehlike olan tozlara karşı etkin bir kontrol kaçınılmazdır. Günümüzde artan kömür ihtiyacını karşılamak yeraltı kömür işletmeciliğinde, mekenize uzun-ayak sisitemlerinin uygulanması ile mümkün olmaktadır. Bu sistemlerde artan üretim kapasitesine paralel olarak toz oluşumu da artmaktadır.

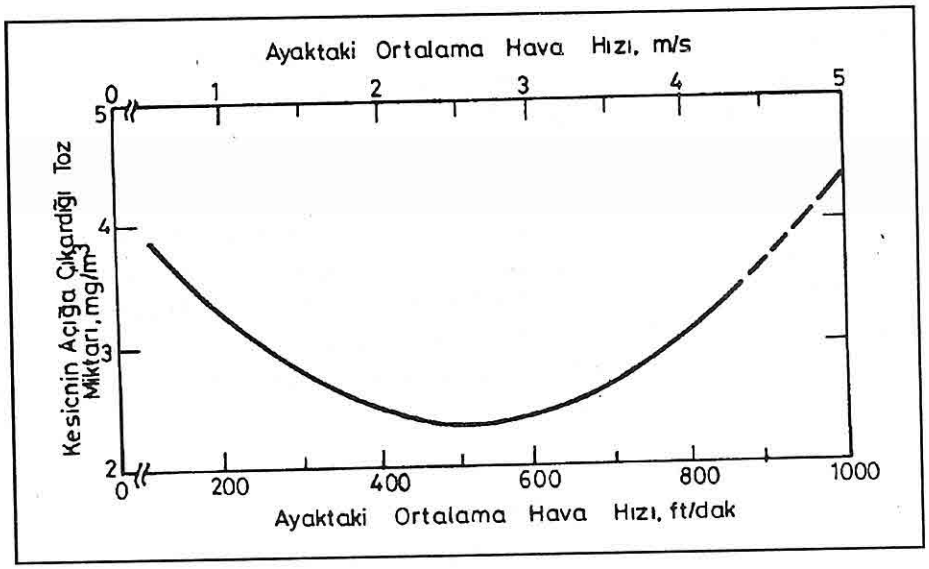
Bu konuda yapılan araştırmalar sonucunda, tozun başlıca kaynağının yüksek üretim kapasitesine sahip olan kesici makinalar olduğu gözlenmiştir. Kesiciler üzerindeki keskilerin kesme derinliklerinin arttırılması ile daha iri boyutta kömür üretimi ve daha az toz oluşumu mümkün olmaktadır.

Toz standardı limitinin sağlanması; çıkarılan kömürün fiziksel özellikleri, kullanılan havalandırma sistemi, ocağa verilen havanın miktarı ve kalitesi, arında üretilen toz miktarı ve uygulanan toz bastırma tekniklerine bağlı olmaktadır.

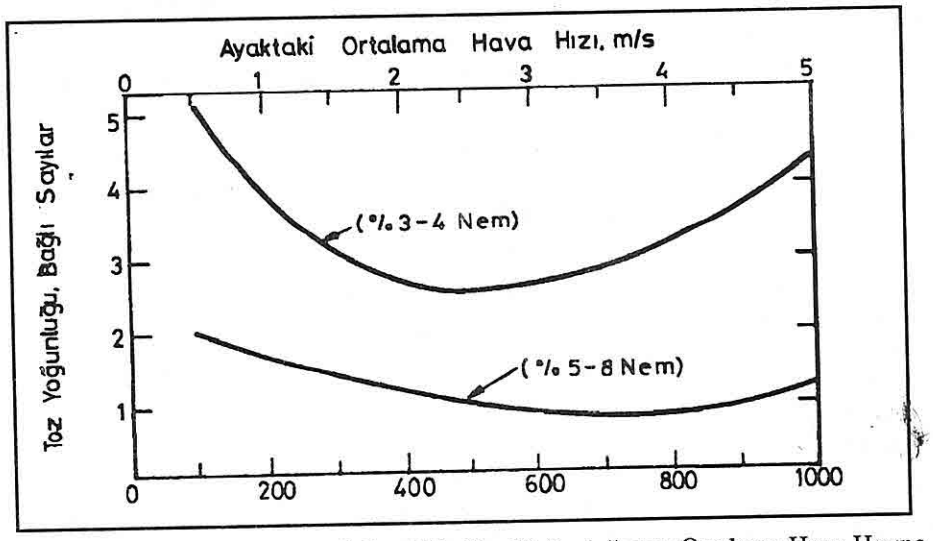
5. KAYNAKLAR

Foster-Miller Associates, Inc., 1982. Evaluate Longwall Dust Sources and Control Technology, Interim Technical Progress Report, submitted to U.S.B.M. under Contract HO202016, 85 pp.

F.N. Kissell, N.J. Jayaraman, C. Taylor and R. Jankowski, 1981. Reducing Dust at Longwall Shearers by Confining the Dust Cloud to the Face, U.S.B.M. Tech.Prog.Rep. 111. February, . 21pp.



Şekil 6 . Ayaktaki Ortalama Hava Hızının Kesici Operatörünün Maruz Kaldığı Toz Miktarına Etkisi (Foster and Miller, 1982)



Şekil 7 . Neme Bağlı Olarak Solunabilir Toz Yoğunluğunun Ortalama Hava Hızına Bağlı Değişimi (Foster and Miller, 1982)

3.4. Tozu Toplama

Toz toplama aletleri kullanılarak asılı durumdaki tozlar kesiciye ulaşmadan filtre edilir. Ayak başında ayağa giren havanın toz yoğunluğunu düşürebilmek için hava

İç sprey sisteminde ise spreyler sabanın (kesici kafanın) içersine yerleştirilir. Yüksek basınçlı su bir hortum aracılığıyla sağlanır. Nözüllerden çıkan su bulutu saban ve konveyör üzerine serpilir. Bu yöntemde toz yoğunluğu yaklaşık %70 oranında düşürülebilmektedir (Schnier at all., 1976).

3.2.3. Yürüyen Tahkimat Üzerindeki Su Spreyleri

Yürüyen tahkimatın ötelenmesi sırasında sürtünmeden ve ezilmeden dolayı toz oluşur. Tavanda oluşan toz miktarı ezilme miktarıyla orantılı olmaktadır. Tahkimatın ilerlemesiyle oluşan tozları bastırmak için yine su spreyleri kullanılmaktadır. Spreyler yürüyen tahkimat ünitelerinin tavan plakasına veya göçük kalkanının bulunduğu üçgen kısmına yerleştirilirler. Bu spreyler tahkimat ilerlediği zaman tavana su püskürtürler (Foster and Miller , 1982).

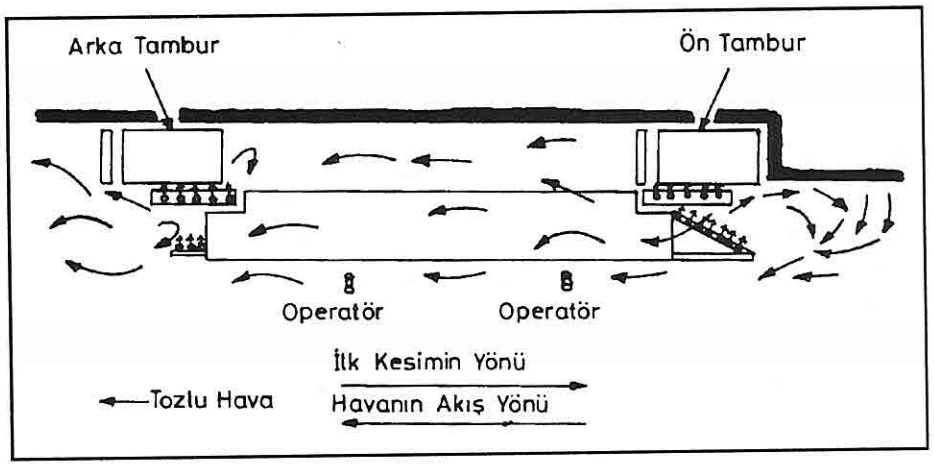
3.3. Tozun Yönlendirilmesi

Tozun yönlendirilmesi üç şekilde yapılmaktadır.

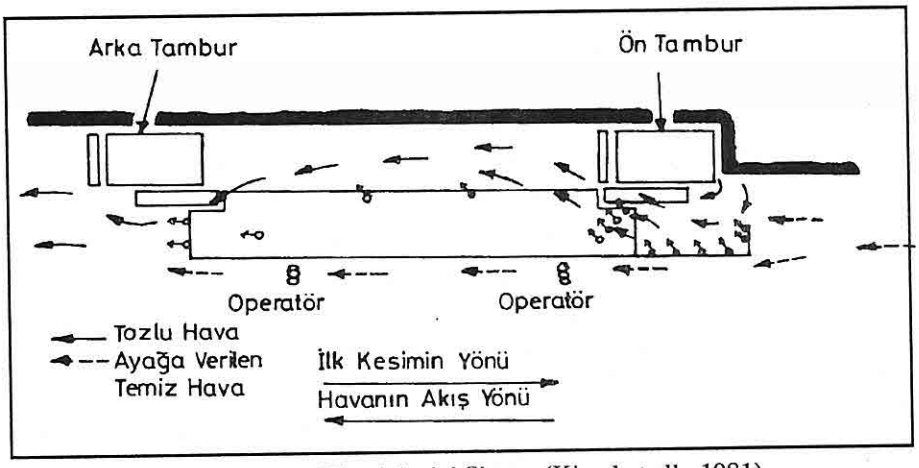
(1). Havadaki tozu uzaklaştırmak için ayağa yeterli miktarda ve hızda havanın sağlanması gereklidir. Yapılan pratik araştırmalara göre ayaktaki ortalama hava hızı 2.3-2.8 m/sn arasında olduğu zaman kesici operatörlerinin maruz kaldığı asılı tozların yoğunluğu düşmektedir (Şekil 6). Eğer ortamdaki toz ağırlık olarak %3-4 nem içeriyorsa, hava hızını 2.3-3.0 m/sn aralığında toz yoğunluğu azaltılabilmektedir. Tozun nem oranı ağırlık olarak % 5-8 arasında ise, havanın hızı 4.5 m/sn'ye kadar artırılarak toz yoğunluğu düşürülebilmektedir (Şekil 7). Hava hızı bu limitleri aşarsa tabana çökmüş olan tozlar havaya karışarak toz yoğunluğunun artmasına neden olurlar. Özellikle ince damarlarda çift tamburlu kesicilerin kullanıldığı durumlarda havanın hızı çok önemlidir (Foster and Miller , 1982).

(2). Ayağa beslenen havayı korumak için ayağın arkasına sızıntıları (kaçakları) önlemek gerekir. Bunu sağlamak için temiz havanın ayağa girdiği (ayakbaşına) bağlantı noktasına bir perde asılır ve temiz havanın göçüğe sızması engellenir. Buna göçük perdesi denilmektedir. Bu perde ayak ilerkledikçe ötelenmektedir. Bu durumda hava kayıpları azalacağından ayaktaki havanın hızı artmakta ve dolayısıyla ortamın toz yoğunluğu azalmaktadır.

(3). Kömürün taşınması ve ayak başında boşalması sırasında da azımsanmayacak oranda toz oluşmaktadır. Bu tozu azaltmak havanın akış yönü ve hızından kaynaklanmaktadır. Klasik havalandırma yönteminde, havanın akış yönü ile kömür taşıma yönüne zıt olmaktadır. Bu nedenle tozların ocak havasına karışması daha kolaydır. Bazı durumlarda bu şekilde oluşan tozlar havadaki tozların yaklaşık % 50'sini oluşturmaktadırlar. Böyle durumlarda hava akış yönün kömürün nakli yönünde yapılmasıyla ortamın toz yoğunluğun düşürülmesi sağlanmaktadır. Ancak sözkonusu durumda ayak arkası iyi kontrol edilmelidir (Foster and Miller , 1982).



Şekil 4. Klasik Su Spreyi Sisteminde Tozlu Havanın Ayak Başına Doğru İtilmesi (Kissell at all., 1981)



Şekil 5 . Kesici Temizleyici Sistem (Kissel at all., 1981)

Hem teorik ve hem de pratik çalışmalar göstermiştir ki, kesici temizleyici sistem klasik sisteme oranla daha üstün olmaktadır (Kissell at all., 1981).

3.2.2. Sabanlardaki Su Spreyleri

Sabanlarda da iç ve dış olmak üzere iki çeşit su spreyi kullanılmaktadır. Dış sistemde yüksek basınçlı hat zincirli konveyör boyunca, tek ve grup spreyler halinde statik noktalara yerleştirilir. Bu spreyler elektromanyetik olarak kontrol edilirler. Havadaki toz yoğunluğu fazla olduğu zaman bütün spreyler çalışır. Bunun dışında saban spreyin yanındayken çalışır, geçtikten sonra kapanır.

spreyleri kullanılır. Su sprey sistemi toz kontrolü için en çok kullanılan bir yöntemdir. Bu spreyler ayakta toz üretilen noktalara yerleştirilir. Söz konusu sistemde tozu bastırmanın temel prensibi nozülden çıkan yüksek miktardaki su damlacıkları ile tozu bastırmak ve aynı zamanda taban yüzeyini ıslatarak çökmüş olan tozların havaya karışmasını önlemektir (Cheng, 1978). Uygulamalara göre yüksek hızlı ve 200 mikron çaplı damlacıklar tozu yakalamak için idealdir. 500 mikron çaplı damlacıklar ise çarpışma için en uygunudur. Küçük çaplı damlacıklar ile tozun yakalanıp daha büyük çaplı damlacıklar ile bastırılması sağlanır (Courtney and Cheng, 1977).

Nozül çıkışında yeterli miktarda ve basınçta suyu sağlamak için büyük miktarda bir su kaynağına ihtiyaç vardır. Ayrıca yüksek pompa kapasitesi, hortumda minimum basınç kaybı, geliştirilmiş nozül yapısı ve filtrasyon sistemi de gerekmektedir.

3.2.1. Tamburlu Kesicilerdeki Su Spreyleri

Nozüllerin yerleşimine göre kesicilerdeki su spreyleri iç ve dış olmak üzere ikiye ayrılır. İç sprey sisteminde nozüller ve su boruları tamburun içine yerleştirilir. Dış sprey sisteminde ise nozüller tamburun üzerine ve özel kollara yerleştirilir.

İç su spreylerini yerleştirmelerinin de çeşitli yöntemleri vardır. Birkaç su spreyi spirallere yerleştirilir ve yönleri dairesel ve keskilere doğru olur. Ayrıca tamburun gerisine de çeşitli nozüller yerleştirilir. Su spreyleri ile tozu bastırmanın diğer bir yararı ise keskileri soğuması ve aşınmalarını azaltmasıdır. Ancak sistemin maliyeti yüksek olmaktadır. Tambura yerleştirilen nozüller tozu bastırır, kollardaki ve tambur çevresindeki dış spreyler ise toz yüklü havanın akışını düzenlerler. Tek tamburlu kesicilerde bu yöntem çok etkilidir. Yapılan araştırmalara göre çift tamburlu kesicilerin klasik su spreyleri ile donatılıp kuyruktan başa (hava akımının tersi yönünde) kesim yapılırken öndeki tamburun çevresinde büyük miktarda toz oluşmaktadır. Kesicinin yanlarına ve ön tarafına yerleştirilen su spreyleri toz yüklü havayı, hava akımının tersi yönüne doğru iterler (Şekil 4). Burada tozlu hava temiz hava ile karşılaşır ve türbülans oluşur. Tercih edilen durum ise makinanın ve operatörün temiz hava ortamında çalışmasıdır. Bunu sağlamak için tamburlu kesicinin üzerine bir ayarlayıcı kol yerleştirilir (Şekil 5). Bu ayırıcı kolun uzunluğu yaklaşık 0.46 m. civarında olmaktadır. Ayrıcı kola bir perde asılarak içeriye gelen havanın ikiye ayrılması sağlanır. Bu kısımlardan biri, toz yüklü hava ile karşılaşır diğeri ise temiz kalır. Makinanın operatörü ise temiz hava tarafında çalışır. Tozlu kısımda su spreyleri toz yüklü havayı hava akımıyla aynı yönde iterler ve ayırıcı kolda oluşan su bulutu bir perde oluşturarak tozlu havayı alın tarafında kalmasını sağlar. Toz yüklü havanın kesicinin ön tarafında tutmak için makinaya iki su spreyi yerleştirilir. Kuyruk tarafına ise üç tane su spreyi yerleştirilir. Bu spreyler toz yüklü havayı kuyruk tamburu üzerine doğru üflenmesini engelleyecek şekilde yerleştirilirler. Bu sisteme kesici temizleyici sistem denilmektedir.

kesiciler kullanılmaktadır. Bu kesicilerin yaklaşık yarısı ayak-başından kuyruğa doğru kesim yapmaktadır. Kesici makinanın ön tamburu tam çap kesim yapmakta arkadaki tambur ise tabanda kalan kömürü kesmektedir. Söz konusu kesim sisteminde hava akımı arka tambura kadar toz yoğunluğu az olmakta, arka tamburdan sonra toz yoğunluğu yükselmektedir. Dolayısıyla ayak boyunca toplam toz miktarı düşük seviyede olmaktadır. Tersi kesimde (kuyruktan-başa) ayak boyunca oluşan toz miktarı daha fazla olmaktadır. Bu kesimde, ayaktaki toz yoğunluğu ön tamburun çevresinde artmaktadır. Tozun artma süresi çok kısa olmamasına rağmen toz yoğunluğu bu bölgede 20-30 mg/m3'e çıkabilmektedir. Özellikle vardiyada 6-8 kez kesim yapılan ayaklarda bu toz seviyesi çok önem kazanmaktadır (Niewiadomski at all., 1982).

Tek yönlü kesmede toz üretimini azaltmak için ayak başından-kuyruğa doğru kesim yapılmaktadır. Bu yöntemde, çift tamburlu kesicilerle kesim yapılırken arka tambur tabanda kalan kömürü keserken bir miktar toz oluşur. Bu etkiyi azaltmak için kuyruktan-başa kesimde ön tambur tam çap kazı yapmakta arka tambur ise boşta kalmakta veya minimum düzeyde kazı yapmaktadır. Tabanda kalan kömür ise dönüşte arka tambur tarafından alınır. Böylece her iki kesimde de kesici makina temiz hava tarafında olmaktadır. Bu şekildeki kazı sisteminin dezavantajı ise çift tamburlu kesicilerin planlanan kapasitelerinden yeterince yararlanılamamasıdır. Ayrıca kesici makinanın çalışma sırasında dengesiz konumlanması söz konusudur. Bu kesim tekniği tek tamburlu kesicilerde daha iyi uygulanmaktadır.

3.1.2.2. Çift Yönlü Kesim

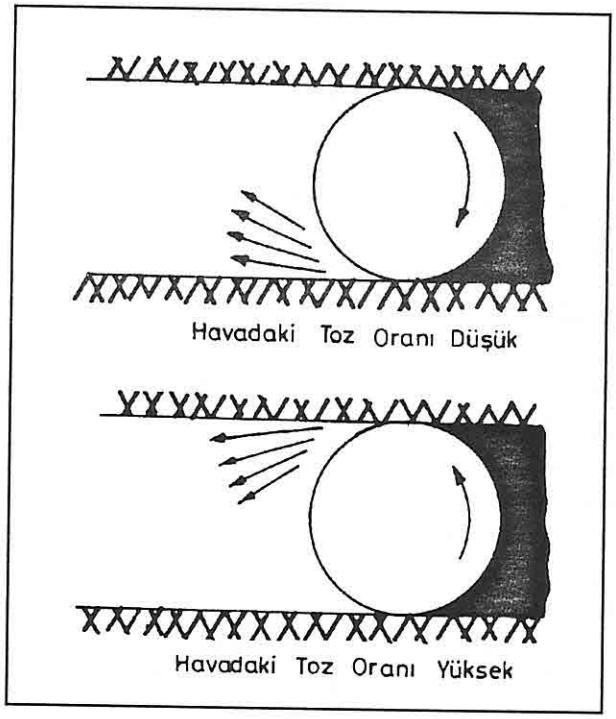
Tahkimatsız tavan açıklığını azaltmak ve üretimi artırmak için çift tamburlu kesicilerle çift yönlü kesim yapılmaktadır. Fakat bu durumda üretim kapasitesi büyük oranda arttığı için, toz üretiminin artması da kaçınılmazdır. Bunu önlemek için tamburların dizaynı gerekmektedir. Bu da farklı boyutlarda dizayn edilen tamburlarla sağlanmaktadır. Söz konusu kesici makina baştan-kuyruğa kesim yaptığında öndeki büyük tambur tam çap kazı yapmakta, arkadaki küçük tambur ise serbest haldedir. Dönüşte küçük tambur damarın ortasını keserken büyük tambur ise tavanda ve tabanda kalan kömürü kesmektedir. Bu yöntemle kazı sırasında minimum miktarda toz üretilir. Çünkü küçük tamburun dönme hızı daha düşük ve ortama tozu üfleyeceği bir açıklık yoktur. Bu iki özellik toz üretimini azaltmaktadır. Değişken kalınlıktaki kömür damarlarının üretiminde kullanılan çift tamburlu kesicilerin öndeki büyük tamburları uygun bir şekilde dizayn edilmelidir. Büyük tamburun damarın tamamını kazamaması durumunda küçük tamburun kazı yapması gerekmektedir (Niewiadomski at all.,1982).

3.2. Tozun Bastırılması

Oluşan tozların ve tabana çökmüş tozların havaya karışmasını önlemek için su

bağlı olmaktadır. Aynı zamanda spiral açısı toz oluşumuna da etki etmektedir. Spiral açısı çok büyük olursa toz kolaylıkla üfleme yoluyla havaya karışmakta, spiral açısının çok küçük olması durumunda ise kazılan kömür daha çok kırılıp ezilmekte ve toz üretimi artmaktadır. Uygun spiral açısıyla toz üretimini yaklaşık %50 oranında azaltmak mümkün olabilmektedir (Mundell at all, 1980).

Ayrıca tamburun dönüş yönü de tozların hareketini etkilemektedir (Şekil 3). Tambur tavandan-tabana dönerek kesim yaptığında oluşan tozlar küçük açılarla tabana üflenirler. Bu tozlar tabana serbest halde çökerler ve küçük tepecikler oluştururlar. Bu dönme düzeninde tozların yere düşme yükseklikleri az olduğu için ocak havasına daha az oranda karışmaktadırlar. Tambur tabandan-tavana kesim yaptığında oluşan tozlar makinanın gövdesine doğru püskürür. Bu dönme düzeninde tozların yere düşme yüksekliğinin fazla olması nedeniyle hem havaya karışması kolaylaşmakta hem de makinaya zarar vermesi söz konusu olmaktadır (Chiang, 1980) .

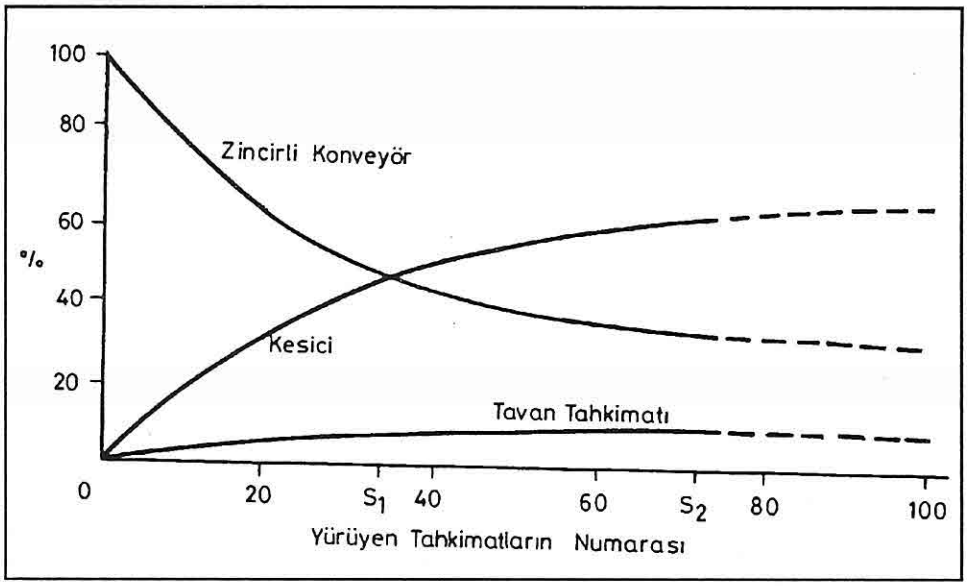


Şekil 3. Tambur Dönüş Yönünün Ortamın Toz Yoğunluğuna Etkisi (Chiang, 1980)

3.1.2. Kesme Yönünün Toz Üretimine Etkisi

3.1.2.1. Tek Yönlü Kesim

Dünyada tek yönlü kesimlerin yapıldığı ayakların yaklaşık %75 'inde çift tamburlu



Şekil 2 . Üç Ana Toz Kaynağının Açığa çıkardığı Ortalama Toz Miktarları (Foster and Miller, 1982)

3.1. Toz Üretiminin Azaltılması

3.1.1. Optimum Çalışma Parametreleri

Kömür kesimi sırasında toz oluşumu kaçınılmaz ise de, kesim sırasında oluşan tozu azaltmak olumlu bir yaklaşımdır. Bu da kesme parametrelerinin doğru seçilmesiyle sağlanmaktadır. Kömürün kesme ve yükleme veriminin artması, makina verimini arttırmakradır. Kesme veriminin artırılması, tambur dönüş hızının azaltılması ve ilerleme hızının artırılması ile mümkün olmaktadır. Bu durumda, sığ kesime oranla daha iri boyutta kömür üretildiği için toz oluşumu azalmaktadır. Ayrıca tambur hızını düzenli bir şekilde düşürmek, kesme derinliğini arttırdığı gibi dönme etkisiyle üflenen toz miktarını da azaltmaktadır (Chang, 1971) .

Tambur üzerindeki keski dizaynı da toz oluşumuna etki etmektedir. Keskilerin birbirlerine çok yakın olması ve fazla sayıda kullanılması halinde çok ince toz üretimine neden olurlar. Söz konusu durumda üretilen kömürün parça boyutu küçüldüğü için ezilmeler ve kırılmalar daha kolay olmakta dolayısıyla toz yoğunluğu artmaktadır.

Kullanılan keski tipi, keski açısı, keski hızı ve keski derinliği gibi etkenler toz oluşumunu önemli ölçüde etkilemektedir. Hangi tip keski kullanılırsa kullanılsın keskilerin keskin olması toz açısından avantajlı olmaktadır. Çünkü keskin olmayan keskiler kesme derinliğini düşürmekte, toz üretimini ve enerji tüketimini .

Tamburlu kesicinin yükleme performansının artırılması önemli oranda spiral açısına

2. MEKANİZE UZUN AYAK MADENCİLİĞİNDE ANA TOZ KAYNAKLARI

2.1. Kömürün Kesimi ve Yüklenmesi Sırasında Oluşan Toz

Kömürün kesilmesi ve yüklenmesi tozun başlıca kaynağıdır. Kesici makinalar tarafından kesilen kömürler yükleme esnasında spirallerde ufalanarak ayrıca toz oluşumuna neden olurlar. Ayrıca kömürün sertliği ve yumuşaklığı toz yoğunluğuna etki etmektedir. Sert kömürün üretimi sırasında daha fazla toz oluşmaktadır. Tavan ve taban taşlarının kesilmesi durumunda ortamın toz yoğunluğu daha da artmaktadır.

2.2. Kömürün Zincirli Konveyörde Taşınması ve Ayak Başında Transferi Sırasında Oluşan Toz

Kazılan kömürün, ayak içi zincirli konveyör tarafından taşınması ve ayak başında boşalması sırasında önemli miktarda toz oluşur. Kömürün ayak içersinde taşınması sırasında konveyörün titreşiminden dolayı kesme ve yüklemedeki kadar olmasa da belirli bir miktar ufalanma olmaktadır. Konveyörün hareket yönü hava akış yönünün tersi konumunda olduğu için oluşan toz zerreciklerinin havaya kolayca karışmaları söz konusudur. Ayrıca kömürün ayak başında transferi sırasında da önemli miktarda toz oluşmaktadır (Chiang, 1980).

2.3. Tahkimatın İlerlemesi Sırasında Oluşan Toz

Mekanize uzun ayaklarda kullanılan yürüyen tahkimat sistemleri yüksek dayanım kapasitelerinden dolayı tavan basıncına karşı büyük direnç gösterirler. Tahkimatın tavana direnç gösterdikleri (temas ettikleri) noktalarda birçok yük yüklemesi ve boşalmasından dolayı bir tavanda bir miktar toz oluşmaktadır. Tahkimatın ilerlemesi sırasında bu tozlar havaya karışmaktadır. Tavan oluşan tozların silis oranları tavan kayacın silis içeriğine bağlı olarak genelde yüksek olmaktadır.

Üç ana toz kaynağından oluşan toz miktarının ayak boyunca seviyeleri Şekil 2'de görülmektedir. Ayak başından itibaren ayağın 1/3'lük kısmına kadar olan bölgede ayak içi zincirli konveyörden kaynaklanan toz miktarı maksimum olmaktadır. Bunun nedeni ayak başında yapılan kömür transferidir. Konveyörün yüklü kesit alanı geriye (ayak kuyruğuna) doğru azalmakta ve buna bağlı olarak toz oluşumu da azalmaktadır. Bütün ayağı göz önüne aldığımızda kömürün kesimi tozun ana kaynağı olmaktadır. Tahkimat ise en önemsiz kaynaktır (Foster and Miller , 1982) .

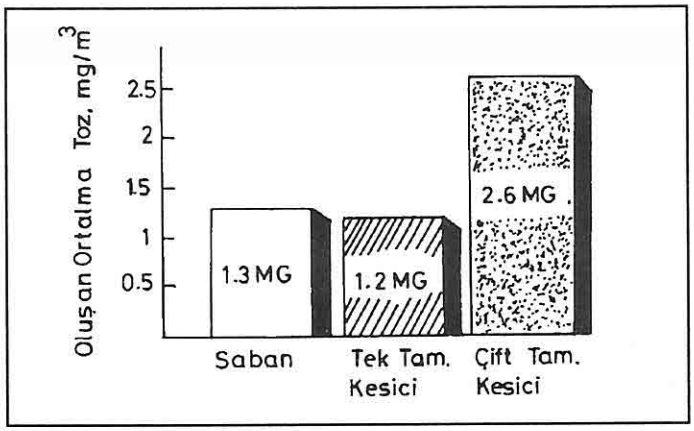
3. TOZ KONTROL YöNTEMLERİ

Genel olarak ; toz üretiminin azaltılması, tozun bastırılması, tozun yönlendirilmesi ve tozun toplanması aşamalarını içermektedir.

1.GİRİŞ

Havada asılı olarak kalabilen, ağırlığı nedeniyle çökme eğilimi gösteren 0.5-120 mikron büyüklüğündeki katı parçacıklara toz denilmektedir. Yeraltı kömür ocaklarında tozlar kömür ve yankayaçlardan oluşmaktadırlar. Bazı tozlar hava ile karıştığında patlayıcı özellik gösterirler, bazıları zehirli ve hatta radyoaktiftirler. Ocak havası içersinde 5 mikron altındaki tozlar solunabilir toz olarak tanımlanmaktadır. Bu tozlar çok miktarda ve belirli bir süre solunduğunda akciğer toz hastalıklarına (pnömokonyoz) neden olmaktadırlar. Uluslararası İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği hükümlerine göre ocak ortamının toz yoğunluğunun 2 mg/m^3 'ü geçmemesi istenmektedir. Tozun diğer bir dezavantajı ise görüş mesafesini azaltması, gözü tahriş etmesi, yeraltındaki çalışmaları psikolojik olarak etkileyip çalışma verimini düşürmesidir.

Son yıllarda özellikle kazıda uygulanan mekanizasyon yeraltı maden ocaklarında toz oluşumunu artırmıştır. Dolayısıyla modern madencilikte bile ocak tozları, çalışma koşullarını zorlaştıran, sağlığa zarar veren bir sorun olmaktadırlar. Mekanize uzun ayaklarda 1978 yılında yapılan toz ölçümlerinin sonuçları Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1 . Kesicilerde Açığa Çıkan Solunabilir Toz Miktarı (Schlick and De Michiei, 1980)

Şekilden de görüldüğü gibi sabanların ve tek tamburlu kesicilerin kullanıldığı ayaklarda oluşan toz miktarı öngörülen toz standardı değerini aşmamaktadır. Buna karşın çift tamburlu kesicilerin kullanıldığı ayaklarda ise toz standardı aşılmaktadır (Schlick and De Michiei,1980).

Ortamın toz yoğunluğu ve sürekliliği sadece tozun ağırlığı, şekli ve büyüklüğü ile ilgili olmayıp, sözkonusu ortamdaki havanın hızı ve tozun rutubetiyle de ilglidir. Bu faktörler değiştiğinde, havadaki asılı tozlar tabana çökebilir, ya da tam tersi tabana çökmüş durumda olan tozlar havaya karışabilirler. Fakat asılı tozlar hem sağlık ve hem de güvenlik açısından daha tehlikeli olmaktadırlar.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

MEKANİZE UZUN-AYAKLARDA TOZ KAYNAKLARI VE TOZ KONTROL YÖNTEMLERİ

Mustafa AYHAN ve Fikri KAHRAMAN
Dicle Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır / Türkiye

ÖZET: *Bu makale'de mekanize uzun-ayaklardaki toz kaynakları ve toz kontrolü üzerine bir literatür araştırması sunulmuştur. Yeraltı kömür madenciliğinde yüksek verim, mekanize uzun-ayak ekipmanları ile sağlanmaktadır. Bu yüksek verime karşın toz oranıda artmakta ve yasal toz standartının korunması zorlaşmaktadır. Mekanize uzun-ayaklarda tozu oluşturan önemli parametreler ve tozun nasıl azaltılabileceği açıklanmıştır.*

DUST SOURCES IN MECHANISED LONGWALL FACES AND DUST CONTROL METHODS

ABSTRACT: *This paper presents a literature survey on dust sources and dust control at longwall faces. Underground coal mining provides high productivity by equipment used in mechanised longwall. However, a lot of dust is produced as a result of using mechanised longwall equipment and thus, it is difficult to keep to legal dust standard. In addiation, this paper explains important parameters on how dust production can be decreased in mechanised longwall mining.*

ısıl değere sahip tüvenan kömürden , % 26.67 küllü, 4522 kcal/kg ısıl değere sahip lave, % 49.33 yanabilir verimle elde edilmiştir. Buradan, tüvenan kömürün kül oranının % 39 oranında azaltıldığı, kalori değerinin % 46 oranında artırıldığı, elde edilen bu ürünün tuğla ve çimento sanayinde rahatlıkla kullanılabilecek özellikte olduğu saptanmıştır.

4. KAYNAKLAR

Arslan, V., Kemal, M., Semerkant, O., Kahraman, B., 1993. Yüksek ve Düşük Uçuculu Kömürlerin Sobalarda Yanmasının Tunçbilek ve İthal Kömürler Örneğinde İncelenmesi, T.M.M.O. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 13. Kongresi, Maden Mühendisleri Odası, Ankara, 529 - 536.

İnalan, G., 1993. Enerji Kaynakları, Karadeniz Ekonomik İşbirliği 1. Uluslararası Enerji Kongresi (Türkiye Raporu), Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara, Bölüm 1,9-11.

Semerkant, O., Ergin, Z., Kemal, M.,1988. Ege Bölgesindeki Linyintlerin Özellikleri ve Üretim - Tüketim Potansiyeli, 5. Mühendislik Haftası, Akdeniz İniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi, Maden Mühendisliği Seksiyonu,Isparta, 104-124.

Yamık, A., Tosun, Y.İ. , Güneş, N., 1994. Kömürden Külün ve Kükürtün Arındırılması, T.M.M.O. Türkiye 9. Kömür Kongresi, Maden Mühendisleri Odası, Zonguldak, 201 - 212.

lmiş tablosu verilmiştir. Buradan kül oranının % 43.21'den % 26.67'ye indirildiği, ısıl değerinin ise 3112 kcal/kg'dan 4522 kcal/kg'a % 49.33'lik yanabilir verimle yükseltildiği görülmektedir.

Tablo 6. - 1.7 + 0.30 mm.'lik ürünün sallantılı masa deney sonuçları (kuru baza göre)

Ürünler	Beslemeye göre miktar (%)	Miktar (%)	Kül (%)	Kalori (kcal/kg) A.I.D.	Yanabilir Randıman (%)
Lave	3.36	26.88	30.71	4292	31.30
Mikst	3.76	30.11	35.09	3989	32.84
Şist	5.37	43.01	50.37	2034	35.86
Toplam	12.49	100.00	40.48	3230	100.00

Tablo 7. Karıştırma+jig ve sallantılı masa deneylerinin toplu sonuçları (kuru baza göre)

Ürünler	Miktar (%)	Kül (%)	Kalori (kcal/kg) A.I.D.	Yanabilir Randıman (%)
Lave	38.20	26.67	4522	49.33
Mikst	24.88	41.20	3426	25.76
Şist	36.92	61.68	1441	24.91
Toplam	100.00	43.21	3112	100.00

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

- 19 mm boyutlu (% 43.21 kül ve 3112 kcal/kg ısıl değerli) Tavas yöresi linyit kömürleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda;

-Yapılan elek analizleri değerlendirme tablosundan kömürün tane boyutu küçüldükçe kül oranının % 55'lere kadar arttığı, ısıl değerinin ise 2076 kcal/kg'a kadar düştüğü,

-Karıştırma işlemleri sonucunda sözkonusu numunenin atılan kısımlarındaki kül oranının % 70 - 77'lere ulaştığı, elde edilen ürünlerin kül oranlarının % 36 - 41'lere kadar indirilebildiği, aynı ürünlerin ısıl değerinin 3230 - 3760 kcal/kg arasına yükseltilebildiği,

-Yapılan jig deneylerinde, elde edilen ürünlerin kül oranlarının % 25 - 28'lere kadar indirilebildiği, ısıl değerlerinin ise 4345 - 4825 kcal/kg'a kadar yükseltildiği,

-Sallantılı masa deneyleri sonucunda ise, kül oranının % 30.71, ısıl değerinin 4292 kcal/kg'a kadar yükseltildiği belirlenmiştir.

Bu grupta yapılan tüm deneysel çalışmaların sonucunda % 43.21 kül ve 3112 kcal/kg

2.3. Jig Deneyleri

Jig deneyleri bölüm 3.2'de belirtildiği gibi - 19+1.7 mm boyutunda yapılan karıştırma deneyinden elde edilen ürün üzerinde yapılmıştır. Jig deneyi öncesi bu ürün - 19 +8 ve - 8+1.7 mm boyutlarına ayrılarak, ayrı ayrı jig deneylerine tabi tutulmuş ve deney sonuçları Tablo 4. ve 5'de verilmiştir.

Tablo 4'den, kül oranının % 34.97'den % 24.53'e indirildiği, ısıl değerinin 3974 kcal/kg'dan 4825 kcal/kg'a yükseltildiği ve yanabilir verimin % 61.44'e ulaştığı görülmektedir.

Tablo 5'den ise, kül oranının % 36.17'den % 27.52'ye indirildiği, ısıl değerinin 3621 kcal/kg'dan 4345 kcal/kg'a yüksetildiği ve yanabilir verimin % 54.76'ya ulaştığı görülmektedir.

Tablo 4. -19 +8 mm 'lik iri ürünün jig deney sonuçları (kuru baza göre)

Ürünler	Beslemeye göre miktar (%)	Miktar (%)	Kül (%)	Kalori (kcal/kg) A.I.D.	Yanabilir Randıman (%)
Lave	14.45	52.94	24.53	4825	61.44
Mikst	10.71	39.22	45.70	3173	32.75
Şist	2.14	7.84	51.76	2240	5.81
Toplam	27.30	100.00	34.97	3974	100.00

Tablo 5. - 8+ 1.7 mm.'lik ince ürünün jig deney sonuçları (kuru baza göre)

Ürünler	Beslemeye göre miktar (%)	Miktar (%)	Kül (%)	Kalori (kcal/kg) A.I.D.	Yanabilir Randıman (%)
Lave	20.39	48.22	27.52	4345	54.76
Mikst	10.41	24.62	38.78	3483	23.61
Şist	11.49	27.16	49.17	2460	21.63
Toplam	42.29	100.00	36.17	3621	100.00

2.4. Sallantılı Masa Deneyleri

Sallantılı masa deneyleri, karıştırma sonucu elde edilen - 1.7 + 0.3 mm boyutlu ürün üzerinde yapılmış ve sonuçlar Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6'dan, kül oranının % 40.48'den % 30.71'e indirildiği, ısıl değerinin 3230 kcal/kg'dan 4292 kcal/kg'a yükseltildiği, yanabilir verimin ise % 31.30 değerine ulaştığı görülmektedir.

Tablo 7'de ise jig ve sallantılı masa deneylerinden elde edilen ürünlerin birleştiri

Tablodan görüldüğü gibi tane boyutu küçüldükçe kül oranlarının artığı, buna karşın ısıl değerlerinin azaldığı görülmektedir

2.2. Karıştırma Deneyleri

Karıştırma deneyleri, iki boyutta su ile IKA-WERK tipi mekanik karıştırıcıda (% 20 katı oranı, 100 dev/dk dönme hızı, 5 dk süre) yapılmıştır.

- 19 + 1.7 mm boyutunda yapılan karıştırma deneyinin sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2 'nin incelenmesinden karıştırma deneyleri sonucunda % 76.65 kül içeren, beslemenin ağırlıkça % 11.21'ini teşkil eden şist atılmış, geri kalan kısım jig deneylerine tabi tutulmuştur.

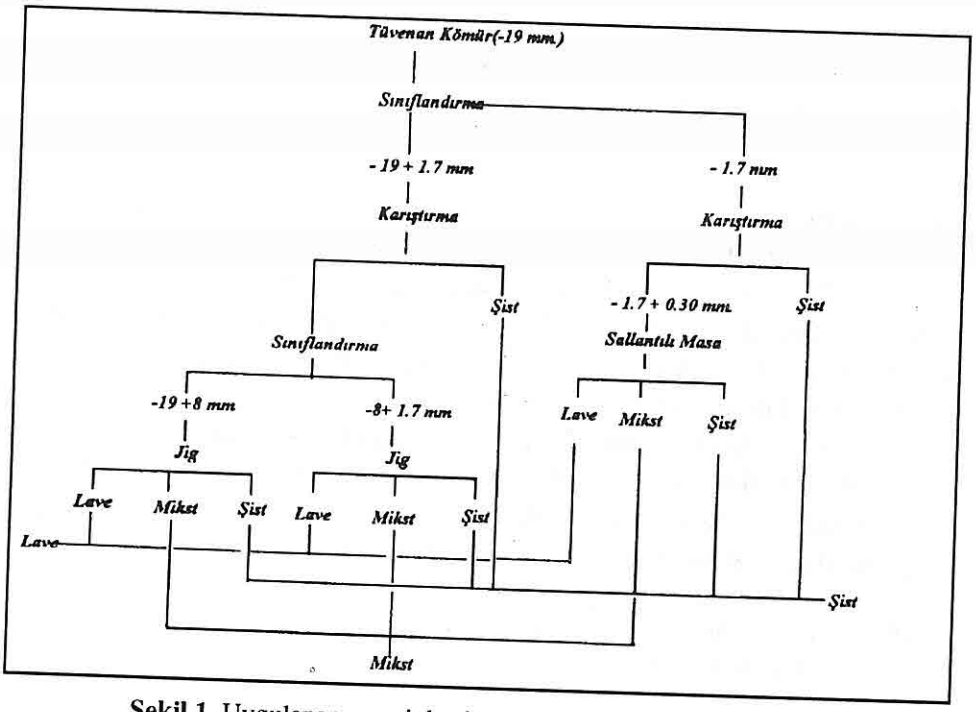
- 1.7 mm boyutunda yapılan karıştırma deneylerinin sonuçları ise Tablo 3 'de verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere karıştırma işlemleri sonucu % 70.31 kül içeren, besleme malının ağırlıkça % 6.71'ini teşkil eden ince kısım süzülerek atılmış, geriye kalan kısım sallantılı masa deneylerine tabi tutulmuştur.

Tablo 2. -19 +1.7 mm 'lik kömür numunesinin karıştırma deney sonuçları (kuru baza göre)

Elek boyutu (mm)	Beslemeye göre Miktar (%)	Miktar (%)	Kül (%)	Kalori (kcal/kg) A.I.D.	Yanabilir Randıman (%)
- 19.0 + 1.70	69.59	86.13	35.70	3759	94.48
- 1.70 + 0.00	11.21	13.87	76.65	310	5.52
Toplam	80.80	100.00	41.38	3281	100.00

Tablo 3. - 1.7 mm 'lik kömürün karıştırma deneyi sonuçları (kuru baza göre)

Elek boyutu (mm)	Beslemeye göre Miktar(%)	Miktar (%)	Kül (%)	Kalori (kcal/kg) A.I.D.	Yanabilir Randıman (%)
- 1.70 + 0.30	12.49	65.07	40.48	3230	78.88
- 0.30 + 0.00	6.71	34.93	70.31	856	21.12
Toplam	19.20	100.00	50.90	2401	100.00



Şekil 1. Uygulanan zenginleştirme yönteminin genel akım şeması

2.1. Elek Analizi

Sözkonusu numunenin elek analizi ve buna bağlı olan kül ve kalori değerleri Tablo 1 de sunulmuştur.

Tablo 1. Elek analiz değerleri(kuru baza göre)

Elek boyutu (mm)	Miktar (%)	Kül (%)	Alt Isıl değeri A.I.D (kcal/kg)	Küm. Elek Üstü Miktar (%)	Küm. Elek Üstü Kül (%)	A.I.D. (kcal / kg)
-19.00 + 12.50	13.47	36.97	3382	13.47	36.97	3382
- 12.50 + 8.00	17.72	41.82	3322	31.19	39.73	3348
- 8.00 + 4.75	23.50	40.93	3375	54.64	40.28	3363
- 4.75 + 2.80	16.83	41.30	3235	71.52	40.49	3330
- 2.80 + 1.70	9.28	48.26	2903	80.80	41.38	3281
- 1.70 + 0.85	6.64	48.42	2631	87.44	41.92	3232
- 0.85 + 0.60	4.19	48.53	2592	91.63	42.22	3203
- 0.60 + 0.425	1.73	53.73	2247	93.36	42.43	3185
- 0.425+0.300	1.69	54.15	2147	95.05	42.64	3166
- 0.300+0.000	4.95	54.12	2076	100.00	43.21	3112
Toplam	100.00	43.21	3112			

1. GENEL BİLGİLER

Ülkemizin enerji üretiminde en önemli kaynağını oluşturan linyit rezervimiz 8374 milyon tondur. Bu rezervin % 63 gibi önemli bir bölümünün ısıl değeri 2000 kcal/kg dan düşüktür. % 32'si 2000 - 4000 kcal/kg arasında yer alır. Geri kalan % 5'i ise 4000 kcal/kg'dan fazladır (Arslan ve diğerleri, 1993 ve İnalan, 1993).

Mevcut linyit rezervlerimizin tüketim amacına uygun ve yerinde kullanılabilmesi, linyitlerimizin özelliklerinin iyi bilinmesine ve tüketim amacına uygun hangi tür linyitlerin kullanılabileceğinin saptanmasına bağlı olup, ekonomik faktörlerin ön planda tutulduğu günümüzde büyük bir önem arz etmektedir. Başta ısınma olmak üzere, sanayi ve termik santral gibi alanlarda linyite duyulan talep gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum ise, mevcut potansiyelin ülke ekonomisine uygun bir şekilde kazandırılması ile mümkündür (Semerkant ve diğerleri,1988).

Bu amaçla, kül, kükürt oranları yüksek ve yantaşı fazla olan kömürlerin taşıma masraflarının önemli bir maliyet girdisini teşkil etmesi, ayrıca önemli oranlarda çevre kirliliğine neden olması yüzünden, linyitlerimizin değişik zenginleştirme yöntemleriyle, kullanım alanlarına uygun, temiz ve kaliteli ürünler haline getirilerek tüketim merkezlerine ulaştırılması zorunlu hale gelmektedir.

Linyit rezervlerimizin % 63'ü ısıl değeri düşük kömürlerden oluşmaktadır. İşte bu tür kömürlerden birisini oluşturan Tavas yöresi kömürlerinin ısıl değerlerinin artırılması amacıyla, yıkama sonrası jig ve sallantılı masada sistematik zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Sonuçta, elde edilen veriler ışığında, linyitlerin kullanım alanlarına uygun üretimleriyle ilgili öneriler sunulmuştur.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Tavas yöresinden alınan -19 mm boyutlu kömür numunesi %18.86 hidroskopik nem, % 43.21 kül ve 3112 kcal/kg ısıl değerindedir. Bu numune üzerinde elek analizleri, karıştırma, jig ve sallantılı masada zenginleştirme deneyleri yapılmış, Şekil 1 'de deneylerde izlenen akım şeması verilmiştir.

Deneysel çalışmalardaki tüm ısıl değerler IKA-4000 marka adyabatik ve otomatik kontrollü kalorimetre bombası cihazı ile yapılmıştır.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

TAVAS (Denizli) YÖRESİ LİNYİT KÖMÜRLERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Ahmet Yamık, Namık Güneş, Vedat Deniz
S.Demirel Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta/Türkiye
Oktay Bayat
Ç.Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET: *Araştırmada Tavas (Denizli) yöresi yüksek küllü ve düşük kalorili, kolaylıkla ufalanma özelliğine sahip olan kömür numunesinin kül oranının azaltılması ve buna bağlı olarak kalori değerinin artırılması amacıyla seri deneyler yapılmıştır.*

Öncelikle, numune içinde bulunan şlam boyutundaki killi kısmın karıştırma deneyleriyle kömür bünyesinden uzaklaştırılmasına çalışılmıştır. Daha sonra da, kilinden arındırılan kömür numunesinin jig ve sallantılı masada zenginleştirme deneyleri yapılmıştır.

Sonuçta % 26.67 kül ve 4522 kcal/kg ısıl değerine sahip lave kömür % 49.33 yanabilir verimle elde edilmiştir.

BENEFICIATION OF LIGNITES IN TAVAS (Denizli) REGION

ABSTRACT: *In this investigation, a series of tests were carried out for the purpose of reducing ash content and increasing calorific value of Tavas region (Denizli) lignite which originally contains high ash content with low calorific value and easily ground property.*

Firstly, clay content in the samples may be removed from lignite structure by agitation experiments. Further, concentration experiments with shaking table and jig have been made on the coal samples after removing clay contents.

Finally, a clean coal having 26.67 % ash and 4522 kcal/kg calorific value is produced by a 49.33% combustible substance recovery.

Deneyleri Raporu" DSI Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Kaya ve Zemin Mekaniği şube Müdürlüğü Rapor No:127.

I.S.R.M., 1978. Suggest Methods for the Quantitative Description of Discortinuties in Rock Masses; Int. 1.Rock Mech. Min. Sci., Geomech. Abstr. Vol. 15 PP.319-368, Great Britain.

Tarhan, F., 1984. "Artvin Granitinin Mühendislik Özellikleri" Karadeniz Üniversitesi Dergisi, Jeoloji, Cilt 3, S.1-2 s. 33-46 Trabzon

Türkel, E., Güven, M. 1992. " Pamukluk Barajı Aks Yerinde Yapılan Kaya Mekanigi Deneyleri Ek Raporu" DSI.Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Kaya ve Zemin Mekaniği şube Müdürlüğü, Rapor No: 134. Ankara.

Türkmen, S. 1994. "Pamukluk Barajının (Tarsus) Mühendislik jeolojisi incelemesi" Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Adana.

modülü 5793-74513 kg/cm^2, toplam deformasyon modülü 4080-40039 kg/cm^2 arasındadır. Ayrıca krip faktörü en düşük % 13 en yüksek % 133 bulunmuştur.

4- G-4 galerisi için elastik modül 8276-41739 kg/cm^2, deformasyon modülü 3122 - 14385 kg/cm^2, toplam deformasyon modülü 1986-10336 kg/cm^2, krip faktörü % 17 - % 38 arasında bulunmuştur.

Değerler topluca incelendiğinde baraj yerindeki kayaçları jeoteknik açıdan üç gruba ayrılabilir.

A- Sağlam ve ayrışmamış sokulumlar ;

Magmatik Kaya Kompleksi özelliği taşıyan temel kaya içerisinde, kuvarsca zengin, taze yüzeyli granofir ve sonradan sokulum yapmış diyorit ile mikrodiyoritlerde yapılan deneylerde Elastik modül (εe)=35 000 kg/cm^2 civarında bulunmuştur.

B- Sağlam az ayrışmış sokulumlar ;

Kompleks içerisinde yer alan diyorit, gabro ve az ayrışmış granodiyoritlerde elastik modül (εe) = 25 000 kg/cm^2 civarında bulunmuştur.

C- Ayrışmış ve zayıf özellik sunan sokulumlar veya düzeyler;

Bu grupta yer alan kayaçlar daha çok yeni sokulumların etkisi ile ezilmiş paralanmış ve ayrışmıştır. Elastik modül (εe)= 25000 kg/cm^2'den küçüktür. Kırıklı ve ayrışmış kesimlerde bu değer 8276 kg/cm^2, ye kadar düşmektedir.

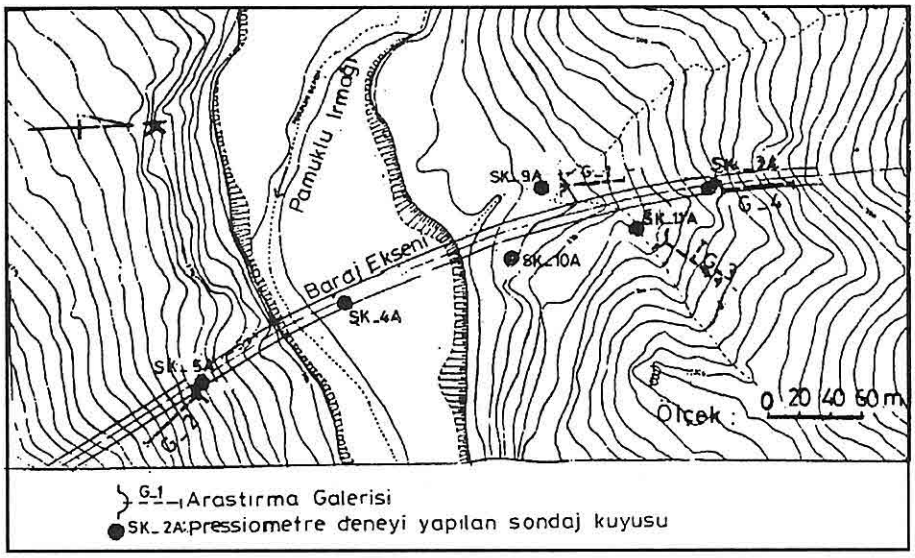
6. SONUÇLAR

Mağmatik kaya kompleksi derinlik, yarı derinlik ve yüzey kayaçlarından oluşur. Yapılan mikroskop incelemesinde ana kayanın ayrışmış - az ayrışmış granofir ve kuvarslı kayaçlardan oluştuğu, ana kaya içerisinde sokulum yapmış gabro, diyorit ve diyabazların bulunduğu saptanmıştır. Mühendislik özellikleri gözönüne alındığında magmatik kaya kompleksinin geçirimsiz özellikte, çatlaklı yer yer çok ayrışmış, sık eklemli düşük ve orta dirençli, yumşak-orta sertlikte olduğu saptanmıştır. Parametreler topluca incelendiğinde Magmatik kaya kompleksi üç katagoriye ayrılır. Buna göre, 1- Sağlam ve ayrışmamış sokulumlar; diyorit ve mikrodiyoritler, iyi kaya 2- Sağlam az ayrışmış okulumlar; granofir ve az ayrışmış gabrolar, orta kaya 3- Ayrışmış ve zayıf özellik sunan sokulumlar veya düzeyler; ayrışmış gabrolar ve ayrışmış granofirler zayıf kaya olarak sınıflandırılabilir.

7. KAYNAKLAR

Bianiawski, Z.T.,1976. "Proceding of Symposium on Exploration for Rock Engineering, Johannesburg.

Güven, M., 1990." Pamukluk Barajı Aks Yerinde Yapılan Kaya ve Zemin Mekaniği



Şekil 3. Araştırma galerileri ve deney kuyuları lokasyon haritası

Deneyin Yapılışı

Açılan 2x2m boyutundaki galeri içerisinde taze kaya yüzeyine krikolar vasıtası ile belirli zaman dilimlerinde, artan yükler uygulanarak kayanın deformabilite ve elastisite özelliklerinin saptanmasıdır. Uygulanan yük sonunda kayanın deformasyonları hassas ekstansometreler vasıtasıyla ölçülmektedir.

Toplam deney süresi 28 saat 40 dakikadır. Yükleme ve boşaltma kademelerinde 5'er dakika minumum ve maksimum basınç kademelerinde 25'er dakika bekleme yapılmıştır. Dördüncü evrenin (3,5-70,0 kg/cm^2) maksimum basınç kademesinde kayanın zamana bağlı deformasyon özelliğinin belirlenmesi için 24 saat sabit basınç altında bekleme yapılır.

5.2.1. Deney Sonuçları

1- Yükleme metoduna göre 2. evrenin elastik ve deformasyon modülleri göz önüne alındığında, G-2 sağ sahil galerisi için elastik modül 439-71967 kg/cm^2, deformasyon modülü 1046-32096 kg/cm^2, toplam deformasyon modülü de 1619-26213 kg/cm^2 arasında bulunmuştur. Ayrıca krip faktörü en düşük % 11.7 en yüksek % 53.0 bulunmuştur (Türkel, Güven 1992).

2- G-1 sol yaka galerisi için elastik modül 4719- 25437 kg/cm^2, deformasyon modülü 1546-17983 kg/cm^2, toplam deformasyon modülü 816- 15451 kf/cm^2, krip faktöründe % 0.7-% 22.0 arasında bulunmuştur.

3- G-3 sol yaka galerisi için elastik mödül 12565-104385 kg/cm^2, deformasyon

Laboratuvarda yapılan deney sonucunda elde edilen tek eksenli basınç dayanımları çizelge halinde fiziksel özelliklerle birlikte verilmiştir (Çizelge 2).

5. KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ DENEYLERİ

Pamukluk Baraj yerinde kayaçların mekanik özelliklerini saptamak amacı ile yerinde deneyler yapılmıştır. Temel kayanın taşıma gücünü ve olası oturma hesaplamalarını yapabilmek için açılan 6 adet temel sondaj kuyusunda pressiometre deneyleri yapılmıştır. Ayrıca temel kayanın elastik özelliklerinin belirlenmesi için sağ yakada 1 adet; sol yakada da 3 adet araştırma galerisi açtırılmış ve bu araştırma galerilerinde plaka yükleme deneyleri yapılmıştır (Şekil 3).

5.1. Pressiometre Deneyi

Pressiometre deneyinde uygulanan yöntemin esası, açılan bir sondaj kuyusu vasıtasıyla zemine radiyal basınç uygulamak ve bu basıncın zeminde oluşturduğu deformasyonları ölçmektir. Basınç sondaj kuyusu içine indirilen silindirik lastik propla uygulanır. Propun zemini deforme ederek genişlemesi ise hacimsel deformasyon olarak ölçülür ve cihazın hacim ölçülerinden okunur.

Pamukluk barajında zeminin mukavemeti göz önünde bulundurularak basınç artımları her iki metrede bir başlangıçta birer atmosfer daha sonra üçer atmosfer uygulanmıştır. Pressiometre deneyi ile zeminin taşıma gücü ve baraj yüksekliğine göre oturma hesapları yapılmıştır.

Pressiometre deneyi yapılan sondaj kuyuları SK-2A, SK-4A, SK-5A, SK-9A, SK-10A ve SK-11A' dır. Bu kuyulardan SK-5A sağ yakada diğerleri sol yakadadır. SK-4A ise talveg kotunda açılmıştır (Şekil 3).

5.1.1. Pressiometre Deneyinin Sonuçları

Hesaplamalar temel zemini sağlam kayaya oturtularak yapılmıştır. Hesaplamalara göre dolgu yüksekliğinin (100 m, temel genişliğinin 50 m olması halinde zemindeki oturmalar 2.74 cm ile 5.72 cm arasında değişecektir. Dolgu yüksekliğinin 120 m olması halinde oturmalar 3.29 cm ile 6.86 cm arasında değişecektir.

Zemin emniyet gerilmesi ise 14.74 kg/cm^2 ile 27. kg/cm^2 arasında hesaplanmıştır. Projede zemin emniyet gerilmesinin (qa) 20.0 kg/cm^2 alınması uygun olacaktır. Her kuyu ve civarı için oturma ve farklı oturma miktarları kabul edilebilir limitlerin altında olup, oturmalarla ilgili bir sorun olmayacaktır (Güven, 1990).

5.2. Plaka Yükleme Deneyleri

Baraj aks yerinde temel kayanın deformabillite özelliklerini saptamak amacıyla sağ ve sol yakada açılan araştırma galerilerinde (G-1, G-2, G-3, G-4 Galerileri) yatay yükleme deneyi olmak üzere toplam 22 adet plaka yükleme deneyi yapılmıştır (Şekil 3).

Örnek no ve yeri	Kayaç adı	Özgül ağırlık (gr/cm^3)	Birim ağırlık (gr/cm^3)	Su emme %	Görünür porozite %	Tek eksenli basınç dayanımı (Kgf/cm^2)
SK-2 14.10-14.30 m	Diyorit	2.98	2.81	1.7	4.8	410
TSK-2 sondaj kuy. 31.70-32.00 m	Gabro	2.70	2.59	1.5	3.9	405
TSK-2 36.20- 36.32 m	Diyorit	2.88	2.81	0.7	2.0	505
SK-8 42.10-42.40 m	Ayrışmış gabro	-	2.72	2.8	7.6	70
SK-9 36.10-36.40 m	granofir	-	2.40	4.2	10.1	360
DSK-2 47.00-47.40 m	Gabro	-	2.39	4.9	11.7	150
SK-7 35.55-35.80 m	Ayrışmış diyorit	2.87	2.50	6.0	15.0	315
SK-1 35.70-36.00 m	Ayrışmış diyorit	2.86	2.54	3.4	8.6	130
SK-11 11.35-11.85 m	Granofir	-	2.50	2.6	6.5	125
SK-3 41.25-41.45 m	Gabro	2.76	2.60	1.3	3.4	215
SK-5 36.40-36.70 m	Mikro diyorit	3.00	2.94	0.4	1.2	1220
SK-5 22.30-22.60 m	Gabro	2.78	2.66	1.0	2.7	205
SK-6 48.00-48.20	Gabro	2.70	2.37	4.5	1.7	135
SK-6 58.20-58.40	Gabro	2.75	2.31	5.4	12.5	220

Çizelge 2'nin devamı

Örnek no ve yeri	Kayaç adı	ö zgül ağırlık (gr/cm3)	Birim ağırlık (gr/cm3)	Su emme %	Görünür porozite %	Tek eksenli basınç dayanımı (Kgf/cm2)
DSK-2 40.35-40.70 m	Ayrışmış gabro	2.75	2.44	4.3	10.5	85
SK-9 sondaj kuy. 39.70-40.00 m	Gabro	2.77	2.58	2	5.2	115
SK-9 12.60-12.90 m	Granofir	-	1.89	1	1.9	440
SK-1 90.60-90.95 m	Diyabaz	2.86	2.77	1.4	3.9	260
SK-4 45.80-46.20 m	Gabro	2.74	2.46	3.1	7.6	300
SK-4 53.20-53.50 m	Kuvarslı diyorit	2.66	2.46	2.8	6.9	225
SK-4 28.30-28.60 m	Gabro	2.73	2.45	3.9	9.6	590
SK-6 68.00-68.20 m	Gabro	2.77	2.60	2.3	6.0	535
SK-10 32.85-33.10 m	Diyorit	2.98	2.75	1.1	3.0	760
SK-10 38.70-39.00 m	Granofir	2.82	2.52	3.0	7.6	450
SK-6 35.10-35.40	Ayrışmış gabro	2.70	2.43	4.1	10.0	40
SSK-1 17.20-17.40 m	Diyorit	2.89	2.66	1.1	2.9	640
SSK-1 21.70-21.90 m	Ayrışmış diyorit	2.82	2.64	3.4	9.0	80

Çizelge 2. Baraj Yerindeki Kayaçların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

4.1.1. Fiziksel Özellikler

Alınan örnekler üzerinde yapılan deneyler sonucu Birim Hacim Ağırlık (gr/cm3), Özgül ağırlık (gr/cm3), Su emme(%), Porozite (%), Boşluk oranı (%), arazi çalışmasıyla kayaçların sertliği saptanmıştır.

Sertlik

Baraj yerinde ve araştırma galerisi duvarlarında N tipi Shimidt çekici yatay tutularak geri tepme sayıları okunmuş ve ortalama değerlerinden magmatik kaya kompleksi içerisinde yer alan kayaçların sertlikleri bulunmuştur.

Buna göre

Gabro	Orta sert-Yumuşak
Diyorit	Çok sert
Granofir.	Sert
Diyabaz	Sert
Ayrışmış gabro ve granorir	Orta sert-Yumuşak olarak bulunmuştur.

4.1.2. Mekanik Özellikler

Kayaların mühendislik amaçları için sınıflandırılmasında mekanik özelliklerin önemli bir yeri vardır. Özellikle kaya kütlesi sınıflamaları ve kaya kütlelerinin sağlamlıklarını belirlemede yoğun bir şekilde kullanılır. Bu amaçla Pamukluk baraj yerindeki kayaçların mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak yerinde deneyler yapılmış, arazide N tipi Shimidt çekici kullanılarak, tek eksenli basınç dayanımı , kayanın sertliği ve ayrıca tamamlanan sondajlardan karot örnekler ve şekilsiz örnekler hazırlanarak, laboratuvarda deneye tabi tutulmuştur. Laboratuvar deneylerinde kayaçların tek eksenli basınç dayanımları bulunmuştur (Çizelge 2).

Direnç özellikleri

Arazide yapılan Shimidt çekici deneyi sonucu belirlenen tek eksenli basınç dayanımları;

Gabro	20-30	MPa	Düşük dirençli
Diyorit	100-150	MPa	Yüksek dirençli
Granofir	20-30	MPa	Düşük dirençli
Diyabaz	90-100	MPa	Orta dirençli
Ayrışmış gabro ve granofir	10-20	MPa	Çok düşük dirençli olarak belirlenmiştir.

Granofir olarak belirlenen karotların

% 10'nu çok kötü	RQD= %0-25
% 20'si kötü	RQD= %25-50
% 50'u orta	RQD= %50-75
% 30'u iyi, çok iyi	RQD= %75-100

Ayrışmış gabro ve granofir olarak belirlenen karotların

% 50'si çok kötü	RQD= %0-25
% 30'u kötü	RQD= %25-50
% 20'si orta	RQD= %50-75 kalite olarak belirlenmiştir.

3.2. Geçirimlilik

Sondaj kuyularında yapılan basınçlı su deneylerinde genellikle geçirimsiz değerler elde edilmiştir. Basınçlı su deneyleri 2 m aralıklı kademelerde tek lastikle yapılmış, deney sonuçları amprik formülle hesaplanmıştır.

Basınçlı su deneylerinde baraj sağ yakasında yeralan taze görünümlü sert ve sağlam yapılı diyorit ve mikro diyoritlerin yüzeye yakın kısımlarında 10-20 lugeon arasında kaçaklar elde edilmiştir. Nispeten az ayrışmış granofirlerin üst seviyelerinde ve farklı özelliklerdeki kayaçların kontaklarında da geçirimli değerler belirlenmiştir.

Gabro ayrışmış gabro ve ayrışmış granofirlerin geçirimsiz olduğu saptanmıştır. Genel olarak geçirimsiz özellikte olan magmatik kaya kompleksinin basınçlı su deneyinde geçirimli olarak belirlenen kısımlarının yüzeyden itibaren derinlere doğru azaldığı ve bu kesimlerin çatlak veya kırıkların fazla olduğu seviyeleri gösterdiği kabul edilmiştir. Diğer sondaj kuyularında da bazı seviyelerde yer yer 1 - 3 lugeon arasında kaçaklar ölçülmüştür. Bu kısımlar yine kırık ve çatlaklı seviyelere karşılık gelen kesimlerdir.

Bu nedenle magmatik kaya kompleksinin 0 - 15 m arasında bazı düzeylerin kırık ve çatlaklı olması dolayısıyla geçirimli kabul edilmesi ve buna göre değerlendirilmesi uygun olacaktır.

4. BARAJ YERİNDEKİ KAYAÇLARIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

4.1. Fizikomekanik Özellikler

Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde arazide ve laboratuvarda yapılan deneylerden yararlanılmıştır. Laboratuvar deneylerinde Türk Standartları Enstitüsü tarafından belirlenen standartlar kullanılmıştır (TS 699,1900). Laboratuvardaki deneylerde; sondaj kuyularından alınan karotlar, araştırma galerilerinden alınan blok örnekler, karot alımına imkan olmayan birimlerde küp ve şekilsiz örnekler kullanılmıştır.

Kayaç	Devamlılık (ISRM, 1978)	Pürüzlülük (EGWP, 1977)	Açıklık (EGWP, 1977)	Çatlak Sıklığı (Deere-Miller, 1968)	Kaya Kalitesi Tayini (RQD)	Kayaç El Örneğinin Bozulma Derecesi (ISRM, 1978)	KayaçKütlesinin Bozulma Derecesi (ISRM, 1978)
Az ayrışmış diyorit	Çok düşük devamlı	Kaba	Aşırı dar	Sık çatlaklı	%50-75 (Orta Kalite)	(R4) Sağlam kayaç	Az bozunmuş II, W1
Gabro	Çok düşük devamlı	Kaba	Kapalı	Orta sıklıkta çatlaklı	%50-75 (Orta kalite)	(R2) Zayıf kayaç	Orta bozunmuş III, W3
Granofir	Çok düşük devamlı	Kaba	Aşırı dar	Sık çatlaklı	%50-75 (orta) ve %75-90 (ıyi kalite)	(R3) Orta sağlam kayaç	Az bozunmuş II, W1
Ayrışmış gabro ve ayrışmış granofir	Çok düşük	Çok kaba	Dar	Orta sıklıkta çatlaklı	% 0-25 (çok kötü) ve %25-50 (kötü kalite)	(R1) Zayıf kayaç	Çok bozunmuş IV, W4
Diyabaz	Düşük devamlı	Kaba	Kapalı	Çok sık çatlaklı	%50-75 (Orta kalite)	(R3) Orta sağlam kayaç	Az bozunmuş II, W1

Çizelge 1. Baraj yerindeki kayaçların süreksizliklerinin jeoteknik özellikleri

fakat bazı kesimlerde ise piroksenlerin yerini serpantinleşmiş veya kısmen iddingsitleşmiş olivin alır. Gabro türü kayaçlarda da yine tektonizma etkileri gözlenmiştir, genelde minerallerde çatlama, kırılma ve özellikle piroksenlerde bükülmeler gözlenmiştir. Alterasyon mineralleri olarak plajiyoklaslarda kaolenleşme, kısmen kloritleşme ve serisitleşme, piroksenlerde ise uralitleşme tespit edilmiştir.

3. SÜREKSİZLİKLERİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

Süreksizliklerin mühendislik açısından etkilerini araştırmak ve kaya kütlesinin özelliklerini belirlemek için magmatik kaya kompleksi içerisinde yer alan değişik özellikteki birimlerde gözlemler yapılmıştır. Yapılan gözlemlerde ISRM (Intenational Society for Rock Mechanics) ve EGWP (Engineering Geology Group Working Party) tarafından önerilen veri toplama ve değerlendirme yöntemleri esas alınarak süreksizliklerin jeoteknik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Süreksizliklerin; yönelim ve takım sayısı, devamlılık, açıklık, pürüzlülük, dolgu malzemesi gibi jeoteknik özellikleri ile kayaç kütle bozunma dereceleri belirlenmiş, sonuçlar çizelge halinde sunulmuştur (Çizelge 1).

3.1. Kaya Kalitesi Tanımlaması (RQD)

Baraj yerinde açılan karotlu sondajlarda 10 cm ve daha büyük karotların tümü ölçülmüş ve RQD (Rock Quality Designation) yüzdeleri hesaplanmıştır.

RQD değeri ile kaya kalitesi arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir Deere (1964),

RQD %	Kaya kalitesi
< 25	Çok fena
25-50	fena
50-75	orta
75-90	iyi
- 90-100	pekiyi

Ölçülen RQD değerlerine göre;

Diyorit olarak belirlenen karotların

% 20'si kötü	RQD= %0-25,
% 50'ı orta	RQD= % 50-75,
% 30'u iyi çok iyi	RQD= %75-100

Gabro olarak belirlenen karotların

% 10'nu kötü	RQD= %0-25
% 20'si kötü	RQD= %25-50
% 40'ı orta	RQD= %50-75
% 30'u iyi	RQD= %75-90

kütleyi granitoitik kayaçlar oluşturur, bunlar genellikle ayrışmış ve bazı kesimleri yer yer arenalaşmıştır. Diğer birimlerle kontak yaptığı yerlerde bileşimsel olarak değişimler gözlenmiştir. Örneğin kontaktan iki metre uzakta granit izlenirken tam kontakta ve kontağa yakın bölgelerde granodiyorit, kuvarslı diyorit veya granofir gibi farklı kayaç türlerine geçişler saptanmıştır. Aynı şekilde esas kütleyi kesen diğer birimlerde de dokanak ilişkileri çok belirgin olarak kayaçları bileşimsel veya yapısal olarak değişime uğratmıştır.

Mağmatik kompleksin oluşumunda granitik kütle yerleştikten sonra, kütle asidik özellikli kayaçlar tarafından kesilmiş daha sonra aynı kütle bazik özellikli kayaçlar tarafından tekrar kesilmiştir. Magmatizma bir çok defa etkinliğini göstermiştir. Kesme ve kesilme durumu çok farklı görünümler oluşturmuştur. Örneğin garanitik kütlenin bazik özellikli kayaçlar tarafından kesildiği bazı yerlerde granitik kütlenin azınlıkta kaldığı, diğer bazik ve nötr özellikli birimlerin ise çok daha yaygın olduğu görülmüştür. Fakat genel olarak granitik kütlenin her tarafta daha yaygın olduğu ve ilk yerleşen kütle olduğu saptanmıştır.

Yapılan mikroskopik incelemeler sonrasında magmatik komplekste asit, nötr ve bazik özellikli kayaçlar belirlenmiştir. Bunların petrografik incelemelerine aşağıda kısaca değinilmiştir.

2.1. Asidik Kayaçlar

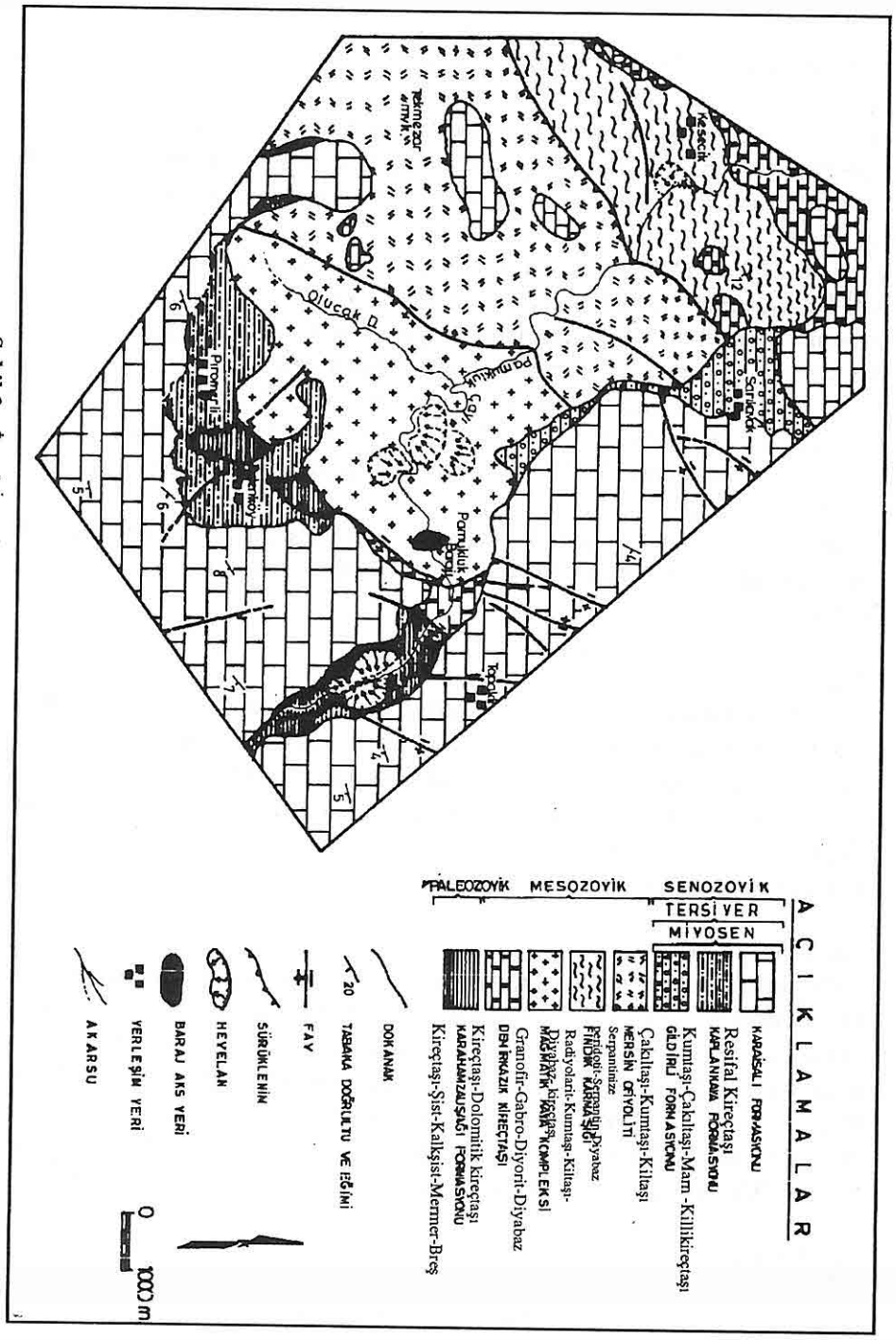
Magmatik kaya kompleksinde esas kütleyi oluşturan granit yanında asidik kayaçlar olarak monzonit, granodiyorit, kuvarslı diyorit, granitporfir, garanofir, aplit ve riyolit saptanmıştır. Bu kayaçlarda genel olarak tektonizma etkisiyle minerallerde yer yer çatlama, kırılma ve bükülmeler gözlenmiştir. Kuvarslarda kısmen dalgalı sönme, plajiyoklaslarda yer yer serisitleşme ve kaolenleşme, biyotitlerde kloritleşme, hornblendlerde de yine kloritleşme ve epidotlaşma saptanmıştır.

2.2. Nötr Kayaçlar

Magmatik kaya kompleksi içerisinde siyenit ve diyorit sokulumları tespit edilmiştir. Dış görünüşleri sağlam ve taze görünüm vermelerine karşın bunlarda tektonik kuvvetler etkisinde kalmış ve kayacı oluşturan mineraller kırıklı ve çatlaklı bir yapı oluşturmuştur. Siyenitte genellikle pertitik yapıda görülen feldspatlar kaolenleşmiş, hornblendlerde ise kloritleşme belirlenmiştir. Diyoritlerde ferro-magnezyen minerallerinden piroksenlerde uralitleşme, % 40-45 anortit içeren andesin türü plajiyoklaslarda ise kaolenleşme ve yer yer klorit ve zeolitleşme tespit edilmiştir.

2.3. Bazik Kayaçlar

Gabro ve diyabaz, kompleks içerisindeki bazik kayaçları teşkil ederler. Gabroda % 62 Anortit içeren labrador mineralinden sonra ikinci hakim minerali piroksen oluşturur,



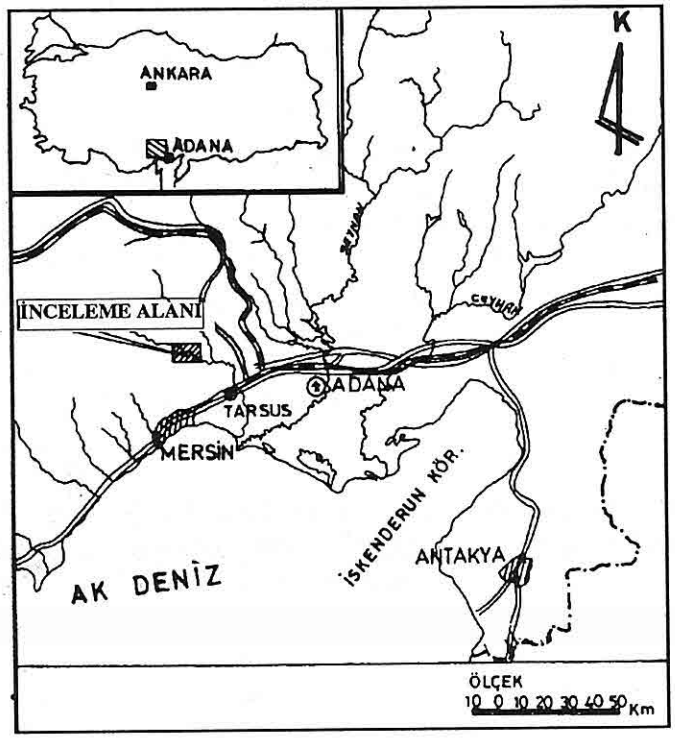
Şekil 2 . İnceleme Alanı ve Çevresinin Jeoloji Haritası

1. GİRİŞ

İnceleme alanında yer alan Pamukluk Barajı Tarsus ilçesinin 30 km kuzeyinde olup, enerji, sulama ve Mersin ilinin içmesuyu ihtiyacını karşılamak amacı ile tasarlanmıştır (Şekil 1).

Baraj yerinde temel kayayı Magmatik kaya kompleksi oluşturur. Sondaj kuyularından ve açılan galerilerden elde edilen örneklerin petrografik incelemesi yapılmış farklı fizikşel ve mekanik özellikteki kayaçların davranışları ortaya konmuştur.

Temel kayanın elastik özelliklerinin saptanmasına yönelik olarak sağ yakada açılmış olan 1, sol yakada açılmış olan 3 adet araştırma galerisinde plaka yükleme deneyleri yapılmıştır (Şekil 3).Sondaj kuyularında pressiometre ve basınçlı su deneyleri yapılarak kayaçların taşıma gücü ve geçirimliliği saptanmıştır. Alınan el ve karot örneklerinde Laboratuvar deneyleri yapılmış, fiziksel ve mekanik parametreler bulunmuştur.



Şekil 1. Yer Bulduru Haritası

2. MAGMATİK KAYA KOMPLEKSİNİN PETROGRAFİSİ

Baraj yerinde temeli, yerleşim yaşı Mesozoyik olan magmatik kaya kompleksi oluşturur. Birim asidik, bazik karakterli derinlik, yarı derinlik ve yüzey kayaçlarının birbiri içerisinde düzensiz ve farklı zamanlı sokulumlarından ibarettir (Şekil 2). Esas

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND *JUNE* *NO*

PAMUKLUK BARAJ YERİNDEKİ (TARSUS) MAGMATİK KAYA KOMPLEKSİNİN PETROGRAFİK VE MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

Sedat TÜRKMEN ve Fikret İŞLER
Ç.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET: *Bu çalışmada yapımı planlanan Tarsus Pamukluk barajının temelini oluşturan ve Mağmatik kaya kompleksi olarak adlandırılan kayaçların petrografik ve mühendislik özellikleri incelenmiştir. Magmatik komplekste esas kütleyi granitoitik kayaç oluşturur. Bu kütle değişik boyutlarda ve çok farklı yönlerde asit, nötr ve bazik özellikli derinlik, yarı derinlik ve yüzey kayaçları tarafından kesilmiştir. Mağmatik kaya kompleksinin fiziksel, mekanik, elastik ve bazı jeolojik özelliklerini belirlemek için yerinde ve laboratuvarda deneyler yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda mühendislik açıdan gabroların az dayanımlı, granofir ve az ayrışmış asidik kayaçların orta derecede dayanımlı, diyorit ve mikrodiyoritlerin çok dayanımlı olduğu saptanmıştır.*

PETROGRAPHICAL AND ENGINEERING PROPERTIES OF THE MAGMATIC ROCK COMPLEX AT THE PAMUKLUK DAMSİTE IN TARSUS, TURKEY

ABSTRACT : *In this study petrographical and engineering properties of magmatic rock complexes that form the basement of Pamukluk dam site have been investigated. The magmatic rock complexes formed from granitoitic rocks. In-situ and laboratory tests have been done for determining the physical, mechanical, elastic and certain geological features of magmatic rock complexes. Petrographical determination and mineralogical contents of different rock occurences arround dam site has been exemined. When the geotechnical properties of rocks are considered gabbros are weak rock, granophyres and less weathered acidic rocks are medium strong rock, diorites and microdiorites are very strong rocks.*

Leoblich, A.R., Jr and Tappan, H., 1987. Foraminiferal genera and their classification. 2 volumes (tex volume, 970 pp.; plates volume, 212 pp. and 847 pls.), Newyork.

Moore, C.R., 1964. Treatise on invertebrate Paleontology, Part C, Protista 2. Vol. 1-2, The University of Kansas Press.

Morkhoven, Berggren and Edwards., 1986. Cenozoic Cosmopolitan Deep Water Benthic Foraminifera "Anomalinoides rubiginosus (Cushman)" Bull. Centre Rech. Explor Prod. Elf-Aquitaine, 11, 366, Taf. 119.

Subbotina, N.N., 1953, Fossil foraminifers of the USSR; Globigerinidae, Hantkeninidae and Globorataliidae. Collet's Ltd., London and Wellingborough, 321pp.

Tansel, İ., 1989. Ağva (İstanbul) Yöresinde Geç Kretase-Paleosen sınırı ve Paleosen Biyostratigrafisi. TPJD Bülteni, C. 1-3, Aralık 1989.

Toumarkine, M., Luterbacher, H., 1985. Paleocene and Eocene Planktic foraminifera, in Bolli, H.M., Sauders, J.B. and Perch-Nielsen, K. (eds.) Plankton stratigraphy : Cambridge University Press, Cambridge, p.87-154.

6. KATKI BELİRTME

Yazar, bu çalışmada saptanan yeni cinsin araştırılması aşamasında değerli görüş ve yardımları ile katkıda bulunan; Prof. Dr. H.M. Bolli'ye (Zürich-Üniv.), Prof. Dr. A. Loeblich- A.Tappan'a (Kaliforniya Üniv.), Prof. Dr. H. Hagn'a (Münich Üniv.) ve Dr. Kuhn'a (Münich Üniv.) içtenlikle teşekkür eder.

Yine, çalışmasında yakın desteklerini gördüğü Prof. Dr. E. Meriç'e (İ.Ü.), Prof. Dr. F. Oktay'a (İ.T.Ü.), Prof. Dr. Namık Yalçın'a (İ.Ü.ve TUBİTAK), Dr. N. Rückert'e (Münich Üniv.) ve de çalışmanın laboratuvar aşaması sırasında; büyük bir özveri ile elektron mikroskobunda fotoğraf çekimlerinde ve EDXS' deki elementer analizlerin yapılmasında yardımcı olan İ.T.Ü. teknisyenlerinden ; Tayfun Gür ile Turgay Gönül'e teşekkürü bir borç bilir.

Ayrıca, TUBİTAK Marmara Araştırmanın SEM laboratuvar ekibine ve çizimleri ile katkısı olan ressam Ferhan Aksöz'e de teşekkürlerini iletir.

7. KAYNAKLAR

Banner, F.T. and Blow, W. H., 1959. The classification and stratigraphical distribution of the Globigerinaceae. Paleontology,2,1-27.

Banner,F.T.,1982. A classification and introduction to the Globigerinacea. Aspects of Micropaleontology, pp. 142-239, London.

Baykal,F., Önalan, M., 1978. Şile sedimenter karmaşığı (Şile Olistostrome), Altınlı simp.

Berggren, A.,1976. Paleocene benthic foraminiferal biostratigrapy and paleoecology of Tunisia,Bull. Centre Rech. Pau-SNPA,1012, ISSN 0008-9672.

Berggren, W.A.,1977. Atlas of Paleogene Planktonic Foraminifera, Some species of the genera Subbotina, Planorotalites, Morozovella, Acarinina and Truncorotaloides. In: A.T.S. Ramsay (ed.), Oceanic Micro-Paleontology, pp. 205-99, academic Press, London.

Brotzen,F., 1948. The Swedish Paleocene and its Foraminiferal fauna. " Anomalinoides danica (Brotzen)", Sver. Geol. Unders., Arabok, 42(2) : 87 Taf. 14, Fig.1 Text Fig 22.

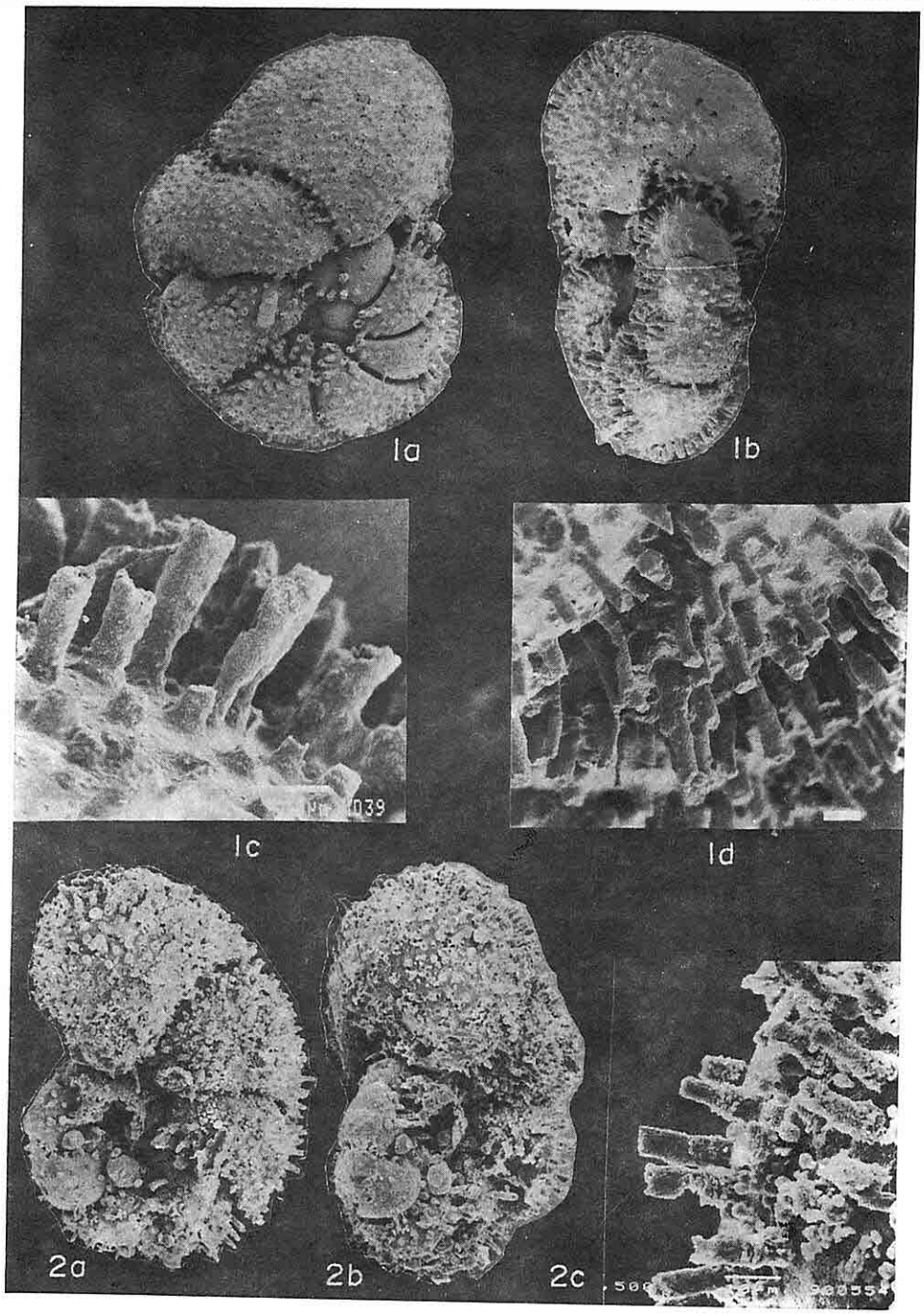
Dizer, A. ve Meriç, E., 1983. Kuzeybatı Anadolu'da Üst Kretase-Paleosen biyostratigrafisi, M.T.A. Dergisi, 95-96, 149-163, Ankara.

Kaya, O.,Dizer, A., Tansel, İ., Meriç, E., 1984. Stratigraphy of the Cretaceous in the Ereğli area, Zonguldak. Bull. of the Mineral research and exploration Inst. of Turkey No:99-100, Ankara

Kaya, O.,Dizer, A., Tansel, İ., Özer, S., 1987. Yığılca (Bolu) alanı Üst Kretase ve Paleojenin stratigrafisi M.T.A. derg. No:107, 13-32, Ankara.

Ketin, İ., Görmüş, O., 1963. Sinop-Aynacık güneyinin jeolojisi. TPAO Rap., 288, Ankara.

LEVHA I



LEVHA I

Tüm örnekler Ağva yöresinden (İstanbul, KB Türkiye) derlenmiştir.

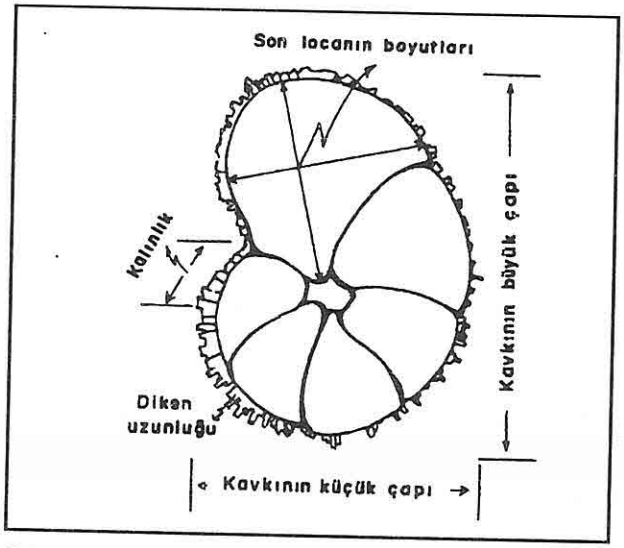
Şekil 1: Spinogerina spinosa n. gen., n. sp. (Holotip) Örnek No:6201

a: Spiral taraf x 350.
b: Periferial taraf ve ağız x 350.
c: Kavkı yüzeyindeki dikenler x 750.
d: Kavkı yüzeyindeki dikenler x 1500.

Şekil 2: Spinogerina spinosa n. gen., n. sp. (paratip) Örnek No: 6203

a: Spiral taraf x 300.
b: Periferial taraf ve ağız x 300.
c: Kavkı yüzeyindeki dikenler x 1500.

Fotoğraflar SEM ile çekilmiştir.



Şekil 3. Spinogerina spinosa n. gen., n. sp. nin ölçümleri

Beraberindeki Planktik Foraminiferler

Planorotalites pusilla pusilla (Bolli), *P. chapmani* (Parr), *P. pseudomenardii* (Bolli), *Spinogerina* n. spp., *Globigerina triloculinoides* Plummer, *Glb. trivalis* (Subbotina), *Glb. triangularis* White, *Glb. velascoensis* Cushman, *Acarinina primitiva* (Finlay), *Morozovella angulata* (White), *M.conicotruncata* (Subbotina), *M.simulatilis* (Schwager).

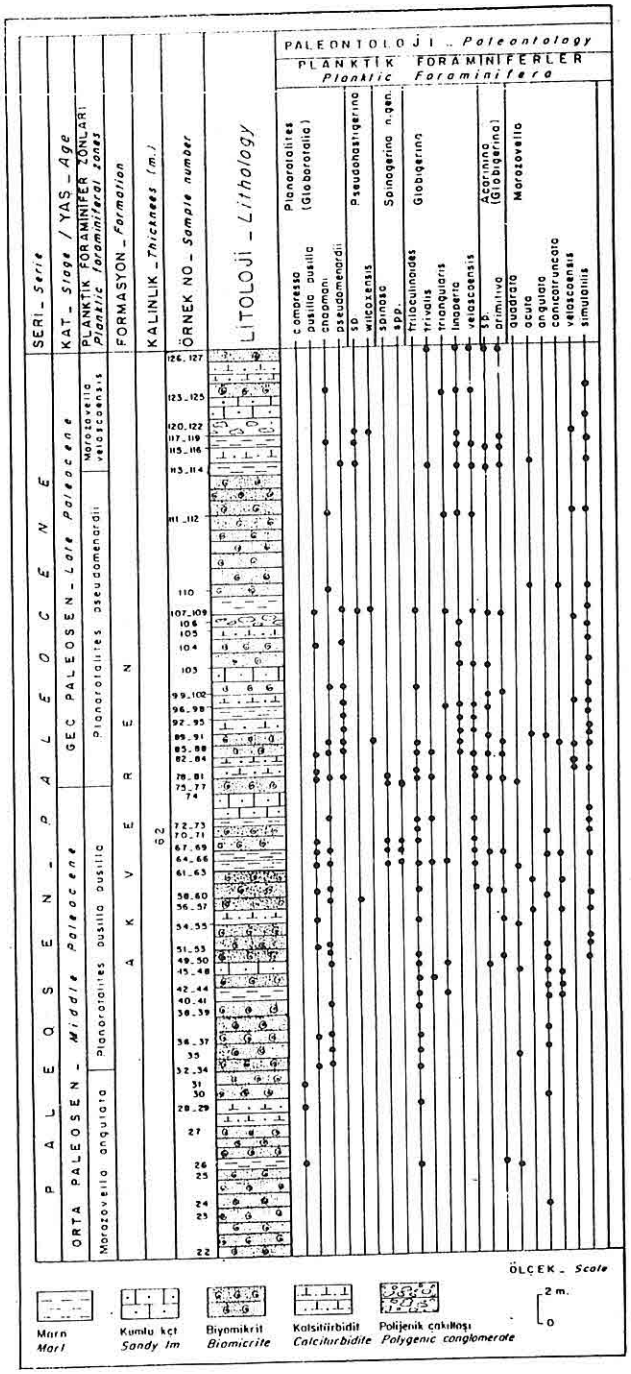
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu araştırma ile daha önceleri Globigerinacea üst familyasına ait olan (Banner-Blow, 1959; Banner 1982; Subbotina, 1953; Toumarkine, 1985); Loeblich-Tappan 1987 'e göre ise Hantkeninacea üst familyasına dahil edilen yeni bir cins *Spinogerina* n. gen., *S. spinosa* n. sp. ilk kez tanıtılarak, taksonomideki yeri belirlenmiştir.

Spinogerina n. gen. nın yaşı Paleosen'e ilişkin P3-P4 rumuzları ile tariflenen , *Planorotalites pusilla pusilla* ve *Planorotalites pseudomenardii* standart planktik foraminifer zonlarında, toplam stratigrafik görünümü ile Geç Monsiyen-Erken Tanesiyen olarak bulunmuştur.

Yapılan elementer analiz sonuçlarına göre; *Spinogerina* n. gen. in kavkı bileşimindeki silis ve kalker oranlarındaki değişimlerin ortam koşullarına bağlı olarak değişken olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada, *Spinogerina* n. gen. ve *S. spinosa* n. sp. nin etimolojisi, tanımı ve stratigrafik konumu ayrıntılı olarak belirtilmiştir.



Şekil 2. Yeşilçay Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti

şekilleri, ağız konumları ile *Globanomalina* cinsine benzer. Ancak *Globanomalina*'nın sinonimi olan *Pseudohastigerina* cinsine filogenetik, morfolojik ve stratigrafik konumu ile daha yakındır.

Stratigrafik Yayılımı

Spinogerina spinosa n. gen., n. sp., Yeşilçay ölçülü kesitinde *Planorotalites pusilla pusilla* Zonu'nda oldukça yaygın olarak izlenmiştir (Şekil 2). Alt sınırı, Morozovella angulata üstten ise Morozovella velascoensis biyozonları ile sınırlandığından bu çalışmada genel yaş konağı Orta-Geç Paleosen olarak verilmiştir.

Spinogerina spinosa n. sp.

Levha 1, Şekil 1 a-d (Holotip); 2 a-c (Paratip)

Adın kökeni: İsim, kavkı yüzeyinde uzun ve sık dikenlerin bulunuşu nedeni ile verilmiştir.

Holotip : Levha 1 ; Şekil 1 a-d, orijinal materyel (ölçülü kesitten derlenen yıkama örneği) İstanbul Üniversitesi, Genel Jeoloji Anabilim dalında, holotip No: Y. 6201 ve paratipler No: Y. 6202, Y. 6203 kolleksiyon numaraları ile muhafaza edilmektedir.

Tip lokalite : Köprübaşı mevkii, Yeşilçay ölçülü kesiti (Ağva-İstanbul)

Tip yaş : Orta Paleosen (Geç Monsiyen)

Tanım : Kavkı, serbest, yarı sferik, dıştan involuttur. Aşınımda hafif planspiral sarılımlı ufak bir tur görülebilir. Bölmeler yay şeklinde, son localara doğru hafif sigmoidal ve çukurdadır. Turdaki loca sayısı 7-8, loca şekilleri; ilk safhada yarımay, sonra trianguler-küt trianguler ve hafif kabarıktır.

Son locanın genişliği ile yüksekliği birbirine yakın olup, ombiliğe doğru hafifçe ve asimetrik olarak kaymıştır.

Kavkı yüzeyi ince ve düzensiz delikli, üstü uzun, sık ve ortası delikli dikenlerle kaplıdır. Kavkı yapısı karbonat içerikli, ortamdaki koşullara göre silisle yerdeğişimli olabilmektedir.

Ağız yarımay şeklinde olup, marjinden-periferiye doğru ilerlemiştir. Periferi loblu ve ombilik orta büyüklüktedir (Şekil 3).

Ölçümler :

Çap : 0.55-0.47 mm

Kalınlık : 300 µm

Son locanın boyutları : 330-275µm

Diken uzunluğu : 20-12 µm

Karşılaştırma ve yorum :

Spinogerina spinosa n. sp. bu çalışmada tanıtımı yapılmayan diğer *Spinogerina* türlerinden ; kavkısının yarı sferikliği, sık-uzun dikenleri, son locasının şekli ve orta büyüklükteki ombiliği ile fark edilir.

Cins : *Spinogerina* n. sp.

Tür tip: *Spinogerina spinosa* n. sp.

Adın kökeni : İsimlendirme (spina=diken), kavkı yüzeyinin çok sayıda dikenlerle kaplı oluşu nedeni ile yapılmıştır.

Tip lokalite : Köprübaşı mevkii, Yeşilçay ölçülü kesiti (Ağva-İstanbul).

Stratigrafik yayılım : Orta-Geç Paleosen (Geç Monsiyen-Erken Tanesiyen)

Ayırtman tanım:

Kavkı, serbest, planspiral veya hafif trokospiral sarılımlı, biombilikli ve involuttur. Ender olarak kavkı aşınımı ile küçük bir tur görülebilir (Levha 1 ; Şekil 1).

Turdaki localar hafif kabarık, sayıları 7-8 arasında olup, şekilleri trianguler, küt trianguler veya angulerdir. Bölmeler yay-ışınsal şekilli ve çukur içindedir. Ombilik kapalı, nokta şeklinde veya orta büyüklükte ve sığdır.

Kavkı yüzeyi, düzensiz deliklidir. Ayrıca yüzeyde ortası delikli, kısa-uzun, sık-seyrek dikenler bulunur.

Kavkının bileşimi kalsiyum karbonattır. Ancak, zaman zaman ortamda silisin yoğunlaşması sonucunda kavkıda silisle yer değiştirmelere rastlanır.

Ağız açıklığı son locanın tabanında, marjinal kenardan periferiye kaymış ve yarımay şeklindedir. Periferi ise lobludur.

Karşılaştırma ve Yorum

Bu cins kavkı sarılımı, loca düzeni, biombilikli oluşu ve ağızın konumu ile *Pseudohastigerina (Globanomalina)* cinsine çok yakın benzerlik gösterir. *Pseudohastigerina'* dan, ağızda dudağın bulunmayışı, locaların daha kabarık gelişmesi ve kavkısının dikenlerle kaplı oluşu ile ayırtlanır.

Spinogerina n. gen., bazı literatürde birbirinin sinonimi olarak verilen *Cibicides* ve *Anomalinoides* cinsleri ile de morfolojik bir benzerliğe sahiptir (Morkhoven ve diğ.,1986). Ancak *Cibicides* cinsi kavkı merkezinde düğme şeklinde bir çıkıntı içermesi, spiral ve ombilikal bölgelerinin farklı oluşu ve de kavkısının dış kenarından başlıyarak son iki locaya kadar devam eden ağzının konumu ile *Spinogerina*'dan ayrılır.

Benzer olarak, *Anomalinoides* cinsi, *Cibicides* ile ortak morfolojik özellikler göstermesine karşın, bir kısım türlerinde periferiyal karenal bandın varlığı, ağız açıklığı ve şekil ile *Cibicides*' ten ve dolayısı ile de *Spinogerina'*dan oldukça farklıdır.

Spinogerina n. gen., *Gavelinella* cinsinin bazı türleri ile özellikle "*Gavelinella danica* Brotzen" ya benzerlik gösterir (Brotzen, 1948). Ancak, bu cins de *Anomalinoides* ile sinonimdir (Beggren,1976 ve 1977). Daha önce belirtilen benzer ayrıcalıkları ile *Spinogerina*' dan farklı olduğunu ortaya koyar.

Cibicides, Anomalinoides ve *Gavelinella* gibi cinslerin iri porlu kavkıya sahip olmaları ve bentik karekter taşımaları da farklılığın başka bir nedenidir.

Sonuçta; *Spinogerina* n. gen. kavkısının sarılımı, biombilikli oluşu, loca ve bölme

2. ÇALIŞMA YöNTEMİ VE MATERYEL

Çalışma materyeli, yeşilçay ölçülü kesitinden derlenen yıkama örnekleridir. Populasyonda yeni cinse ait toplam 82 örnek saptanmıştır. Bu örneklerin 26 tanesi *Spinogerina spinosa* n. gen., n.sp. olup, diğerleri ise tanımlanması daha sonra yapılacak olan farklı türlerdir.

Yeni cinsin kavkı yapısını belirlemek için yıkama örneklerinin yanısıra ince kesitlerden de yararlanılmıştır. Denenen çeşitli metodlar sonucunda, yarı kantitatif elementer analiz metodunun en uygunu olduğu görülmüştür.

Elektron mikroskobu (SEM) ve Tracor Northern (EDXS: Energy Dispersive X rays Spectrometers) yardımı ile yürütülen yarı kantitatif elementer analizlerde örnekler karbonla kaplanarak incelenmiştir. Bu uygulamada; kalker kavkının silisce yoğun bir ortamda zaman zaman % 94' den 98' e kadar ulaşan oranlarda silisle yer değiştirdiği gözlenmiştir.

Araştırmada, *Spinogerina spinosa* n. gen. ve n. sp. ilişkin resimlerin görüntülenmesinde SEM-Jeol. T. 330 tipi elektron mikroskobu kullanılmıştır.

3. STRATİGRAFİ

Çalışılan bölge, Tetis Okyanusunun, Mesozoyik ve Senozoyik çökellerinin yüzeylendiği batı Pontidlerin KB kesiminde yer alır.

Mesozoyik, çok az miktarda volkanik materyel içeren Geç Kretase yaşlı tortul istif, Senozoyik ise Paleosen yaşlı çökel istif ile temsil edilir. Litofasiyesi ile benzer, ancak farklı yaşları olan bu iki birimin ilişkisi uyumlu ve devamlıdır.

Ketin ve Görmüş (1963), Kaya ve diğ. (1984,1987) tarafından Akveren Formasyonu olarak tanıtılan istif, bej-grimsi beyaz renkli sert, ince-orta katmanlı kireçtaşı; gevşek kırılgan, yeşilimsi gri renkli, killi kireçtaşı-marn ardalanmalı ve yer yer ince taneli, orta katmanlı kumtaşı ile volkanik ara katkılar içermektedir. Formasyon'un marn-biyomikrit ve killi kireçtaşları ile temsil edilen Orta-Geç Paleosen yaşlı düzeyleri *Spinogerina spinosa* n. gen., n. sp. içerir.

4. SİSTEMATİK PALEONTOLOJİ

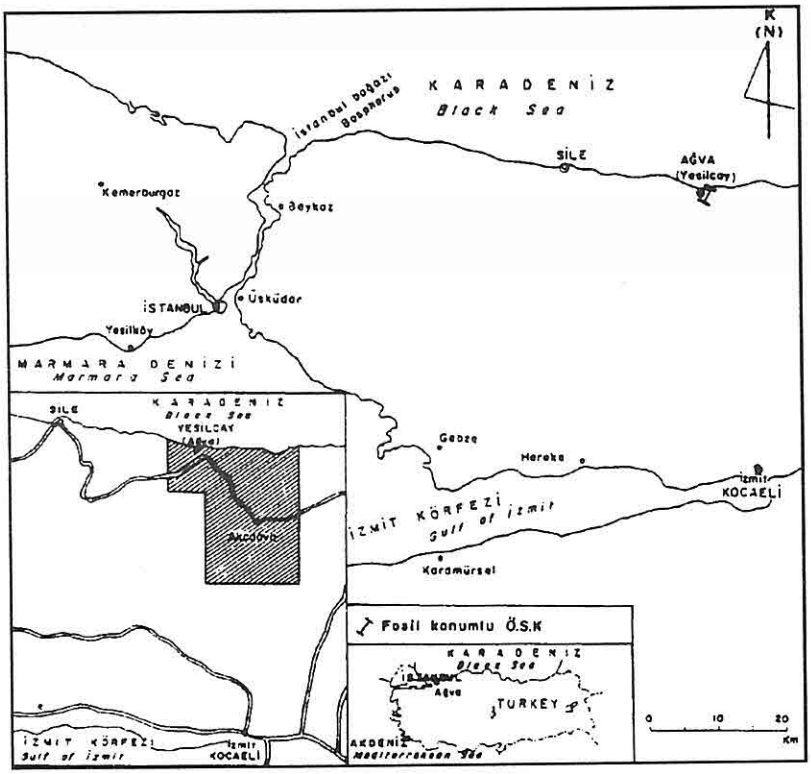
Bu çalışmada, Moore (1964) ve Loeblich-Tappan (1987) sınıflaması birlikte izlenerek, bulunan yeni cins ve türün tanıtımı ile taksonomisi aşağıda verilmiştir.

Sistematik Tanımlama

Filum : PROTOZOA Goldfuss, 1817
Klas : RHİZOPODA von Siebold, 1845
Ordo : FORAMINIFERİDA Eichwald, 1830
Üst Familya : HANTKENINACEA Cushman, 1927
Familya : GLOBANOMALINIDAE Loeblich-Tappan, 1984

1. GİRİŞ

Çalışma alanı, Ağva ilçesinin (İstanbul)Yeşilçay yöresini içerir (Şekil 1).



Şekil 1. Yer Bulduru Haritası

Bölge ve çevresi bugüne dek pekçok araştırmacıya konu olmuştur (Baykal-Önalan, 1978; Dizer-Meriç, 1983; Kaya ve diğ., (1984 ve 1987). Yörede biyostratigrafi amaçlı ayrıntılı ilk inceleme ise Tansel (1989) tarafından yapılmış olup, bu araştırma, Akveren Formasyon'un Orta-Geç Paleosen kesimini içeren Yeşilçay ölçülü kesitinde gerçekleştirilmiştir.

Adı geçen formasyonunun marn, biyomikrit ve killikireçtaşı ile temsil olunan düzeylerinde dikenli, planktik karekterli yeni bir foraminifer cinsi ile türü ilk kez olarak saptanmıştır.

Cins ve türün ayrıntılı tanımlanması, araştırılması ve tanıtımı için uluslararası düzeyde pek çok araştırmacı ile yazılı ve sözlü bağlantı kurulmuş, sonuçta Loeblich-Tappan ve Bolli gibi araştırmacıların onayları ile bir foraminiferin yeni bu cins olduğu ortaya konulmuştur.

Çalışmanın amacı, yeni saptanan cins ve türün taksonomisini, tanıtımını ve birlikte bulunduğu zonal foraminiferler yardımı ile yaşını ortaya koymaktır.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

AĞVA YÖRESİ (İSTANBUL) PALEOSEN İSTİFİ FORAMİNİFER TOPLULUĞUNDAN YENİ BİR CİNS; "SPİNOGERİNA"

İzver Özkar TANSEL
İ.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye

ÖZET: *Bu araştırma, Ağva yöresinde (İstanbul) yüzeyleyen Akveren Formasyon'un Orta-Geç Paleosen yaşlı kesiminde yapılmıştır. Formasyon'un killi kireçtaşı ile temsil edilen düzeylerinde Hantkeninacea üst familyasına ait yeni bir foraminifer cinsi olan* ***"Spinogerina n. gen., S., spinosa n. sp."*** *ilk kez olarak saptanmıştır.*

Yeni bulunan ***Spinogerina spinosa*** *n. gen., n., sp. nin taksonomideki yerinin belirlenmesi ve tanıtımı çalışmanının esasını oluşturur.*

SPINOGERINA A NEW GENUS FROM THE FORAMINIFERAL ASSOCIATION OF AĞVA REGION (ISTANBUL) PALEOCENE SEQUENCE

ABSTRACT: *This is a study of a newly found foraminiferal genus* ***"Spinogerina n. genus"*** *of Hantkeninacea super Family. This first occurrence of the genus is observed in upper levels of the Akveren Formation of clayey limestone which has the age of Middle-Late Paleocene. In this study, the determination and description of the locations of Spinogerina n. genus and S. spinosa n. sp. in taxonomy are given in detail.*

Ethecopar, A. & Vasseur, G., 1987. A 3-D kinematic model of fabric development in polycrystalline aggregates:Comparisons with experimental and natural examples. Journal of Structural Geology, 9, 705-717.

Etheridge, M.A. &Wilkie, J.C., 1979. Grain size reduction, grain boundary sliding, and the flow strength of mylonites. Tectonophysics, 58, 159-717.

Hobbs, B.E., Means W.D., and Williams, P.F., 1976. An Outline of Structural Geology, John Wiley and Sons, New York, 571p.

Koral, H., 1989. Ductile deformation of the Whitestone Anorthosite by the Parry Sound Shear Zone: Implications for thrust tectonics, Ph.D. thesis, The University of Western Ontario, 269 pages.

Law, R.D., 1990. Crystallographic fabrics:A selective review of their application research in structural geology. In Knipe& Rutter (eds) 1990. Deformation Mechanisms, Rheology and Tectonics, Geological Society Special Publication No 54, pp. 335-352.

Lister, G.S., Peterson, M.S. & Hobbs B.E., 1978. The Simulation of fabric pattern development during plastic deformation and its application to quartzite:The model. Tectonophysics, 45, 107-158.

Lister, G.S. & Hobbs, B.E., 1980. The simulation of fabric development during plastic deformation and its application to quartzite:the influence of deformation history. Journal of Structural Geology, 2, 355-370.

Lister, G.S., & Dornsiepen, U. F., 1982. Fabric transition in the Saxony Granulite Terrain. Journal of Structural Geology, 4, 81-92.

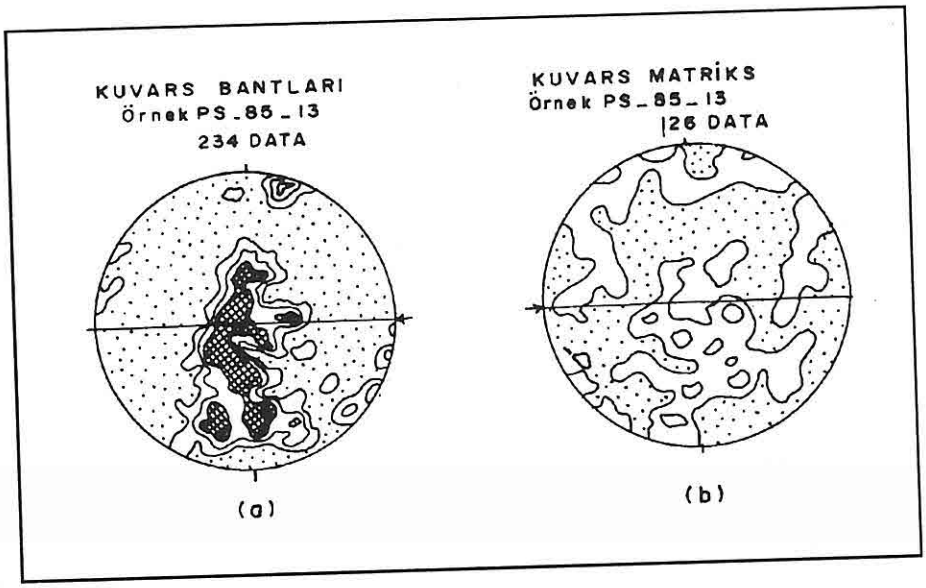
Passchier, C.W., 1983. The reliability of asymmmetric c-axis fabrics of quartz to determine sense of vorticity. Tectonophysics, 99, T9-T1.

Schmidt W., 1925. Gefugestatistik. Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 38, 392-243.

Schmid , S.M. & Casey, M., 1986. Complete fabric analysis of some commonly observed quartz c-axis patterns. In Hobbs, B.E.& Heard, H.C. (eds) Mineral and Rock Deformation: Laboratory Studies-The Peterson volume. American geophysical volume, Geophysical Monograph, 36, 263-286.

Starkey, J., 1979.Petrofabric analysis of Saxony granulites by optical and x-ray diffraction methods. Tectonophysics, 58, 201-219.

Tullis, J.A., Christie, J.M. and Griggs, D.T., 1973. Microstructures and preferred orientations of experimentally deformed quartz. Bull. Geol. Soc. Am. 84, 297-314.



Şekil 7. Kanada Kalkanındaki Parry Sound Makaslama Zonu milonitlerinde kuvars bantları (quartz ribbon) ve matriksde gözlenen kuvars c-ekseni yönelim örnekleri. Matriks de gözlenen yönelim örneği eksikliği taneler arası kaymayı göstermektedir. Foliasyon düzlemi düşey olup, sağdan sola doğru uzanmaktadır. Lineasyon yataydır ve foliasyon düzlemi içindedir (Koral, 1989).

8. TEŞEKKÜR

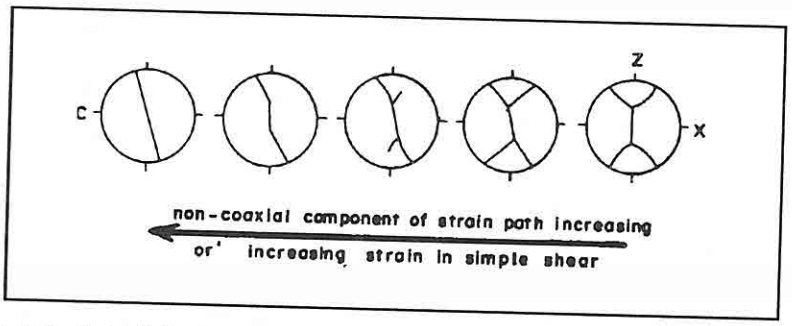
Bu makalede, Kanada Kalkanın Parry Sound Makaslama Zonunda yaptığım Doktora çalışmasının bugüne kadar yayınlanmamış ürünlerine yer verilmiştir. Bu bilgilerin elde edilmesinde bana maddi destek sağlayan ve değerli önerilerde bulunan Prof. Dr. John Starkey'e teşekkürü borç bilmekteyim. Makalenin Çukurova Üniversitesinde bilgisayara aktarımı sırasında gösterdiği kolaylık ve yakınlıktan dolayı Yrd. Doç . Dr. Kemal Gürbüz'e de ayrıca teşekkür ederim.

9. REFERANSLAR

Bell ve Etheridge, M.A., 1976. The deformation and recrystallization of quartz in a mylonite zone, central Australia. Tectonophysics, 32, 235-267.

Boullier , A.M. & Gougen Y., 1975. SP mylonites: origin of some mylonites by superplastic flow. Contribution to Mineralogy and Petrology, 50, 93-104.

Green, H.W.., Griggs, D.T. ve Christie, J.M., 1970. Syntectonic recrystallization and annealing of quartz aggregates. In PAULITSCH P.(ed.) Experimental and Natural Rock Deformation. Springer-Verlag, Berlin 272-335.



Şekil 6. Sol yönlü doğrultu atımlı makaslamada artan rotasyon bileşeniyle kuvars c-ekseni yönelim örneklerinde gözlenmesi beklenen değişimler (Schmid and Casey, 1986). C-ekseni fabriği iskeletler halinde gösterilmiştir. Her şekil için foliasyon düzlemi düşey ve sağdan sola doğru uzanmaktadır. Lineasyon foliasyon düzlemi içersinde olup yataydır.

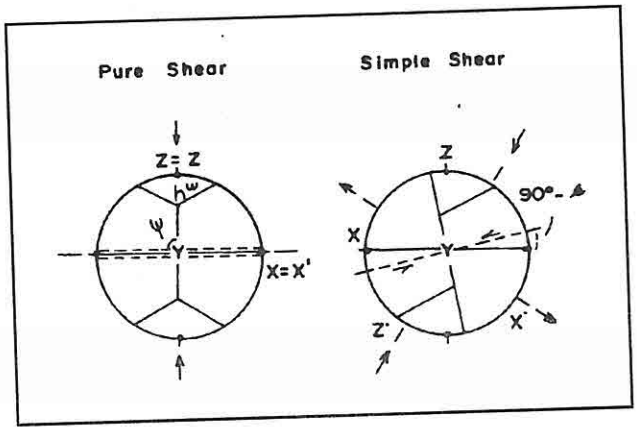
6. DEFORMASYON MEKANİZMASI

Dinamik rekristalizasyon genel olarak kuvvetli optik eksen örnekleriyle kendini belli etmektedir (Bell and Etheridge, 1976). Zayıf yönelim örnekleri, 1-10 mm arasında değişen çok ince tane boyu, orta derecede dislokasyon yoğunluğu ve duraylı mikro ölçekli yapılar taneler arası kaymayı (grain boundary sliding) gösterebilir (Boullier and Gougen, 1975). Böylece kristallografik yönelim örneği kayadaki diğer mikro yapısal özelliklerle birlikte kullanıldığında, kayalardaki deformasyon mekanizması hakkında bilgi sağlıyabilir. Şekil 7b deki c-ekseni yönelim örneği için tane arası kayma mekanizması zayıf yönelim örneği, ince tane boyu, ve kuvarsı saran feldspatların durumu gözetilerek önerilmiştir (Koral, 1989).

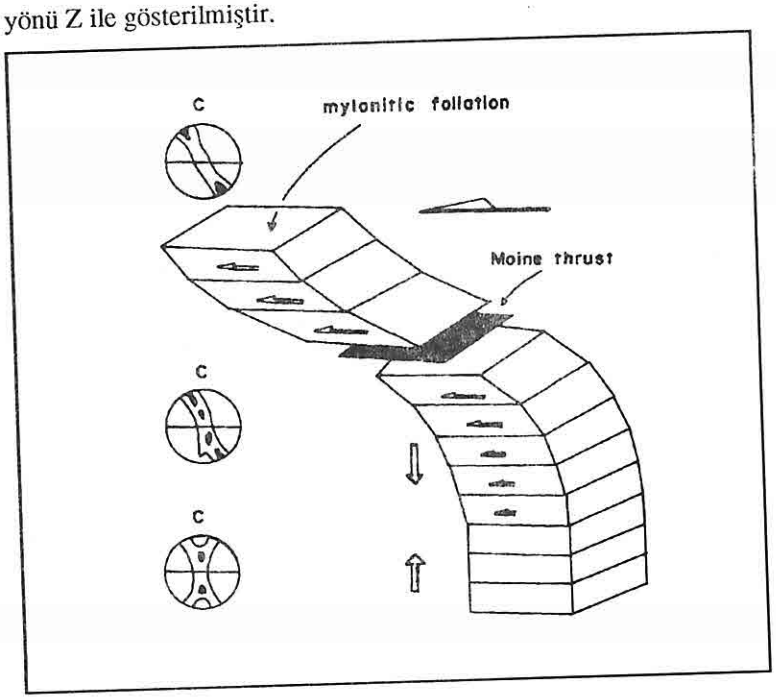
Bununla birlikte, kristallerdeki zayıf yönelimin değerlendirmesine dikkatle yaklaşılmalıdır. Deformasyon sonrasında gelişen kristalenme var olan yönelim örneğini değiştirebilir. Örneğin, Green ve diğerleri (1970), deformasyon sonrası kristallenmenin yönelim örneğini kuvvetlendirdiğini önermiştir. Etheridge and Wilkie (1979) ise aynı kayada taneler arası akmanın zayıf kristal fabriğine, yersel dislokasyon akmasının kuvvetli yönelim örneklerine neden olacağına işaret etmiştir.

7. SONUÇLAR

Kristal yönelim örneklerinin yapısal jeolojide geniş kullanım alanına karşın, bu tür yönelim örneklerinin oluşumunu etkileyen faktörlerin çeşitliliği nedeniyle yapısal konum ve kayadaki mikroyapıyı dikkate almadan yapılan fabrik analizler yanlış bilgiler sunabilir. Arazi çalışmalarından mikroskop araştırmasına kadar uzanan bir bilgi çemberi içinde incelenen kristalografik (optik eksen) yönelim örnekleri hem deformasyon tarihçesini ortaya koymada, hem de deformasyonun ayrıntılarının araştırılmasında önemli rol oynayabilir.



Şekil 4. Kuvars c-ekseni fabrik iskeletlerinin kinematik yorumlanması (Lister and Hobbs, 1980). Soldaki iskelet eksenel deformasyon, sağdaki iskelet ise sağ atımlı bir rotasyonel bir deformasyonda gelişen örnekleri sergilemektedir. Maksimum ana deformasyon yönü X, Ortanca Y ve minimum deformasyon yönü Z ile gösterilmiştir.



Şekil 5. Moine (Gleuncoul, Kuzey İskoçya) bindirmesinde kuvars c-ekseni yönelim örneğinin bindirme düzlemine olan uzaklıkla değişimi (Law, 1990).

C-ekseni yönelim örneği (kristal fabrik) ile makaslama zonundaki hareketin değişimi Lister ve Hobbs (1980) tarafından örneklenmiştir. Bu çalışmada bir kıvrımın her iki kanadında farklı gözlenen optik-eksen fabriği, damarın aktif olarak kıvrıldığını kanıtlamak için kullanılmıştır. Buna karşın, diğer bazı çalışmacılar ise c-ekseni fabrik asimetrisinde uyumsuzlukların varlığına dikkat çekmiştir (Passchier, 1983). Ayrıca, kuvars için geçerli olan kristal yönelimi tüm kaya için geçerli olamayabilir (Law , 1990). Bu nedenle, kristal yöneliminden elde edilen sonuçlar diğer deformasyon bulgularıyla deneştirildikten sonra kullanılmalıdır.

5. DEFORMASYON TARİHİ

Birçok jeolojik yapılar heterojen nitelik gösteren bir deformasyon sonucu oluşurlar. Deformasyon tarihi rotasyonsuzdan (pure shear) rotasyonluya (simple shear) kadar değişen geniş bir dağılım gösterebilir. Bilgisayar destekli proğramlar deformasyon simetrisinin fabrik simetriye yansıdığını gösterir bulgular sunmuşlardır. Şekil değiştirme (strain) elipsoidinin eksenlerine göre simetrik yönelim örneği sunan kuvarsların koaksiyal deformasyon, ve asimetrik yönelim örneği sunanların koaksiyal olamayan açısal bir deformasyonla geliştiği gözlenmiştir (Şekil 4).

Kuvars c-ekseni örneklerindeki değişim Moine bindirmesinde milonit gelişim hikayesini ortaya koymada kullanılmıştır (Law, 1990). Bu zondaki c-ekseni fabriği, bindirmenin tabanında rotasyonsuz ve bindirme düzleminin üst düzeylerinde rotasyonlu makaslamanın var olduğunu göstermiştir. Böylece, Moine Milonitlerinin gelişiminde hem rotasyonlu hemde rotasyonsuz makaslamanın (shear) milonitlerin gelişiminde var olduğu ortaya konmuştur (Şekil 5).

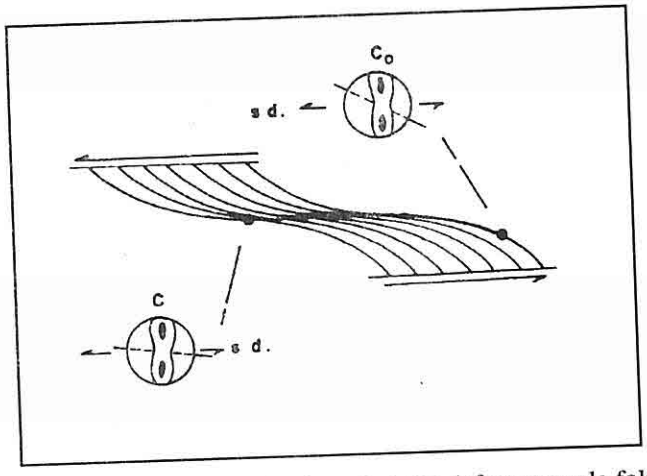
Doğal ve deneysel olarak deformasyon geçirmiş kayalarda yapılan son çalışmalar c-ekseni yöneliminin artan rotasyonel deformasyonla yay çiftinden tek yaya giden değişimini göstermiştir (Schmid and Casey, 1986) (Şekil 6). Bu ise fabrik örneğin deformasyon tarihinin çözümünde kullanılabileceği yolunda umut verici bir bilgidir. Bu bağlamda, Kanada Kalkanındaki Parry Sound Makaslama Zonunda bir milonit örneğinde gözlenen c-eksen yönelimleri (Şekil 7a), incelenen milonitin rotasyonel deformasyona uğradığını gösterir niteliktedir. Sözü edilen optik eksen örneği bindirme zonundaki hareket yönüyle de uyumluluk göstermiştir.

3. AKTİF KAYMA DÜZLEMLERİ

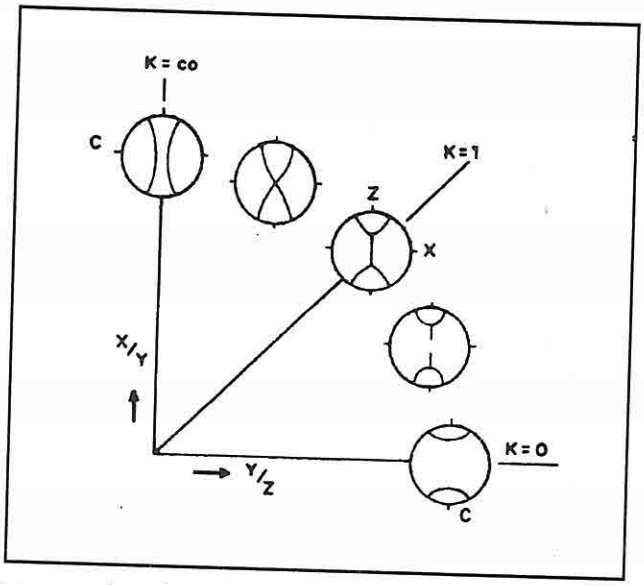
Deneysel çalışmalar herhangi bir mineralde aktif kayma sistemlerinin sıcaklık, deformasyon oranı ve deformayona katılan akışkan miktarıyla denetlendiğini göstermiştir. Örneğin, basal <a> sistemin aktif olduğu dislokasyon, düşük sıcaklık ve/veya hızlı deformasyon oranlarını; prizma <c> sistemindeki dislokasyon ise, yüksek sıcaklık ve/veya düşük deformasyon oranlarını gösterebilir (Tullis et al., 1973; Lister and Dornsiepen, 1982). Lister ve Dornsiepen (1982) basal/prizma dönüşümünün 600-700°C de 6 kbar ortalama gerilmede gerçekleşebileceğini söylemiştir. Prizma <a> yönünde dislokasyon içeren bir deformasyon, Şekil 2 deki yönelim örneği için Saxony granulitlerinde gözlenen yönelimlere (Starkey, 1979) olan yakın benzerlikten yararlanılarak önerilmiştir (Koral, 1989).

4. MAKASLAMA (SHEAR) YÖNÜ

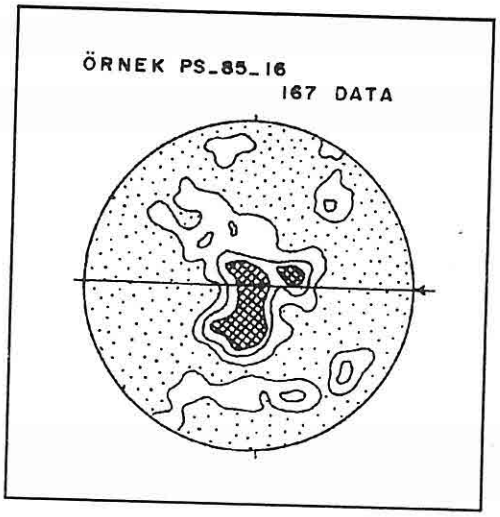
Kuvarsça zengin milonitik fay zonu kayalarında kuvars c-ekseni yönelim örneği makaslama yönünü belirlemede yardımcı olabilir. Bunun için deformasyonun homojen olması ve aşırı rotasyon göstermemesi gerekmektedir. Kuvarslarda hareket yönünü belirlemek için iki farklı metod önerilmiştir. Bunlardan Etchecopar ve Vasseur (1987) 'e göre tek bir yay, Lister ve Hobbs (1980) 'e göre rotasyonlu deformasyonda çapraz bir yay çifti oluşacaktır. Her iki metod ayrıntıda farklılıklar göstermesine karşın, c-optik eksenlerinin oluşturduğu örnek makaslama (shear) düzlemine dik gelişmektedir. Böylece, fabrik yönelimin foliasyon ve lineasyon ile ilişkisi bir makaslama (shear) zonunda makaslama yönünü ortaya koymada kullanılabilir (Şekil 3). Bununla birlikte, foliasyon düzleminin makaslama zonundaki konumunu belirlemek bazen zorluk oluşturabilir.



Şekil 3. Heterojen rotasyonel bir makaslamada artan deformasyonla foliasyonla kuvars c-fabriği arasındaki ilişki.



Şekil 1. Deformasyon simetrisi ve kuvars c-ekseni fabriği arasında ilişkiyi gösteren teorik şekiller. C-ekseni fabriği iskelet halinde gösterilmiştir. Her şekil için foliasyon düzlemi düşey ve sağdan sola doğru uzanmaktadır. Lineasyon foliasyon düzlemi içersinde olup yataydır (Schmid and Casey, 1986).



Şekil 2. Kanada Kalkanında Parry Sound Makaslama (shear) Zonu milonitinden elde edilen kuvars c-ekseni yönelim örneği. Ölçümler bantlar halinde gözlenen kuvarslarda alınmıştır. Foliasyon düzlemi düşey ve sağdan sola doğru uzanmaktadır. Lineasyon foliasyon düzlemi içersinde olup yataydır (Koral, 1989)

1. GİRİŞ

Schmid (1925)' in mineral fabriğiyle ilişkili ilk çalışmasını takiben yapılan pek çok araştırma, kaya oluşturan minerallerin plastik-kristal içi (intracrystalline) deformasyonla kristallografik bir yönelim kazandığını ortaya koymuştur. Kristallografik yönelim kazanma sürecinde optik eksenlerin herhangi bir değişime uğramamaları deformasyon özellikleri hakkında bilgi edinmemizi sağlayabilmektedir (Hobbs, Means and Williams, 1976). Minerallerin atomik yapısında bulunan zayıflık düzlemlerinde dislokasyon hareketiyle minerallerin optik eksenlerinin belirli yönlerde yoğunlaşması sonucunda oluşan c-ekseni (kristallografik) yönelim örnekleri, önceleri optik mikroskop ve Federov tablası kullanılarak belirlenmiştir. Bu tür çalışmalar günümüzde ise, X-ray, nötron ve elektron difraksiyon ve elektron mikroskop gibi bilimsel araçlarıda kapsayan bir boyuta ulaşmıştır. Kuvarsın bu çalışmalar sırasında diğer minerallere göre çok daha fazla incelemeye konu olmasının nedenlerinden biri, kuvarsın litosferin mekanik davranışına olan çok önemli katkısı; diğeri ise bu mineralin değişik deformasyonal ve metamorfik koşullarda farklı optik eksen yönelim örnekleri sergilemesidir (Lister et al., 1978). Yönelim örnekleri kuvarsın intrakristalin deformasyon göstermeye başladığı yaklaşık 10 km/300 °C lik kabuk koşulları ve daha derinlerdeki deformasyonunu karakterize etmektedir.

2. DEFORMASYON SİMETRİSİ

Kuvars c-optik eksen (kristallografik) yönelimiyle ilişkili teorik çalışmalar, rotasyonsuz eksenel (pure shear) deformasyonda ana deformasyon yönleriyle optik eksen yönelimi arasında anlamlı bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Şekil 1 bu ilişkiyi Flinn diyağramında sergilemektedir. Bu ilişkiye göre, şekil değişiminin sadece iki yönde görüldüğü, yani hacımsal değişmenin olmadığı (plane strain, K:1) durumda, c-ekseni örneği, lineasyona dik bir yönde foliasyonu kesen çapraz bir yay çifti olarak görülmektedir (Şekil 1 ve 2). Yassılaşmanın, yani iki yönde uzamanın ve bir yönde kısalmanın egemen olduğu deformasyonda (Flattenning, K=0), c-ekseni yönelim örneği kutuplarda maksimalar olarak gözlenmektedir (Şekil 1). Tek eksen boyunca uzamanın ve iki eksen boyunca kısalmanın (Constriction, K=∞), egemen olduğu deformasyonda ise kutuplar yönünde uzayan tek bir yay vardır (Şekil 1). Buna göre Şekil 2 deki yönelim örneği, Kanada Kalkanında örgülü bir makaslasma zonunda hacim değişiminin olmadığı (plane strain) deformasyondan uzamanın egemen olduğu (Constriction) deformasyon alanına doğru giden bir rotasyonsuz deformasyonu tanımlamaktadır. Deformasyon belirteçlerinin yaygın olmadığı kayalarda kuvars c-ekseni yönelimleri, plastik deformasyonla ilişkili deformasyon simetrisini bulmada yararlı olabilir.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

KUVARS C-EKSENİ YÖNELİM ÖRNEKLERİ: YAPISAL JEOLOJİDEKİ KULLANIM ALANI

Hayrettin Koral
İ. Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye

ÖZET: *Kuvars c-ekseni (kristallografik) yönelim örneklerinin son yıllarda yapısal jeoloji uygulamalarında yaygın bir biçimde kullanılmaya başlamasının ana nedeni, kuvars c-ekseni yönelim örnekleri ile deformasyon anındaki sıcaklık, deformasyon oranı ve deformasyon modu arasındaki yakın ilişkinin bilgisayar destekli modeller ve deneysel çalışmalarla ortaya konmuş olmasıdır. C-ekseni örneklerinden deformasyon simetrisi, deformasyon tarihi ve kristal içi aktif akma düzlemleri hakkında bilgiler elde edilebilmektedir. Benzer şekilde, kristallografik yönelim örnekleri ile lineasyon ve foliasyon arasındaki ilişkiden makaslama boyunca hareket yönü belirlenebilmektedir. Ayrıca, yönelim örneklerindeki dağişimler deformasyon mekanizmasındaki değişimi yansıtabilir niteliktedir.*

QUARTZ C-AXIS PREFERRED ORIENTATION PATTERNS: THEIR USE IN STRUCTURAL GEOLOGY

ABSTRACT: *This study concerns the significance and potential use of c-axis orientation (crystallographic) patterns of quartz in structural geology. The numerical models simulating plastic deformation of quartz, and experimental data suggest that crystallographic orientation patterns are useful instruments in determining the conditions of deformation such as the temperature, strain-rate and deformation symmetry. The skeleton of orientation patterns presents important information about the deformation path and the activity of slip planes. The asymmetry of crystallographic patterns with respect to the foliation and lineation indicates the sense of shear in a shear zone. A change to a weak or strong orientation pattern may suggest a change in deformation mechanism.*

5. KAYNAKLAR

Bolli, H. M., Toumarkine, M., Luterbacher, H., 1985. Plankton stratigraphy, 17-79, Cambridge University Press, Cambridge.

Gartner, S., 1968. Coccolithus and related calcerous nannofossils from Upper Cretaceous deposits of Texas and Arkansas. The University of Kansas Paleontological contributions serial, No:48, part 1 (Protista), 1-56.

Korkmaz, S.,1993. Tonya-Düzköy (GB Trabzon) yöresinin stratigrafisi.T.J.Bült., 36 (1), 151-158, Ankara.

Manivit, H., Perch-Nielsen, K., Prins, B., Verbeek, J.W., 1977. Mid. Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy. Koninkel Neder. Akad. We hetteschappen Proc., ser. B, 80, 3, 169-181.

Martini, E., 1976. Cretaceous to recent calcareous nannoplankton from the central Pacific Ocean. Leg 33 Deep Sea Drilling Project, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project 33, 383-424.

Meriç. E., 1988. Siderolitinae altfamilyasına ait Türkiye'de gözlenen başlıca cins ve türler ile bunların stratigrafik yayılımı. TPJD Bült., 1 (2), 164-171, Ankara.

Perch-Nielsen, K., 1977. Albian to Pleistocene calcareous nannofossils from the western South Atlantic, DSDP, Leg 39, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, v.39, 699-823.

Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic calcareous nannofossils, In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K. (eds.), Plankton Stratigraphy, 329-426.

Pospichal, J.J., Wise, S. N. Jr., 1990. Maestrichtian calcareous nannofossil biostratigraphy of Maud Rise, ODP Leg 113, sites 689 and 690, Weddell Sea, Proceedings of the Ocean Drilling Program, scientific results, v.113, 465-487.

Robaszynski, F., Caron, M., 1979. Atlas de foraminifères planktoniques du Crétacé Moyen (Mer Borèale et Tèthys). Deuxième partie, 1-181. Groupe de travail Européen des foraminiferes planktoniques. Centre National de la Recherche Scientifique.

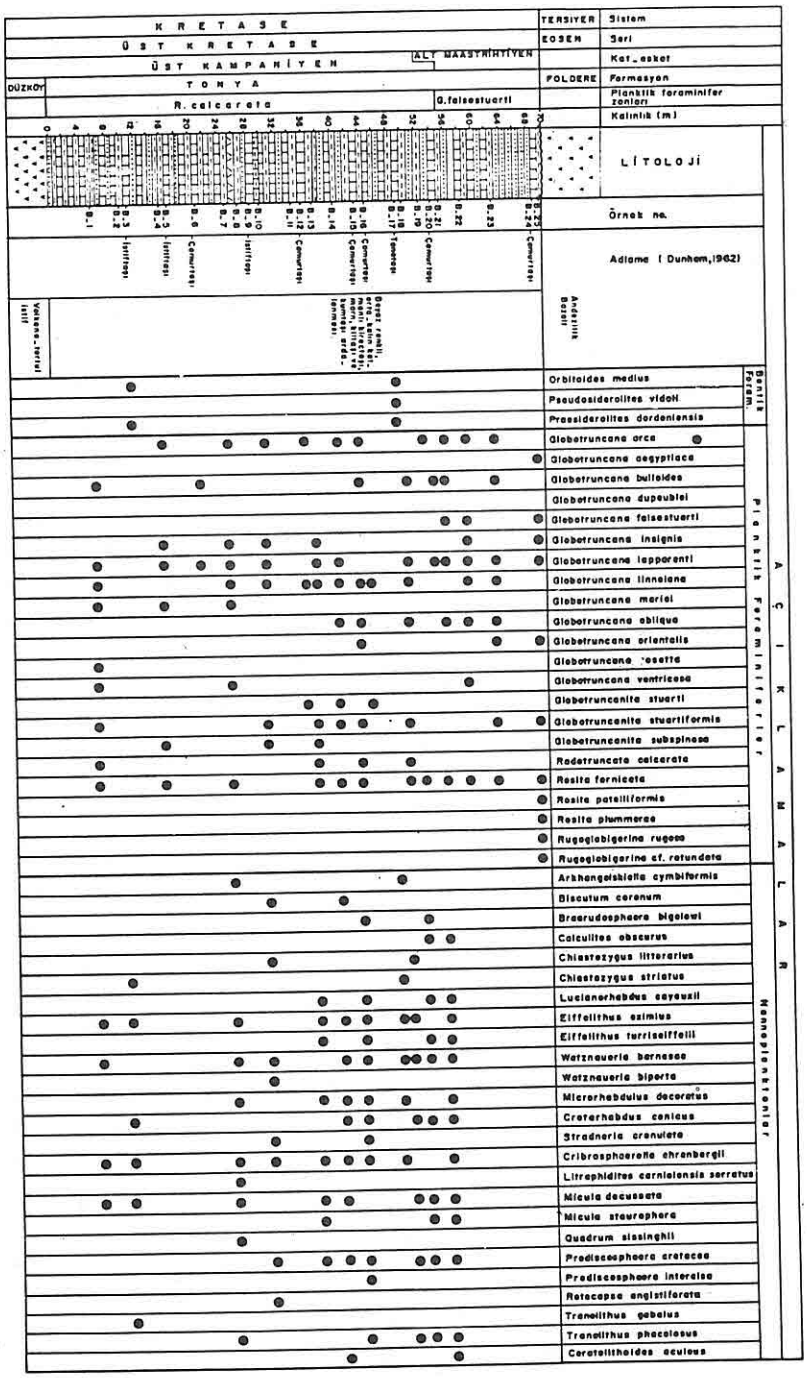
Robaszynski, F., Caron, M., Gonzales Donoso, J.M., Wonders, A. A. H., 1984. Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. Revue de Micropaleontologie, 26 (3-4), 145-305, Paris.

Smith, C. C., 1981. Calcareous nannoplankton and stratigraphy of the Late Turonian, Coniacian and Early Santonian age of the Eagle Ford and Austin Groups of Texas . Geological Survey Professional Paper, 1075.

Svabenicka, L., 1990. Calcareous nannoplankton in flysch sediments of the Bile Karpaty unit (the west Carpatians). Paleontologie, v. 31, 9-65.

Wannier, M. 1983. Evolution biostratigraphie et systematique des Siderolitinae (Foraminifères). Revista Espanola de Micropaleontologia, 15 (1), 5-37.

Wise, S. W., Jr. 1983, Corelation of Upper Campanian-Lower Maastrichtian calcareous nannofossil assemblage in drill and piston core from the Falkland Plateau, Southwest Atlantic Ocean. Init. D.S.D.P., vol. LXXI, 551-563.



Şekil 3. Beşirli ölçülmüş stratigrafi kesiti

mikropaleontolojik özellikleri taşır. Yine, temeli volkano-tortul istifden oluşan Düzköy formasyonu teşkil eder.

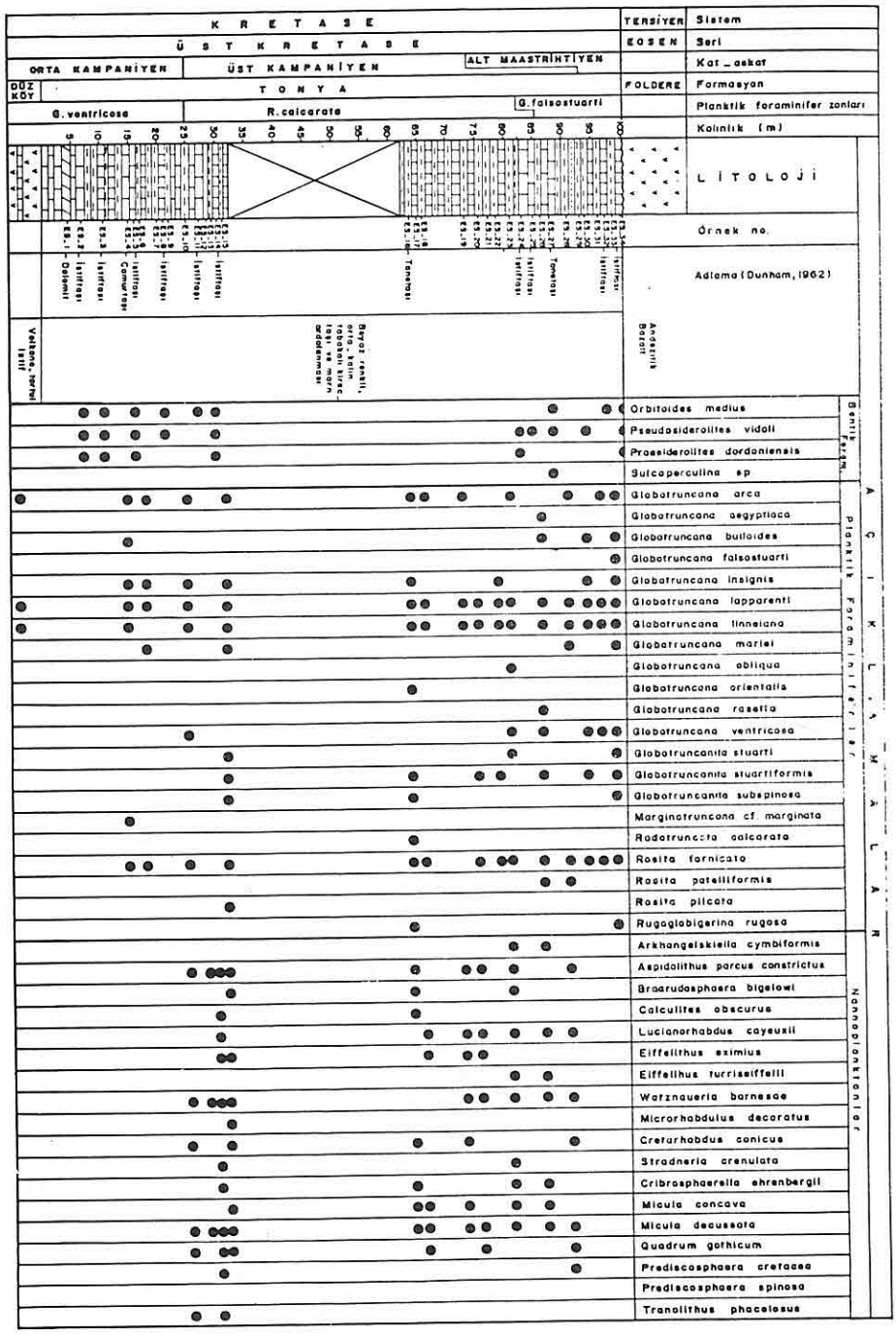
Beyaz renkli, orta-kalın katmanlı, kireçtaşı, marn, kiltaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşan Tonya formasyonu yörede 70 m lik bir kalınlık gösterir. Kireçtaşları içinde bentik foraminiferlerden *Orbitoides medius* (d'Archiac), *Pseudosiderolites vidali* (Douvillé), *Praesiderolites dordoniensis* Wannier saptanmıştır. Keza, planktik foraminifer zonları olarak Üst Kampaniyen yaşlı *Radotruncata calcarata* ile Alt Maastrihtiyen'i simgeleyen *Globotruncana falsostuarti* zonları ve zengin bir planktik foraminifer topluluğu belirlenmiştir (Şekil 3).

Bu iki ölçülmüş stratigrafi kesiti dışında, Trabzon şehri içinde Yeni Cuma mahallesindeki bir temel kazısında; *Globotruncana arca* (Cushman), *G. bulloides* Vogler, *G. falsostuarti* Dalbiez, *G. lapparenti* Brotzen, *G. linneiana* (d'Orbigny), *Globotruncanita stuartiformis* (Dalbiez), *Glct.* cf. *subspinosa* Pessagno, *Rosita fornicata* (Plummer) ve *Globotruncana arca* (Cushman), *G. falsostuarti* Dalbiez, *G. linneiana* (d'Orbigny), *G. mariei* Banner-Blow, *G. orientalis* El Naggar, *Rosita fornicata* (Plummer), *Pseudotextularia elegans* (Rzehak) içeren açık bej renkli marnlar ile içlerinde bol miktarda *Orbitoides medius* (d'Archiac). *Pseudosiderolites vidali* (Douvillé), *Praesiderolites dordoniensis* Wannier gözlenen beyaz renkli ve kalın katmanlı kireçtaşları ardışımlı bir durum sergilemektedir.

4. SONUÇLAR

Doğu Pontid'lerde Trabzon yöresinde yapılan bu araştırmada genelde Wannier (1983) tarafından Orta Kampaniyen olarak yaşlandırılan *Pseudosiderolites vidali* (Douvillé) ile stratigrafik konumu Üst Kampaniyen olarak belirlenen *Praesiderolites dordoniensis* Wannier'in yaş konağının Alt Maastrihtiyen'e kadar çıktığı planktik foraminiferler ile deneştirilerek ortaya konulmuştur.

Gerek Kavak ve gerekse Beşirli kesitlerinde *Globotruncana ventricosa*, *Radotruncata calcarata* ve *Globotruncana falsostuarti* zonlarının saptanması; gerekse Trabzon şehri içinde Yeni Cuma mahallesinde, *Pseudosiderolites vidali* (Douvillé) ve *Praesiderolites dordoniensis* Wannier içeren kireçtaşlarının, *Globotruncana falsostuarti* Zonu'nu simgeleyen planktik foraminiferli marnlar ile ardışım göstermesi; *Ceratolithoides aculeus*, *Quadrum sissinghii* ve *Tranolithus phacelosus* nannoplankton zonlarının kesin tanımlanamamasına karşın, türlerin yayılımlarının dikkate alınması ile *Pseudosiderolites vidali* (Douvillé) ve *Praesiderolites dordoniensis* Wannier'in stratigrafik konumunun Orta Kampaniyen-Alt Maastrihtiyen zaman aralığı olduğu açık bir şekilde ortaya konulmaktadır.



Şekil 2. Kavak ölçülmüş stratigrafi kesiti

(Gandolfi), *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), *R.* cf. *rotundata* Brönnimann, *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), *Pseudotextularia elegans (*Rzehak) gibi planktik foraminiferler (Bolli ve diğ., 1985; Robaszynski ve Caron, 1979; Robaszynski ve diğ., 1984; Meriç, 1988; Wannier, 1983) ile *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, *Aspidolithus parcus constrictus* Perch-Nielsen, *Biscutum coronum* Wise ve Wind. *Braarudosphaera bigelowi* Deflandre, *Calculites obscurus* Prins ve Sissingh, *Chiastozygus litterarius* Manivit, *C. striatus* Black, *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, *Eiffelithus eximus* Perch-Nielsen, *E. turiseiffelii* Reinhardt, *Watznaueria barnesae* Perch-Nielsen, *W. biporta* Bukry, *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, *Cretarhabdus conicus* Bramlette ve Martini, *Stradneria crenulata* Noel, *Cribrosphaerella ehrenbergii* Deflandre, *Litraphidites carniolensis serratus* Shumenko, *Micula concava* Verbeek, *M. decussata* Vekshina, *M. staurophora* Stradner, *Quadrum gothicum* Prins ve Perch-Nielsen, *Q. sissinghii* Perch-Nielsen, *Prediscosphaera cretacea* Gartner, *P. intercisa* Shumenko, *P. spinosa* Gartner, *Retecapsa angistiforata* Black, *Tranolithus gabalus* Stover, *T. phacelosus* Stover, *Ceratolithoides aculeus* Prins ve Sissingh gibi nannoplanktonlar içerir (Gartner, 1968; Manivit ve diğ., 1977; Martini, 1976; Perch-Nielsen, 1977 ve 1985; Pospichal ve Wise, 1990; Smith, 1981; Svabenicka, 1990; Wise, 1983).

2. KAVAK ÖLÇÜLMÜŞ STRATGİRAFİ KESİTİ

Trabzon güneyinde, Değirmendere batısında, Kavak mahallesi batısında, çimento fabrikası malzeme ocağında ölçülen kesitte, temeli Düzköy formasyonu olarak adlandırılan (Korkmaz, 1993) volkano-tortul istif oluşturur. Bunu beyaz renkli, orta-kalın katmanlı, kireçtaşı ve marn ardalanmasından oluşan, yaklaşık 100 m kalınlık sunan Tonya formasyonu izler (Korkmaz, 1993). Üzerinde ise uyumsuz olarak bazalt, aglomera, tüf ve andezit karışımından oluşan Eosen yaşlı Foldere formasyonu yeralır (Korkmaz, 1993).

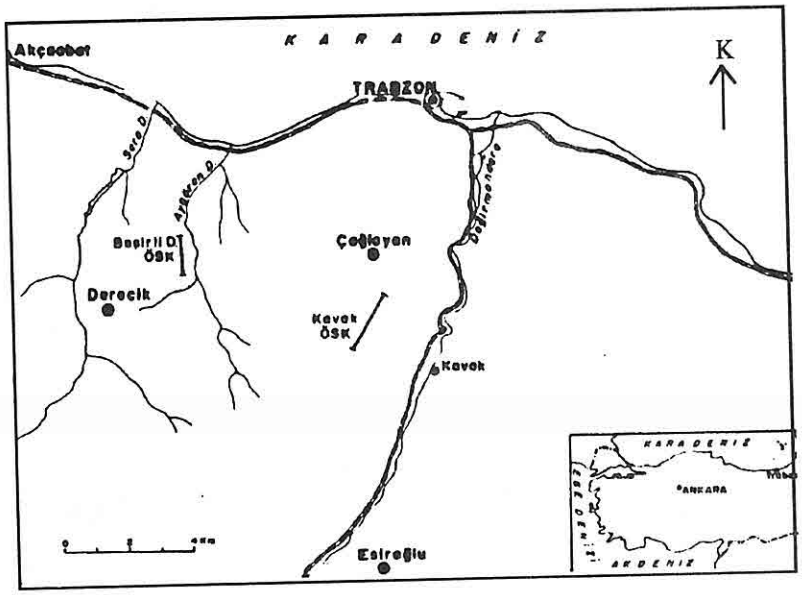
Tonya formasyonu içinde gözlenen kalın katmanlı, beyaz renkli türbiditik kireçtaşlarında *Orbitoides medius* (d'Archiac), *Pseudosiderolites vidali* (Douvillé), *Praesiderolites dordoniensis* Wannier ve *Sulcoperculina* sp. fertlerine bol miktarda rastlanılmıştır. Kireçtaşları arasında gözlenen ve istifinin büyük bir bölümünü oluşturan marn ve kiltaşları içinde Orta Kampaniyen'i belirleyen *Globotruncana ventricosa*, Üst Kampaniyen'i simgeleyen *Radotruncata calcarata* ve Alt Maastrihtiyen'i karakterize eden *Globotruncana falsostuarti* zonları saptanmıştır (Şekil 2). Zengin bir planktik foraminifer topluluğu içeren bu istifte, kesin zon belirlenmemesine karşın, aynı derecede bol nannoplankton cins ve türleri gözlenmiştir.

3. BEŞİRLİ ÖLÇÜLMÜŞ STRATİGRAFİ KESİTİ

Trabzon güneybatısında Beşirli dere batısında ölçülen kesit, aynı litolojik ve

1.GİRİŞ

Pseudosiderolites vidali (Douvillé)'nin stratigrafik konumunu belirlemek amacı ile Trabzon ili güneybatısında Kavak-Çimento fabrikası taş ocağı ve Beşirli Dere vadisi batısında iki ölçülmüş stratigrafi kesiti düzenlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme alanının bulduru haritası

Temelde bazalt, aglomera ve tüflerden oluşan volkanik kökenli Düzköy formasyonu yeralır. Bunu beyaz renkli, orta-kalın katmanlı kireçtaşı, marn, kiltaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşan Tonya formasyonu izler. En üstte de, yine bazalt, aglomera, tüf ve andezit karışımlarını içeren Foldere formasyonu gözlenir (Korkmaz, 1993).

Her iki kesitte de, Tonya formasyonu'na ait türbiditik kireçtaşları içinde bol miktarda *Orbitoides medius* (d'Archiac), *Pseudosiderolites vidali* (Douvillé), *Pseudosiderolites dordoniensis* Wannier ve *Sulcoperculina* sp. gözlenmiştir.

Marn ve kiltaşları ise çok bol miktarda *Globotruncana arca* (Cushman), *G. aegyptiaca* Nakkady, *G. bulloides* Vogler, *G.dupeublei* Caron-Gonzales- Robaszynski -Wonders, *G. falsostuarti* Sigal, *G.insignis* Gandolfi, *G. lapparenti* Brotzen, *G. linneiana* (d'Orbigny), *G. mariei* Banner-Blow, *G. obliqua* Herm, *G. orientalis* El Naggar, *G.rosetta* (Carsey), *G.ventricosa* White, *Globotruncanita stuarti* (de Lapparent), *Glct. stuartiformis* (Dalbiez), *Glct. subspinosa* (Pessagno), *Marginotruncata* cf. *marginata* (Reuss), *Radotruncata calcarata* (Cushman), *Rosita fornicata* (Plummer), *R. patelliformis* (Gandolfi), *R. plicata* (White), *R. plummerae*

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND *JUNE* *NO*

PSEUDOSIDEROLITES VIDALI (DOUVILLÉ)'NİN DOĞU PONTİD'LERDEKİ (G TRABZON) STRATİGRAFİK KONUMU

Engin MERİÇ ve İzver TANSEL
İ.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye
İlknur ŞENGÜLER
A.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye
Sadettin KORKMAZ
K.T.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon/Türkiye

ÖZET: *Araştırma yakın geçmişte Orta - Üst Kampaniyen'i karakterize eden bentik bir foraminifer olarak tanımlanan* ***Pseudosiderolites vidali*** *(Douvillé)'nin stratigrafik konumunun değişiklik gösterebileceği düşüncesi ile gerçekleştirilmiş ve bu bentik foraminiferin Alt Maastrihtiyen tortulları içinde varolduğu kanıtları ile belirlenmiştir.*

STRATIGRAPHIC POSITION OF PSEUDOSIDEROLITES VIDALI (DOUVILLÉ) IN THE EASTERN PONTIDS (S OF TRABZON)

ABSTRACT: *This study was carried out to investigate the stratigraphic position of* ***Pseudosiderolites vidali*** *(Douvillé) a benthic foraminifera attributed to Middle-Upper Campanian age.*

It has been shown that it is present in sediments of Lower Maastrichtian.

Higher pumping alternative tunnels which will be constructed at higher elevations will be penetrated through relatively good formations, called as Karapazar lava (Taner, 1993). Therefore; higher pumping alternatives are also studied. According to drillings performed at higher pumping alternative the core samples are better than samples of the tunnel of the First one.

The tunnel of the first alternative is not acceptable when geological and geotechnical features, time and cost factors are taken into consideration. The higher pumping alternatives are geologically and geotechnically acceptable. Both the pumping head and the operation cost of the second alternative are lower than the Third and Fourth Alternatives.

6. ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to thank to DSı and colleagues involved in the Ankara Water Supply Project.

7. REFERENCES

Barton, N., Lien, R., Lunde, J., 1974: Engineering Classification of Rock Masses For The Design of Tunnel Support, Rock Mechanics, 6, 4, 183-236, Springer-Verlag.

Bieniawski, Z.T., 1979: The Geomechanics Classification in Rock Engineering Applications. Proc. 4 th Int. Cong. Mech., ISRM, Montreux, 2, 41-48.

Bieniawaski, Z.T., 1989: Engineering Rock Mass Classifications, A Complete Manuel For Engineers and Geologists in Minining, Civil and Petroleum Engineering, John Wiley and Sons, New York, 251.

I.S.R.M., 1981: Basic Geotechnical Description of Rock Masses, Int. 1, Rock Mec. Min. Sci. and Geomech. Abstr., 18, 85-110, Great Britain.

Kovari, K., 1991: Işıklı Tunnel Feasibility Report, DSİ Report, Ankara.

Köküöz, E., 1986: Işıklı Tüneli Fotojeoloji Raporu, DSİ Report, Ankara.

Özgüler, E., 1994: Ankara Su Temin Projesi Gerede-Çamlıdere Derivasyonu Işıklı Tüneli Alternatif Güzergahları Jeoteknik ıncelemesi,Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi, Adana.

Taner, O., 1993: Ankara Su Temin Projesi Gerede Sistemi Işıklı Tüneli Alternatif Güzergahları Mühendislik Jeolojisi Raporu, DSİ Report, Ankara.

Ünlü, M.R., 1973: Kazanlar-Peçenek Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Olanaklarına Dair Rapor, MTA Report, 5775, Ankara.

Table 3. Combined support system evaluation for rock units of Işıklı tunnel alternative alignments

Rock unit	Pessimistic evaluation	Optimistic evaluation
Basalt	Systematic unstrained bolting has 4 m length, 1-1.5 m intervals. 15 cm thick shot-crete . Some parts medium-heavy steel rigs every 0.75 m.	Crown:Systematic unstrained bolting has 3 m length, 2.5 m intervals. Some parts 5 cm thick shot-crete. Wall: No support needed.
Andesite	Systematic unstrained bolting has 4 m length, 1-1.5 m intervals. 15 cm thick shot-crete. Some parts medium-heavy steel rigs every 0.75 m.	Crown:Systematic unstrained bolting has 3 m length, 2.5 m intervals. Some parts 5 cm thick shot -crete. Wall:No support needed.
Limestone	Systematic unstrained bolting has 4 m length, 1-1.5 m intervals. 10 cm thick shot-crete. Some parts steel rigs every 0.75 m.	Crown:Systematic unstrained bolting has 3 m length, 2.5 m intervals. Some parts 5 cm thick shot-crete. Wall:No support needed.
Trachyte	Systematic unstrained bolting has 4 m length, 1-1.5 m intervals. 10 cm thick shot-crete. Some parts steel rigs every 0.75 m.	Crown:Systematic unstrained bolting has 3 m length, 2.5 m intervals. Some parts 5 cm thick shot-crete. Wall:No support needed.
Aglomerate	Systematic strained, grouted bolting has 4 m length, 0.5 m intervals. 20 cm thick shot-crete. Some parts medium -heavy steel rigs every 0.75 m.	Crown:Systematic unstrained bolting has 3 m length, 2.5 m intervals. Some parts 5 cm thick shot-crete. Wall:No support needed.
Tuff	Systematic strained, grouted bolting has 4 m length, 0.5 m intervals. 20 cm thick shot-crete. Some parts medium-heavy steel rigs every 0.75 m	Systematic unstrained bolting has 4 m length, 1-1.5 m intervals. 15 cm thick shot-crete. Some parts steel rigs every 0.75 m.
Trachy-andesitic vitric tuff	Systematic strained, grouted bolting has 4 m length, 0.5 m intervals. 20 cm thick shot-crete. Some parts medium-heavy steel rigs every 0.75 m.	Systematic strained, grouted bolting has 4 m length, 0.5 m intervals. 20 cm thick shot-crete. Some parts medium-heavy steel rigs every 0.75m

weak; limestone is classified as hard rock. As a conclusion the support system which have been determined from such classifications are combined and shown in Table 3 (Özgüler, 1994).

Table 2. Rock mass classifications of rock units of Işıklı tunnel alternative alignments

Rock unit	Terzaghi(Pe.-Opt.)*	RMR (Pe.-Opt.)*	Q (Pe.-Opt.)*
Basalt	6 4	17 (Very weak) 50 (Medium hard)	0.033 (Excessive weak) 4.3 (Medium hard)
Andesite	6 4	17 (Very weak) 50 (Medium hard)	0.033 (Excessive weak) 4.3 (Medium hard)
Limestone	4 3	39 (Weak) 74 (Hard)	4 (Weak) 32 (Hard)
Trachyte	5 4	34 (Weak) 58 (Medium hard)	1.01 (Weak) 5.32(Medium hard)
Tuff	9 7	3 (Very weak) 21 (Weak)	0.00125(Extremely weak) 0.01 (Excessive weak)
Trachy-andesitic vitric tuff	9	3 (Very weak)	0.00125(Extremely weak)
Aglomerate	7 4	7 (Very weak) 40 (Medium hard)	0.016(Excessive weak) 4.3 (Medium hard)

(Pe.-Opt.)*:Pessimistic and Optimistic evaluation

5. CONCLUSION

Geological, geotechnical features, time and cost factors are taken into consideration in order to choose the best alternative. Argillated trachy-andesitic vitric tuff unit which can be seen in the tunnel of the first alternative contains montmorrilonite over %50. The support system of this alternative and excavation method will be very expensive and will take longer than the others (Kovari, 1991; Taner, 1993). First alternative will be constructed through Salur lava which has such argillated units.

Table 1. Mechanical and geotechnical properties of rock units of Işıklı tunnel alternative alignments

Rockunit	Lime-stone	Tuff	Trachyte	Basalt	Andesite	Aglomerate
Uniaxial pressure strength (kgf/cm2) **(W-B)	Medium-High	33-61 Very low	280-700 Low-medium	195-840 Low-medium	100-605 Low-medium	50-175 Low-medium
Alteration degree ISRM,1981 *(ave.)	(W2) Low	(W3) Medium	(W2) Low	(W2) Low	(W2) Low	(W2) Low
Joint fill condition ISRM,1981 *(ave.)	(S3) Fleshy clay fill	(S2) Soft clay fill	(S3) Fleshy clay fill	(S3) Fleshy clay fill	(S3) Fleshy clay fill	(S3) Fleshy clay fill
Rock 119 118 s. due to alteration degree ISRM,1981 *(ave.)	(R4) Hard rock	(R1) Very weak rock	(R3) Medium hard rock	(R3) Medium hard rock	(R3) Medium hard rock	(R2) Weak rock

*ave. : average
**W-B :Worst and Best values

The test results and field observations are taken into consideration to perform Terzaghi, RMR and Q rock mass classifications (Terzaghi, 1946), (Bieniawski, 1979, 1989), Barton et al, 1974).

Both an optimistic and a pessimistic evaluation has been performed in order to determine the rock quality indices of each rock unit. The summarized results of the classification shown in Table 2 are as follows: As a pessimistic evaluation basalt, andesite, tuff, trachy- andesitic vitric tuff and aglomerate are classified as very weak; limestone and trachyte are classified as weak rock. As optimistic evaluation basalt, andesite, trachyte and aglomerate are classified as medium hard; tuff is classified as

not observed as an outcrop. Basalt is grey, black, blocky, vitrified and has amiadoloidal structure. Andesite is grey, hard, stiff and blocky. Tuffite is white, grey and alterated. Vitric tuff is yellow, white, decomposed and vitrified. According to X Ray Diffraction Analysis vitric tuff has %50 to %100 montmorrilonite minerals.

Bottom parts of Samat aglomerate can be defined as volcanic conglomerate. Reddish tuff intercalations also exist. Through the upper parts tuff content in matrix is increased. Biotite, oligoclase, andesine can be observed as minerals; reddish lava, tuff, fillite, biotite schist, quartsite and microgranite are seen as rock fragments.

Karapazar lava is made up of andesite and basalt. The unit is wholly sliced and jointed; fresh surface of basalt is dark grey, black, brown and more cracky and blocky, hard and stiff. Andesite is yellowish, beige coloured, hard and stiff. Andesite is formed as augite andesite, hornblend andesite; basalt is formed as hornblend-augite basalt. Both basalt and andesite chloritization is dominant.

Geçitler formation is made up of unconsolidated sand and gravel having horizontal strata. Tuff, chert, reddish lava fragments can be seen. Sorting and gradation is not observed. Roundness is worse.

3. STRUCTURAL GEOLOGY

Two fault systems have developed in the study area. One has NE-SW strike, has less extension and is older than the other group. The other group has NW-SE strike and is younger than the first group. All faults have developed in different ages by the effect of North Anatolian Fault Zone.

During the tunnel excavation, in addition to 13 faults determined from aerial photos and field observation (Köküöz, 1986, Özgüler, 1994); many covered faults have been buried by serial volcanic activities, can be seen.

4. ENGINEERING GEOLOGY

A number of tests have been performed in order to determine the physical, mechanical and geotechnical properties of the rock units which may be seen during the tunnel excavation. According to X Ray Diffraction Analysis the rock unit named trachyandesitic vitric tuff has %50-%100 montmorrilonite. Core samples of trachyandesitic vitric tuff are very stiff and hard but if they are put in water they disperse wholly (Taner, 1993).

Physical, mechanical and geotechnical properties of the rock units which may be penetrated during the tunnel excavation are as follows: Andesite, basalt and trachyte have low-medium strength, low alteration, fleshy clay fill and are classified as medium hard rock. Aglomerate has very low strength, low alteration, fleshy clay fill and is classified as weak rock. Tuff has very low strength, medium-high alteration, soft clay fill and is classified as very weak rock. Limestone has medium-high strength, low alteration, fleshy clay fill and is classified as hard rock (Table 1).

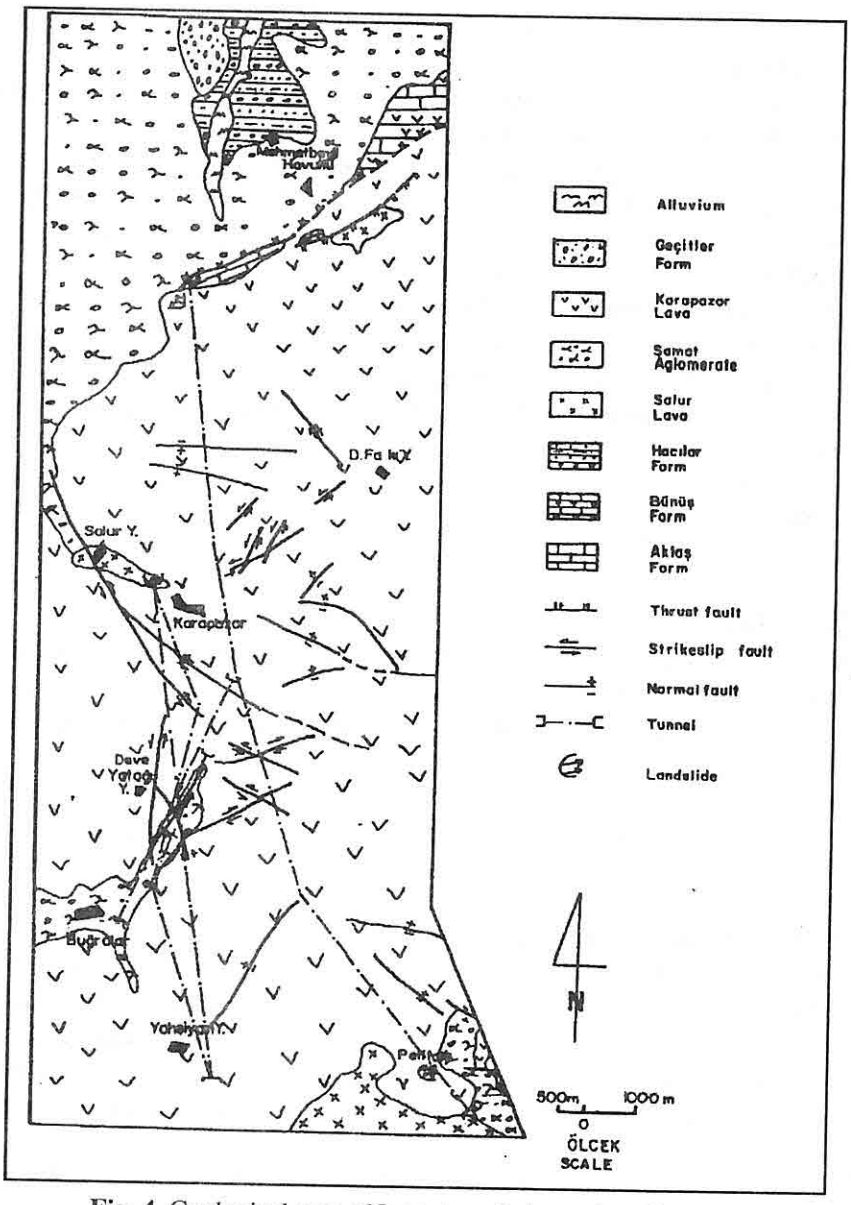


Fig. 4. Geological map of Işıklı tunnel alternative alignments

alignments. This unit is formed by quick cooling. Samat aglomerate overlays Salur lava. Karapazar lava is made up of blocky andesite, basalt overlays all.

Salur lava is formed of andesite, basalt, trachyte, tuff and trachyandesitic vitric tuff. Trachyte is grey, beige, hard and stiff, also cracky and jointed. Basalt and andesite are

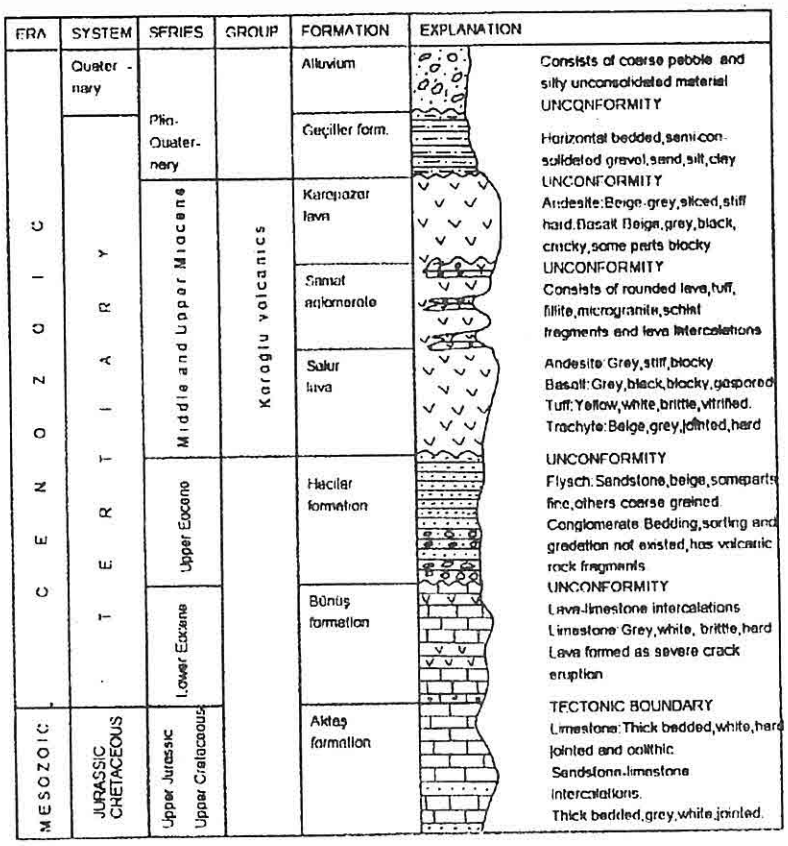


Fig. 3. Generalized stratigraphic columnar section of Işıklı tunnel alternative aignments

Metamorphism can't be observed for limestones due to the temparature decrease. Vitric structure is also confirmed the sudden cooling. This unit has fossils which are characterized the deep sea and aged as Lower Eocene.

The succession of Hacılar formation begins with basal conglomerate. Then the grain size gets fine. Sorting and gradation is not observed. Fine grained sandstones have hard, coarse grained sandstones have weak strata. Siltstone intercalations also existed. Fresh surfaces are beige, as mineral companents labrador, biotite, quartz, hornblend and opaque minerals; as rock fragments andesite, limestone and chert are observed. This unit has fossils which are characterized the shallow sea and aged as Upper Eocene. Different rock units in Köroğlu volcanics have vertical and horizontal transition.

Generally Salur lava is observed at bottom. Andesite, basalt, trachyte, tuff and trachyandesitic vitric tuff can be distinguished. Existence of trachyandesitic vitric tuff has the most important disadvantage in the process of judgement of the alternative

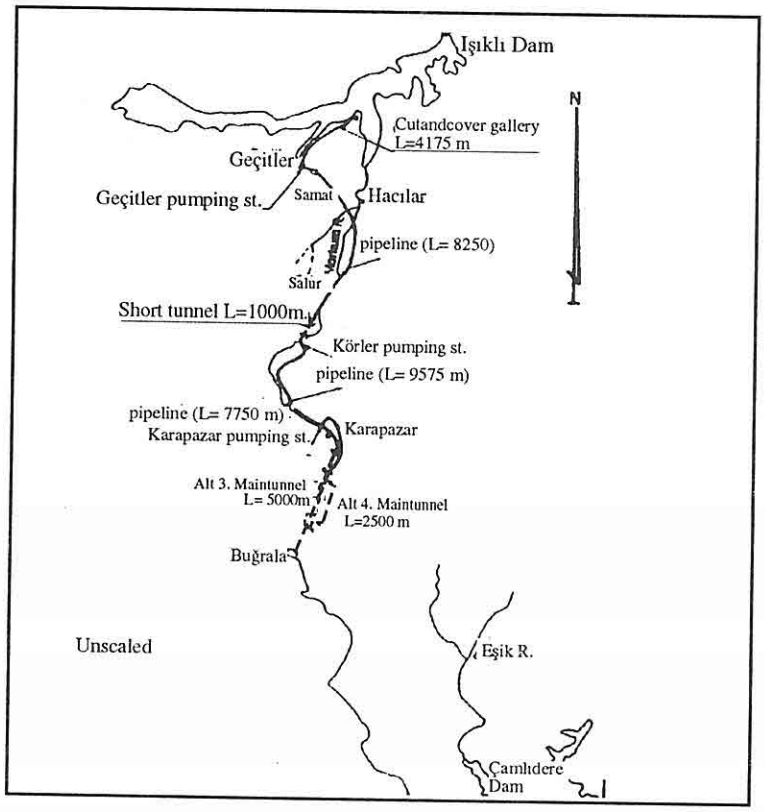


Fig. 2c. General Layout of Alternative 3 and 4

2. REGIONAL GEOLOGY

The area is constituted mainly by volcanics. From old to young Aktaş formation, Bünüş formation, Hacılar formation, Köroğlu volcanics and Geçitler formation, have been located in the area (Özgüler, 1994). The lithostratigraphic column in Fig. 3 summarizes the rock formations. Fig. 4 presents geology of the four alternatives.

Aktaş formation is represented in two faciesses. Horizontal and vertical transitions exist between them. Thick bedded limestone is dominant in the study area. Through the Eastern parts of the area limestone-sandstone intercalation outcrops can be seen. Limestone is white, hard, jointed and oolithic. Sandstone-limestone intercalation is grey-white and jointed. This unit aged as Upper Jurassic-Upper Cretaceous (Ünlü,1973)

Basal conglomerate is located at the base of Bünüş formation and lava-limestone intercalations overlay it. Limestone has dark grey and white colour. Fresh surfaces are light grey and white. It is also hard, easily brittled; some parts are laminated and cracky. Lava has been formed as crack eruptions and vitrified. Pillow lava can't be seen.

for each lithological unit. The classification methods used were the Terzaghi, the CSIR (RMR), the NGI (Q), rock quality indices the first defined by Terzaghi (1946), the second by Bieniawski (1979, 1989) and the third by Barton, Lien and Lunde (1974).

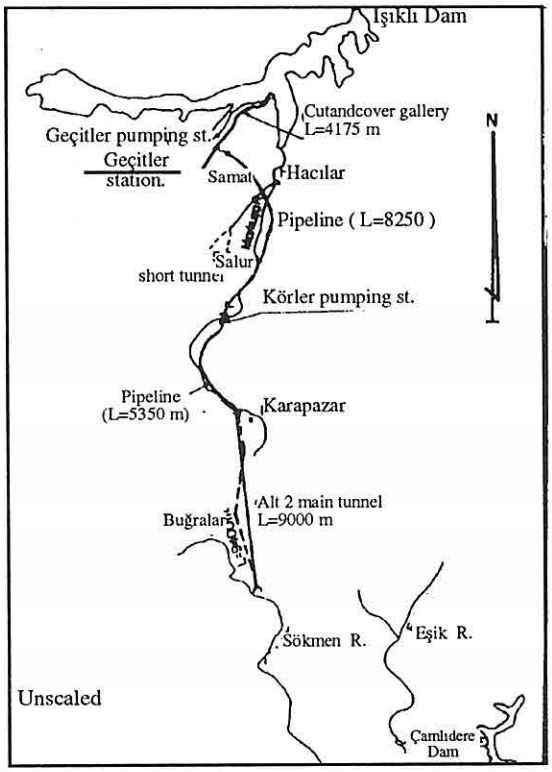


Fig. 2b. General Layout Alternative 2

In order to establish a sequence it was necessary to judge the geological and geotechnical conditions along the alternative tunnel alignments. The aim of the study is to determine the geological and geotechnical features, to apply the rock mass classifications and to decide the support system of alternative tunnel alignments of Işıklı Tunnel.

The feasibility design considered the following geological and geotechnical field and laboratory investigations.

-Aerial photo interpretation

-Geological mapping

-Investigation drillings

-Hydrogeological evaluation

-Statistical determination of discontinuities

-Determination of material parameters like uniaxial strength, elasticity modulus and Poisson's ratio.

Proposed system, shown in Fig. 2 a, b and c, has four alternatives. Işıklı Dam is existed in all alternatives. Transmission system has cut and cover galleries and pipelines in variable lengths. Also there are pumping stations, which have variable pumping head. The tunnel will be presented because it is considered as the most important structure in the system.

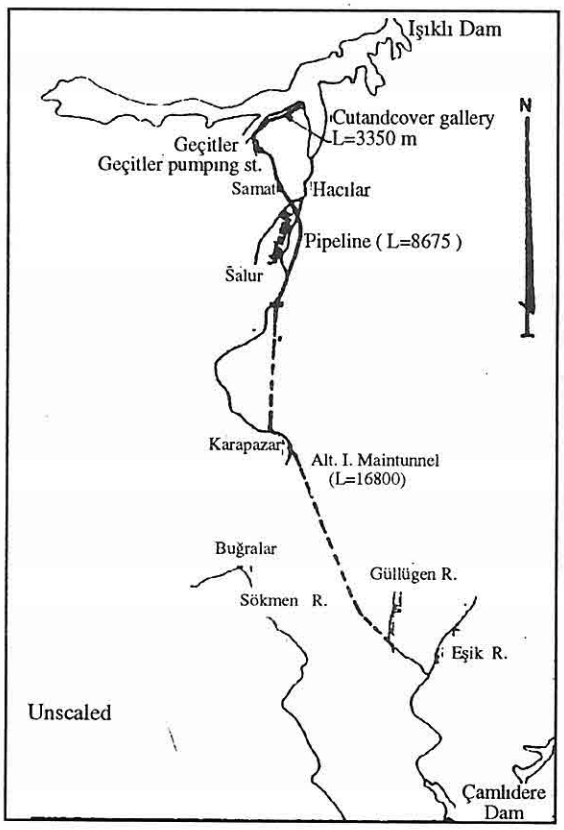


Fig. 2a . General Layout of Alternative I

Alternative 1 has the longest tunnel with 16800 m in length. Alternative 2, 3 and 4 are named as higher pumping alternatives having 9000, 5000 and 2500 m tunnel lengths respectively. Additonally Alternative 2 is divided into two sub-alternatives. One has 9000 m tunnel length and access adit possibilities. The other one has 9400 m tunnel length and shaft systems.

The design procedure of tunneling was characterized by the following steps:

-Collection of data

-Definition and optimization of selected alternatives under geotechnical consideration.

Based on the results of geotechnical investigations rock quality indices were attached

1. INTRODUCTION

Ankara is located in the Sakarya basin. Neighbouring ones are named as Kızılırmak, Western Black Sea (Filyos) and Konya basins. The location of the project area, located between the Western Black Sea Region and Central Anatolian Region and approximatelly 150 km northwest of Ankara, shown in Fig. 1.

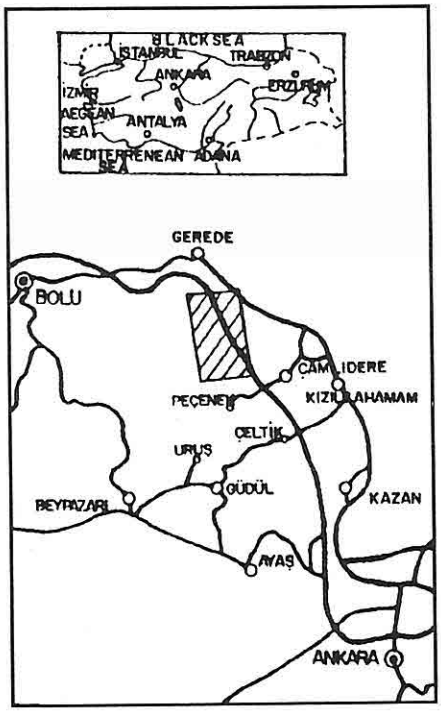


Fig. 1. Location Map

At present the amount of water supplied to Ankara is 307x106 m3/year. Also 140x106 m3/year water will have been supplied by the end of 2002. However after 2002 new sources of water will have to be found when population growth statistics are taken into consideration. The idea of diverting water from Işıklı Dam, thought to be one of new sources, located in the Western Black Sea Basin to Çamlıdere Dam reservoir, located in the Sakarya Basin, is appeared as the best alternative. Both Ankara city and Çamlıdere Dam are located in th112

#;karya Basin.

Although head is avaliable between these two basins diversion without a tunnel or pumping is impossible due to the Köroğlu Mountains. 322x106 m3/year water will be diverted to Çamlıdere Dam reservoir from Işıklı Dam via the transmission system and the tunnel. This amount of water is thought to be sufficient for Ankara until the end of 2020.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS OF IŞIKLI TUNNEL ALTERNATIVE ALIGNMENTS FOR ANKARA WATER SUPPLY PROJECT

Eray ÖZGÜLER
Gen. Direc. of State Hydraulic Works (DSİ), Ankara/Turkey
Aziz ERTUNÇ
Çukurova University, Department of Geology Engineering, Adana/Turkey

ABSTRACT: *Geological and geotechnical determination and application of rock mass classifications of alternative tunnel alignments of Işıklı tunnel, included in the Gerede-Çamlıdere Diversion System for Ankara Water Supply Project, have been studied.*

During the tunnel excavation limestone, andesite, basalt, trachyte, tuff, trachyandesitic vitric tuff, agglomerate may be penetrated. The physical, mechanical and geotechnical properties of these rock units have been determined. Using by the properties and field observations Terzaghi, RMR and Q classifications have been made.

ANKARA SU TEMİN PROJESİ IŞIKLI TÜNELİ ALTERNATİF GÜZERGAHLARININ JEOTEKNİK İNCELEMESİ

ÖZET : *Ankara Su Temin Projesi içerisinde yer alan Gerede-Çamlıdere Derivasyonu Işıklı tüneli alternatif tünel güzergahlarında yapılan bu çalışma ile kaya kütlesi sınıflamalarının uygulamaları yapılmış ve güzergahların jeolojik ve jeoteknik koşulları ortaya konularak alternatifler karşılaştırılmıştır.*

Tünel güzergahlarında kireçtaşı, andezit, bazalt, trakit, tüf, trakiandezitik cam tüf, aglomera kaya birimlerine rastlanacaktır. Bu kaya birimlerinin fiziksel, mekanik ve jeoteknik özellikleri belirlenmiştir. Bu özellikler ve yüzey gözlemlerine dayanarak Terzaghi, RMR ve Q sınıflamaları da en iyi ve en kötü koşullar için saptanmıştır.

rabattue et nappe normalement rabattue (très favorable pour nappe normalement rabattue). si on applique de cas nappe normalement rabattue on peut augmenter l'angle de talus.

-Géométrie de gradin fait influence sur les résultats.

-Epaisseur de couche change ceeomplètement des résultats de coefficient de sécurité (surtout couhe argile faible ou ce trouve au dessous argile bleue).

-Après tous les synthèse, on a été décidé sélectionner, cinq coupes, pour analyser sous la solidification dynamique. Les coupes ont été sélectionné Est 13, est 17, est 18, est 20 et est 23.

7. BIBLIOGRAPHIE

A.E.L Müessesesi Müdürlüğü. "T.K.İ A.E.L Müessesesi Kışlaköy Açık İşletmesi hakkında genel bilgiler. Genel Rapor".

Kılıç, A.., Du Mouza J., 1993,. "Rapport de résultats des analyses a posteriori. Rapport interne, pour la Mine d'Afşin-Elbistan".

Kılıç, A., 1994. "Rapport d'analyse de la stabilité des talus l'Est de la Mine d'Afşin-Elbistan. Rapport interne pour la Mine d'Aşin-Elbistan".

Kılıç ve Anıl, 1994. A.E.L. Kışlaköy Açık İşletmesinde Şev Stabilite Problemleri, S.D.Ü. VII. Müh. Haftası Bildirileri (in press).

Pierschte K.J., 1984. "Kışlaköy Açık işletmesi Kuzey Batı nihai şevi kayma bölgesi stabilite incelemelri. Kayma raporu, Berlin".

Toha, T. , 1993. "Analyse de la stabilité des talus dans les mines à ciel ouvert, application à la mine de charbon de Bukit Asam (Indonésie). Thèse présentée à l'E.N.S.M.P., soutenance le 25 novembre 1993, pour obtenir le titre de Docteur de l'E.N.S.M.P., en Géologie de l'Ingénieur".

Pour optenir l'angle optimale de talus, on a fixé coefficient de securité=1.20 epuis on a cherchee l'angle de talus aptimale pour chaque niveaux de la nappe et pour chaque coupe. Figures 21, 22, 23 et 24 montrent, l'évolution de l'angle de talus en fonction des coupes,

coefficient de seecurité=1.20.

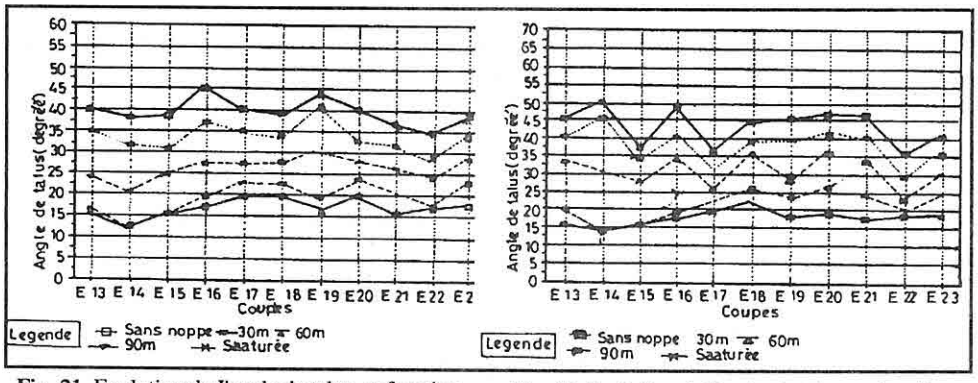


Fig. 21. Evolution de l'angle de talus, enfonction des coupes (Bishop, nappe non rabattue)

Fig. 22. Evolution de l'angle de talus, enfonction des coupes (Carter, nappe non rabattue)

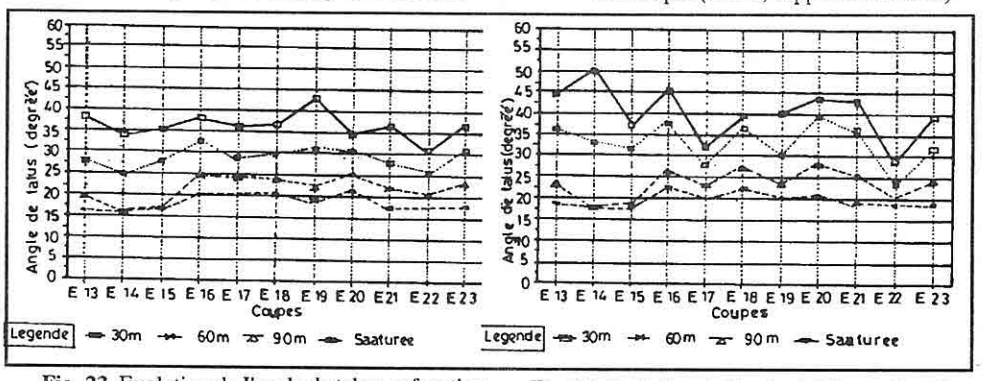


Fig. 23. Evolution de l'angle de talus, enfonction des coupes (Bishop, nappe normalement rabattue)

Fig. 24. Evolution de l'angle de talus, enfonction des coupes (Carter, nappe normalement rabattue)

6. CONCLUSION

Pour les résultats de coefficient de sécurité, la méthode Bishop et la méthode Carter, donnent presque les mêmes résultats pour les niveaux des nappes 90 métre et saturée, mais ils donnent très différentes des résultats de CS pour les niveaux des nappes 60 mètre, 30 mètre et sans nappe.

-Niveau de la nappe joue un rôle très importent sur les résultats des calculs de CS.C'est à dire si on diminue niveau de la nappe, automatiquement on peut augmenter l'angle de talus, ça nous permet, exploiter beaucoup charbon et diminution de stérile.

-II ya une grande différence des reesultats coefficient de sécurité entre nappe non

5. RECHERCHE DE L'ANGLE OPTIMAL DE TALUS

Pour montrer les résultats plus faible on fait deux tableaux (Bishop et Carter), avec ces tableaux, on a cherché résultats plus faible. Tableaux 2 et 3 montrent les résultats plus faible pour la coté est de la mine.

Tableau 2. Les résultats plus faible coté Est de la mine (la méthode de *Bishop*)

Niveau de la nappe (m)	Angle de talus (degré)					
	Cas 1 23.5 ° - 28 °		Cas 2 14° - 22°		Cas 3 12.5° - 20°	
	*Nap. non rab	Nap. * nor ra.	Nap non * rab	Nap non rab	Nap nor rab	Nap nor rab
Sans nappe	1.64 (E14)	-	2.03 (E22)	-	2.08 (E16)	-
30 m	1.36 (E14)	1.44 (E14)	1.68 (E16)	1.76 (E16)	1.70 (E16)	1.77 (E16)
60 m	1.02 (E14)	1.10 (E14)	1.34 (E16)	1.44 (E16)	1.38 (E16)	1.46 (E16)
90 m	0.83 (E14)	0.91 (E14)	1.12 (E15)	1.21 (E15)	1.20 (E22)	1.28 (E22)
saturée	0.75 (E17)	0.84 (E17)	1.02 (E18)	1.10 (E18)	1.15 (E19)	1.23 (E19)

Tableau 3 . Les résultats plus faible coté Est de la mine (la méthode de Carter)

Niveau de la nappe (m)	Angle de talus (degré)					
	Cas 1 23.5 ° - 28 °		Cas 2 14° - 22°		Cas 3 12.5° - 20°	
	*Nap. non rab	Nap. * nor ra.	Nap non * rab	Nap non rab	Nap nor rab	Nap nor rab
Sans nappe	1.64 (E14)	-	2.03 (E22)	-	2.08 (E16)	-
30 m	1.36 (E14)	1.44 (E14)	1.68 (E16)	1.76 (E16)	1.70 (E16)	1.77 (E16)
60 m	1.02 (E14)	1.10 (E14)	1.34 (E16)	1.44 (E16)	1.38 (E16)	1.46 (E16)
90 m	0.83 (E14)	0.91 (E14)	1.12 (E15)	1.21 (E15)	1.20 (E22)	1.28 (E22)
saturée	0.75 (E17)	0.84 (E17)	1.02 (E18)	1.10 (E18)	1.15 (E19)	1.23 (E19)

*** Nap** : Nappe, *** nor** : normalement, *** rab**: rabattue

Exemple 2:

coupe	(CS)	angle de talus
E 15	1.21	15°
E 20	1.21	18°

Pour obtenir CS=1.21 on a appliqué différent angle de talus.

Exemple 3:

coupe	(CS)	angle de talus
E 17	1.20	19°
E 21	1.20	16.5°

Pour obtenir CS=1.20 on pris différent angle de talus.

4.3.2. Géométrie de gradin

Pour obtenir des résultats de calcul de CS, plus proche de 1.20, on a changé géomé/trie de gradin. C'est à dire pour chaque coupe on a appliqué, plus au moin différent géométrie des gradins.

4.4. Influence de la méthode utilisée

Les valeurs de coefficient de sécurité montrent pue 1'erreur relative sur les coefficients de sécurité déduits par la méthode e Bishop (en générale), pour sans nappe, niveau de la nappe 30 mètre, 60 m mais por contre pour les resultats niveau de la nappe 90 m et saturée, résultats sont très proche (les valeurs du CS montrent 1'erreur relative sur les coefficients de sécurité de sécurité deduits par la méthode de Bishop). Figures 19 et 20 montrent, comparaison des résultats en fonction de la nappe, CS=1.20 (coupe E 23).

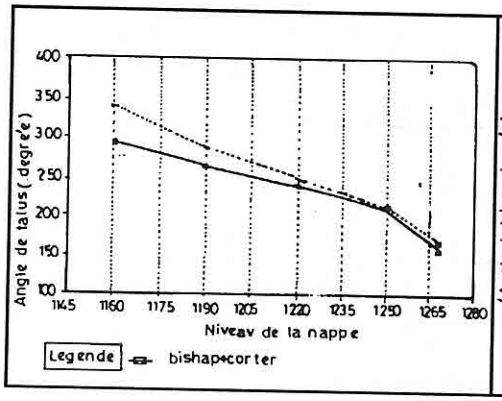


Fig. 19. Comparaison des resultats de méthode Bishop - carter (nappe non rabattue)

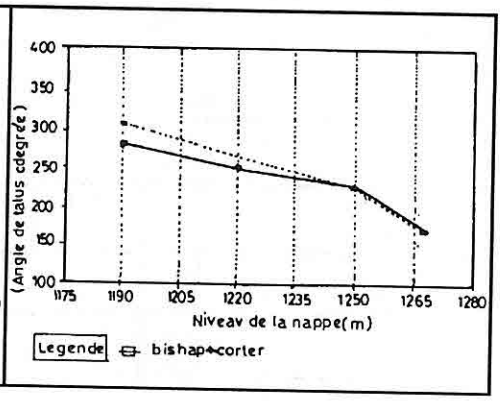


Fig. 20. Comparaison des resultats de méthode Bishop - carter (nappe normalement rabattue)

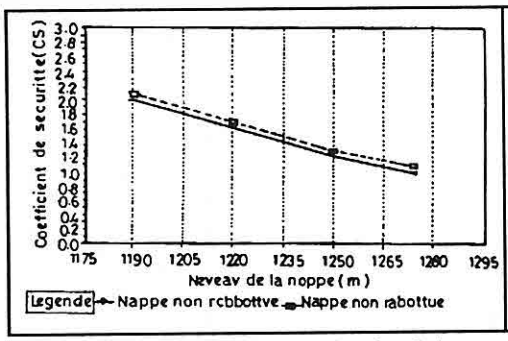


Fig. 16. Comparaison du CS en fonction de la nappe, nappe non rabattue - nappe nor malement rabattue(méthode de Carter, angle : 26°

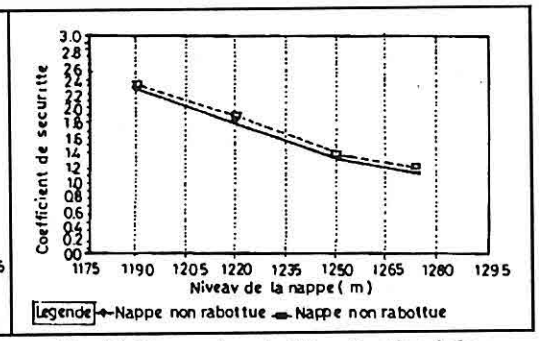


Fig. 17. Comparaison du CS en fonction de la nappe, nappe non rabattue - nappe nor malement rabattue(méthode de Carter, angle : 20°

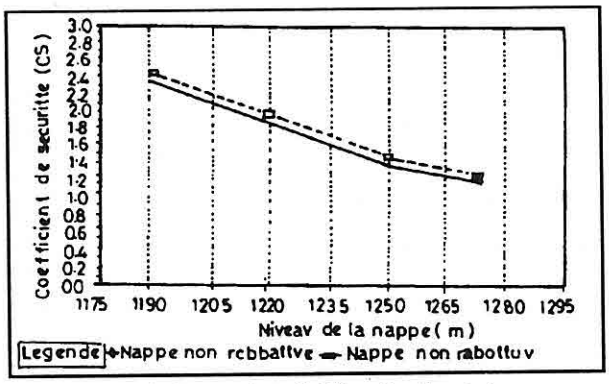


Fig. 18. Comparaison du CS en fonction de la nappe, nappe non rabattue - nappe nor malement rabattue(méthode de Carter, angle : 18°

4.3. Influence du profil lithologique

4.3.1. Epaisseur de couhe

Pour chaque calcul, on a obtenué différent des résultats de coefficient de sécurité, ça nous montre influence d'épaisseur de couche sur les resultats. Par exemple pour cas optimal, pour obtenir des résultats autour de 1.20 on a appliquer différent l'angle de talus. Si on explique trois exemple (méthode de Carter, nappe non rabattue).

Exemple 1:

coupe	coefficient de sécurité (CS)	angle de talus
E 13	11.22	15.5°
E 22	1.22	17°

Pour obtenir CS=1.22 on a changé angle de talus. Un autre exemple entre les coupes E 15, E 16 et E 20

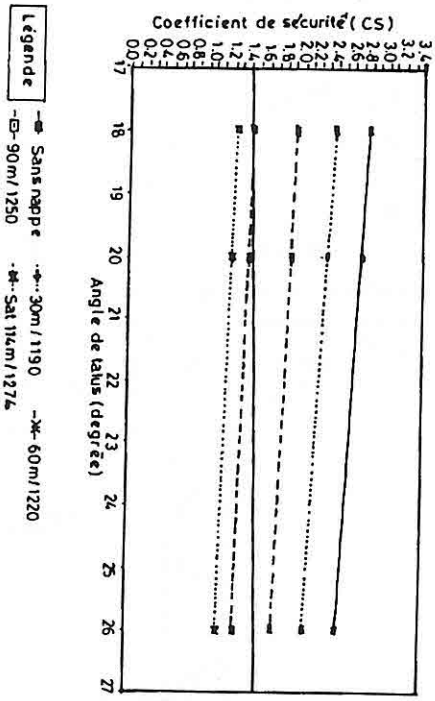


Fig.12. Evolution du coefficient de sécurité en fonction de l'angle (méthode de Carter, nappe non rabattue)

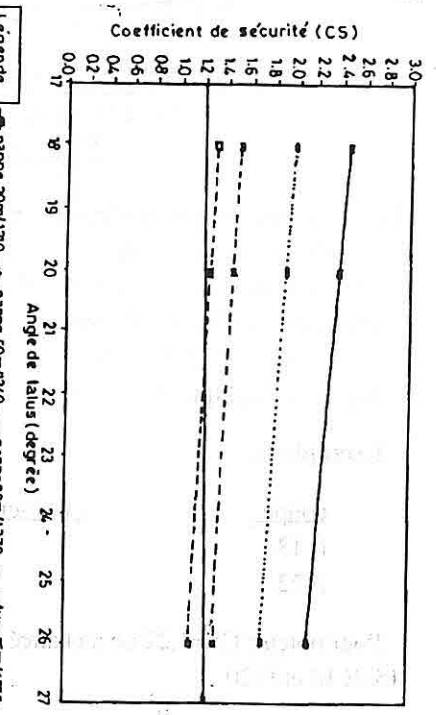


Fig.13. Evolution du coefficient de sécurité en fonction de l'angle (méthode de Carter, nappe normalement rabattue)

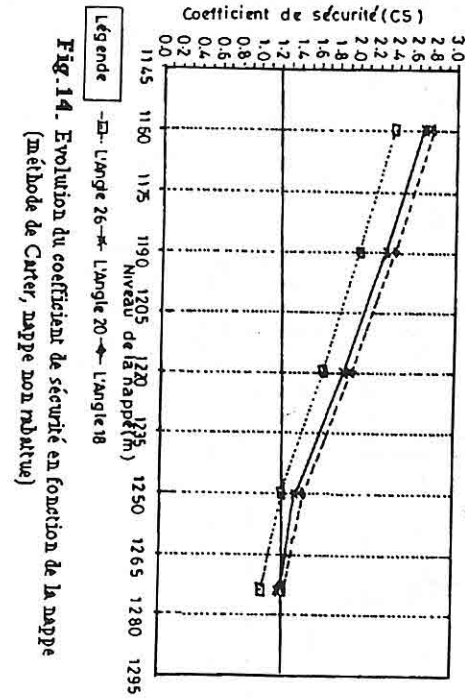


Fig.14. Evolution du coefficient de sécurité en fonction de la nappe (méthode de Carter, nappe non rabattue)

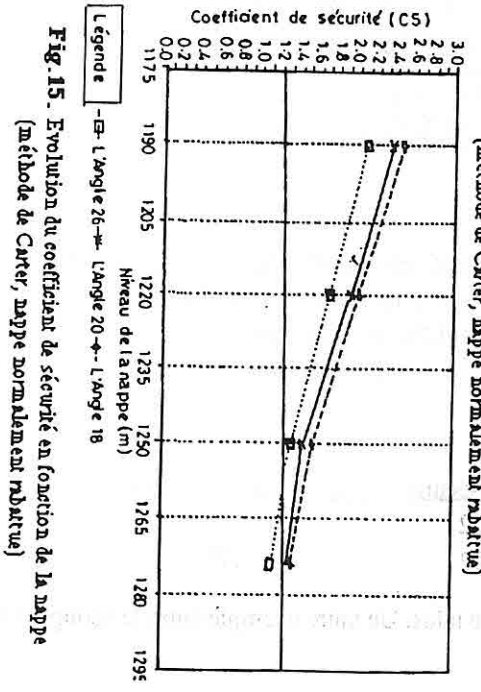


Fig.15. Evolution du coefficient de sécurité en fonction de la nappe (méthode de Carter, nappe normalement rabattue)

Tableau 22: Résultat des calculs; Coté Est 23, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité					
	L'Angle de Talus (Degrée)					
	23,50•		18,50•		16,50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	1.81	--	2.30	-	2.50	-
30/1190	1.46	1.54	1.85	1.93	2.03	2.11
60/1220	1.25	1.33	1.55	1.64	1.75	1.73
90/1250	1.10	1.19	1.35	1.43	1.50	1.58
Saturée 108/1268	**0.90**	**0.99**	1.09	1.17	1.20	1.29

Tableau 23: Résultat des calculs; Coté Est 23, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité					
	L'Angle de Talus (Degrée)					
	23,50•		18,50•		16,50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	2.25	--	2.75	-	3.05	-
30/1190	1.80	1.87	2.25	2.33	2.54	2.62
60/1220	1.41	1.49	1.85	1.93	2.10	2.18
90/1250	1.10	1.18	1.45	1.53	1.65	1.74
Saturée 108/1268	**0.82**	0.91	1.10	1.18	1.23	1.31

***Nor :** Normalement

Tableau 18: Résultat des calculs; Coté Est 21, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	26•		19•		16.50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	1.84	--	2.10	-	2.25	-
30/1190	1.65	1.73	2.00	2.08	2.14	1.21
60/1220	1.20	1.28	1.53	1.62	1.65	1.73
90/1250	**0.97**	1.06	1.25	1.33	1.35	1.43
Sature 114/1274	**0.80**	**0.89**	1.05	1.14	1.16	1.25

Tableau 19: Résultat des calculs; Coté Est 21, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	26•		19•		16.50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	2.10	--	2.11	-	2.17	-
30/1190	1.63	1.71	1.83	1.91	1.90	1.98
60/1220	1.35	1.44	1.53	1.62	1.60	1.68
90/1250	1.10	1.19	1.26	1.35	1.32	1.41
Sature 114/1274	**0.87**	**0.96**	1.13	1.21	1.20	1.29

***Nor :** Normalement

Tableau 20: Résultat des calculs; Coté Est 22, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	23•		18.50•		17•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	1.80	--	2.03	-	2.12	-
30/1190	1.50	1.58	1.73	1.82	1.80	1.88
60/1220	1.25	1.34	1.48	1.56	1.57	1.65
90/1250	1.03	1.12	1.23	1.31	1.20	1.38
Sature 110/1270	**0.77**	**0.86**	1.05	1.13	1.16	1.25

Tableau 21: Résultat des calculs; Coté Est 22, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	23•		18.50•		17•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	2.30	--	2.70	-	2.95	-
30/1190	1.74	1.82	2.20	2.29	2.40	2.50
60/1220	1.14	1.22	1.60	1.69	1.95	2.04
90/1250	**0.90**	**0.98**	1.25	1.34	1.45	1.54
Sature 110/1270	**0.90**	**0.79**	1.10	1.19	1.22	1.33

***Nor :** Normalement

Tableau 14: Résultat des calculs; Coté Est 19, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	26•		19•		17.50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	1.85	--	2.15	-	2.25	-
30/1190	1.56	1.64	1.71	1.79	1.76	1.84
60/1220	1.27	1.35	1.40	1.48	1.44	1.52
90/1250	1.02	1.10	1.20	1.28	1.25	1.32
Saturée 125/1285	**0.90**	**0.98**	1.10	1.18	1.15	1.23

Tableau 15: Résultat des calculs; Coté Est 19, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	26•		19•		17.50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	2.25	--	2.72	-	2.80	-
30/1190	1.78	1.86	2.36	2.44	2.45	2.53
60/1220	1.30	1.38	1.90	1.98	1.93	2.06
90/1250	1.02	1.11	1.34	1.42	1.40	1.48
Sature 116/1276	**0.87**	**0.96**	1.15	1.24	1.20	1.28

***Nor :** Normalement

Tableau 16: Résultat des calculs; Coté Est 20, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	26•		20•		18•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	1.84	--	2.11	-	2.20	-
30/1190	1.53	1.59	1.79	1.87	1.90	1.97
60/1220	1.30	1.37	1.55	1.63	1.64	1.71
90/1250	1.10	1.18	1.32	1.40	1.40	1.48
Sature 114/1274	**0.94**	1.02	1.17	1.25	1.24	1.33

Tableau 17: Résultat des calculs; Coté Est 20, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	26•		20•		18•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	2.35	--	2.65	-	2.75	-
30/1190	1.98	2.07	2.25	2.33	2.35	2.44
60/1220	1.61	1.68	1.82	1.88	1.89	1.98
90/1250	1.18	1.27	1.32	1.40	1.40	1.49
Saturée 114/1274	**0.97**	1.14	1.14	1.23	1.21	1.29

***Nor :** Normalement

Tableau 10: Résultat des calculs; Coté Est 17, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	26•		21•		19•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	2.03	--	2.36	-	2.50	2.50
30/1190	1.73	1.81	2.03	2.10	2.15	2.24
60/1220	1.29	1.37	1.60	1.68	1.72	1.80
90/1250	1.01	1.10	1.30	1.39	1.42	1.51
Saturée 125/1285	**0.75**	**0.84**	1.07	1.16	1.19	1.27

Tableau 11: Résultat des calculs; Coté Est 17, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	26•		21•		19•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	1.85	--	2.24	-	2.40	-
30/1190	1.58	1.65	1.95	2.03	2.10	2.18
60/1220	1.20	1.28	1.50	1.59	1.63	1.72
90/1250	**0.98**	1.06	1.24	1.33	1.34	1.45
Saturée 125/1285	**0.80**	**0.88**	1.04	1.12	1.20	1.26

***Nor :** Normalement

Tableau 12: Résultat des calculs; Coté Est 18, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	25•		22•		20•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	1.96	--	2.13	-	2.26	-
30/1190	1.64	1.72	1.76	1.84	1.86	1.94
60/1220	1.32	1.40	1.42	1.51	1.51	1.59
90/1250	1.07	1.11	1.19	1.27	1.29	1.38
Saturée 122/1282	**0.90**	**0.98**	1.02	1.10	1.17	1.25

Tableau 13: Résultat des calculs; Coté Est 18, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	25•		22•		20•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1160	2.42	--	2.66	-	2.77	-
30/1190	2.01	2.10	2.23	2.30	2.34	2.43
60/1220	1.65	1.73	1.78	1.86	1.86	1.94
90/1250	1.30	1.38	1.41	1.49	1.53	1.62
Saturée 122/1282	**0.94**	1.04	1.06	1.14	1.25	1.34

***Nor :** Normalement

Tableau 6: Résultat des calculs; Coté Est 15, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	28•		16.50•		15•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1180	1.71	--	2.26	-	2.32	-
30/1210	1.42	1.50	1.89	1.98	1.98	2.05
60/1240	1.09	1.18	1.50	1.58	1.57	1.65
90/1270	**0.86**	**0.95**	1.12	1.21	1.22	1.30
Sature 94/1274	**0.85**	**0.94**	1.10	1.19	1.20	1.28

Tableau 7: Résultat des calculs; Coté Est 15, méthode Carter, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	28•		16.50•		15•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1180	1.53	--	1.94	-	2.01	-
30/1210	1.39	1.47	1.74	1.82	1.80	1.88
60/1240	1.20	1.28	1.45	1.53	1.50	1.58
90/1270	**0.96**	1.03	1.17	1.26	1.22	1.32
Saturée 94/1274	**0.93**	**1.00**	1.14	1.23	1.21	1.30

***Nor :** Normalement

Tableau 8: Résultat des calculs; Coté Est 16, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	28•		19•		17.50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1118	1.90	--	2.05	-	2.08	2.08
30/1210	1.53	1.61	1.68	1.76	1.70	1.77
60/1240	1.22	1.30	1.34	1.44	1.38	1.46
90/1270	0.06	1.15	1.19	1.29	1.24	1.33
Saturée 102/1282	**1.00**	1.09	1.12	1.22	1.17	1.26

Tableau 9: Résultat des calculs; Coté Est 16, méthode Carter, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	28•		19•		17.50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/118	2.00	--	2.22	-	2.27	-
30/1210	1.80	1.89	2.06	2.15	2.12	2.20
60/1240	1.38	1.48	1.64	1.73	1.70	1.77
90/1270	1.07	1.18	1.20	1.30	1.26	1.36
Saturée 102/1282	1.01	1.12	1.16	1.26	1.21	1.30

***Nor :** Normalement

Tableau 2: Résultat des calculs; Coté Est 13, méthode Bishop, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	28•		16.50•		15.50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/118	1.70	--	2.38	-	2.52	-
30/1210	1.49	1.55	1.76	1.82	1.81	1.87
60/1240	1.11	1.18	1.41	1.48	1.47	1.54
90/1270	**0.89**	**0.98**	1.20	1.31	1.26	1.34
Saturée 109/1289	**0.82**	**0.91**	1.13	1.23	1.19	1.25

Tableau 3: Résultat des calculs; Coté Est 13, méthode Carter, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	28•		16.50•		15.50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1118	2.04	--	2.48	-	2.55	-
30/1210	1.75	1.82	2.17	2.24	2.22	2.29
60/1240	1.37	1.46	1.73	1.81	1.78	1.86
90/1270	1.01	1.09	1.29	1.38	1.35	1.44
Saturée 109/1289	**0.85**	**0.94**	1.17	1.26	1.22	1.31

***Nor :** Normalement

Tableau 4: Résultat des calculs; Coté Est 14, méthode Bishop, nappe non ra battue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	28•		14•		12.50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1180	1.64	--	2.24	-	2.30	-
30/1210	1.36	1.55	1.92	2.01	2.01	2.08
60/1240	1.02	1.18	1.39	1.49	1.45	1.53
90/1270	**0.83**	**0.91**	1.16	1.25	1.24	1.32
Saturée 95/1275	**0.81**	**0.89**	1.14	1.23	1.23	1.31

Tableau 5: Résultat des calculs; Coté Est 14, méthode Carter, nappe non rabattue-nappe normalement rabbatue

Niveau del la noppe (m)	Coefficient de sécurité L'Angle de Talus (Degrée)					
	28•		14•		12.50•	
	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue	Nappe non Rabattue	Nappe nor.* Rabattue
Sans Nappe 0/1118	2.07	--	2.38	-	2.43	-
30/1210	1.81	1.88	2.12	2.20	1.15	2.23
60/1240	1.25	1.33	1.50	1.57	1.54	1.62
90/1270	**0.88**	**0.96**	1.20	1.29	1.27	1.36
Saturée 95/1275	**0.86**	**0.95**	1.18	127	1.27	1.35

***Nor :** Normalement

2. *le niveau de la nappe,*
3. *l'angle de talus,*
4. *la largeur de talus,*
5. *la profondeur de talus,*
6. *la géométrie de gradin.*

4.1. Influence de l'angle de talus

Ces résultats montrent l'influence de la nappe. On voit très bien que les résultats de coetficien de sécurité, angle de talus tail une influence très importante. Pour les coupes, si angle de talus augment, CS diminue mais par contre, si angle de talus diminue, CS augment. C'est à dire angle de talus, il joue un rôle important sur les résultats de calcul de CS.Les figures 12 et 13 montrent influence de l'angle de talus (Méthode de Carter coupe E 20).

4.2. Influence de la nappe

4.2.1. Différent hauteur de la nappe

Différent hauteur de la nappe, changent complètement des résultats de coefficient de sécurité. Après les calculs, on a très bien remarqué que, hauteur de la nappe, changent complètement des résultats. Pour tous les calculs si niveau de la neppe augment CS automatiquement diminue, mais si niveau de la nappe diminue dans ce cas CS augment.les figures 14 et 15 montrent influence de niveau de la nappe sur les résultats de calcul de CS (méthode de Carter coupe E 20).

4.2.2. Nappe non rabattue - nappe normalement rabattue

On a fait calculs, pour montre I'influence de la nappe normalement rabattue sur les résultats de coetficient de sécurité. Aprés les calculs, on a bien remorqué que, les résultats de calcul de CS qui changent en tonction de nappe normalement rabattue, toujours on a obtenué des résultats plus favorable pour nappe normalement rabattue.

Pour bien comprende, si on explique sur les résultats de calcul de coupe 13 est, I'angle 18°, méthode de Carter;

Niveau da la nappe 30 mètre:

CS: Nappe non rabattue : 2.35, nappe normalement rabattue 2.44

Niveau da la nappe 60 mètre:

CS: Nappe non rabattue : 1.89, nappe normalement rabattue 1.98

Niveau da la nappe 90 mètre:

CS: Nappe non rabattue : 1.40, nappe normalement rabattue 1.49

Saturée:

CS: Nappe non rabattue : 1.21, nappe normalement rabattue 1.29

Si on regarde, les résultats pour la méthode Bishop, on obtient la même conclusion que la méthode Carter.

Les figures 16,.17 et 18 montrent différences, résultats des calculs de CS entre nappe non rabattue et nappe normalement rabattue (méthode de Carter coupe e 20).

calcul est bien adaptée pour l'analyse à posteriori de massens en mouvement, dans les quelles, il existe souvent des plans de rupture. Il permet par ailleurs d'étudier des surfaces de rupture qui passent par les plans de plus faibles résistances mécaniques. (Toha, 1993). Figure 11 montre un exemple de résultat de calcul par le logiciel Carter.

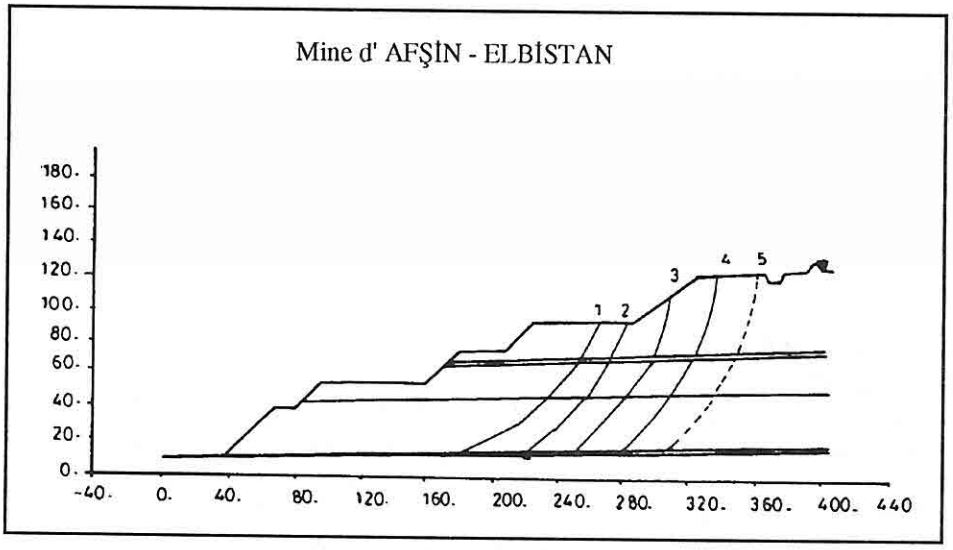


Figure 11: Calcul par le logiciel Carter

En fin pour chaque configuration, l'angle de talus a été varié comme suit:

Cas 1: Projet; Au début d'exploitation, décidé par, les ingénieurs, un angle de talus entre 23.50°-28°

Cas 2: Géométrie acctuelle d'exploitation basé sur un angle de talus entre 14°-22°

Cas 3: Cas optimal; Ces cas calculées pour un CS égal 1.20, un angle de talus entre 12.50°-20°.

Les résultats des analyses sont présentées dans les tableaux (2-23)

4. SYNTHESE DE RESULTAT

Pour le talus est, la mine nous a demandé d'appliquer coefficient de sécurité (CS) est égale 1.20, avec niveau de la nappe saturée. Après avoir examiné le terrain et discuté avec les ingénieurs de la mine, on a décidé d'applique la méthode de Carter (rupture polygonale) ainsi que la méthode de Bishop pour contrôler les résultats obtenu par la méthode de carter (Kılıç et Du Mouza,1993).

On a bien remarqué que les résultats de calcul changent en fonction de;

1. l'épaisseur des couches,

3. METHODE DES CALCULS

Pour calculer coefficient de sécurité (CS), on a choisi deux méthodes différentes;

Premier; La méthode de Bishop qui analyse des ruptures suivant des surfaces circulaires,

Second; La méthode de Carter qui analyse des ruptures suivant des surfaces polygonales.

3.1. Calcul de la stabilité des talus par le logiciel Bishop

Ce logiciel permet de rechercher les surfaces de rupture circulaire les plus défavorables en calculant les coefficients de sécurité (CS) correspondants. Le calcul est basé sur la méthode de tranche de Bishop.

En pratique, on établit une grille de centres de cercles à testes à maillage large (pas de variatin X-Y) de 100 points est à partir de cete grille on rétablit une grille de centres à mailles plus serrées. Par sa précision cette nouvelle grille permet de mettre en évidence les cercles les plus défavorables ainsi que le coefficient de sécurité (CS) minimum. Figure 10 montre un exemple de celcul par le logiciel.

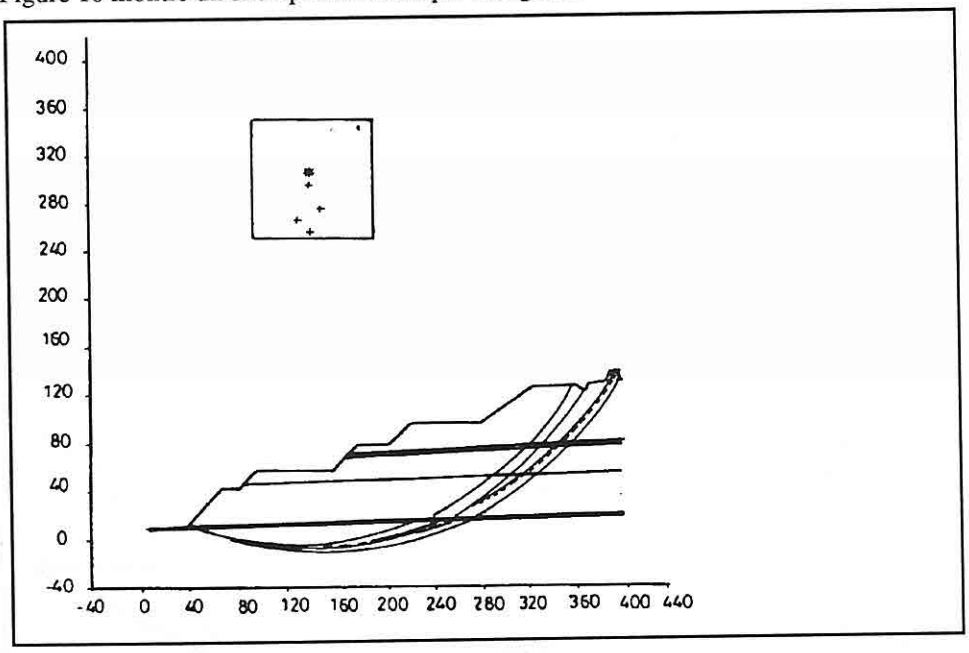


Figure 10 : Calcul par le logiciel Bishop

3.2. Calcul de la stabilité des talus par le logiciel Carter

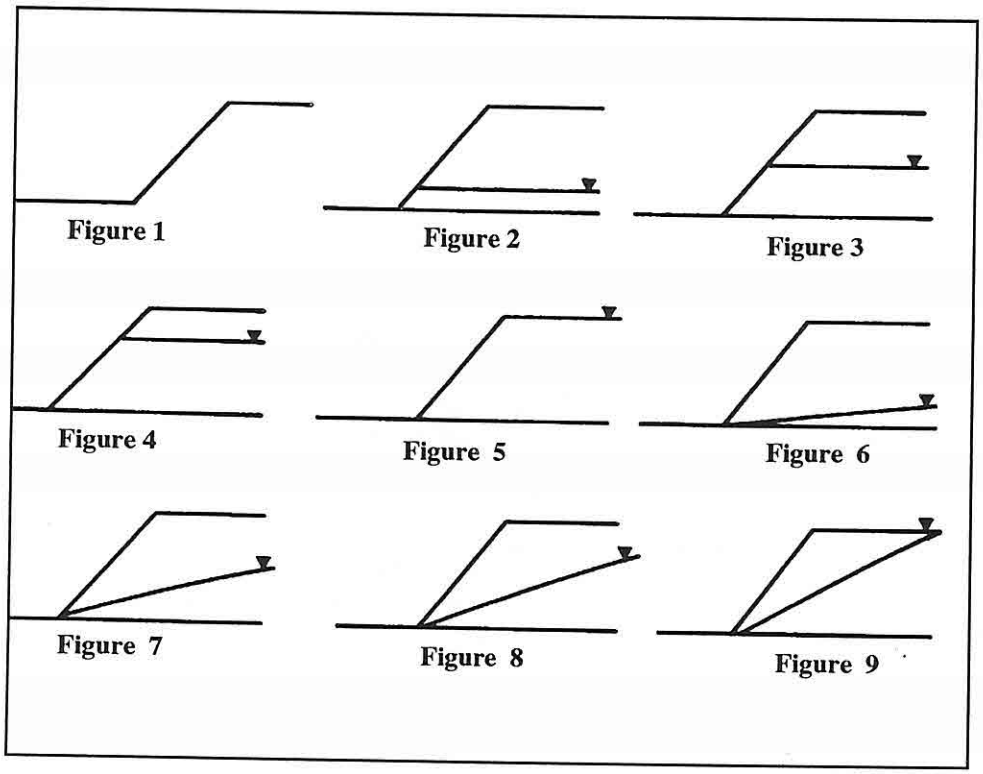
Ce logiciel permet de déterminer la stabilité de talus sur les surfaces de rupture polygonale. Ce calcul est bassé sur la méthode de tranche de Carter cette méthode de

de la nappe.

Pour la présente étude, nous avons analysé la stabilité de la verse sous 9 conditions hydrauliques (Kılıç, Anıl, 1994; Kılıç, 1994);

1. *Sans nappe, qui correspond à un talus complètement drainé;*
2. *Une nappe non rabattue et un niveau piéozométrique est de 30 mètres de hauteur;*
3. *Une nappe non rabattue et un niveau piéozométrique est de 60 mètres de hauteur;*
4. *Une nappe non rabattue et un niveau piéozométrique est de 90 mètres de hauteur;*
5. *Une nappe non rabattue et une verse complètement saturée;*
6. *Une nappe normalement rabattue, dans le talus et un niveau piéozométrique de 30 mètres de hauteur;*
7. *Une nappe normalement rabattue, dans le talus et un niveau piéozométrique de 60 mètres de hauteur;*
8. *Une nappe normalement rabattue, dans le talus et un niveau piéozométrique de 90 mètres de hauteur;*
9. *Une nappe normalement rabattue, dans le talus et un sol complètement saturé.*

Les 9 conditions hydraulique étudiées sont montrées dans les figures 1 à 9.



1. INTRODUCTION

La Mine d'Afşin-Elbistan se trouve dans le sud est de la Turquie, au nord est de la ville de Kahramanmaraş. La réserve du gisement d'Afşin-Elbistan est de 3,4 milliard de tonnes. La calorie de lignite se situe entre 1050-1200 Kcal/kg. Les lignites sont employées par la centrale thermique qui se trouve a coté des mines.

L'exploitatin de charbon à la mine à été faite par une méthode en continu à ciel ouvert. L'excavation a été faite 6 roues pelles, le transport bande convoyeur a une longueur de 50 km et mise en remblais des stériles 5 rembleyeurs.

Durant l'exploitation, trois glissements se sont déclarés, le premier au nord ouest de la mine (1 juillet 1984), le deuxième au nord ouest de la mine (28 septembre 1984) et la dernière l'est de la mine (3 février 1987) (Pierschte, 1984).

2.PARAMETRES GEOTECHNIQUES, CONDITIONS GEOLOGIQUES ET HYDRAULIQUES

Les pramètres géotecchnique de la mine de lignite d'Afşin-Elbistan sont présentés sur le tableau 1.

Tableau 1: Valeurs des pramètres géotechiques.

Matériaux	*Cohésion* (kPa)	*Angle de frottement* (°)	*Densité* (kN/m^3)
Lignite	190.0	29.0	11.6
Argile faible	35.60	7.00	15.8
Lehm	41.40	25.0	18.1
Marne	51.80	21.6	17.9
Argile bleu	77.50	18.0	17.3
Argile (sous le chb.)	25.70	15.7	16.6

La série stratigraphique de la mine de lignite d'Afşin-Elbistan coté Est, est constituée de 6 couches différentes:

a. La série de lignite *25-46 m*
b. La série d'argile faible *1-2 m*
c. La série de lehm *30-40 m*
d. La série de marne *2-4 m*
e.La série d'argile bleu *20-30 m*
f. La série d'argile (sous le charbon). *20-30 m*

L'étude des eau souterraines montre que la surface piézométrique de la nappe est très haute. Nous avons dû faire certaines hypothèses concernant les niveaux piézométriques

YERBİLİMLERİ Haziran 1995 SAYI 26 ISSN 1019-1003
GEOSUND June NO

ANALYSE DE LA STABILITE DES TALUS COTE EST DE LA MİNE D'AFŞİN-ELBİSTAN

Ahmet Mahmut KILIÇ et Jean DU MOUZA
Ecole des Mines de Paris, Centre de Géologie de l'ingénieur, Paris/France

RESUME: *Dans l'exploitation des mines à ciel ouvert nous devons faire face aux problèmes d'instabilté de talus. Ces problèmes sont souvent complexes. Ils varient d'une mine à l'autre. La plupart de ces problèmes sont déterminés par les paramètres; géologique , géotechnique et hydraulique du massif.*

Dans ce travail, nous avons réalisé une étude de la stabilité des talus l'Est de la Mine d'Afşin-Elbistan. On a appliqué 9 conditions hydrauliques différentes. On a employé deux méthodes de calcul qui sont réalisées par Ecole des Mines de Paris au Centre Géologie de l'Ingénieur, premier le logiciel Bishop qui analyse des ruptures suivant des surfaces circulaires, deuxième le logiciel Carter qui analyse des ruptures suivant des surfaces polygonales.

AFŞİN-ELBİSTAN İŞLETMESİ DOĞU ŞEVİ STABİLİTE ANALİZİ

ÖZET: *Açık işletmelerde daima stabilite problemleri ile karşı karşıya kalmaktayız. Bu problem oldukça komplekstir. Jeolojik durum, mekanik özellikler ve su durumu stabilite üzerinde oldukça etkili olmaktadır.*

Bu çalışmada Afşin-Elbistan İşletmesi Doğu şevi analizi yapılmıştır. Analizlerde 9 değişik su durumu incelenmiştir. Hesaplamalar Ecole des Mines de Paris' de Centre de Géologie de l'Ingénieur' de gerçekleştirilen bilgisayar programları yardımıyla yapılmıştır. Hesaplamalarda birinci olarak dairesel kayma yüzeyleri için Bishop, ikinci olarak poligonal kayma yüzeyleri için ise Carter bilgisayar programları uygulanmıştır.

Kurodo, H., 1977. Mechanism and formation of the Furutobe Kuroko ore deposits-and exploration at the Furutobe mine (II), Mining Geol., 27, 9-22.

Leitch, C.H.B.,1981. Mineralogy and textures of the Lahanos and Kızılkaya massive sulphide deposits, Northeastern Turkey, and their similarity to Kuroko ores, Mineral. Deposita, 16, 241-257.

Ohmoto, H., 1983. Geologic setting of the Kuroko deposits, Japan, Pt III, Submarine calderas and Kuroko genesis, Econ. Geol. Mon 5, 39-54.

Reyes, A.G.,1990. Petrology of Philippine geothermal systems and the application of alteration mineralogy to their assessment, J. Volcanology Geotherm. Res., 43, 279-309.

Tuğal, T., 1969. The pyritic sulphide deposits of the Lahanos Mine area, Eastern Black Sea region, Turkey, Ph.D. thesis (yayınlanmamış), Durham Dept. of Geology, 182 pp.

Tüysüz, N. ve Er, M.,1995. Lahanos(Espiye) ve İsraildere (Tirebolu) masif sülfid cevherleşmeleri çevresinde görülen hidrotermal alterasyon zonlarındaki kimyasal ve mineralojik değişimler, Türkiye Jeol. Kurultayı Büllteni, 104-113.

Vujanoviç, V., 1974. Doğu Karadeniz Bölgesi kıyı kesiminde bulunan sülfit maden yataklarının mineraloji, parajenez ve köken özellikleri, M.T.A. Derg., 82, 21-35

Yang, K and Mo, X., 1993. Characteristics of the Laochang volcanogenic massive sulfide deposit, SW Yunnan, China, Explor. Mining Geol., 2, 31-40.

Yui, S., 1983. Textures of some Japanese Besshi-type ores and their implications for Kuroko deposits, Econ. Geol. Mon.5, 231-240.

Yui, S. and İshitoya, K., 1983. Some textures of the ores from the Ezuri Kuroko deposits, Akita Prefecture, Japan, Econ. Geol. Mon 5, 224-230.

Mo, 1993) masif siyah cevherin oluşum ısısının 226°-160°C arasında, masif sarı cevherin oluşum ısısının ise 310°-280°C arasında saptanması, Lahanos cevherleşmesinin oluşumu için yukarıda öngörülen ısı aralıklarının uygun olabileceğini desteklemektedir.

5. SONUÇLAR

1) Yatak iki ayrı masif kütleden oluşur ve bu kütlelerin arasında yoğun ağsal ve saçınımlı cevherleşmeler görülür.

2) Lahanos masif sülfid yatağı belirgin mineral zonlanması gösterir. Bu zonlanma üstten alta doğru genel olarak sfaleritin egemen olduğu siyah cevher, sfalerit ve kalkopiritin yaklaşık olarak eşit miktarlarda bulunduğu yarı siyah cevher, kalkopiritin egemen olduğu sarı cevher ve piritin egemen olduğu piritik cevher şeklindedir.

3) Cevher dokularında da belirgin zonlanma görülür. Üst zonlarda kolloidal, framboidal ve ince bantlar şeklinde görülen dokular alta doğru ornatma dokularına geçerler. Özellikle alt zonlarda kalkopirit ornatmaları oldukca yaygındır.

4) Kırıntılı cevherleşmeler oldukca yaygındır. Bu cevherler matrikste bulunan sfalerit ve kalkopirit oranına göre siyah ve sarı kırıntılı cevher olarak ikiye ayrılır.

5) Cevher hazırlama ve zenginleştirmede en zor işlenebilecek cevherler, oldukca değişik tane boyutunda cevher minerallerinden oluşan kırıntılı cevherlerdir. Masif sarı cevher ve yarı siyah masif cevherler de ise sfaleritin çok yoğun bir şekilde 5 mikrondan daha küçük kalkopirit kapanımlarını içermesi, optimum bir şekilde bakır veya çinko konsantresi kazanımını oldukca etkileyecektir ve biri diğeri için istenmeyen zararlı madde durumu oluşturacaktır.

6. KATKI BELİRTME

Yazar, parlak kesitlerin hazırlanması ve incelenmesi esnasında yardımlarını gördüğü, Dr. Mithat Vıcıl ve Dr. Kemal Özdoğan'a ve katkılarından dolayı Y. Doç. Dr. Miraç Akçay, Y.Doç.Dr. Mehmet Arslan ve Demirexport şirketi elemanlarına teşekkür eder.

7. KAYNAKLAR

Clark, A., 1970. Native Zn and Cu, Zn from Mina Dulcinea de Llampos, Copiapo, Chile, Am. Mineralogist, 5, 1019-1025

De Waal, S.A. and Johnson, J.A., 1981. Chemical heterogeneity of sphalerite in a base metal sulfide deposits, Econ. Geol., 76, 694-705.

Eldridge, C.S., Barton, P.B., Jr. and Ohmoto, H., 1983. Mineral textures and their bearing on formation of the Kuroko orebodies, Econ. Geol. Mon. 5, 241-281

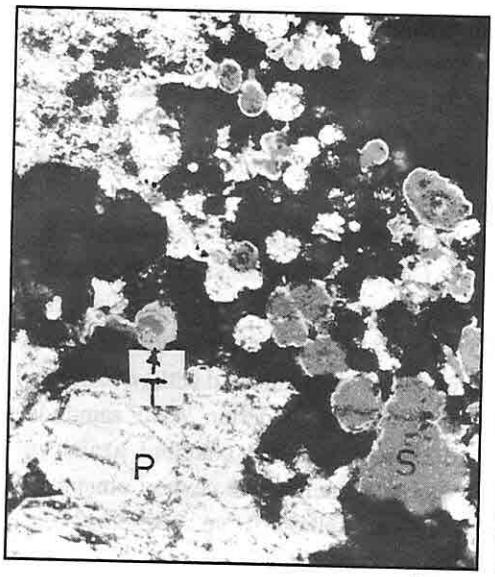
Hou, Z. and Mo, X., 1993. Geology, geochemistry and genetic aspects of Kuroko-type volcanogenic massive sulfide deposits in Sanjiang region, SW-China, Explor. Mining Geol., 2, 17-29.

evrenin ürünleridir. Bu mineraller, muhtemelen sıcak çözeltilerin soğuk cevherler ile reaksiyonu veya piritin kalkopirit tarafından ornatılması sonucu oluşmuştur (Ohmoto, 1983). Bu ornatım, Lahanos cevherlerinde oldukca yaygın olarak görülür. Böylece kükürtce zengin mineraller, masif siyah cevher ile masif sarı cevher arasındaki geçişte yarı siyah masif cevheri oluştururlar. Dolayısıyla, kükürtce zengin mineraller, daha geç evre hidrotermal faaliyetlere bağlıdır ve belki de tavan kayaçlarında çok zayıf olarak gelişen hidrotermal alterasyonu oluştururlar.

En üstte bulunan masif siyah cevher, genellikle ince taneli sülfid minerallerini içerir. Bu cevherler muhtemelen Zn, Fe, Pb, H_2S ve az Cu içeren ilk evre sıvıları tarafından oluşmuştur. Çözeltilerde bulunan metaller ve H_2S nin deniz tabanına taşınmasıyla sıcak çözeltilerin soğuk çözeltilerle karışması sülfid ve sülfatların hızlı çökelmesine neden olabilmektedir (Eldridge ve diğ.,1983). Oldukca altere olan taban dasitleri zamanla cevherli çözeltilerin pH ını değiştirebilecek özelliklerini kaybederler. Aynı zamanda yankayacın ısısı da artabilir. Dolayısıyla, ağsal kısımlarda metal çökelimi azalır ve böylece deniz tabanına taşınan metaller ve kükürt, ince taneli siyah cevheri oluşturur. Yatakta derine doğru görülen ornatma dokuları ve kalkopirit ve piritlerin tane boyutlarının artması, gittikce ısınan sıvıların daha önce çökelmiş ince taneli cevherleri ornatması ve yer yer rekristalize etmesi sonucu oluşmuştur. Isının daha da artması ile bakırca zengin alt zonlarda ilk evrede çökelmiş ince taneli siyah cevherler çözülmüş ve yerini yarı siyah ve masif sarı cevher almıştır. Masif sarı cevherin alt zonlarda bulunması ve üst zonlara doğru masif siyah cevhere geçilmesi, kalkopiritin sfaleriti ornatmasının alt zonlardan üst zonlara doğru ilerlediğinin bir göstergesidir. Bunun sonucu olarak da sfalerit içerisinde görülen kalkopirit kapanımlarında masif sarı cevherden masif siyah cevhere doğru bir azalma görülür. En alttaki piritik cevherin de bu zondaki kalkopiritin müteakip sıvıların etkisiyle çözünmesi sonucunda oluştuğu düşünülmektedir. Belirtilen süreç yoluyla cevher, piritik zonda toz haline dönüşmüş ve porozitesi artmıştır. Genel olarak alt kısımlarda sıcak olan ve üste doğru soğuyan sıvıların, kalkopirite göre çözünürlüğü daha fazla olan galen ve sfaleriti daha önce çözmüş oldukları kabul edilmektedir (Ohmoto, 1983). Daha sonra da alt kısımda çökelen kalkopiritin çözünmesiyle alt kısımda piritce zengin kısımlar oluşmuştur.

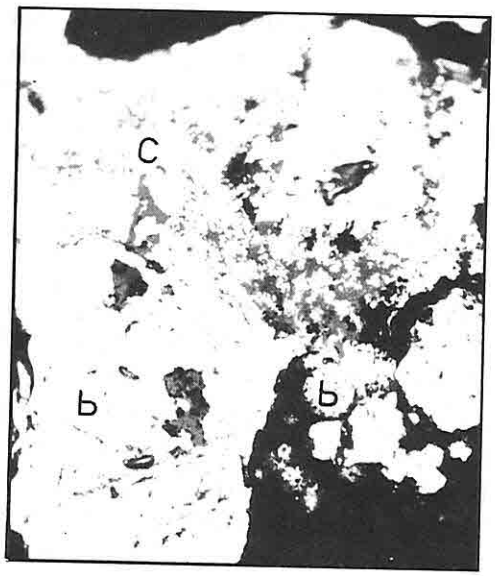
Ağsı cevherleşmeler etrafında görülen serizitleşme ve karbonatlaşma şeklindeki alterasyon mineralojisi dışa doğru klorit, montmorillonit ve kaolinite geçiş gösterir. Bu durum, söz konusu minerallerin duraylılık diyagramları gözönüne alındığında masif siyah cevherin 250°-120°C arasında oluşmuş olabileceğini gösterir (Reyes,1990). Serizitleşme ve karbonatlaşmadan oluşan alterasyon zonunun kalkopiritce zengin ikincil kuvars damarcıkları tarafından kesilmesi ve ilk evrede oluşan siyah cevherin alt zonlarda yoğun bir şekilde ornatılmış olması, masif sarı cevherin oluşum ısısının 250°C den daha yüksek olabileceğine işaret eder. Çin Halk Cumhuriyeti'nde Sanjiang yöresindeki Kuroko tip yataklarda yapılan çalışmalarda (Hou ve Mo,1993; Yang ve

LEVHA III



33 µ m

a) Kırıntılı siyah cevherde framboidal ve kolloidal pirit ve sfalerit ile iri pirit taneleri.

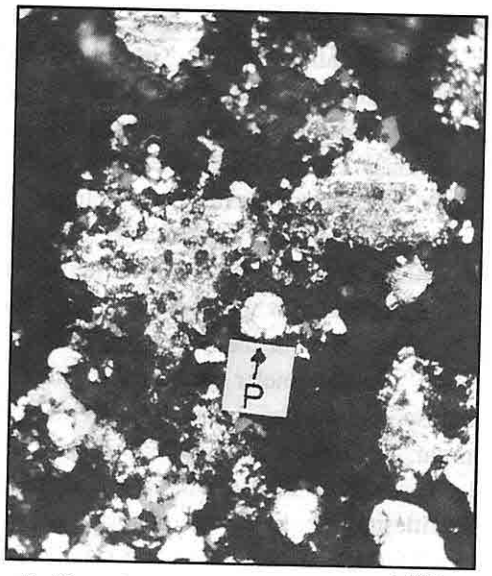


33 µ m

b) Kırıntılı sarı cevherde framboidal ve iri pirit taneleri.

33 µ m

c) Kırıtılı siyah cevherde tetrahedrit içinde galen kapanımları.

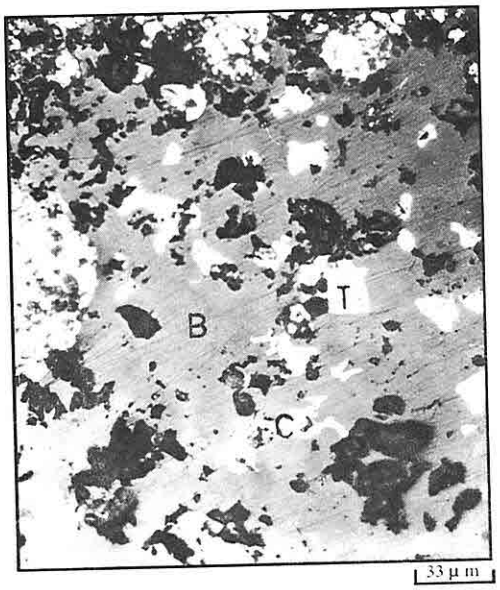


33 µ m

d) Kırıntılı sarı cevherde değişik boyutlarda sülfit mineralleri ve kalkopirit tarafından çevrelenmiş yuvarlak pirit tanesi .

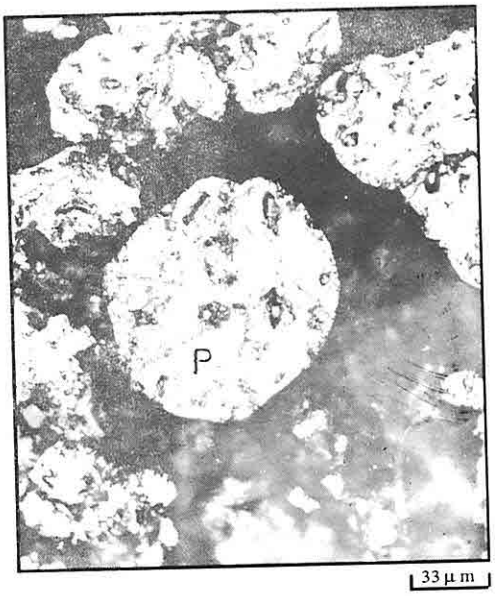
LEVHA II

a) Masif sarı cevherde sfaleriti (S) ornatmış kalkopirit



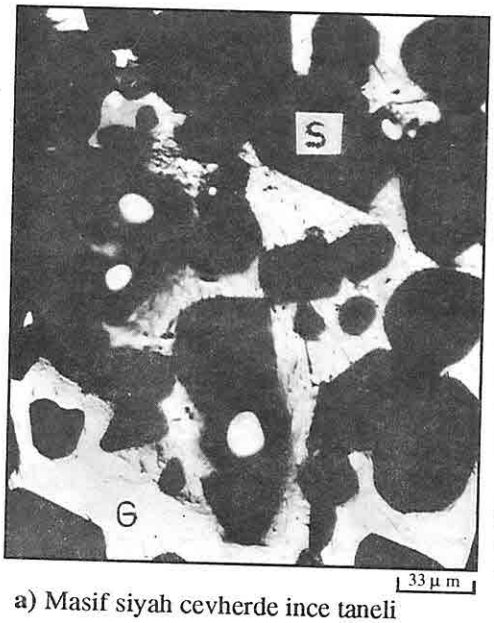
b) Masif sarı cevherde kalkopirit (C) ve tetrahedriti (T) ornatmış bornit

c) Piritik cevherde porozite



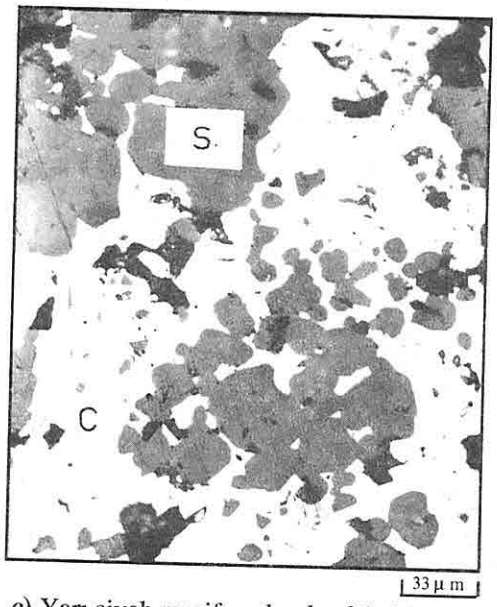
d) Piritik cevherde yarı öz şekilli iri pirit (P) taneleri

LEVHA I

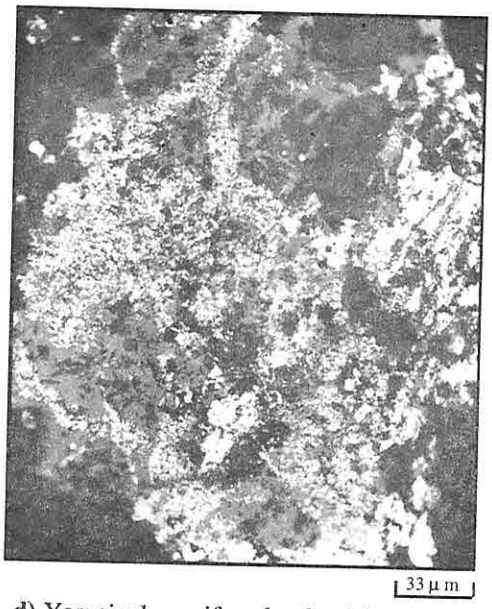


a) Masif siyah cevherde ince taneli sfaleritler (S) ve aralarını dolduran galenler (G)

b) Masif siyah cevherde enarjit (e)



c) Yarı siyah masif cevherde sfaleritleri (S) ornatmış kalkopirit (C)



d) Yarı siyah masif cevherde sfaleritler içinde kalkopirit kapanımları

tanelerinin dış kabuğundaki boşlukları doldurur, 2) Yarım adalar veya adacıklar şeklinde bulunan diğer sülfid minerallerini sarar, 3) Sfaleritte ayrılımlar halinde bulunur, 4) Diğer sülfidlerle birlikte az da olsa ardışıklı büyümeler gösterir. Kuroko tip yataklarda kalkopirit ayrılımlarını açıklayan bir kaç görüş mevcuttur (Yui, 1983; Yui and İshitoya,1983; De Wall and Johnson, 1981; Clark, 1970). Bu araştırmacılara göre ayrılımlar, a) basit ayrılımlar b) cevher oluşumunun ilk aşamasındaki fiziksel ayrılımlar c) süperjen olaylara bağlı ayrılımlar ve d) sfaleritin daha sonraki evrede cevher oluşturan sıvılarla reaksiyonu sonucu ortaya çıkan ayrılımlar olarak özetlenebilir. Eldridge ve diğ. (1983) ayrılımların, basit ayrılımlar şeklinde sfaleritten ayrılması için ısının yeterince yüksek olmadığını, b ve c durumunu da Kuroko yatakları için mümkün olamayacağını belirtmişlerdir. Ayrıca Lahanosta ikincil zenginleşme oldukca sınırlı olarak sadece kırıklar boyunca görülür. Buna göre, Lahanosta görülen kalkopirit ayrılımlarının Cu taşıyan geç evre sıvılar ile ilk evrede oluşmuş sfaleritler arasındaki reaksiyonlar sonucu aşağıda gösterilen tepkime çerçevesinde (Eldridge ve diğ.,1983) oluştuğu düşünülebilir.

$$Zn_{0.95}Fe_{0.05}S + 0.048Cu^{+} + 0.048H_2S \text{ ----- } 0.952(Zn_{0.998}Fe_{0.002}S) + 0.048CuFeS_2 + 0.048H^{+} + 0.024\ H_2$$

Genel olarak bu ayrılımlar masif siyah cevherden masif sarı cevhere geçildiği kısımlarda daha yoğun olarak görülür.

3.6. Diğer Sülfid Mineralleri

Bu mineraller başlıca bornit, enarjit, kovellin ve dijenitten oluşur. Bunların arasında en yaygın olanlar, bornit ve enarjittir. Bornit, daha ziyade masif yarı siyah ve sfaleritce zengin sarı cevherde kalkopiritle yanyana veya onu ornatmış olarak bulunur (Levha II b). Ayrıca yer yer pirit, kalkopirit ve tetrahedrit kapanımları içerir. Boyutları 10 µm ile 0.6 mm arasında değişir. Enarjit ise daha ziyade masif siyah cevherde kalkopiriti ornatması ile karakteristiktir (Levha I b).

4. CEVHERLEŞMENİN OLUŞUMU

Lahanos masif sülfid yatağında cevher minerallerinde ve dokularında belirgin bir zonlanma görülür. Ancak, bu zonlanma cevher oluşumu esnasında meydana gelen gravite kaymalarından dolayı büyük ölçüde bozulmuştur. Bu kaymalara bağlı olarak ta önemli miktarlarda kırıntılı cevher oluşmuştur. Yatak, iki ayrı ana masif kütleden oluşmaktadır (Şekil 2). Bunların alt kısmında ağsı cevherleşme ya çok zayıf gelişmiş ya da hiç yoktur. Ancak bu iki kütlenin arasında üzerlerinde herhangi bir masif kısım bulunmayan yoğun ağsı ve saçınımlı cevherleşmeler görülür (Şekil 2). Cevher mineralleri üst zonlarda daha ziyade kolloidal, alta doğru ise ornatma dokuları içerirler. Kalkopirit diğer sülfid minerallerini belirli zonlar boyunca seçimli olarak ornatmıştır. Derine doğru artan porozite, kalkopiritce zengin cevhere doğru mineral çözünmelerinin arttığına işaret etmektedir. Kükürtce zengin mineraller de kalkopirit gibi daha geç

özşekilsiz taneler halindedir. Pirit masif siyah cevherde ince taneli sfaleritle girift büyümelidir. İri taneli pirit, ilk oluşan ince taneli pirite göre daha yaygındır. Her iki pirit de kalkopirit oluşturan sıvılarca değişime uğratılmış ve ornatılmışlardır. Yer yer kataklastik kırılma gösteren iri piritlerin kırıkları kalkopirit tarafından doldurulmuştur. Aşağıya doğru pirit taneleri büyür ve kalkopirite göre daha yuvarlak taneler şeklinde gözlenirler (Levha II d). İnce taneli pirit, masif sarı cevherde büyük oranda azalır. Masif sarı cevherde bulunan iri pirit kristalleri, yer yer kalkopirit tarafından ornatılmıştır. Masif piritik cevher çok az veya hiç kalkopirit içermez. Masif piritik cevher, genelde yarı özşekilli, yuvarlak ve kısmen korrezyona uğramış piritlerden oluşur.

3.3. Galen

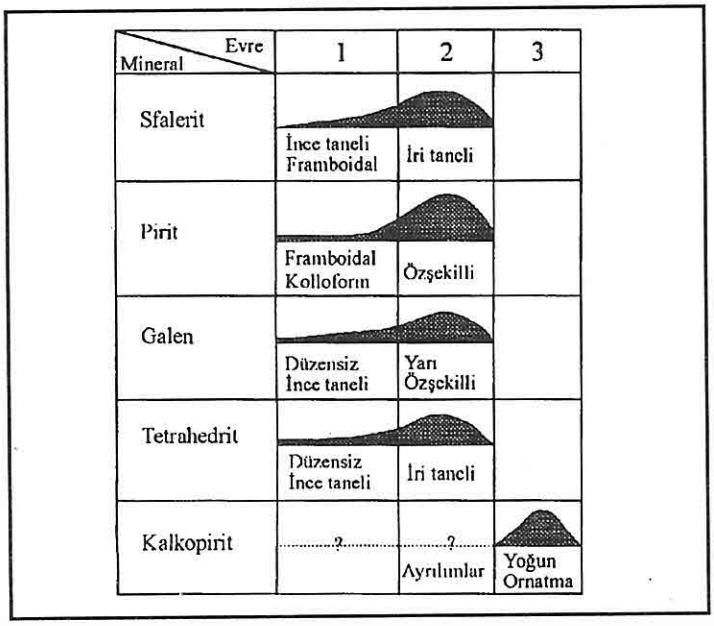
Masif siyah cevherde yaygın olarak ve özşekilsiz veya yarı özşekilli taneler şeklinde görülür. Sfalerite göre daha az oranda bulunur. İki farklı tane boyutuna sahip olan galenin iri olanları (0.5-1 mm) daha düzensiz şekiller halindedir. İri pirit ve sfalerit girift büyümelidir. İnce taneli galen yarı siyah masif cevherin altında görülmez. Ancak, sfaleritce zengin masif sarı cevherde kalkopiritler ve kırıntılı siyah cevherde tetrahedritler içinde ornatma artıkları şeklinde görülür (Levha III c). Ağsal cevherde az miktarda bulunur.

3.4. Tetrahedrit-tennantit

Fahlerz grubu mineralleri daha ziyade tetrahedritten oluşur. Tennantit ise genelde az miktarda tetrahedriti ornatmış ve onu sarmıştır. Masif siyah cevherde galenden daha az miktarda genelde düzensiz yamalar şeklinde görülür. Diğer sülfid mineralleri ile iç içe büyümeler gösterir. Dağılım ve şekilsel değişimi bakımından galene benzer. Yarı siyah masif cevherde kalkopirit içinde adacıklar şeklinde görülmesine karşılık, masif sarı cevherde nispeten azdır. Piritik cevherde ise hiç görülmez.

3.5. Kalkopirit

Kalkopirit diğer sülfidlerden farklı özellikler gösterir. Çoğunlukla özşekilsiz taneler şeklindedir. Genel olarak diğer bütün sülfidleri keser veya ornatır. Buna bağlı olarak pirit, galen ve sfalerit kalkopirit içinde oldukca yuvarlak adacıklar şeklinde görülür. Kalkopirit bazende pirit, tetrahedrit ve sfaleritle girift büyümeler gösterir. Kalkopirit miktarı, masif siyah cevherden masif sarı cevhere doğru artar. Kalkopirit alta, masif piritik cevhere doğru artan oranlarda sfaleriti ornatır ve bunun sonucu olarak ta alt kısımlarda görülen sfalerit ince elek dokusunu andırır bir görüntü alır. Kalkopirit, pirit, galen, ve sfaleriti sarar ve özellikle ilk evreye ait pirit tanelerini çevreleyerek konsantrik yapılar oluşturur (Levha III d). Sarı cevherden piritik cevhere geçişte kalkopirit miktarında büyük oranda azalma görülür ve porozite de artar. Kalkopirit ile diğer sülfidler arasındaki dokusal ilişki şöyle özetlenebilir. 1) Kalkopirit pirit



Şekil 3. Lahanos Yatağında Görülen Farklı Cevherleşme Evrelerine Ait Mineral Parajenezi ve Dokuları.

3.1. Sfalerit

Masif siyah ve yarı siyah masif cevherde tane boyutu ve şekil bakımından en fazla değişim gösteren bir mineraldir. İnce taneli (5-20 μm) olanları, düzensiz şekilli agregalar veya kümelenmeler ve kısa bantlar oluşturur. Genellikle özşekilsizdir ve az oranda kolloform yapı gösterir. Daha sonraki evre sfaleritleri ise daha iri taneli ve yarı özşekillidir. Bu ikinci evreye ait sfaleritler, birinci evredekileri keser. Her iki evrede oluşan sfaleritler, genel olarak kalkopirit tarafından ornatılır ve yoğun olarak kalkopirit kapanımları içerirler (Levha I d). Bu kapanımların miktarı aşağıya doğru artar. Yarı siyah cevherdeki sfalerit, masif siyah cevherdekine göre daha iri tanelidir. Masif sarı cevherde çok az miktarda görülen sfalerit, oldukca yoğun kalkopirit kapanımları içerir. Yarı siyah masif cevherde kalkopirit içinde oldukca yuvarlak sfalerit adacıkları veya pirit içinde izole sfaleritler oldukca yaygındır (Levha I c).

3.2. Pirit

Masif siyah cevherde üçüncü en çok bulunan sülfür minerali olup çeşitli morfolojilerde görülür. İlk evrede oluşan pirit üst zonlarda kolloidal, framboidal ve ince taneli agregalar şeklinde bulunur. Framboidler 20-200 mikron arasında değişen büyüklüklerde olup yer yer agregalar halinde gözlenirler. İnce taneli pirit, genelde

2.2. Yarı Siyah Masif Cevher

Kalkopirit ve sfaleritin yaklaşık olarak eşit miktarlarda bulunduğu cevherler (Levha I c) yarı siyah masif cevher (semi-black massive ore) olarak tanımlanmıştır. Bu cevherlerde kalkopirit ve sfaleritlerin tane boyutları 5-30 mm arasında değişir. Yarı siyah masif cevherin en tipik özelliklerinden birisi de sfaleritin yoğun bir şekilde 5 mikrondan küçük kalkopirit kapanımcıkları içermesidir (Levha I d). Gang minerali olarak daha çok kuvars bulunur.

2.3. Masif Sarı Cevher

Masif sarı cevher; masif siyah cevhere benzer ancak kalkopiritce zengin olması, çok az veya hiç sfalerit içermemesiyle ondan ayrılır (Levha II a,b). Masif sarı cevherde ornatma dokuları oldukca yaygındır. Özellikle, kalkopirit sfaleriti ornatmış ve bornit tarafından ornatılmış olarak görülür (Levha II a ve b). Gang minerali kuvarstır.

2.4. Piritik Cevher

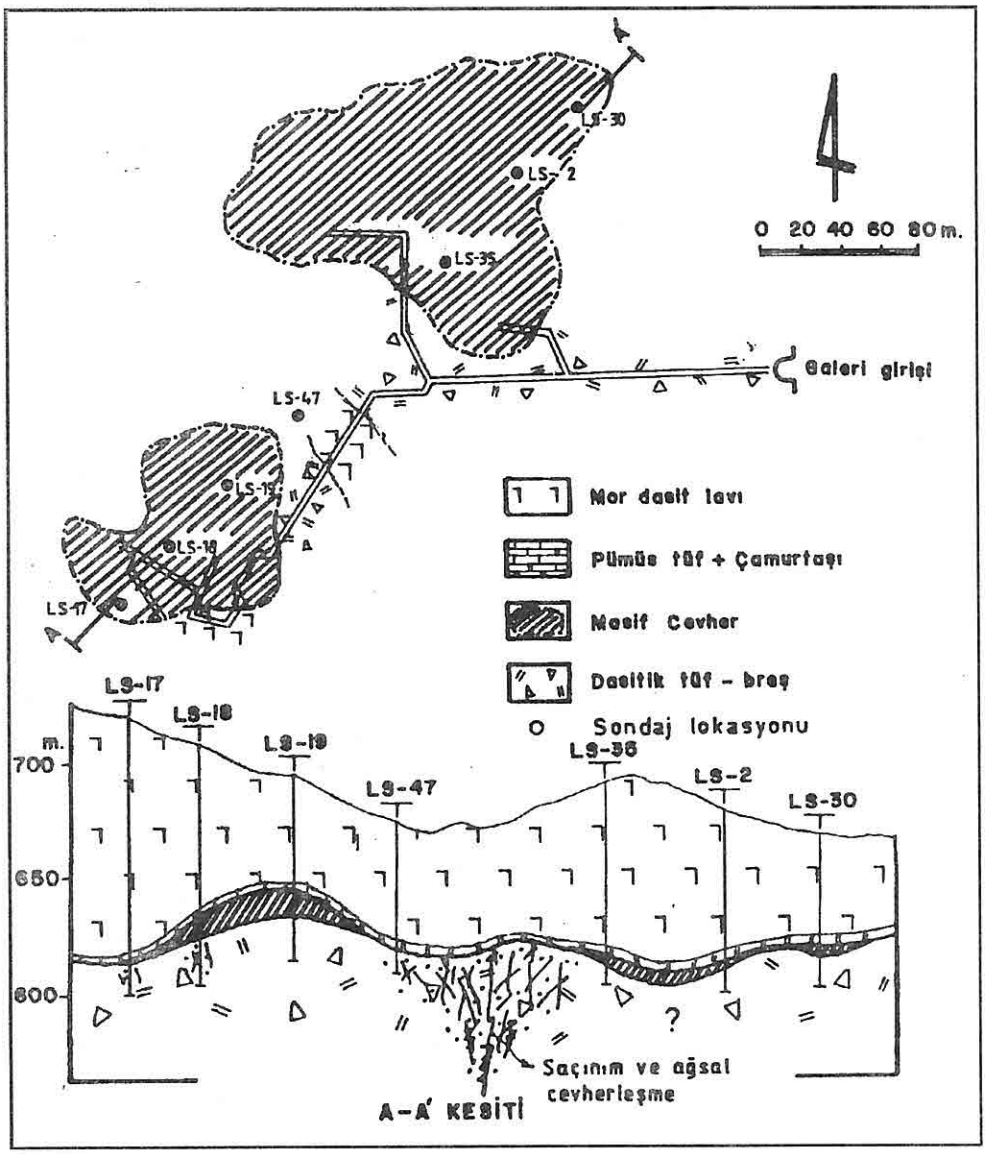
Piritik cevher % 50 den fazla pirit içerir. Piritler, çapı 50 mm ye varan yuvarlak ve özşekilli taneler şeklinde bulunurlar. Bu cevherde önemli miktarda sfalerit ve kalkopirit bulunmaz. Ancak, pirit taneleri arasında yer yer küçük kalkopirit taneleri görülür. Piritik cevher, cevherleşmenin tabanını oluşurur ve oldukca gözeneklidir (Levha II c ve d). Yer yer gevrek olup elde kolayca ufalanabilir.

2.5. Kırıntılı Cevher

Yatakta yaygın olarak olarak görülen kırıntılı cevherler 20 μm dan 2 cm ye kadar değişen mineral tane ve parçacıklarından oluşur. Framboidal ve kolloidal pirit ve sfalerit (Levha III a ve b) ile iri taneli pirit ve kalkopirit parçacıkları kalkopirit veya sfaleritce zengin bir matriks ile tutturulmuştur. Kırıntılı cevherlerin sınıflaması matrikste hakim olan minerale göre yapılmıştır. Buna göre, kalkopiritin hakim olduğu kırıntılı cevher; kırıntılı sarı cevher, sfaleritin hakim olduğu ise kırıntılı siyah cevher olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, kırıntılı siyah cevherde matrikste yer yer bol miktarda galene rastlanır.

3. MİNERAL DOKULARI VE PARAJENEZ

Bu çalışmada sadece ana cevher minerallerinin dokuları ve parajenezleri göz önünde tutulmuştur (Şekil 3). Mineral dokuları cevher tipine göre değişiklik gösterir. Dokular, masif siyah cevherlerde daha ziyade framboidal, kolloidal ve bantlı, masif sarı cevherde ise ornatmalar şeklindedir. Porozite, sistematik bir değişim göstermemesine rağmen, piritik cevherde daha fazladır (Levha II c ve d). Cevher mineralleri, ince taneli (genelde 20 μm dan küçük) ve iri taneli (2 cm e kadar) olmak üzere iki ayrı tane boyutunda görülür. İnce taneli sülfid mineralleri, iri tanelilerden önce oluşmuştur. Genel olarak pirit ve kalkopiritin tane boyutunda aşağıya doğru büyüme görülür.



Şekil 2. Lahanos Masif Sülfid Yatağının Yatay ve Dikey Jeoloji Kesitleri.

2.1. Masif Siyah Cevher

Oldukca kompakt ve sert olan masif siyah cevher; genellikle ince taneli sfalerit, galen, enarjit, pirit (Levha I a,b) ve çok az kalkopirit içerir. Galen, genelde sfaleritlerin arasında özşekilsiz taneler şeklinde görülür (Levha I a). Gang minerali olarak da az miktarda barit ve kuvars içerir.

Masif cevherleşme ağsı cevherleşmenin üzerinde gelişmiş olmasına rağmen, Lahanos'ta da gözlendiği gibi topoğrafyanın oluşturduğu kaymalardan dolayı ötelenmiş ve uzaklaşmış konumda bulunabilir (Şekil 2). Masif cevher merceksi bir yığın şeklinde olup tavan kayaçlarıyla kesin dokanak oluşturur. Bununla birlikte daha geç safhada oluşan cevher damarcıkları tavan kayaçlarını oluşturan çamurtaşı ve tüflerde ilave cevher yığışımları oluşturur. Masif kısım kendi içerisinde belirgin zonlanmalar gösterir, fakat daha sonraki mekanik ve kimyasal olaylardan dolayı yapısında belirgin değişimler görülür.

Cevherleşmenin taban kayacını oluşturan dasitler, lav ve piroklastlardan oluşur. Lavlar porfiritik dokulu olup, plajioklaz, kuvars ve az miktarda hornblend fenokristalleri, plajioklaz mikrolitleri ve kuvarstan oluşan bir hamur içinde görülür. Dasitler cevherleşmeye yakın kısımlarda şiddetli bir şekilde hidrotermal alterasyona uğramışlardır. Alterasyon mineralojisi cevherleşmeden dışa doğru belirgin zonlanma gösterir. İç kısımlarda serizit, ankerit ve dolomitten oluşan ve daha sonra gelişen ince kuvars damarcıkları tarafından kesilen alterasyon mineralleri, dışa doğru klorit, montmorillonit ve kaolinite geçiş gösterir (Tüysüz ve Er, 1995).

Cevher mineralleri ve dokularından yararlanarak yatağın oluşumunun tartışıldığı bu çalışmada, cevher örnekleri sondajlardan sistematik olarak alınmış ve parlak kesitleri yapılarak maden mikroskopunda incelenmiştir. Ayrıca, daha önceki çalışmalarda yeterince bahsedilmeyen kırıntılı cevherlerin özellikleri ortaya konmuş ve cevher hazırlama ve zenginleştirmede neden olabilecekleri sorunlar belirtilmeye çalışılmıştır.

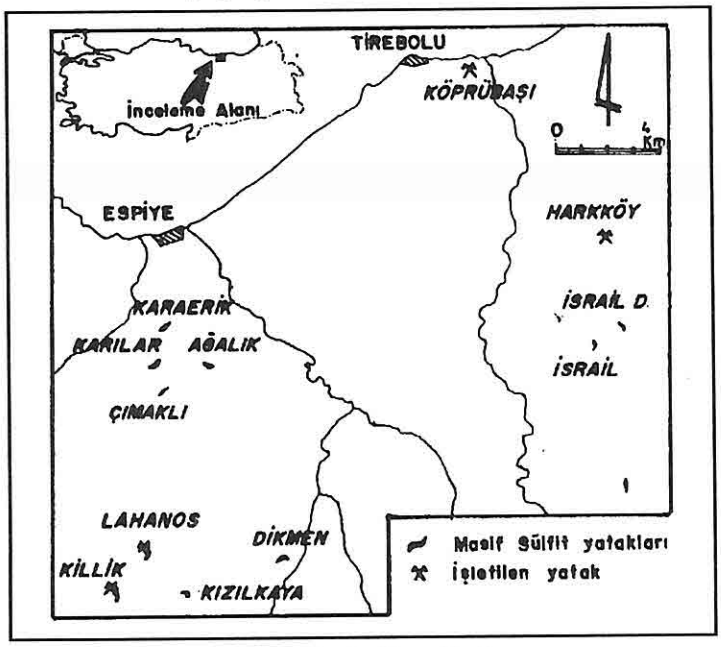
2. CEVHERLEŞMENİN ÖZELLİKLERİ

Lahanos masif sülfid yatağı başlıca sfaleritin egemen olduğu siyah cevher, sfalerit ile kalkopiritin yaklaşık eşit miktarlarda bulunduğu yarı siyah cevher, kalkopiritin egemen olduğu sarı cevher ve piritin egemen olduğu piritik cevherleşmeden oluşur. Bu zonlanma özellikle LS-35 ve LS-2 nolu sondajlarda daha belirgindir (Şekil 2). Ancak, yer yer geçişli olmaları nedeniyle bazen bunları birbirinden kesin olarak ayırmak oldukca güçtür. Cevher genelde %90 dan fazla sülfid mineralinden oluşur ve daha ziyade LS-17, 18 ve 19 nolu sondajların geçtiği cevher kütlesinde (Şekil 2) büyük oranda kırıntılı doku gösterir. Kurodo (1977) nın sınıflamasına göre Lahanos cevherleşmesi; deforme olmuş ve masif cevherleşme ile ağsı ve saçınımlı cevherleşmeler arasındaki ilişkinin yer yer bozulmuş olduğu yatak özelliğini gösterir. Kırıntılı cevherler içinde üstteki örtü kayaçlarına veya hematitli kısımlara ait herhangi bir malzemenin bulunmaması, masif cevherin deformasyonu ve kırıntı halinde çökeliminin; genel olarak hematitli örtü birimin çökeliminden önce gerçekleştiğine işaret eder. Ancak, daha sonraki evrelerde ince kolonsu yapı gösteren hematitli örtü dasitlerinin sokulumu ve yumuşak sediman deformasyonuna bağlı olarak çamurlu veya tüflü seviyelerin cevhere girmesi sonucu cevher kütlelerinde ilave deformasyon yapıları gelişmiştir.

sulfides. Regarding grain sizes of the sulfides, the ores can be divided into two types as fine grained (less than 20 μm) and coarse grained (up to 2 cm). All these imply that Cu, Zn and Fe sulfides were formed on the sea floor at the first stage and were later modified by hotter Cu-rich hydrothermal solutions causing recrystallization and hence formation of coarse grained ores. The ore is compact at the upper parts, but porous at the lower parts. Chalcopyrite disease is widespread in sphalerites from semiblack and yellow ores. Therefore, semiblack and yellow ores are the most difficult to have a good recovery of Cu as they are highly likely to be diluted by Zn. Clastic sulphidic ores also create many complexities in ore beneficiation as they include a very wide range of grain sizes .

1. GİRİŞ

Lahanos masif sülfid yatağı Espiye ilçesinin yaklaşık 11 km güneyinde yer alır (Şekil 1). M.T.A. ve Demirexport tarafından yapılan değerlendirmelere göre yatağın, %3.59 Cu ve %2.38 Zn tenörlü 2.300.000 ton rezerve sahip olduğu saptanmıştır. Tuğal (1969), Vujanoviç (1974) ve Leitch (1981) Lahonos masif sülfid yatağının Kuroko tip yataklara benzediğini belirtmişlerdir. Kuroko masif sülfid yatakları genel olarak ağsı-saçınımlar ve masif olmak üzere iki ayrı cevherleşmeden oluşur. Ağsı ve saçınım haldeki cevherleşme taban dasitleri içinde ard oluşumlu sülfidli silis damarcıkları, masif cevherleşme ise deniz altı topografyasına uygun eş oluşumlu kütleler halinde bulunur.



Şekil 1. Yer Bulduru Haritası

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

LAHANOS (ESPİYE-GİRESUN) MASİF SÜLFİD YATAĞINA AİT CEVHER MİNERALLERİ VE DOKULARININ CEVHER OLUŞUMU AÇISINDAN İNCELENMESİ

Necati TÜYSÜZ
K.T.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon /Türkiye

ÖZ: *Lahanos masif sülfid yatağı belirgin mineralojik ve dokusal zonlanma gösterir. Cevherleşme üstten alta doğru, sfaleritin egemen olduğu siyah cevher, sfalerit ve kalkopiritin eşit miktarlarda bulunduğu yarı siyah cevher, kalkopiritin egemen olduğu sarı cevher ve piritin egemen olduğu piritik cevher den oluşur. Bunlara ilaveten kırıntılı cevherler de oldukca yaygındır. Dokular üst zonlarda kolloidal, framboidal ve ince bantlar şeklinde iken alta doğru ornatma dokularına geçerler. Ornatma dokuları genellikle kalkopiritin diğer sülfid minerallerini sarması, kenarları ve kırıkları boyunca onları ornatması şeklindedir. Cevherler iki ayrı tane boyutunda görülürler. Bunlardan ilk evrede oluşanlar daha ince taneli (genellikle 20 μm dan küçük) ve daha geç evrelerde olanları ise iri tanelidir (2 cm e kadar). Buna göre, cevherler ilk evrede ince taneli siyah cevher olarak deniz tabanında çökelmiş ve daha sonraki evrelerde daha sıcak hidrotermal çözeltilerce çözünerek iri kristaller halinde yeniden kristallenmiştir. Üst kısımlarda kompakt olan cevherler özellikle piritik zonda daha gözeneklidirler. Pirit, diğer sülfid minerallerinden farklı olarak alta doğru daha iri taneli ve daha özşekilli taneler halinde görülür. Sfalerit ise alta doğru daha fazla kalkopirit kapanımı içerir. Cevher hazırlama ve zenginleştirme açısından en çok problem olabilecek cevherler, yoğun kalkopirit ayrılımları içeren yarı siyah masif ve masif sarı cevher ile birlikte çeşitli tane boyutunda sülfid minerallerinin bir arada bulunduğu kırıntılı cevherlerdir.*

AN EXAMINATION OF ORE MINERALS AND THEIR TEXTURES OF THE LAHANOS MASSIVE SULFIDE DEPOSIT, ESPİYE-GİRESUN, NE-TURKEY: IMPLICATIONS FOR ITS GENESIS

ABSTRACT: *The Lahanos mine shows both mineralogic and textural zonation. The mineralogic zonation from top to bottom is sphalerite-dominated black ore, sphalerite and chalcopyrite-dominated semiblack ore, chalcopyrite-dominated yellow ore, and pyrite- dominated pyritic ore. Clastic ores are also widely observed. The textural zonation is characterized by the appearence of colloidal, framboidal and banded textures at the upper parts of the orebody giwing way downwards to replacement textures. The most of the chalcopyrite in the lower parts is formed by replacing other*

Geology (SE Turkey). M.T.A. Rap. No. 7124, Ankara.

Selçuk, H., (1985). Kızıldağ-Keldağ -Hatay Dolayının Jeol ojisi ve Jeodinamik Evrimi. M.T.A. Rap. No. 7787, 115 s., Ankara.

Tekeli, O.ve Erendil, M., (1984), Kızıldağ Ofiyolitlerinin Jeolojisi ve Petrolojisi. M.T.A.Rap.No.7778, 124 s. Ankara.

Tüysüz, N., (1986). Placer Exsploration. Middle East Technical University, Department of Geological Engineering, 26 s., Ankara.

ekonomik olmadığını göstermektedir.

Burada elde edilen sonuç bölgesel nehir taraçalarında benzeri çalışmaların yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur.

5. KAYNAKLAR

Alpan, T, (1985). Hatay Altın Aramaları Prospeksiyon Raporu. M.T.A. Gen.Md. Derleme Rapor No. 7982, Ankara.

Anıl, M., (1990). Pozantı - Karsantı, Mersin ve Kızıldağ (Hatay) Ofiyolitlerindeki Bazı Kromit Yataklarının Morfolojik, Yapısal ve Jenetik Özellikleri ile Akdeniz Bölgesi' ndeki Benzer Kromit Yataklarının Karşılaştırılması. Doğa, Müh. ve Çevre Bil. Derg. c. 14,4, 645-673.

Anıl, M., (1993). Çevlik - Teknepınar - Holtakayası (Samandağ - Hatay) Arası Ofiyolitleri ve Kromit Cevherleşmeleri. Ç.Ü.Müh. -Mim. Fak. Dergisi, 8/1, s. 195 -213, Adana.

Aydal, D., Bülbül, M. ve Kadıoğlu, İ. K., (1992). Hatay Altın Yatklarının Jeokimyasal Olarak Yncelenmesi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 35/1, 49 - 59, Ankara.

Aysan, H. ve Yaman, S., (1991). Kisecik (Hatay) Altınlı Kuvars Damarlarının Metallojenik İncelenmesi, Yerbilimleri - Geosound Say. 18, s. 57 - 66

Boyle, R. W., (1979). The Geochemistry of Gold and Yts Deposits Geol. Surv. Bull. n 280 - 584 pp. Canada

Çağatay, A., Sayılı, Y. S., Ulutürk, Y. ve Ateş, M. Z., (1991). Kisecik (Hatay) Hidrotermal Altın Damarları M.T.A. Gen. Md. Dergisi Sayı, 112, 41 - 62, Ankara.

Çoğulu, H., E., (1974). Ultrabasic Tectonites and Layered Peridotites of The Hatay Area (Turkey). M.T.A. Dergisi, 83, 139-147 s., Ankara.

Delaloye, M., Vuagnat, M. ve Wagner, J.J., (1977). K - Ar Ages From The Kızıldağ Ophiolitic Complex (Hatay - Turkey) And Their Interpretation. Bijon - Duval B. ve Montadert, L. ed., Structural History of The Mediterranean Basins de Editions Technip, Paris, 73 -78 s.

Delaloye, M., Pişkin, Ö., Selçuk, H., Vuagnat, M. ve Wagner,J.J., (1980). Geological Section Through The Hatay Ophiolite Along The Mediterranean Coast, Southern Turkey. Ofioliti, 5, 205 - 216.

Erendil, M., 1984. Petrology And Structure of The Upper Crustal Units of The Kızıldağ Ophiolites (Turkey). Internationale Sym.on The Geology of The Tourus Belt. Proceedings, 269 - 284, Ankara.

Ericson, D., B., (1940). Report on The Geology of Hatay. M.T.A. Gen. Md., Derleme Rap. No. 1118, Ankara.

Molly, E. W., (1955), Hatay Altın Aramaları Prospeksiyon Raporu. M.T.A. Rap. No. 7982, 345 s., Ankara.

Pişkin, Ö., Delaloye, M., Selçuk, H. ve Wagner, J. J., (1986), Guidto Hatay

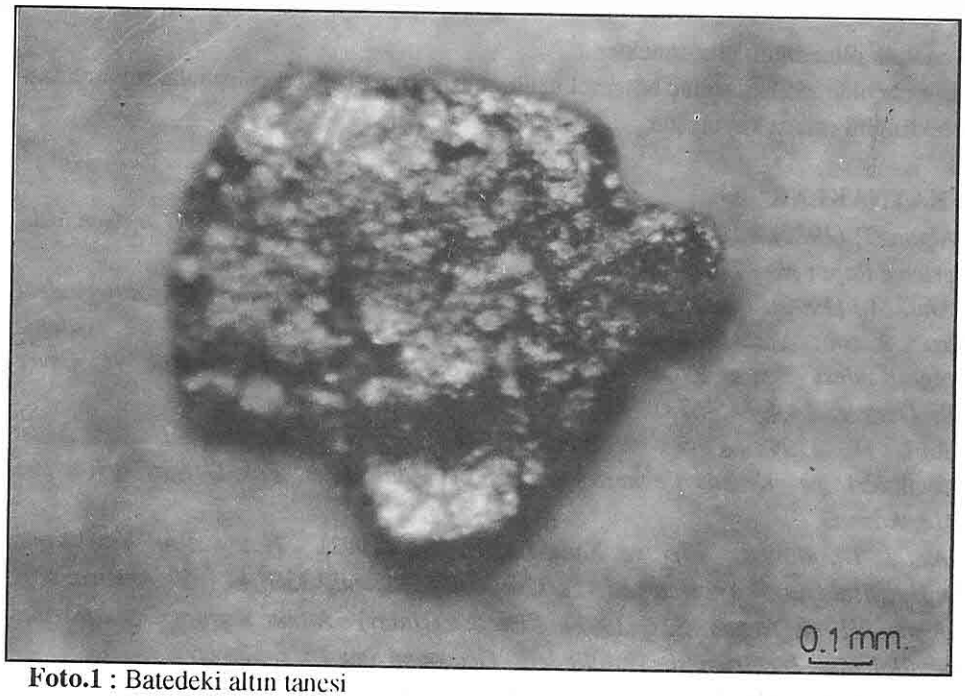


Foto.1 : Batedeki altın tanesi

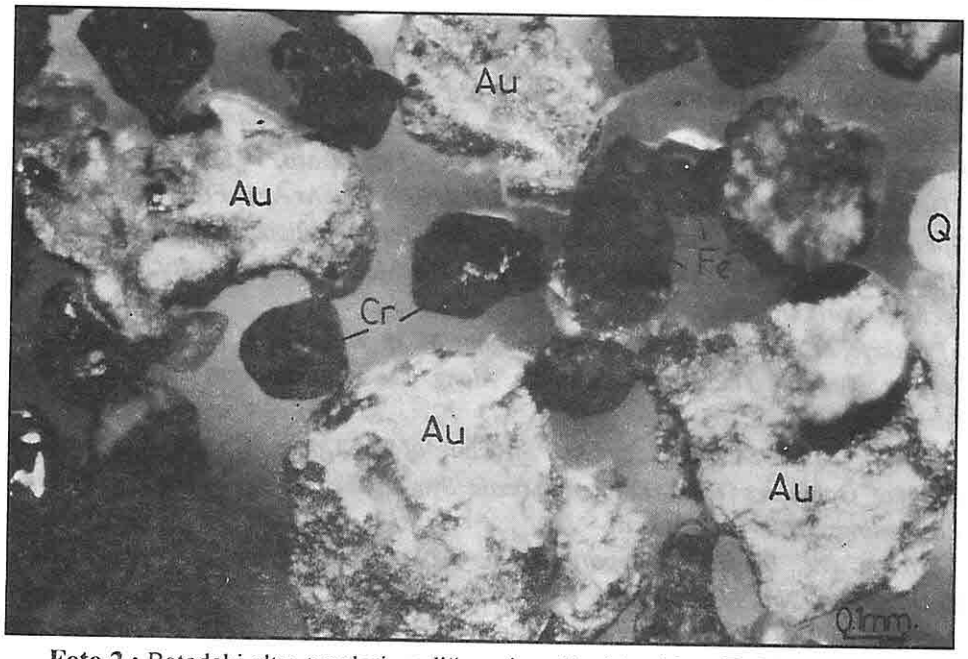


Foto.2 : Batedeki altın taneleri ve diğer mineraller (Au:Altın, Fe:Manyetit, Cr:Krom, Q:Kuvars)

Tablo:1. Taraçalardan alınan batelerin altın analiz sonuçları, tane sayısı, tenör ve diğer mineraller (Au için dedeksiyon limiti 2 ppb - 5000 ppb)

Num. No	Orj.Num. Ağ. (gr)	Konst. Ağ. (gr)	Kon.Ad./ Orj.Ağ.	Konst. ppm	Au Mik Tane	Orj.Num. Au Mik. Tenor(ppm)	Binokülerde Tespit Edilen Diğer Mineraller
1	50.000	150	0.003	1.30	5	0.0039	Kromit,manyetit,pirit,arsenopirit, limonit,kuvars
2	70.000	150	0.0021	7.24	15	0.0152	Kromit,manyetit,gümüş, arsenopirit,serpantin,kuvars
3	50.000	150	0.003	2.18	2	0.00654	Kromit,manyetit,rutil,kalkopirit, pirit,zinober,kuvars
4	50.000	125	0.0025	0.092	2	0.00023	Kromit,manyetit,apatit,zirkon,pirit arsenopirit,kuvars
5	60.000	125	0.002	4.12	14	0.0082	Kromit,manyetit,ilmenit,serpantin, granat,kuvars
6	50.000	150	0.003	1.72	4	0.00516	Kromit,manyetit,kalkopirit, spekülarit,pirit,kuvars
7	50.000	150	0.003	1.65	2	0.00495	Kromit,manyetit,arsenopirit, limonit,zinober,kuvars
8	55.000	150	0.0027	1.87	7	0.005	Kromit,manyetit,pirit,zirkon, granat,kuvars
9	50.000	150	0.003	3.70	7	0.0111	Kromit,manyetit,kalkopirit,pirit, kuvars
10	35.000	150	0.004	6.90	16	0.0276	Kromit,manyetit,gümüş,serpantin, rutil,kuvars
11	76.000	250	0.003	7.80	19	0.0234	Kromit,manyetit,arsenopirit,pirit, kuvars
12	50.000	150	0.003	5.70	17	0.0171	Kromit,manyetit,kalkopirit,galen, kuvars
13	50.000	150	0.003	13.0	48	0.039	Kromit,manyetit,arsenopirit,rutil, kuvars
14	55.000	150	0.0027	0.72	2	0.0019	Kromit,manyetit,limonit,granat, zirkon,kuvars
15	70.000	150	0.0021	1.80	2	0.00378	Kromit,manyetit,pirit,arsenopirit, kuvars
16	100.000	150	0.0015	0.60	4	0.0009	Kromit,manyetit,kalkopirit,ilmenit ,kuvars
17	50.000	150	0.003	0.905	1	0.0027	Kromit,manyetit,pirit,limonit, kuvars
18	100.000	150	0.0015	0.01	1	0.000015	Kromit,manyetit,arsenopirit,rutil, kuvars
19	100.000	150	0.0015	0.03	2	0.00004	Kromit,manyetit,pirit,serpantin, kuvars
20	50.000	125	0.0025	0.02	2	0.00005	Kromit,manyetit,arsenopirit,pirit, kuvars
21	25.000	150	0.006	0.02	3	0.00012	Kromit,manyetit,kalkopirit,pirit, kuvars
22	50.000	100	0.002	1.94	8	0.0039	Kromit,manyetit,pirit,serpantin, kuvars

Sayım sonuçları, altın zenginleşmelerinin belli litolojik seviyelere veya belirli mineral topluluklarına bağımlı olmadığını göstermektedir. Nitekim Şekil.3 te gözlendiği gibi 3 nolu oluk örneğinde orta seviyede 48, hemen altında ise sadece 2 adet altın tanesi sayılmıştır.

Altın tanecikleri saptanan 22 adet örneğin kimyasal olarak altın analizleri yapılmıştır. Sonuçlara göre altın içeriği 13 - 0.02 ppm arasında değişmektedir. Buna göre tane sayımları ile kimyasal analiz sonuçları genelde bir uyum göstermektedir. Ancak bu uyum altın tane miktarı ile doğru orantılı değildir. Buda muhtemelen örneklerdeki altın miktarının heterojen dağılımından kaynaklanmaktadır.

Çalışma bölgemiz içerisinde, altın içeriğinin ekonomik potansiyelini incelemek amacıyla, en fazla altın içeren Hamurlu tepe KB' sındaki alanda yer alan ve 165.000 m^3. olarak hesaplanan taraçanın yoğunluğu 2.3 gr/cm^3 olarak alınmıştır (Şekil.1,3). Buna göre bu alanın kesin rezervi 2.3 X 165.000 = 379.500 ton dur. Bu alandan alınan 9 adet bate numunesinin ortalama tenörü ise 0.0162888 gr/ton hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre toplam altın rezervi; 0.0162888 X 379.5 = 6.1816 kg. dır.

Altının kırıntılı kayaçlardaki ekonomik tenörü, 0.08 - 0.16 gr/ton olarak kabul edilmiştir (Boyle, 1979). Buna göre bu sahanın ekonomik olabilmesi için en az 0.08 X 379.500 = 30.36 kg. altın içermesi gerekmektedir. Ancak sahada 6.1816 kg. altın hesaplanmıştır (Şekil.1,3, Tablo.1).

Taraça malzemesinin gevşek olması ağır mineral ayrım yöntemlerinin rahatça uygulanmasını sağlayabilmektedir. Ancak bu kolaylık düşünülse bile 30.36 kg'lık ekonomik bir tenöre ulaşılması çok uzak görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma ile Antakya P36 d1 paftasında yer alan yaklaşık 11.25 km^2 alanın 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanarak harita üzerine tanımlanabilen litolojik birimler işlenmiştir. Plio-Kuvaterner zaman aralığında oluşan nehir taraçalarının detay jeolojik haritası ilk defa bu çalışma ile gerçekleştirilmiştir.

Taraçaların kırıntılı malzemelerinin altın içerdiği ve yer yer zenginleştiği mikroskopik ve kimyasal yöntemlerle saptanmıştır. Bu bulgular burada tipik bir plaser altın oluşumunu göstermektedir. En zengin altın oluşumu Pleyistosen taraçalarında görülmüştür.

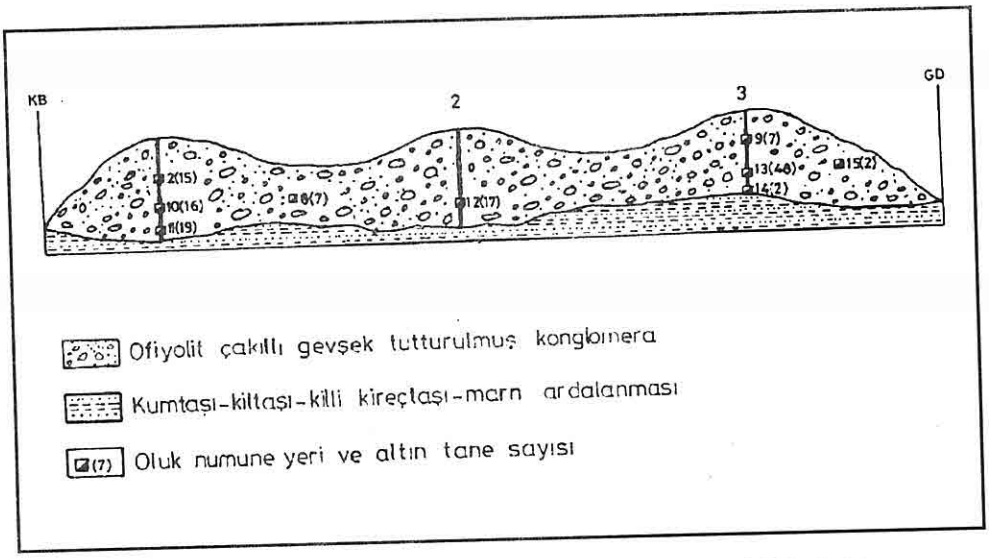
Altın tanelerine ultrabaziklerden gelen ağır mineraller eşlik etmektedir. Bu kaynak büyük olasılıkla ofiyolit içinde ve çalışma alanının hemen kuzeyinde bulunan Kisecik altın içeren arsenopiritli kuvars damarlarıdır.

Kırıntılı malzemelerin hacmi ve altın içerikleri göz önüne alınarak altın miktarı hesaplanmıştır. En fazla altın içeren alanda, en iyimser tahminlere göre ortalama 6.1816 kg. altının varlığı saptanmıştır. Bu rakam altının günümüz şartlarında

(1985) ve Molly (1955) tarafından düşünülmüş ve bu amaçla Hatay çevresinde dere sedimanlarında ve Miyosen yaşlı konlomeralarda altın aramaları yapılmıştır. Bu araştırma ile karasal Pleyistosen oluşukları altın prospeksiyonuna tabi tutulmuştur.

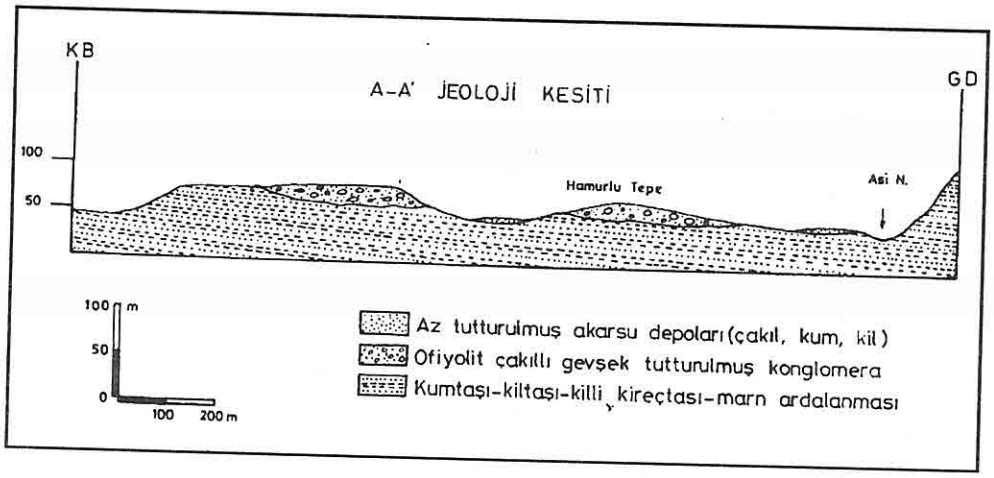
Altın tanecikleri, Miyosen yaşlı konglomeralar ile Plio - Kuvaterner yaşlı çökel birimler içerisinde gözlenmiştir (Alpan,1985). Bu çalıma ile Plio - Kuvaterner yaşlı konglomeralar içerisinde tespit edilen altın taneciklerinin kaynağını muhtemelen Kisecik köyünün kuzeybatısında yer alan arsenopiritli ve altınlı kuvars damarlarının oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Plaser altın oluşumları, Kızıldağ Masifinden beslenen derelerin Asi nehrine birleştiği alanlardaki akarsu taraçalarında yer alır.Yapılan çalışmalar Plio - Kuvaterner yaşlı bu taraçaların malzemesini oluşturan ve ofiyolit çakıllarının hakim olduğu konglomeraların içerisinde altın tanelerinin zenginleştiği tespit edilmiştir. Bu taraçalardan alınan toplam 51 adet oluk örneği bate ile konsantre edilmiş ve bu konsantrelerinde binoküler mikroskop altında altın tane sayımı yapılmıştır. Konsantrelerde nabit altın taneleri ile birlikte, kromit, manyetit, zirkon, pirit, arsenopirit, kalkopirit, limonit, ilmenit, rutil, granat, gümüş, spekülarit, serpantin, zinober ve apatit gibi ağır mineraller tanımlanmıştır. değişik boyutlarda bol kuvars tanecikleri tüm örneklerde gözlenmiştir (Şekil 3, Tablo. 1, Foto. 1). Örneklerin sadece 22 tanesinde 1 - 48 arasında değişen altın taneleri saptanmıştır. Parlak sarı, köşeleri yuvarlanmış, belirli şekli olmayan (özşekilsiz) altın tanelerin boyları 100 - 750 mikron arasında değişmektedir (Foto 2).



Şekil 3. Hamurlu Tepe KB'daki taraçanın jeoloji kesiti (Ölçeksiz)

yayılım gösterirler. Samandağ Formasyonu olarak adlandırılan (Selçuk,1985) bu birim; Miyosen birimleri üzerine uyumsuz olarak gelir. Alt bölümlerde kumtaşı, killi kireçtaşı ve marn ardalanmasından oluşur (Pl1). öst seviyeler akarsu kökenli konglomera ve kumtaşından oluşan birimleri içerir. Kumtaşı istif içerisinde daha hakimdir. Formasyon en üstte kaba malzemesi bol olan akarsu kökenli polijenik konglomeralara geçer, bunun içerisinde iyi yuvarlanmış kireçtaşı çakılları hakimdir (Pl2).



Şekil 2. Çalışma Alanının Jeoloji Kesiti

Pleyistosen (T1)

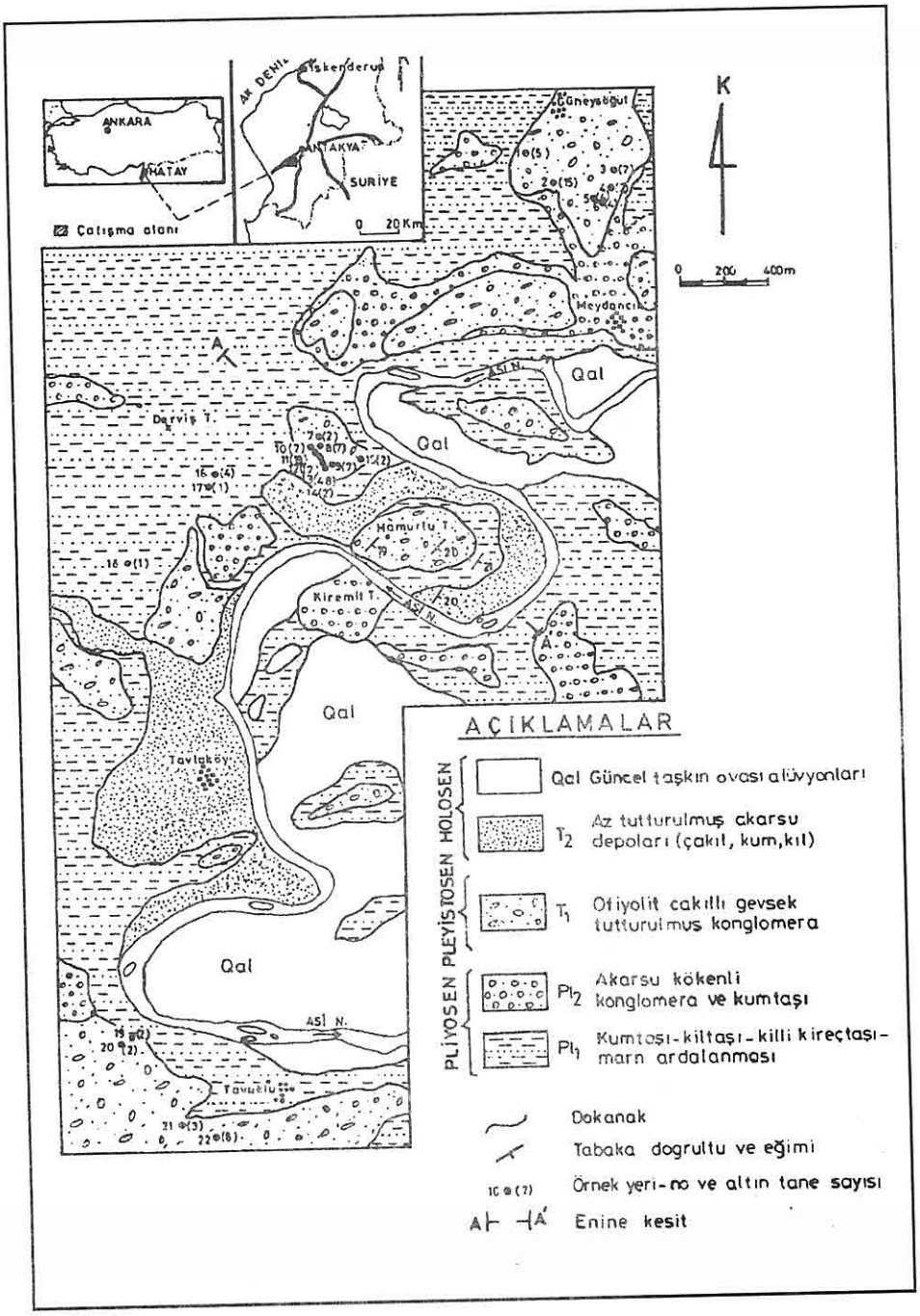
Pleyistosen'de tamamen kara olan bölgede Pleyistosen ortalaryndan günümüze süre gelen akarsular oluşmuştur (Asi nehri ve yan kolları). Bu akarsular, çoğu ofiyolit çakıllı 1 - 25 cm boyunda kırıntılardan oluşan gevşek tutturulmuş taraça konglomeralarını oluşturmuştur. Bu taraçalarda konglomeraların tümü aynı litolojik özellikler gösterir (T1).Bu çalışmada en fazla altın tanesi bu birimde saptanmıştır.

Holosen (T2,Qal)

Günümüz çökelleri olarak bilinen genç akarsu oluşukları, çakıl - kum - kil depolanmaları şeklindedirler Bu da morfolojik olarak, az tutturulmuş, tutturulmuş akarsu depoları (çakıl,kum,kil) (T2) ve güncel taşkın ovası alüvyonları (Qal) olmak üzere birbirlerinden ayrı iki seviye olarak görülürler.

3. PLASER ALTIN OLUŞUMLARI

Kisecik bölgesinde arsenopiritli kuvars damarlarına badly görülen altın mineralleşmesinin muhtemelen kırıntılı formasyonlar içerisindede olabileceği Alpan



Şekil 1. Çalışma Alanının Jeoloji ve Plaser Altın Dağılım Haritası

2. GENEL JEOLOJİ

Çalışma alanınıda içerisine alan bölgede, Üst Kretase yerleşim yaşlı Kızıldağ Ofiyolit serisi en yaygın litolojik birimlerdir. Paleosen, Eosen, Miyosen ve Pliyosen yaşlı çökel birimler ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ofiyolitik seri üzerine uyumsuzlukla gelen örtü birimlerini oluşturur.

Allokton bir birim olan Kızıldağ Ofiyolit serisi ultrabazik ve bazik kayaç topluluklarından oluşur. Seri KD - GB uzanımlı yaklaşık 720 Km2'lik bir alanı kapsar. Delaloye ve diğ., (1977-1980), Selçuk, (1985), Tekeli ve Erendil, (1984)'e göre, Kızıldağ Ofiyolit serisi bir ofiyolit biriminde bulunabilecek tüm kaya türlerini içermektedir. Bu araştırıcılar Kızıldağ Ofiyolitlerinin alttan üste doğru,tektonit, kümülat,diyabaz dayk kompleksi,yastık lavlar ve volkano-sedimanter kayaçlar olarak beş ana birimden oluştuğunu belirtmişlerdir. Kızıldağ Ofiyolit serisinin büyük bir kısmını kaplayan tektonitleri, harzburjit, bantlar ve cepler halinde dunit çok az verlit ve serpantinitler oluşturur. Ultramafik kümülatlar, tabakalı kümülat gabrolar ve tabakasız (izotrop) kümülat gabrolardan meydana gelen kümülatlar Kızıldağ Ofiyolit serisinin çekirdeğini oluşturur. Birbiri içine girmiş sayısız dayklardan oluşan diyabaz dayk kompleksi araştırıcılar tarafından " Sheeted dayk " kompleksi olarak adlandırılmıştır. Bol çatlaklı ve kırılgan yapılıdır. Diyabaz dayk kompleksi üzerinde yer alan yastık lavların kabuğu camsal bir doku gösterir. Siyah ve parlak renkli olan kabuk genellikle incedir. Kızıldağ Ofiyolit serisinin en üst seviyesinde yer alan volkano-sedimanter birimleri, radyolaritler, çörtler, kireçtaşı bantları, killi kireçtaşları, bazalt bileşimli volkanik kayaçlar ve tüfler oluşturur.

Ofiyolit serisi üzerine uyumsuzlukla gelen Eosen yaşlı istifler genelde bir taban konglomerası, bazende kireçtaşları ile başlar. Yanal litolojik değişimler oldukça belirgindir. Bunlardan en yaygın olanı, bol fosilli konglomeratik kireçtaşı, masif kireçtaşı ve tabakalı - çörtlü kireçtaşlarıdır.

Kızıldağ ofiyoliti ve Eosen birimleri üzerine transgresif olarak yer alan Miyosen yaşlı istifler ofiyolitik malzemeden beslenen bir taban konglomerası ile başlar. Elamanların büyük çoğunluğu küresel ayrışma gösterir. Miyosen birimleri sığ ve derin deniz özelliklerini gösterir. Alt seviyeler sığ deniz ortamını ifade eden bol miktarda lamellibranş, ekinit, gastrapot ve kavkıları içerir. Bu konglomeraların Orta Miyosen yaşta oldukları belirtilmektedir (Selçuk, 1985). Konglomeralar üste doğru kumtaşlarına, kumlu marnlı kireçtaşlarına geçer. En üst birimler ise çoğunlukla marnlarla temsil edilir.

Çalışma alanı içerisinde, genelde kaba kırıntılılardan oluşan Pliyosen (Pl1,Pl2), Pleyistosen (T1) ve Holosen (T2,Qal) yaşlı birimler ayırtlanmıştır (Şekil 1,2).

Pliyosen (Pl1,Pl2)

Bölgede Pliyosen olarak ayırtlanan birimler, genelde Asi nehri taraçalarında geniş

1. GİRİŞ

Çalışma alanı, Doğu Akdeniz Bölgesinde Hatay ilinin yaklaşık 10 km güneybatısında yer alır. Bölge, geçmiş yıllarda birçok araştırmacının (Çoğulu,1974; Delaloye ve diğ., 1977,1980; Erendil, 1984; Pişkin ve diğ., 1986; Selçuk, 1985; Tekeli ve Erendil 1984) petrol ve maden olanaklarının araştırılması amacıyla jeolojik etüd ve temel harita alımı çalışmalarına konu olmuştur. Bölgede; Üst Kretase yerleşim yaşlı Kızıldağ Ofiyolitleri ile bunları örten ve Paleosen - Kuvaterner aralığını kapsayan çökel birimler yer alır. En hakim litolojik birim olan ofiyolitlerin, oluşumu, yerleşimi ve yaşı hakkında bulgular yayınlanmıştır. bunların yanı sıra bölgede, doğal olarak yer alan krom, asbest, manyezit, ve altın yataklarına yönelik çalışmalar yapılmıştır (Alpan, 1985; Anıl, 1990,1993; Aydal ve diğ., 1992; Aysan ve Yaman, 1991; Çağatay ve diğ.,1991; Molly,1955). Kuvars damarlarına badly ve plaser tipte altın oluşumları bir çok araştırmacıya konu olmuştur (Alpan, 1985; Aydal ve diğ., 1992; Aysan ve Yaman, 1991; Çağatay ve diğ., 1991; Molly, 1955). Çalışma alanının hemen kuzeyinde bulunan Kisecik (Hatay) köyü altınlı kuvars damarları, bölgede araştırıcıların dikkatini çekmiş ve çeşitli yayınlara konu olmuştur. Kızıldağ ofiyolit kuşadının güney doğu kesiminde yer alan bu bölge tüm araştırıcılar tarafından primer altın kaynağı olarak kabul edilmiştir (Aydal ve diğ., 1992; Aysan ve Yaman, 1991; Çağatay ve diğ., 1991; Molly, 1955).

Aydal ve diğ.(1992), Aysan ve Yaman (1991), Çağatay ve diğ. (1991) ve Molly (1955) 'e göre; diyabaz dayk kompleksi içerisine makaslanma çatlakları boyunca yerleşen kuvars damarları arsenopiritle birlikte altın taneleride içermektedir. Kuvars damarlarının kalınlığı 10-140 cm. arasında değişmekte ve uzunluğu yaklaşık 1.5 km. dir.

Bu cevherleşmenin mineral parajenezi; altın, pirit, kalkopirit, arsenopirit, pirotin, markasit, sfalerit, galen,kübanit, kalkosin, kovellin, neodijenit, valeriit, hematit, limonit, kromit, rutil ve ilmenomanyetittir. Gang minerallerini kuvars, serizit, flogopit ve karbonat oluşturur (Aysan ve Yaman,1991; Çağatay ve diğ., 1991).

Bu çalışmanın amacını ise, Kızıldağ Masifinden beslenen ve Asi nehrine drene olan bu bölgedeki derelerin oluşturduğu kırıntılı taraça malzemelerinin altın yönünden araştırılması bu oluşturur. Bu çalışma kapsamında Güneysöğüt - Tavuklu (Hatay) köyleri arasında, altın bulguları elde edilmiş ve bu oluşumun mineralojik ve ekonomik boyutu araştırılmıştır. Bunun için, çalışma alanının 1 / 10.000 ölçekli jeolojik haritası yapılmıştır. Bate örnekleri belirtilerek binoküler sayım sonuçları harita üzerine işlenmiştir.

Taraçalardan derlenen 51 adet oluk örneğinin, ağır mineral taramaları binoküler mikroskopta, altın analizleri ise M.T.A. labaratuvarında HBr la çözüldükten sonra MIBK (Metil Yzobütül Keton) ile zenginleştirilerek A.A.S. + Grafit Fırın yöntemi ile yapılmıştır.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

GÜNEYSÖĞÜT-TAVUKLU (HATAY) YÖRESİ PLASER ALTIN OLUŞUMLARI

Mehmet TATAR
Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü, Adana/Türkiye
Servet YAMAN
Ç.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : *Bu çalışma ile Hatay ilinin güneybatısında yer alan Plio - Kuvaterner yaşlı akarsu çökellerinin içerdiği altın oluşumlarının varlığı ve ekonomik boyutu araştırılmıştır.*

Yaklaşık 11.25 km^2'lik bir alan kapsayan bölgede Pliyosen (Pl1,Pl2), Pleyistosen (T1) ve Holosen (T2,Qal) yaşlı kırıntılı birimler yer alır. Bu alanda yer alan taraçalardan derlenen 51 adet oluk örneğinin ağır mineral ayrımları yapılarak altın taneciklerinin varlığı tespit edilmiştir. Bate örneklerinin 22 tanesinde 1 -48 adet arasında değişen altın taneleri saptanmıştır.

Varlığı saptanan altının plaser tipte ekonomik bir yatak oluşturacak boyutta olmadığı görülmüştür. Plaser altın oluşumlarının bölgenin hemen kuzeyinde bulunan arsenopiritli ve altınlı kuvars damarlarından (Kisecik) kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

PLACER GOLD DEPOSITS IN GÜNEYSÖĞÜT- TAVUKLU (HATAY-TURKEY) AREA

ABSTRACT: *This study concerned on deposit and economical patantial of gold formation within Plio - Quaternary fluvial deposits in the area located araund Southwest of Hatay province.*

Pliocene (Pl1, Pl2), Pleistocene (T1) and Holocene (T2, Qal) deposits cover the studied area, which has an area of approximately 11.25 square kilometers 51 samples from the terrace units have been collected and heavy minerals seperated for discrimination of gold grains. 1 to 48 gold grains are distinguished and counted within 22 bathe samples.

As a result these placer type deposits can not be excepted as placer gold mine economically. These placer gold deposits must have been derived from Quartz veins with arsenopyrite and gold minerals which is located in the North of the study area (Kisecik).

5. KAYNAKLAR

Boenigk, W., 1983. Schwermineralanalyse: Ferdinand Enke Verlag, 150 p. Stuttgart,

Çopuroğlu, İ., 1994. Ağırmineral analiz Yöntemleri: Niğde Üniv., Müh - Mim. Fak.Eğitim Serisi 4, 150 s (Derleme), Niğde.

Duplaix, S., 1958. Determination microscopique des mineraux des sables: 96 p., Paris-Liege.

Füchtbauer, H. und Müller, G., 1977. Sedimente und Sedimentgesteine, Sediment Petrologie, Teil ll.:E Schweizerbatr'sche Verlag., 784 p., Stuttgart.

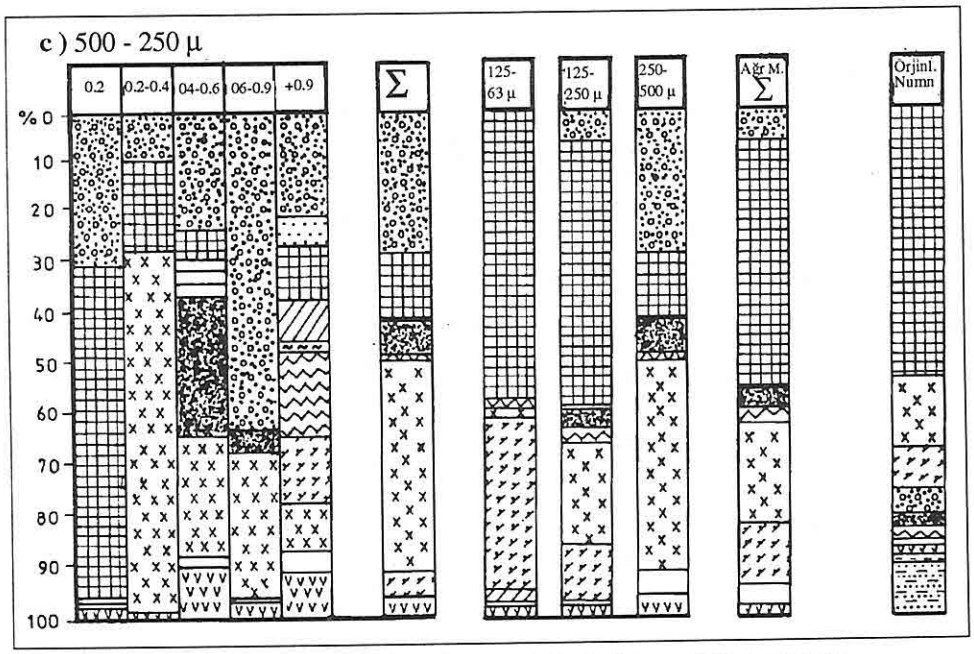
Heinrich, eW., 1965. microscopic identification of minerals: 414 p. New York St. Louis San Francisco-Toronto-London-Sydney.

Hutton, c.o., 1950. Studies of heavy detrital minerals: Bull. Geol. Sac. Amerika 61., 636 710, New York.

Millner, H.B., 1962, Sedimentary petrography: Bd. I., 643 p., Bd. II., 725 p.Londra.

Müller, G. und Raith, M., 1976. methoden der Dünnschliffmikroskopie: Claustal. Tektonische Hefte 14, 150 p.

Parfenoff, A., Pomerol, C., Tourenq, J., 1970. Les mineraux en grains: 578 p., Paris.



Şekil 1. Tablo 2 ve 3 'deki ağırmineral sayım değerlerinin grafiksel yorumu
c) + 5 500- 250 mikron boyutlarındaki ağırmineral dağılımının grafiksel yorumu

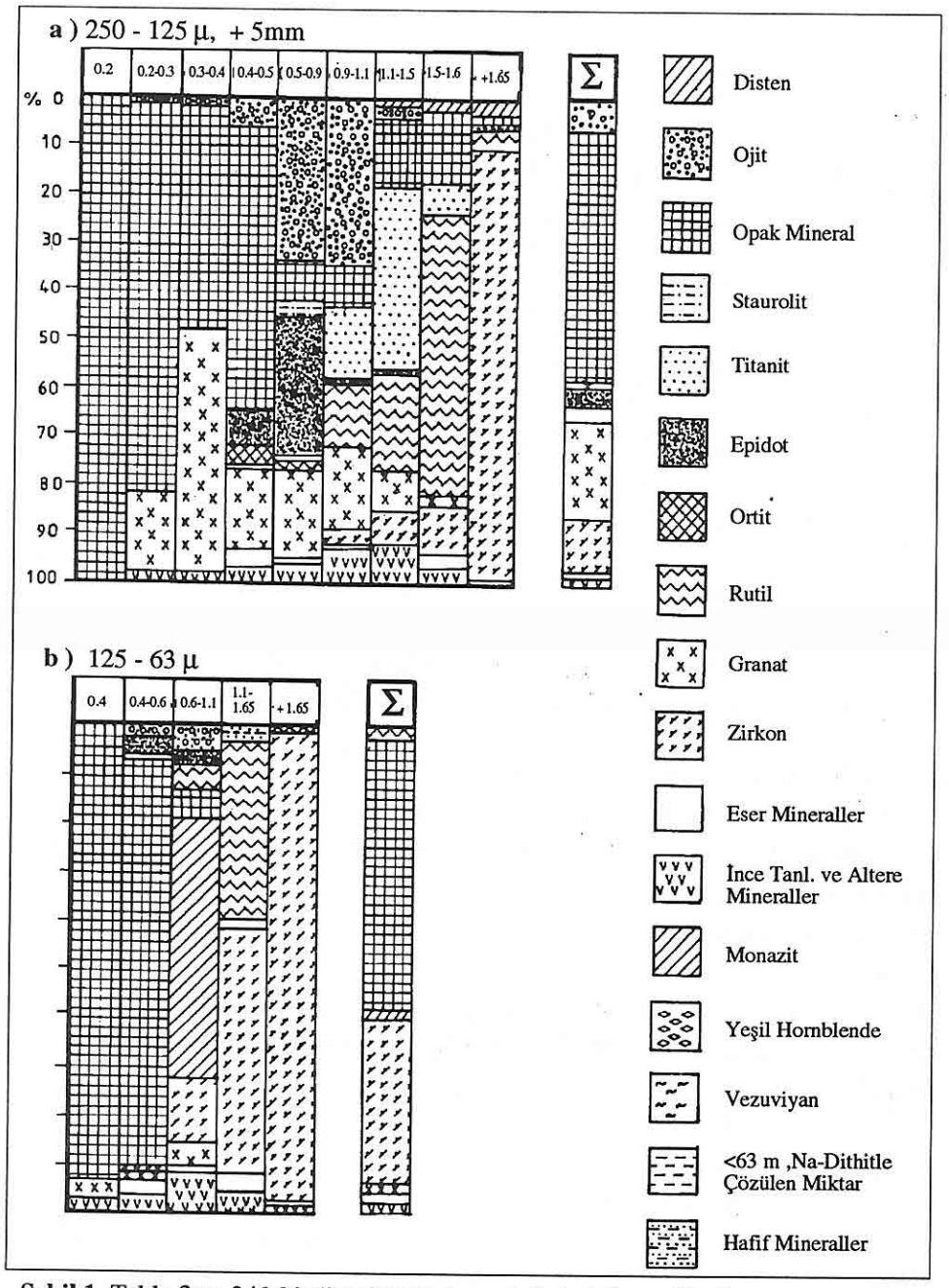
nötr, ultrabazik ve metamorfik kayaçlardır.

Opak mineraller içerisinde belirlenen nabit altın tenecikleri oldukça fazla miktarda olup, çok ince tenelidir. Bunun ekonomik düzeyde olup olmadığı ve ana kaynağının bulunması özel bir çalışma gerektirmektedir.

Bu metodla yapılacak inceleme, ekonomik olabilecek ağırminerallerin belirlenmesi yanınında, sedimanter havzasından dışa, nehir veya dere yataklarından yukarıya doğru gidilerek belirli mesafelerden alınacak bate örneklerinin incelenmeleri ve değerlendirilerek yorumlanmaları sonucu, bizi bilinmeyen, örtülü maden kaynağına götürebilir.

4. KATKI BELİRTME

M.T.A. Genel Müdürlüğü bünyesinde, Türk-Alman ortak projesi kapsamında ve Yazar'ın koordinatörlüğünde "Ağırmineral Analiz Laboratuvarı" kurulmuş, burada çok faydalı çalışmalar yapılmıştır. Yazar, bu kapsamda her iki kuruluşa ve mesayi arkadaşlarından Dr. W.Knabe (B.G.R., Almanya), R.Erbayar, A.Aydın, G.Kurugöl, N.Karabalık, N. Çelebioğlu'na bu çalışmaya olan katkılarından dolayı teşekkür eder.



Şekil 1. Tablo 2 ve 3 'deki ağırmineral sayım değerlerinin grafiksel yorumu
a) + 5 250 - 125 mikron boyutlarındaki ağırmineral dağılımının grafiksel yorumu
b) + 5 125 - 63 mikron boyutlarındaki ağırmineral dağılımının grafiksel yorumu

Tablo 3. Aroclor-Tanepreparatların polarizan mikroskopla belirlenen sayım değerleri (%)

Numune No. →	İ.Ç.1µ		İ.Ç.1. µ		İ.Ç.3.µ		İ.Ç. 1,2,3, 125-250 mikron (µ)								Σ
Ağır mineraller ↓	63-125	125-250	63-125	125-250	63-125	125 250	5mm 0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,9	0,9-1,1	1,1-1,51,	1,5-1,65	
Opak mineraller	59,3	44	61,7	46,8	64	50	180	80,7	45,7	55,9	8,8	8,7	14,4	16	51,6
(kırmızı)		Eser			0,3					2,7	Eser				0,7
Hipersten		Eser						0,3	Eser	1,3					0,2
Ojit		5,6	Eser	5,2	Eser	5,6		1,0	2,0	4,8	32,6	34,0	3,2		5,5
Hornblende(Yeşil)	Eser			Eser		Eser			Eser	0,5	0,3				Eser
" (Kahverengi)						Eser				1,1	Eser				0,1
Karbonat/Sülfat						Eser				0,3				0,3	Eser
Fluorit															
Volframit															
Şeelit		0,8		0,4		0,8			0,7	0,5			0,7	0,3	0,2
Topas															
Kasiterit														Eser	Eser
Sfalarit															
Zirkon	34,3	7,2	29,3	9,6	28,7	9,2									
Monazit	3,0	Eser	2,0	0,8	2,0	0,4			0,3	0,3					Eser
Ksenotim															
Turmalin															
Apatit										0,3					
Rutil	2,0	3,6	2,7	3,6	2,7	3,6		0,3	0,3	1,3	1,7	13,3	19,8	64,0	3,2
Brookit															
Loykoksen															
Anatas															
Titanit		1,2										15,0	38,0	6,7	0,7
Granat±Kahver.		2,4		1,2		0,4			2,7	4,8					0,9
± Pembe	1,0	25,2	1,7	19,2	0,3	22,4									
±renksiz								15,7	47,0	11,3	18,2	17,3	8,0	2,0	19,5
Spinel						Eser						Eser			
Korund											0,3		Eser	0,7	Eser
Ortit	1,6		0,4							3,8	1,0				0,3
Epidot	0,3	6,8								7,3	29,3				4,3
Klinozoisit												0,3	0,3		Eser
Zoisit												0,3	1,0		Eser
Vesuvian				0,4?								1,0	1,0	0,7	Eser
Staurolit		0,4		1,2		0,8				0,3	2,7				0,3
Disten		0,8											0,7	5,0	0,4
Sillimaint															
Andalusit													0,3		Eser
Kloritoit															
Biyotit															
Klorit															
Muskovit															
Aggregatlar		0,4	2,8	2,8	1,3	1,6		0,2	1,7	3,2	4,2	6,7	8,3	4,3	2,0
TOPLAM								**100**	**100,1**	**100**	**99,9**	**100,2**	**99,9**	**100**	**99,9**
FRAKSY.TOP.	99,9	100	100	100	100		12,5	28,3	23,8	6,3	12,8	0,7	0,7	13,9	100 %
SAYILAN TANE MİKTARI	300	250	300	250	300	250		300	300	372	307	300	313	300	100

Tablo 2. Aroclor - Tanepreparatın polarizan mikrosopla belirlenen sayım değerleri (%)

Ağırmineraller	Numune No.: İ. Ç. 1, 2, 3											
	5mm -0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,9	+0,9	Σ	5mm 0,4	0,4-0,6	0,6-1,1	1,1-1,65	+1,65	Σ
Opak mineraller	66,4	17,6	6,4	Eser	10,9	13,2	94,0	81,7	6,0	2,3	0,7	56,3
" "±(kırmızı)								2,7		0,3		0,2
Hipersten	0,4	0,4	0,4	0,4		0,4			0,3			Eser
Ojit	29,6	8,8	23,2	63,2	19,9	28,0		2,0	5,3	0,7		0,3
Hornblende(Yeşil)		0,4	2,0	0,4	0,5	0,7	Eser					
" (Kahverengi)												
Karbonat/Sülfat								0,3	Eser	1,0		Eser
Fluorit												
Volframit												
Şeelit			0,4?		0,9		0,7					Eser
Topas												
Kasiterit												
Sfalarit												
Zirkon					11,8	0,9		1,0	13,0	50,3	9,0	33,5
Monazit								0,7	54,3	0,3		2,3
Ksenotim												
Turmalin			0,4		Eser	0,1						
Apatit					0,5	Eser						
Rutil					17,5	1,4		1,0	4,7	37,0	1,3	2,0
Brookit												
Loykoksen												
Anatas												
Titanit				0,4	6,2	0,6			Eser	3,0		0,1
Granat±Kahver.												
±Pembe	1,2	71,6	24,4	28,8	10,0	41,5	3,6	2,3	4,7	0,7		2,4
±Renksiz												
Spinel												
Korund					1,4	0,1						
Ortit												
Epidot			27,6	3,6		6,8		3,7	2,7	0,3		0,3
Klinozoisit												
Zoisit												
Vesuvian					1,9	0,1						
Staurolit			2,8			0,6		0,7	Eser			Eser
Disten												
Sillimaint												
Andalusit											0,3	
Kloritoit												
Biyotit												
Klorit												
Muskovit												
Aggregatlar	2,4	1,2	10,0	3,2	8,5	4,2	2,3	3,0	7,7	4,0	1,0	2,1
TOPLAM	**100**	**90,0**	**100**	**100**	**99,9**	**100**	**99,9**	**100**	**100**	**99,9**	**100**	**99,5**
FRAKSY.TOP.	6,0	39,1	21,2	25,8	7,9	100	54,2	5,9	4,2	3,4	32,2	99,9
SAYILAN TANE MİKTARI	250	250	250	211			300	300	300	300	300	

Tane preparatlarının ve parlak kesitlerin hazırlanması özel yetenek ve el becerisi gerektirmektedir. Parlak kesitlerin aşındırma işlemleri mutlaka çok düşük devirli makinelerle veya elle yapılmalıdır. Zira, çok ufak teneli ve yumuşak olan altın kolayca ezilip, sıyrılarak kayıp olabilmektedir. Tane preparatlarında kullanılan, ışık kırılma indis n=1,65 olan "aroclor" kanserojen madde olduğu gerekçesiyle tüm Avrupa'da yasaklanmıştır. Uzun araştırma sonucu bu madde yerine kullanılabilecek, sıvı karekterli, ısıtıldığı zaman donma özelliği olan bir madde "mountex" temin edilmiştir.

2.2. Tane Preparatlarının ve Parlak Kesitlerin İncelenmesi

Hazırlanan tane preparatları polarizan ve parlak kesitler ise cevher mikroskopları ile incelenerek belirlenen ağır ve cevher mineralleri tane sayım metoduna göre sayılarak, yüzde değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra bu değerlerin hata payları ;

$V = Z.\sqrt{\frac{p.q}{n}}$ formülüne göre hesaplanak son değerler bulunmuştur (Tablo 2 ve 3).

Buna göre;
V=Hata payı %, sayım neticesinin gerçek değerden % olarak sapması.
Z=Sabit değer.
p=Ağırmineraller içerisindeki herhangi bir mineralin % değeri.
q=(100-p)
n=Sayılan tane miktarı olarak alınmaktadır (BOENINGK, 1983)

Tablo 2 ve 3'de sunulan değerler, Şekil 1 a, b ve c diyagramlarına taşınarak, hangi mineralin hangi fraksiyon içerisinde daha çok zenginleştiğinin ve biribirleri arasındaki ilişkilerin görülmesi sağanmıştır. Buna göre orjinal numunenin mineral içereği ve % olarak dağılımı %45-55 opak mineraller, %15-25 granat, % 7-15 zirkon, %5-10 ojit, %2-6 epidot, %1-4 rutil, %1-3 eser mineraller (ortit staurolit, disten, hipersten, ojit, şelit, monazit, yeşil ve kahverengi hornblende, turmalin, anatas, spines ve andaluzit), %1-3 hafif minerallerden oluşmaktadır. Polyester içerisine gömülerek hazırlanan parlak kesitlerin cevher mikroskopu ile incelenmeleri sonucu ise, ilmenit, kromit, mayetit, pirit ve nabit altın belirlenmiştir. Bu mineraller oldukca yuvarlak yapılarda olup, muhtemelen çok uzaklardan taşınarak gelmişlerdir. Nabit altın tanecikleri 50-150 mikron boyutlarında, parlak sarımtırak-beyaz renk tonlarındadır. Bu açık renk tonu muhtemelen altının gümüş içeriğinden kaynaklanmaktadır.

3. SONUÇ

İncelenen numunelerdeki ağırmineraller ince ve orta taneli olup, çok iyi tasnif edilmiş ve oldukça yuvarlaklaşmışlardır. Çok duraylılık gösteren disten, andaluzit, rutil, zirkon, komit v.s. minrerallerin bu şekilde yuvarlak yapılarda olmaları, bunların çok uzaklardan taşındıklarına işaret etmektedir. Söz konusu minerallerin kaynağı ise muhtemelen asitik,

Tablo 1a. Numunelerin hazırlanması (gr).

NUMUNE NO	Orjinal numunenin toplam ağırlığı	Au-analizi için orjinal numune	Mineralojik incelemeler için orjinal numune	Eleme İşlemi		Na-Dithionitle yıkama	Na-Dithionitle yıkandıktan sonra (500-63 μ)	El manyetik seperatıyla ayırma işlemi		Tetrabromethan ile ayırma işlemi (Q=2,96 gr/cm³)	Ağırmineral miktarı (> 2,96)					
				>500 μ	<500 μ			-10 (mm)	+10 (mm)			10,5 (mm. + 5 mm.	500-250 μ	250-125 μ	125-63 μ	TOPLAM
İ.Ç. 1	627	314	313	1,8	312	78	76	8,7	66,8	8,5	7,2	0,79	0,50	5,16	0,42	6,87
İ.Ç. 2	669	326	326	2,3	337	85	83	10,9	71,8	9,1	7,9	0,50	0,58	6,12	0,52	7,72
İ.Ç. 3	640	314	314	0,8	313	79	77	11,3	65,7	8,4	7,9	0,62	0,46	6,17	0,51	7,76

Tablo 1b. Ayırma işlemlerinden sonraki numune miktarları (% ağırlık).

NUMUNE NO	Ağırmineral + 5 mm.						Na-Dithionitle çözülen		
	-10 mm	10-5 mm	500	500-250	250-125	125-63	< 63 μ	Hafif mineraller	TOPLAM
İ.Ç. 1	11,1	8,4	0,6	5,3	54,6	4,4	2,5	13,1	100,0
İ.Ç. 2	12,8	4,7	0,7	5,5	57,9	4,9	2,3	11,1	99,9
İ.Ç. 3	14,3	6,2	0,3	4,6	62,0	5,1	2,5	4,9	99,9

anatasea) and 1-3 % light minerals.

Such leauy minerals are acidic, neutral, ultrabasic and methamorphic in origin. rounded grains detected bey ore microscope are abondant and 50-150 micron in size. A special study can make it possible to find out if these grains are economic.

1. GİRİŞ

Ağırmineral analizi en eski sedimanter petrografik araştırma metodu olup, günümüzde de sedimantasyon havzalarının mineral kaynağı, taşınma, iklim, tektonik ve diyajenez etkinlikleri esas alarak, paleocoğrafya gelişimini açıklamanın yanında, örtülü ekonomik maden yataklarının bulunmasında, en önemlisi de havzaların stratigrafik problemlerini çözerek petrol aramalarına ışık tutabilmesidir.

Ağırmineral analiz metodları hakkında yayınlanmış eserler oldukca sınırlıdır. Mineral tesbit ve tayin metodları üzerine yayınlanan eserler ise, petrografik amaçlıdır. Halbuki bu amaçla hazırlanan tane preparatları normal ince ve parlak kesitlerden farklı olup ağırmineral teneleri ışık kırılma indisleri kanadabalsamıdan çok daha yüksek bir değere sahip olan n=1,66 özel sıvılar içerisinde, altın ve diğer opak nineraller ise, polyester içerisine gömülerek hazırlanamakta ve özel optik metodlarla mikroskop altında incelenmektedir.

Bu konuda bilinen sınırlı sayıdaki kaynaklar şunlardır; Hutton (1950), Duplaix (1958), Müllner (1962), Heinrich (1965), Parfenoff, Pomeral ve Tourenq (1970), Müller ve Füchtbauer (1977), Boenigk (1983). Ayrıca, Yazarlar'ın bu konuda hazırlanmış, "Ağırmineral Analiz Yöntemleri" adlı bir derlemesi bulunmaktadır (Çopuroğlu, 1994).

Bu çalışmanın amacı, ağırmineral analiz yöntemiyle incelenen kum örnekleri, örtülü ekonomik maden yataklarının bulunmasına ışık tutabilir tezine örnek teşkil edecek bir çalışma sunmaktır. Sedimantasyon havzasından sistematik olarak alınan bate örneklerinin incelenmesi, bizi minerallerin kaynağına götürebilmektedir.

2. AĞIRMİNERAL ANALİZ YÖNTEMLERİ

2.1. Numunelerin Hazırlanması

Şile (İstanbul) Sahili'nden derlenen üç ayrı plaser örneği önce bate işlemine tabi tutularak ağırmineralleri zenginleştirilmiştir. Oda sıcaklığında kurutulan numuneler kırma makinesiyle 5 mm'den küçük tane boyunda kırılıp, temizlendikten sonra tartılarak iki ayrı bölüme ayırt edilmiştir. Bir bölümü altın analizi için, diğer bölümü ise, mineralojik incelemeler için hazırlanarak her bölüm ayrı ayrı elekten geçirilerek 500 mikronun altı ve üstüne ayırt edilir. Daha sonra sırayla Na-dithionitle yıkama ve kurutma işleminden sonra tekrar elekle 500-63 mikron arası, 500-250, 250-125 ve 125-63 mikrondan oluşan fraksiyonlar belirlenmiştir. Bu fraksiyonlar ayrı ayrı el manyetik seperatörü ile (-10) ve (+10) olmak üzere iki bölüme ayırt edilir. Yapılan hazırlığın ikinci aşamasında ise, bütün fraksiyonlar ayrı ayrı yoğunluğu 2,96 gr/cm^3 olan ağırsıvı (tetrabrometan) içerisne dökülerek yapılan işlemler takib etmektedir. Elde edilen fraksiyonlar tartılarak plastik kutucuklara konur ve etiketlenir (Tablo 1).

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

ŞİLE (İstanbul) SAHİLİ'NDEKİ ALTIN İÇERİKLİ PLASERLERİN AĞIRMİNERAL ANALİZ YÖNTEMLERİNE GÖRE İNCELENMESİ

İbrahim ÇOPUROĞLU
Niğde Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Niğde/Türkiye

ÖZET: *Ağırmineraller, yoğunluğu 2,89 gr/cm³ den büyük olan mineraller olup, sedimantasyon havzalarının mineral kaynağı, taşınma, iklim, tektonik ve diyajenez etkinlikleri esas alarak, paleocoğrafya gelişiminin açıklanması yanında, örtülü maden yataklarının aranıp bulunmasında ve havzaların stratigrafik problemlerini çözerek petrol aramalarına ışık tutabilmektedir.*

Bu kapsamda, Şile (İstanbul) Sahili'nden derlenen kum örneklerinden özel yöntemlerle "aroclor" tane preparatları ve parlakkesitler hazırlanarak, bunların polarizan mikroskop altında incelenmeleri sonucu; % 45-55 opak mineraller (ilmenit, kromit, manyetit, pirit ve çok az miktardan nabit altın), %15-25 granat, %7-15 zirkon, %5-10 ojit, % 2-6 epidot, %1-4 rutil, %1-3 eser mineraller (ortit, staurolit, disten, hipersten, ojit, şeelit, monazit, yeşil ve kahverengi hornblende, turmalin, anatas, spinel ve andaluzit) ile % 1-3 hafif mineraller belirlenmiştir.

Söz konusu bu ağırminerallerin kaynağı, asitik, nötr ve ultrabazik ile metamorfik kayaçlar olup, tenelerin genellikle yuvarlak yapılarda olmaları, bunların çok uzaklardan taşındıklarına işaret etmektedir.

Cevher mikroskopu ile belirlenen nabit altın tanecikleri 50-150 mikron boyutlarıda ve oldukca fazla miktardadır. Bunların ekonomik olup olmadıkları ise ancak özel bir çalışma ile mümkün olabilecektir.

THE ANALYSIS OF THE GOLD CONTAINED PLASERS IN THE SHORE OF ŞİLE(İstanbul) ACCORDING TO THE METHODS OF HEAVY MINERALS ANALYSIS

ABSTRACT: *Heavy minerals with a density of higher than 2, 89 g/cm³ are helpfu in the evaluation of paleogeographic evolution on the basis of mineral source, transportation, climate, tectonism and diagenesis activities of sedimentary basisns as well as in the exploration of buried ore and oil deposits by solving the stratigraphic problems.*

With this respect, examination of aroclore-grain preparates and polished sections of sand samples colleoted form Şile (İstanbul) coast reveals the following composition; 45 % opaque minerals (ilmenite, chromite, magnetite, pyrite and smal amount of native gold), 15-25 % granate, 7-15 % zircon, 5-10 augite, 2-6 % epidote, 1-4 % rutile, 1-3 %, 1-3 % accessory minerals (ortite, staurollite, kyanite, hyperstine, augite, scheelit and

İşler, F., 1991, Bademdere kuzeyinin (Niğde) Jeolojik ve Petrografik etüdü, Ç.Ü. Araştırma fonu Proje No FBE 88-8, 30 s., Adana.

Kleyn, van der P.H., 1968, Field report on the geological and geochemical prespection in the Niğde Çamardı Massiv. MTA Unveoff. Rep., Ankara.

Mullen, E. D.,1983. $MnO/TiO_2/P_2O_5$: a minör element discriminant for basaltic rocks of oceanic environment and its implications for petrogenesis: Earth planet. Sci. Lett., 62,53-62

Pearce, T.H., Gorman, B.E. and Birkett, T.C., 1975, The TiO_2-K_2O-P_2O_5 diyagram, A method of discriminating between oceanic and non oceanic basalts; Earth Plnet Sci. Let 24, 419-426.

Pearce, J.A., 1979, Geochemical evidence for the genesis and eruptive setting of lavas from Tethyan Ophiolites; Int. ophiolite Symposium, Cyprus, p. 19.

Tromp, W., 1942, Kayseri-Niğde-Tuzgölü arası jeolojisi MTA Unveoff Rep. Nr. 1456, Ankara.

Yetiş, C., 1978, Çamardı (Niğde) yakın ve uzak dolayının jeoloji incelemesi ve Ecemiş yarılım Kuşağının Maden Boğazı Kamışlı arasındaki özellikleri, İst. Üniv. Fen Fak. Dok. Tezi ,164 s. (yayınlanmamış).

Yıldırım, F., İşler, F., 1992, Klavuz-Çiflikköy (Niğde-Bor) Yöresinin Jeolojisi ve Petrografisi, Yerbilimleri, 21, 155-165, Adana.

Bu son üç diyagramdan da görüleceği gibi bölgede yüzeyleyen volkaniklerin okyanus ortası sırtı veya ada yayı bazaltları özelliklerinde olmayıp plaka içi bazaltları özelliklerini taşımaktadırlar.

4. SONUÇ

Bu çalışma ile bölgede yüzeyleyen volkanitlerin genellikle bazalt ve andezit kayaçlarının sodyumca zenginleşme şekli olan spilit ve kretofir oldukları ortaya konulmuş ve tektonik konum belirleyen diyagramlara yerleştirildiklerinde ise bu volkanitlerin plaka içi bazalt özelliğinde oldukları tespit edilmiştir.

Bölgede yüzeyleyen tüfler de gözönüne alındığında bölgede magmatik aktivitenin Kretase'den Pliyosen'e kadar etken olduğu söylenebilir.

5. KATKI BELİRTME

Yazar, ESEP bursu vererek kimyasal analizlerin İngiltere-KeeleÜniversitesi'nde yapılmasına olanak sağlayan dönemin TÜBİTAK Bilim adamı yetiştirme grubu üyelerine ve kimyasal analizleri yapan teknisyen Graham J. Lees'e teşekkür eder.

6. KAYNAKLAR

Baş, H., Ayhan, A., Atabey, E., 1986, Ulukışla-Çamardı (Niğde) Volkanitlerinin bazı petrolojik ve jeokimyasal özellikleri, Jeoloji Mühendisliği, 26, 27-34, Ankara.

Blumenthal, M., 1941, Niğde ve Adana vilayetleri dahilindeki Torosların Jeolojisine bakış MTA Ens. Dergisi, No 6, 95 s., Ankara.

Blumenthal, M., 1956, Yüksek Bolkar dağlarının kuzey kenar bölgelerinin ve batı uzıntılarının jeolojisi, MTA Ens. yayını, seri D, No 7,153 s., Ankara.

Demir, Ö., İşler, F., 1993, Niğde Masifi güneybatı kesimi (Karamahmutlu -Karacaören)'in jeolojisi, Petrografisi ve amfibolitlerin kökensel yorumu, Yerbilimleri, , 23, 85-96, Adana.

Göncüoğlu, M., 1977, Geologie des Westlichen Niğde Massivs. Bonn Univ. doktora tezi (yayınlanmamış), 181 s.

Göncüoğlu, M., 1981a, Niğde masifinin Jeolojisi, İç Anadolu Simpozyumu, TJK yayını 16-19.

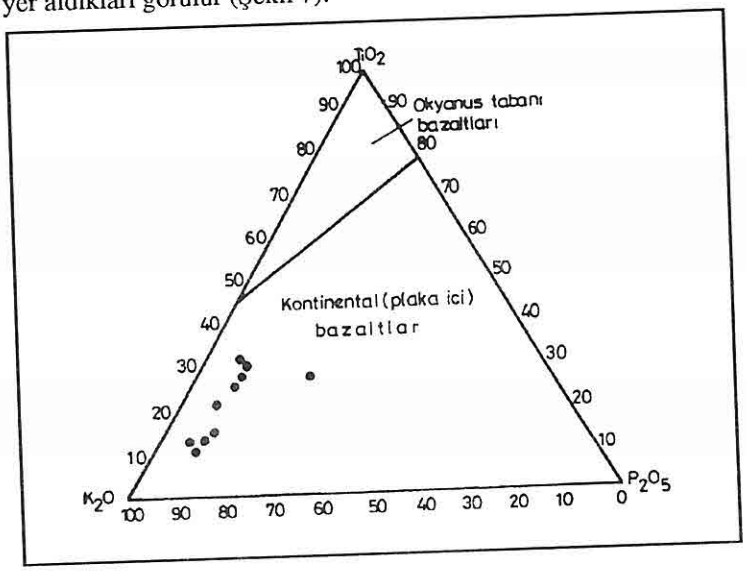
Göncüoğlu, M., 1981b, Niğde masifinde viridin gnaysın kökeni, TJK Bülteni, 24/1, 45-51.

Göncüoğlu, M., 1982, Niğde Masifi paragnayslarında zirkon, U/Pb yaşları TJK Bülteni, 25, 61-66.

Irvine, T.N., and Baragr, W.R.A., 1971, A Guide to Chemical Classification of the common volcanic rocks, Canadian Jour, Earth Sci. 8, 523-548.

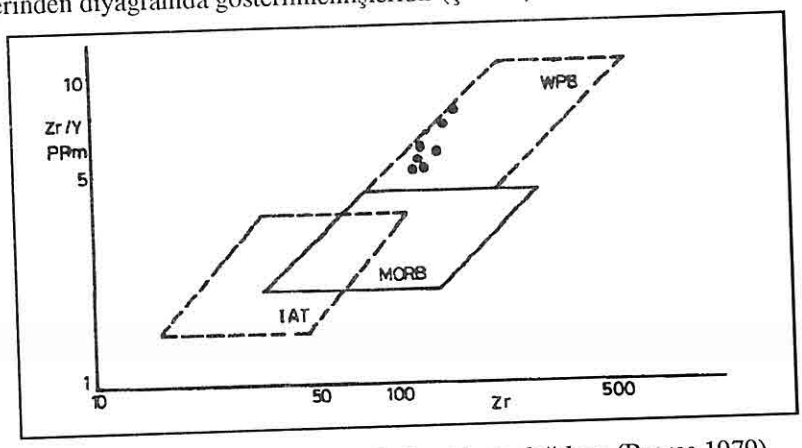
İşler, F., 1988, Çiftehan (Niğde) volkanitlerinin mineralojik-Petrografik ve jeokimyasal incelemesi, TJK Bült. 31/2,29-36, Ankara.

Pearce, Gorman ve Birkett'in K_2O-TiO_2-P_2O_5 diyagramında örnekler yerleştirildiğinde yine örneklerimizin tamamı Kontinental (Plaka içi) bazaltlar hanesinde yer aldıkları görülür (Şekil 7).



Şekil 7. TiO_2-K_2O-P_2O_5 diyagramında örneklerin dağılımı (Pearce, Gorman and Birkett 1975)

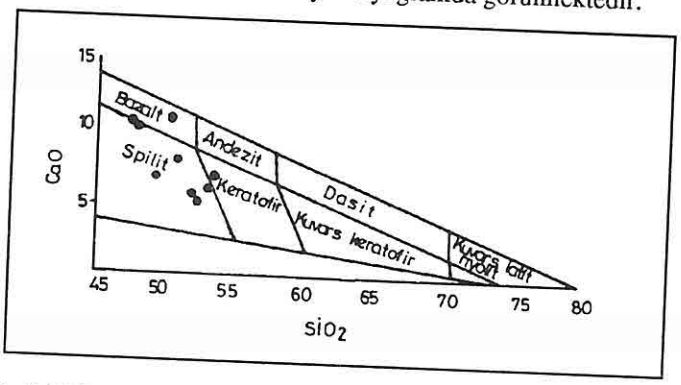
Pearce'in iz elementleri kullanarak oluşturduğu Zr/Y-Zr diyagramında örneklerin dağılımı incelendiğinde örneklerin büyük bir çoğunluğunun plaka içi (Okyanus adası) bazaltlar bölgesinde toplanmış oldukları görülür. Üç örneğimiz diyagram dışına düştüklerinden diyagramda gösterilmemişleridir (Şekil 8).



Şekil 8. Zr/Y-Zr diyagramında örneklerin dağılımı (Pearce 1979)

IAT: Ada yayı toleyitik bazaltl., MORB: Okyanus ortası sırtı bazaltl., WPB: Plaka içi (Okyanus ad.) baz.

alanında diğer büyük bir kısım ise spilit alanında yeralırlar. Bir örnek ise CaO yüzdesinin 15'ten büyük olması nedeniyle diyagramda görülmektedir.

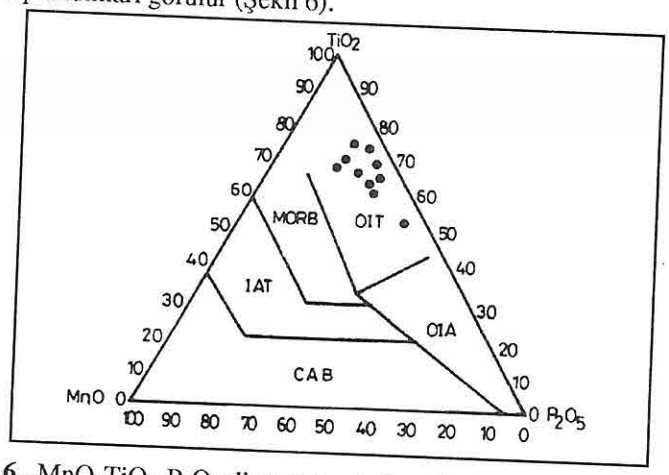


Şekil 5 . CaO-SiO_2 diyagramında örneklerin dağılımı (W.B. Hamilton, 1988)

Yukarıda gösterilen bu üç diyagrama dayanılarak çalışma alanında yüzeyleyen volkaniklerin ilksel konumlarının genellikle Bazalt, Andezit ve Toleyitik andezit oldukları ve daha sonra Sodyum (Na) zenginleşmesi ile Spilit ve Keratofir'e dönüştükleri, bir kısmının ise eski konumlarını muhafaza ederek bazalt bileşiminde kaldıkları söylenebilir.

Volkaniklerin jeotektonik konumları ile ilgili olarak diyagramlarda incelenmelerinde de üç ayrı diyagram kullanılmıştır.

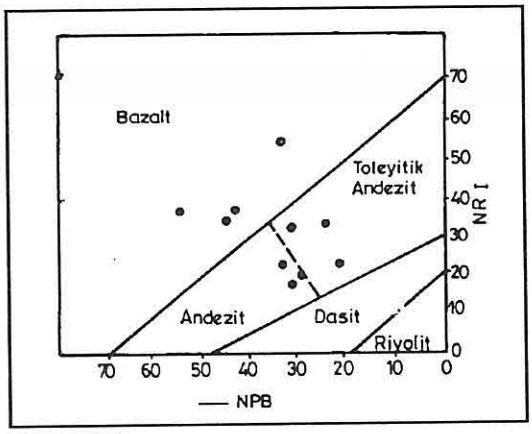
Müllen'in ana elementleri kullanarak oluşturduğu MnO-TiO_2-P_2O_5 diyagramında örneklerimizin dağılımı incelendiğinde, örneklerin tamamı okyanus adası toleyitleri bölgesinde toplandıkları görülür (Şekil 6).



Şekil 6 . MnO-TiO_2-P_2O_5 diyagramında örneklerin dağılımı (Müllen 1983)

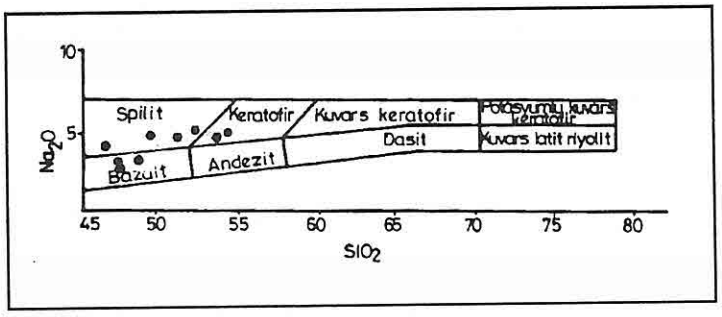
CAB : Kalkalkali Bazaltlar, IAT : Ada yayı toleyitleri, MORB : Okyanus ortası bazaltları,
OIT : Okyanus adası toleyitleri, OIA : Okyanus adası alkali bazaltları

Örnekler Irvine ve Bragar'ın Normatif plajioklas bileşimine karşı Normatif renk indisi diyagramına yerleştirildiğinde, örneklerin yaklaşık eşit olarak bazalt, andezit ve toleyitik andezit bölgelerine dağıldıkları gözlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Normatif plajioklas bileşimine karşı Normatif Renkindisi diyagramında örneklerin dağılımı (Irvine ve Bragar 1971)

W.B. Hamilton'un Na_2O-SiO_2 diyagramında örneklerin sodyumca zenginleşmeleri incelendiğinde, örneklerin büyük bir kısmının bazalt'ın sodyumca zenginleşmesi olan spilit bölgesinde diğerleri ise andezit'in sodyumca zenginleşmesi olan keratofir ve hiç değişme göstermeyen bazalt bölgesine dağıldıkları gözlenmiştir. Bir örnek ise SiO_2 yüzdesinin 45'ten az olması nedeniyle diyagramda görülmektedir (Şekil 4). Görüleceği gibi şekil 4 ve 5 te örnekler yaklaşık aynı bölgelerde yer almışlardır.



Şekil 4 . Na_2O-SiO_2 diyagramında örneklerin dağılımı (W.B. Hamilton, 1983)

W.B. Hamilton'un CaO-SiO_2 diyagramında örneklerin kalsiyumca fakirleşmeleri incelendiğinde şekil 5'den de görüleceği gibi bir kısım örnekler keratofir ve bazalt

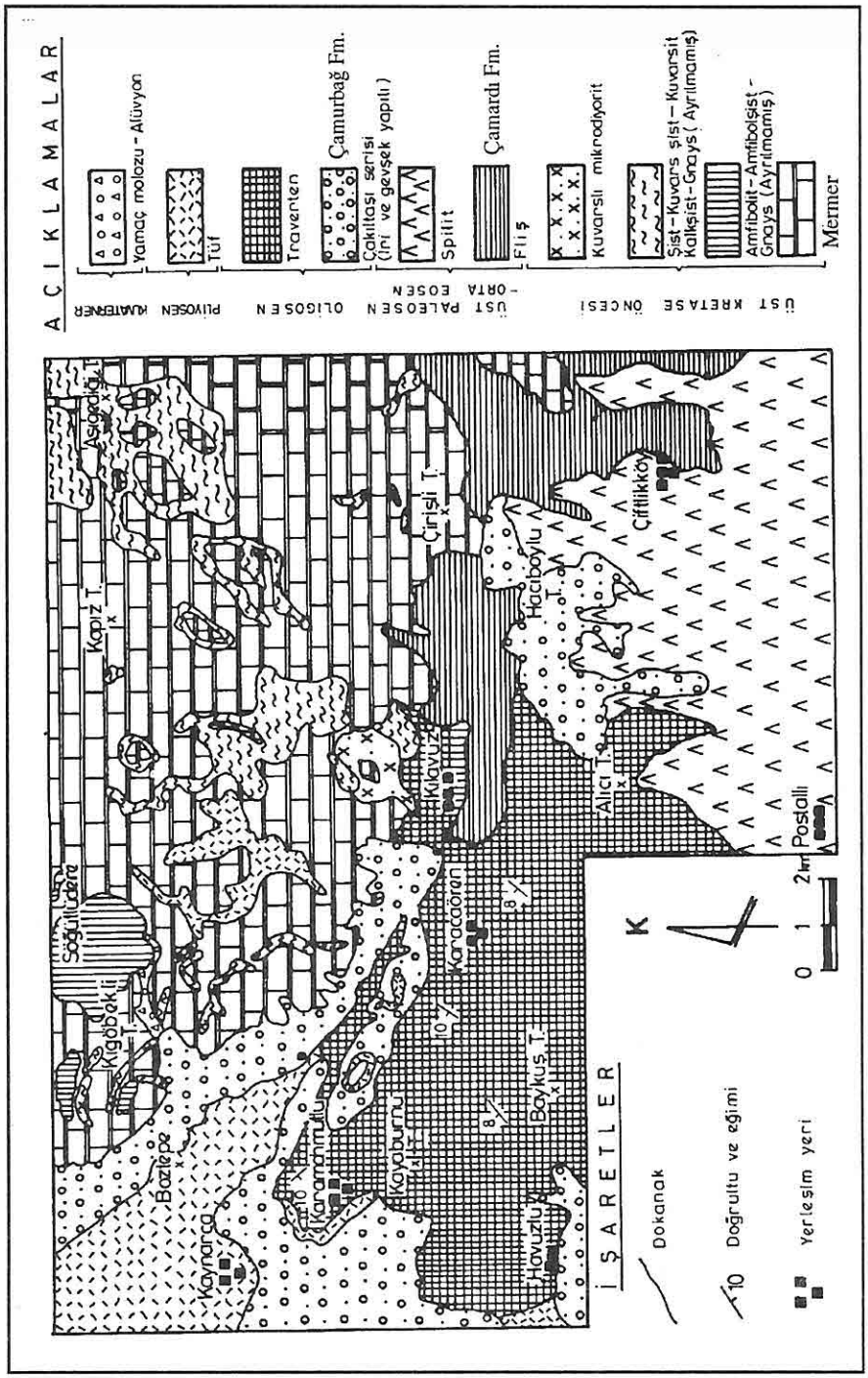
Bazı dolguların kenarları zeolit ortaları kalsit veya klorit+prehnit+kalsit şeklinde, diğer bazı dolgular ise kenarları kalsit ortaları klorit şeklinde daha az olarak bir kısım dolgular ise kalsit+kuvars+zeolit beraberliği şeklinde gelişme gösterirler. Bu ikincil mineraller amigdoidal boşluklarda görüldüğü gibi kayacın yer yer içerdiği kırık ve çatlak dolgusu olarakta izlenirler.

3. VOLKANİK KAYAÇLAR (SPİLİT VE SPİLİTİK BAZALTLAR)'IN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE JEOTEKTONİK KONUMLARI

İnceleme alanında içerisinde yüzeyleyen spilit ve spilitik bazaltlardan seçilen 10 örnek İngiltere Keele Üniversitesi Jeoloji bölümü Jeokimya laboratuvarında toz haline getirilip preslenmiş ve ayrıca ergitilip cam haline getirilmiştir. bu örnekler Philips marka tam otomatik x- ışınları spektrometre aletinde kimyasal analize tabi tutulmuş ve elde edilen ana ve iz element değerlerine (Tablo 1) göre volkaniklerin jeotektonik konumları yorumlanmaya çalışılmıştır.

Tablo 1. Çalışma bölgesi (Postallı-Çiftlikköy) spilit ve spilitik bazaltlarının ana ve bazı iz element analizleri

Element	F1	F3	F6	F11	F23	F25	F27	F33	F38	F40
SiO_2	51.46	52.71	54.06	46.71	47.01	49.15	47.27	37.85	53.59	49.62
Al_2O_3	19.17	18.62	18.06	15.38	14.00	15.67	15.76	9.41	15.69	14.84
F_2O_3	6.24	5.81	4.11	3.02	7.50	7.11	8.30	5.19	7.24	7.03
MnO	0.06	0.05	0.07	0.18	0.14	0.11	0.11	0.70	0.11	0.08
MgO	3.68	3.12	3.05	2.05	3.70	6.44	7.08	3.38	4.54	5.03
CaO	7.57	6.33	7.30	14.80	10.92	6.44	10.67	23.37	4.87	11.50
Na_2O	4.75	4.77	4.73	4.68	2.57	4.79	2.60	3.34	4.52	3.14
K_2O	2.95	3.32	2.89	2.32	4.59	3.89	1.55	1.00	3.81	1.93
TiO_2	1.35	0.76	0.90	0.95	0.80	0.85	0.88	0.56	0.68	1.06
P_2O_5	0.43	0.40	0.31	0.26	0.33	0.43	0.24	0.43	0.34	0.26
KOI	2.56	3.89	4.07	10.01	8.15	5.60	5.54	15.77	4.23	5.94
Toplam	**100.23**	**99.80**	**99.56**	**100.35**	**99.73**	**100.48**	**100.001**	**100.38**	**99.62**	**100.45**
İz Elementler										
Y	25	19	17	26	19	23	24	20	20	22
Zr	195	209	153	134	127	209	128	128	186	121
Sr	9.55	899	919	632	905	410	509	387	530	502
Rb	104	106	98	67	140	118	33	31	146	66



Şekil 2. Karamahmutlu-Kılavuz- Çiftlikköy ve Yöresinin Jeoloji Haritası (Yıldırım ve İşler 92 ile Demir ve İşler 93'ten kısmen değiştirilerek)

2. GENEL JEOLOJİ

Bölgenin genel jeolojisi daha önceki çalışmalarda Yıldırım ve İşler (1992), Özay ve İşler (1993). verildiği için burada yüzeysel olarak anlatılacaktır (Şekil 2).

Bölgede Mesozoyik yaşlı metamorfikler temeli oluşturur. Metamorfik birimler içerisinde mermerler çok yaygın olarak yüzeylenme gösterirler, genellikle kırıklı, masif ve yer yer tabakalanma sunan mermerler içinde diğer metamorfik birimler (şistler, kuvarsit, gnays ve amfibolit) ara bantlar veya mercekler şeklinde yer alırlar, bazan bu birimler kendi aralarında bantlı ve merceksi konumlarda veya tek birim şeklinde yer yer geniş yüzeylenmeler de gösterirler. Tüm bu birimler fazla kalınlık göstermeyen kuvars damarları tarafından kesilmiştir, ayrıca Klavuz köyü kuzeyinde kuvarslı mikrodiyorit metamorfitleri keser konumdadır. Metamorfitler üzerine diskordan olarak Yetiş (1978) tarafından çamardı formasyonu olarak adlandırılan Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı fliş ve Çamurbağ formasyonu olarak adlandırılan Yetiş (1978) karasal nitelikli Oligosen yaşlı karasal nitelikli çakıltaşı ve traverten gelir. Genellikle geniş yüzlekler veren, gevşek yapılı ve çok kötü boylanmalı olan akarsu çökeli niteliğindeki Çukurbağ formasyonunun büyük bir çoğunluğunu metamorfik kaya parçaları oluşturur. Yaklaşık yatay konumlu ve bazen 100 metre kalınlığa erişen traverten çalışma bölgesinin güneyinde geniş yüzlekler verirler, orta sertlikte olup yer yer karstik erimelidir. Tüm birimleri örter konumda olan Pliyosen tüfleri genellikle boşluklu olup, sert bazan dağılgan ve andezitik tüf özelliğindedir.

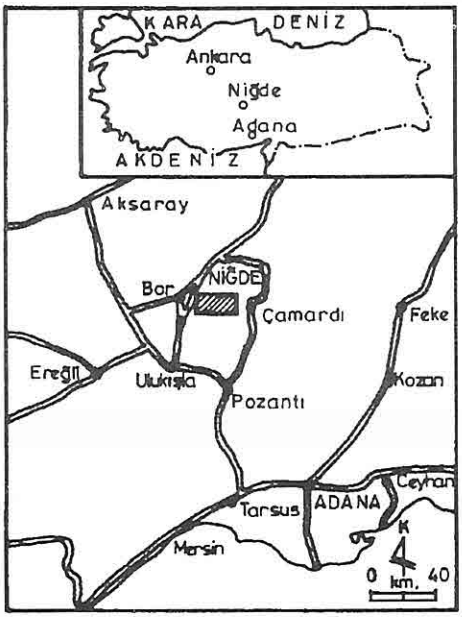
2.1. Volkanik Kayaçlar

Genellikle kırmızımsı, yeşilimsi ve gri renkleri ile dikkati çeken volkanikler Çiftlikköy ve Postallı arasında geniş yayılım sunarlar. Çiftlikköy güneybatısında yastık debi görünümü verirler ve çoğunlukla 10 ila 50 cm arasındaki boyutlarda görülen yastıkların çeperleri kloritik bir zarf ile çevrilidir. Makroskopik ve mikroskopik özelliklerinden spilit ve spilitik bazalt olarak tespit edilen bu volkanikler genelde bol gaz boşluklu olup, boşluklar düşük sıcaklıklı ikincil mineraller (kalsit, zeolit, klorit) tarafından doldurulmuştur, ayrıca tektonizmadan fazlaca etkilenmiş olup bol miktarda kırık ve çatlaklı bir yapı kazanmışlardır.

Mikroskopik incelemeleri sonucu genellikle mikrolitik-porfirik, amigdoidal ve kısmen flüidal strüktür gösteren volkanitlerde hakim minerali plajioklaslar oluşturur. Mikrolitik veya fenokristal şeklinde bazen de zonlu yapı şeklinde izlenen plajioklaslar spilitlerde tamamen albite dönüşmüş olarak görülürler, spilitik bazaltlar da ise plajioklasların az bir kısmı labrador olarak korunmuştur. Fakat her iki tip kayaçta da ayrışma ürünleri hemen hemen aynıdır. Plajioklaslarda genellikle kloritleşme, serisitleşme ve kalsitleşme gözlenir. Ferro-magnezyen mineral olarak çoğu örneklerde piroksen izlenmiştir bazı örneklerde ise olivin görülmüştür. Piroksenlerde genellikle uralitleşme, epidotlaşma ve kısmen zeolit ve kalsitleşme izlenmiştir. Olivinler ise tamamen iddingsit mineraline dönüşmüştür. Tüm örneklerde bolca izlenen amigdoidal boşluklar kalsit, zeolit, klorit, epidot ve kuvars gibi düşük sıcaklıklı ikincil mineraller tarafından doldurulmuştur, boşlukların büyük bir kısmı polisentetik ikizli baklava dilinimli kalsit dolguludur.

1. GİRİŞ

İnceleme alanı Niğde masifinin güneybatı kesiminde yer alır. Bölge Niğde ilinin yaklaşık 10 km. güneyinde Bor-Çamardı arasında yaklaşık 300 km^2 lik bir alanı kapsar (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

İnceleme alanı ve yakın çevresi değişik amaçlı birçok araştırıcı tarafından incelenmiştir. Tromp (1942), bölgede yüzeylenen birimleri ilk kez "Niğde Serisi" olarak adlandırmış, Blumenthal (1941, 1956), masifin Paleozoik yaşlı metamorfiklerden oluştuğunu belirtmiş ve "Niğde kompleksi" adını vermiştir. Kleyn (1968), Masif içindeki granit intrüzyonunun Permiyen-Jura arasında gerçekleştiğini belirtmiştir. Göncüoğlu (1977, 1981a, 1981b, 1982), çalışmalarında bölgede yüzeylenen metamorfik kayaçları "Niğde grubu" adı altında toplamış ve birimleri alttan üste doğru Gümüşler formasyonu, Kaleboynu formasyonu ve Aşıgediği formasyonu olarak incelemiştir. Yetiş (1978), Ecemiş fay zonu boyunca yörenin jeolojisini yapmıştır. Baş ve diğerleri (1986), İşler (1988, 1991) bölgenin yakın çevresinde yüzeylenen volkanitlerin petrografisi ve jeokimyasını incelemiştir. Yıldırım ve İşler (1992), Özay ve İşler (1993), bölgedeki metamorfik ve volkanitlerin petrografisini incelemişler, bölgede yüzeylenen metamorfiklerin bir bölümünün daha önce var olan ofiyolitik seriye ait bazik ve ultrabazik kayaçların metamorfizması sonucu geliştiğini ileri sürmüşler ve bölge amfibolit ve amfibolşistlerin az bir kısmının para büyük bir kısmının ise orta kökenli olduğunu belirtmişlerdir.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

NİĞDE MASİFİ GÜNEYBATI KESİMİ VOLKANİK KAYAÇLARININ PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Fikret İŞLER
Ç.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : *Bölgede yüzeyleyen Niğde Masifine ait metamorfik kayaçlar temeli oluşturur. Kretase yaşlı mermerler çok yaygın olup bunlarla birlikte farklı konum ve şekillerde amfibolit, gnays, kuvarsit ve şist birimleri sıkça görülür.*

Kretase yaşlı metamorfik birimler üzerine diskordan olarak Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı fliş ve spilit, Oligosen yaşlı çakıltaşı ve traverten gelir. Pliyosen yaşlı tüf ise bu birimleri örter konumdadır.

Bölgede yeralan Üst Paleosen-Orta Eosen volkanik kayaçları, petrografik ve jeokimyasal olarak incelenmiş ve yapılan çalışmalar sonucu yastık debi görünümlü olan volkanitlerin bol miktarda gaz boşlukları içerdiği ve boşlukların düşük sıcaklıklı ikincil mineraller (kalsit,klorit,zeolit7 tarafından doldurulduğu ve bazı kayaçlarda görülen olivinlerin de iddingsite dönüştüğü tespit edilmiştir. Jeotektonik diyagramlar sonucunda ise bölge volkanik kayaçların plaka içi bazalt özelliğinde oldukları ortaya konulmuştur.

PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF VOLKANIC ROCKS IN SOUTH-WESTERN PART OF NIGDE MASSIF

ABSTRACT : *The metamorphic rocks of Niğde Massif occupical the basement in study area. Aboundant marble autcrops have been investigated in the area with amphibolite, gneiss, quarzite and schist units.*

The cretaceous metamorphic units discardantly overlain by Upper Paleocene-Middle Eocene flish and spilite, Oligocene conglomerates and travertine units, Pliocene aged tuff unit also covered all previous units discordantly.

Petrographical and geochemical characteristics of Upper Palaeocene - Middle Eocene age volcanic rocks, that presenting pillow lavas shape with initial gas porous filled with low temparature secondary minerals such as calcite, chlorite and zeolite were examined in the investigated area. Moreover, in some of volcanic rocks, olivine minerals transfers to iddingsite. Acording to the geotectonic diagram interpretations, the volcanic rocks present the characteristics of within plate basalts in the study area.

3. SONUÇLAR

Bu çalışma Bigadiç ve Gördes bölgelerindeki zeolitli tüf birimlerinden alınan sınırlı sayıdaki örneklerde yapılmıştır. Her iki yöredeki tüfler içinde de lifsi yada çubuksu yapılı zeolit minerallerinin varlığı ortaya konmuştur.

Yapıları ve miktarlarının azlığı nedenleriyle optik mikroskop ve X-ışını difraksiyon yöntemleriyle belirlenmeleri mümkün olamayan bu tür zeolit mineralleri ile lifsi yapılı diğer zeolit minerallerinin tüm tüf birimleri içindeki varlıklarının ortaya konulabilinmesi vede lifsi çubuksu yapılı zeolit minerallerinin, diğer kütlesel yapılı zeolit minerallerine göre ne oranda olduklarının saptanabilmesi için çok sayıda ve sistematik olarak alınacak örneklerle çalışma genişletilmelidir.

Yapılacak böyle bir çalışma ile mezotelyome hastalığına neden olan zeolit minerallerinin istif içindeki yerlerinin belirlenmesi mümkün olabilecektir. Böylece lifsi ve çubuksu ve iğnemsi olmayan zeolit mineralleri içeren seviyelerden üretim yapılması mümkün olabilecektir.

4. KAYNAKLAR

Baykal H. ve Uran A. 1988. Güneşli Barajı Mühendislik Jeolojisi Planlama Raporu, DSİ 2. Bölge Müd. İzmir.

Baysal O. ve diğer. 1985. Bigadiç Borat Havzası Jeolojisi ve Ekonomik Potansiyelinin Tesbit Edilmesi Projesi. H.Ü. Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Proje Kodu Yuvam/84/3.

Baysal O. ve diğer. 1986. Bigadiç Zeolit Oluşumlarının Ekonomik Jeolojik İncelenmesi Projesi. H.Ü. Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Proje Kodu Yuvam/85/2.

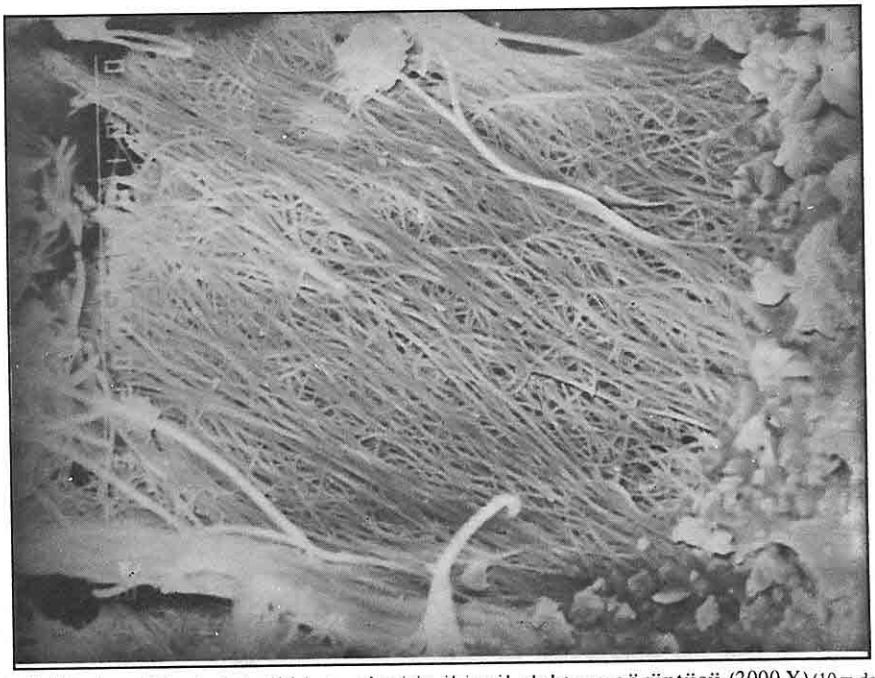
Esenli F. 1992. Gördes Çevresindeki Neojen Serilerinin ve Zeolitleşmenin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi. Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış).

Kumbasar I., Özkar S. 1993. Bigadiç Klinoptilolitli Tüflerin NMR Tekniği ile İncelenmesi, Türkiye Jeoloji Bülteni Cilt 36, Sayı 2.

Mumpton F.A., Sand L.B. 1978. Natural Zeolites. Pergamon Press, New York.

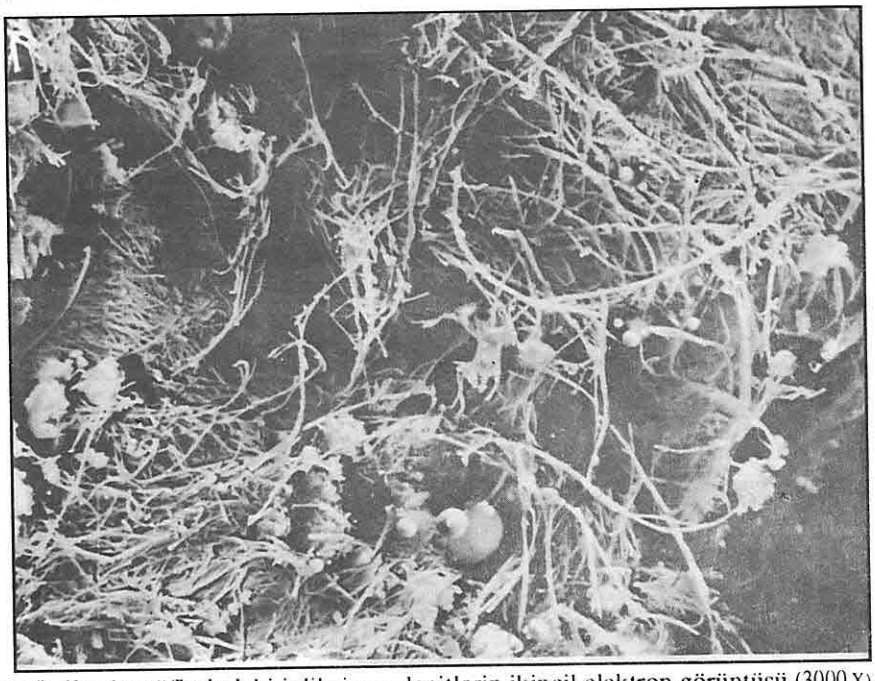
Sarıfakıoğlu E. ve Türkbileği H. 1990. Manisa-Gördes-Fındıcak Ar. 36042 No'lu Zeolit yatağının Maden Jeolojisi Raporu: M.T.A. Sayı 1,24 (Yayınlanmamış).

Tsitsishvili G.V. ve diğer. 1992. Natural Zeolites, Ellis Horword Limited, New York.



Baskı (1/1)

Foto 7. Gördes tüflerindeki lifsi mordenitin ikincil elektron görüntüsü (3000 X) (10 m. derinlik)



Baskı (1/1)

Foto 8. Gördes tüflerindeki ipliksi mordenitlerin ikincil elektron görüntüsü (3000 X) (30 m. derinlik.)

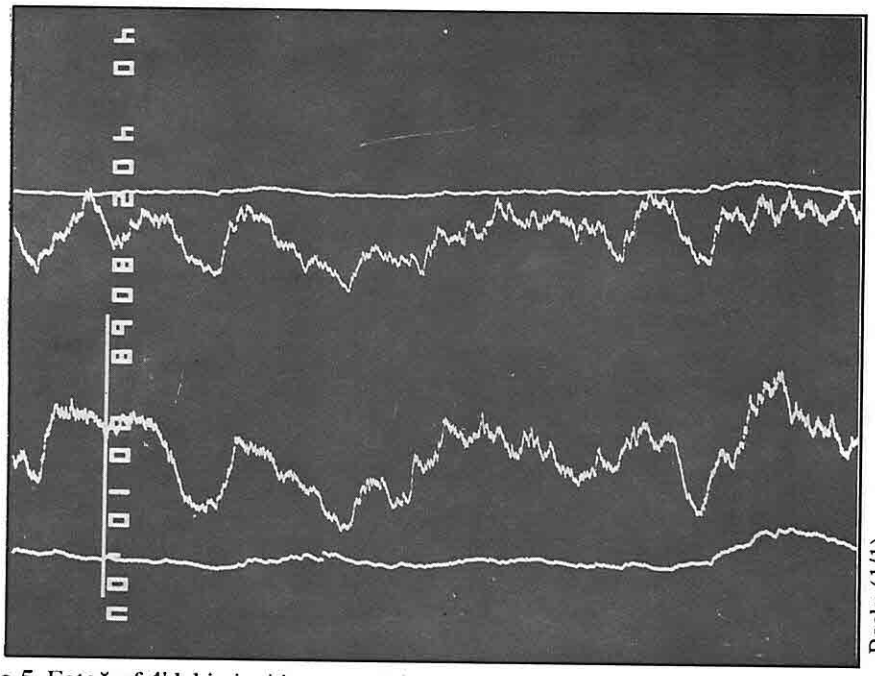


Foto 5. Fotoğraf 4'deki çizgi boyunca (alttan üste doğru) Mg, Ca, Na ve K dağ. (4000 X).

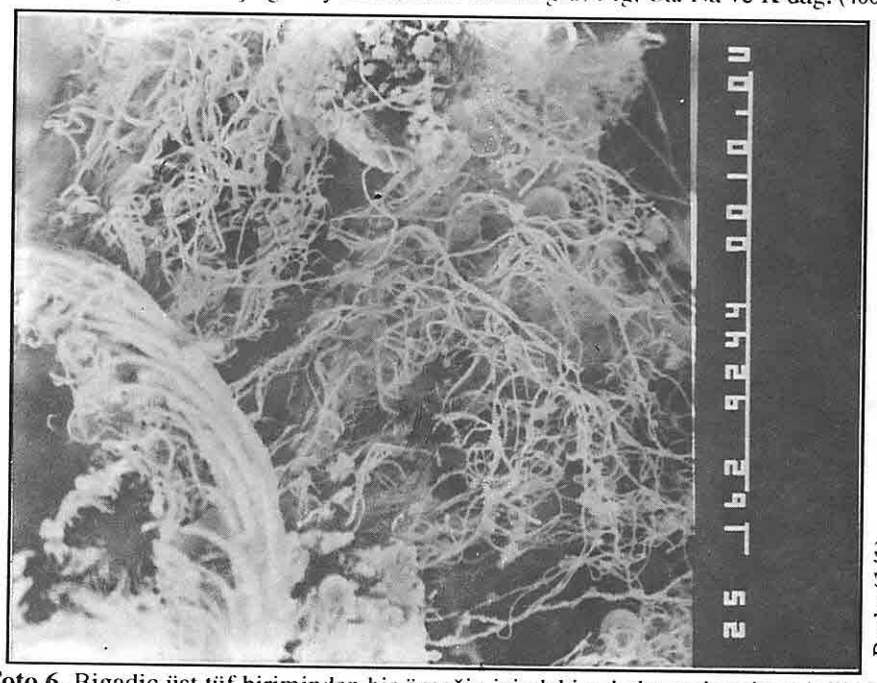
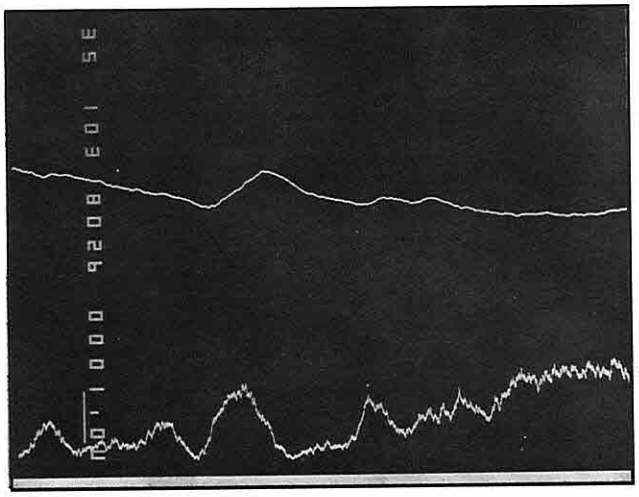


Foto 6. Bigadiç üst tüf biriminden bir örneğin içindeki çubuksu eriyonit ve ipliksi mordenit minerallerinin ikincil elektron görüntüsü (1600 X).

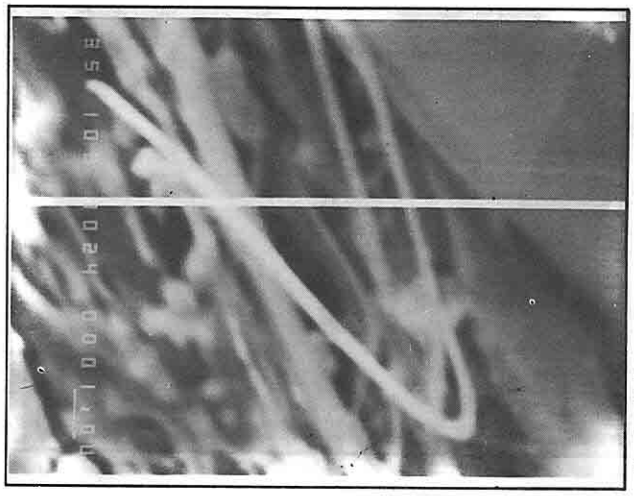


Baskı (1/1)

Foto 3. Fotoğraf 1'deki çizgi boyunca K (üstte) ve Mg (altta) dağılımı (10 000 X).

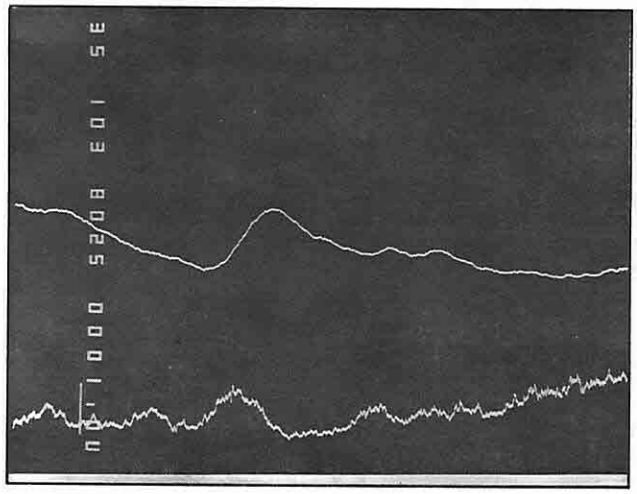
Baskı (1/1)

Foto 4. Bigadiç üst tüf birimi içindeki kaba taneli yapıya sahip örneğin ikincil elektron görüntüsü (4 000 X).



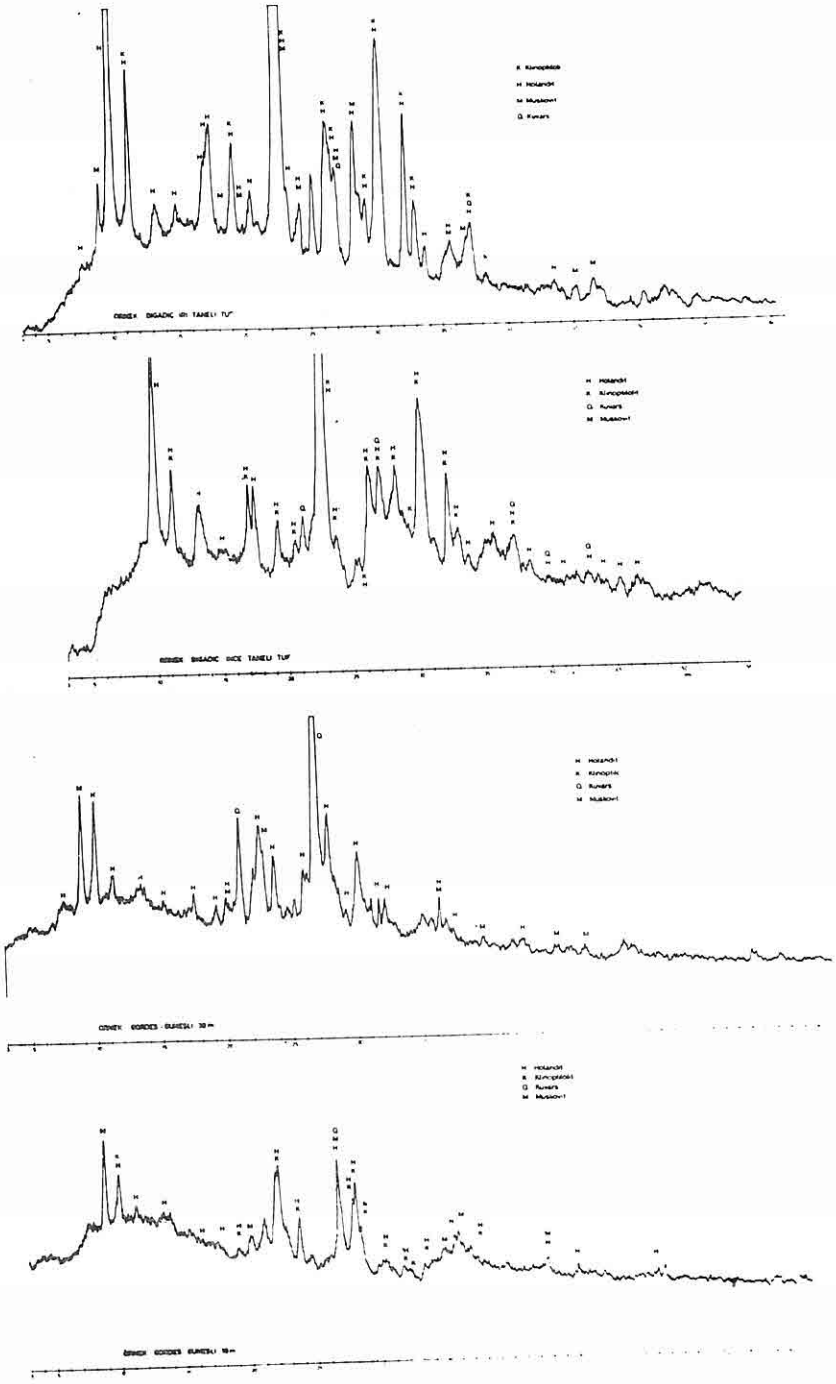
Baskı (1/1)

Foto 1. Bigadiç üst tüf birimi içindeki ince taneli yapıya sahip örneğin ikincil elektron görüntüsü (10 000 X).



Baskı (1/1)

Foto 2. Fotoğraf 1'deki çizgi boyunca Ca (üstte) ve Na (altta) dağılımı (10 000X).



Çizelge 3. Örneklerin X Işını Difraksiyon Diyagramları

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	MnO	K.K
Gördes-Güneşli 10 m	69.41	17.30	2.77	1.32	2.44	2.07	2.45	0.03	4.19
Güneşli 30 m	70.61	14.41	2.20	0.91	1.75	2.18	3.27	0.03	4.24
Bigadiç Kaba Taneli	69.20	12.65	0.72	1.30	2.51	-	3.41	0.001	9.20
İnce Taneli	69.44	12.25	0.88	1.20	2.21	-	3.52	0.001	8.40

Çizelge 2. Bigadiç ve Gördes örneklerinin kimyasal analizi

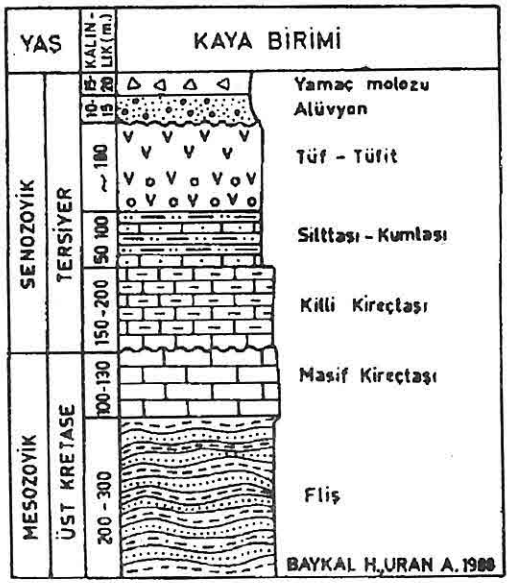
Yapılan incelemelerde XRD diyagramlarında belirlenemeyen zeolit minerallerinin varlığı, örneklerin ikincil elektron görüntülerinin Mumpton ve diğ. (1978) ve Tsitsishvili ve diğ. (1992) deki görüntülerle karşılaştırılmasıyla ve yapılan X-ışını mikroprob spektral analizleriyle kanıtlanmıştır.

Fotoğraf 1'de Bigadiç üst tüf birimi içindeki ince taneli yapıya sahip bir örneğin ikincil elektron görüntüsü verilmiştir. 10 000 büyütmeli bu resimde lifsi yapılı mineralin beyaz çizgi boyunca yapılan Ca, Na dağılımı Fotoğraf 2'de K, Mg dağılımı Fotoğraf 3'de verilmiştir. Fotoğraflarda görüldüğü gibi lifsi yapılanın beyaz çizgiyi kestiği yerlerde Ca, Na, K ve Mg elementleri beraberce bulunmaktadır. Çizelge 1'de bu elementleri bir arada bünyesinde bulunduran tek zeolit minerali eriyonittir.

Fotoğraf 4'de Bigadiç üst tüf birimi içindeki kaba taneli yapıya sahip bir örneğin ikincil elektron görüntüsü verilmiştir. Bu resimde mordenit kristalleri arasındaki lifleşmeler görülmektedir. Fotoğraf 4'deki beyaz çizgi boyunca yapılan Mg, Ca, Na ve K analizleri Fotoğraf 5'de verilmiştir. Fotoğraf 5'de görüldüğü gibi lifleşmelerin olduğu yerlerde Ca ve Na bulunmakta Mg ve K elementi bulunmamaktadır. Mumpton ve diğ. (1978) deki resimler ve Çizelge 1'deki kimyasal bileşimlerle yukarıda elde edilen bileşimin karşılaştırılması sonucu bu lifler mordenit lifleridir.

Fotoğraf 6 da Bigadiç üst tüf birimindeki çubuksu eriyonit ve ipliksi lifli mordenit minerallerinin ikincil elektron görüntüsü verilmiştir.

Gördes Güneşli yöresi tüflerden yüzeyden 10 metre derinlikten alınan örnekte belirlenen lifsi mordenitin ikincil elektron görüntüsü Fotoğraf 7'de, 30 metre derinlikten alınan örnekte belirlenen ipliksi lifleşmeli mordenitin ikincil elektron görüntüsü Fotoğraf 8'de verilmiştir.



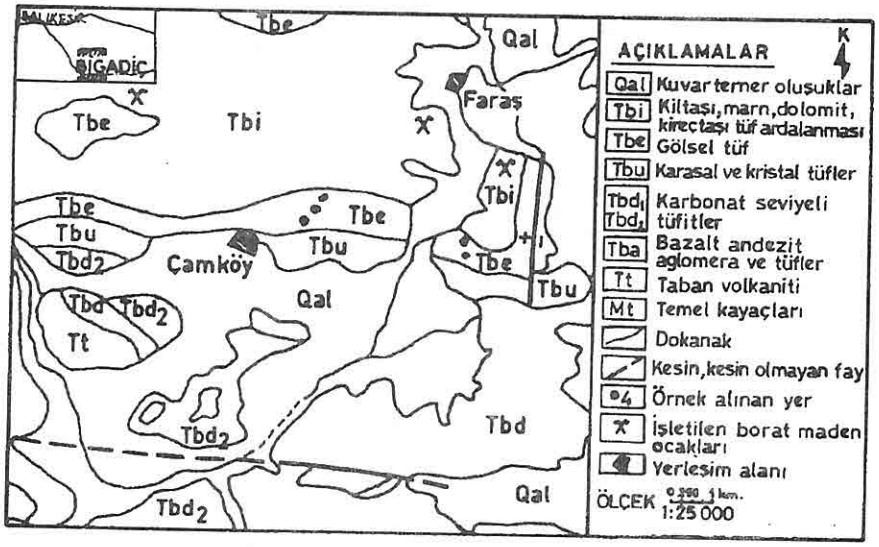
Şekil 4. Gördes-Güneşli Yöresi Litolojik İstifi (Baykal ve Uran 1988)

2. MİKROPROB ÇALIŞMALARI

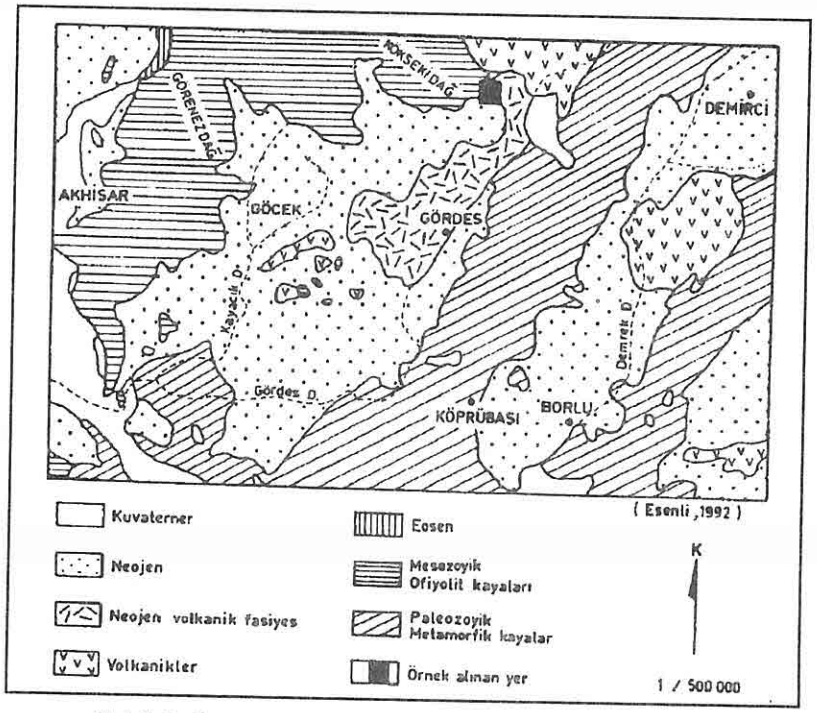
Bigadiç ve Gördes yöresi tüf birimlerinden alınan örnekler kimyasal analizler, XRD ve XRF analizleri için 100 mikronun altına kadar öğütülmüşlerdir. Kimyasal analizler atomik absorbsiyon ve XRF cihazlarıyla yapılmıştır. Çizelge 2'de mikroprob çalışmalarında kullanılan örneklerin kimyasal bileşimi verilmiştir. Aynı örneklerin XRD diyagramları Çizelge 3'de görülmektedir. X-ışını difraksiyon diyagramlarında zeolit minerali olarak klinoptilolit-hölandit belirlenebilmiştir. XRD yöntemiyle belirlenmesi mümkün olamayan ve bilişimde bulunması sözkonusu olabilecek zeolit minerallerini belirlemek amacı ile mikroprob çalışmaları yapılmıştır. Bu amaçla her iki yöreden alınan 12 adet örnek Jeol SUPERPROB 733 cihazında incelenmiştir.

Nunumeler serbest yüzey oluşturmak amacıyla 5-20 mm boyutunda kırılmış, elektrik iletkenliğini sağlamak ve X-ışını spektral analizi yapabilmek için önce karbon filmi ile (yaklaşık 100 A°) daha sonra kaliteli görüntü çekebilmek amacı ile altın ile (yaklaşık 200 A°) kaplanmışlardır.

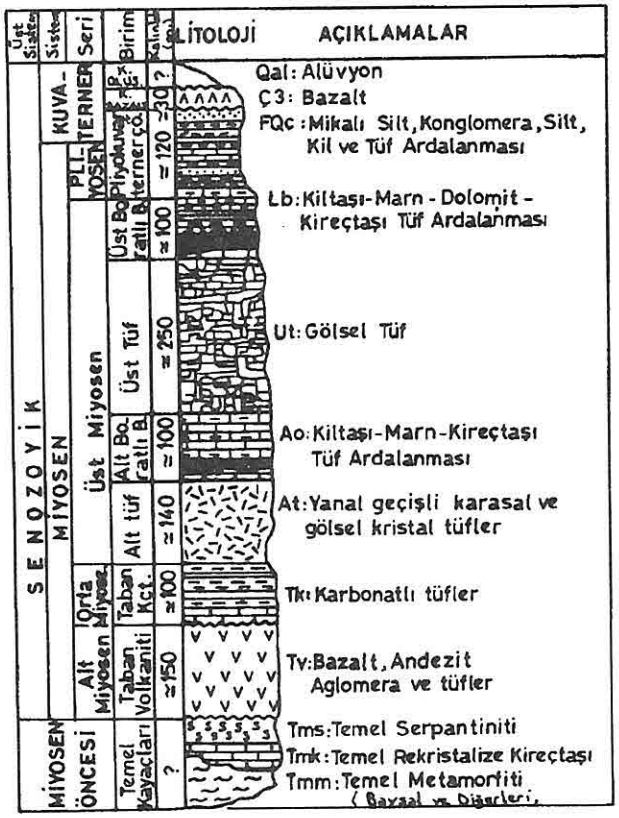
İkincil elektron ışığı ile elde edilen görüntüler, cihazın monitör ekranında incelenmiş ve fotoğrafları bir kamera yardımıyla çekilmiştir. İncelemeler sırasında istenilen bölgeler, cihazda bulunan X-ışını spektrometresi ile analiz edilmiştir. Çalışmalar sırasında yaklaşık 125 değişik fotoğraf çekilmiş olup, bunlardan ancak birkaç tanesi burada kullanılmıştır.



Şekil 2. Bigadiç Bölgesi Litolojik Haritası (Baysal ve diğ., 1985)



Şekil 3. Gördes Yöresi Litolojik Haritası (Esenli, 1992)



Şekil 1. Bigadiç Bölgesi Litolojik İstifi (Baysal ve diğ., 1985).

Baysal ve diğ. (1986) Bigadiç zeolit oluşumlarını ekonomik açıdan inceliyerek %75'in üzerinde klinoptilolit-höylandit ile analsim, smektit, opal-CT, kuvars ve feldispat minerallerinin varlığını ortaya koymuşlardır (Kumbasar ve diğ. 1993). Bigadiç yöresinde ince ve kaba taneli üst tüften alınan örneklerde yaptıkları XRD, XRF ve NMR analizleri sonucunda ince taneli tüfte % 84, kaba taneli tüfte %98 klinoptilolit'in yanında bileşimde cam, kuvars, feldispat ve opal-CT'nin bulunduğunu belirlemişlerdir. Sarıfakıoğlu ve Türkbileği (1990) Üst Miyosen yaşlı kabul ettikleri tüflerde zeolit minerali olarak klinoptilolit, hölandit, mordenit'in yanında montmorillonit, illit ve kristobalit'in bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Esenli (1992) Gördes yöresi alt ve üst tüf birimlerinde klinoptilolit-höylandit, opal-CT, kuvars ve feldispat minerallerinin bulunduğunu belirtmiş ve bu fasiyesi ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Grup	Mineral	Yapı	Formülü	En Yaygın Katyon
S4R	Philipsite	Prizmatik pseudo ortorombik	$(Ca_{0.5},Na,K)6[Al_6Si_{10}O_{32}].12H_2O$	Ca veya Na veya K
	Harmotome	**Işınsal**	$Ba_2[Al_4Si_{12}O_{32}].12\ H_2O$	Ba
	Gismondine	Pseudo oktahedral	$Ca_4[Al_8Si_8O_{32}].16H_2O$	Ca
	Garronite	**Işınsal**	$NaCa_{2.5}[Al_6Si_{10}O_{32}].14H_2O$	Ca
	Analcime	Trapezohedral	$Na_{16}[Al_{16}Si_{32}O_{96}].16H_2O$	Na
	Wairakite	Trapezohedral	$Ca_8[Al_{16}Si_{32}O_{96}].16H_2O$	Ca
	Paulingite	Rombik dodekahedral	$(K_2,Na_2,Ca,Ba)76$ $[Al_{152}Si_{525}O_{1354}].700H_2O$	K
	Laumontite	Prizmatik	$Ca_4[Al_8Si_{16}O_{49}].16H_2O$	Ca
	Yugawaralite	Tabular	$Ca_2[Al_4Si_{12}O_{32}].8H_2O$	Ca
S6R ve D6R	Chabazite	Pseudo kubik, tabular	$Ca_2[Al_4Si_8O_{24}].13H_2O$	Ca veya Na
	Gmelinite	Tabular, bipiramidal	$Na_8[Al_8Si_{16}O_{48}].24H_2O$	Na veya Ca
	Faujasite	Oktahedral	$Na_{12}Ca_{12}Mg_{11}[Al_{59}Si_{133}O_{384}]$ $.235H_2O$	Na
	Erionite	**Prizmatik, lifsi, çubuksu**	$(K_2,Ca,Mg,Na_2)4.5[Al_9Si_{27}O_{72}]$ $.27H_2O$	Ca veya Na veya K
	Offretite	Prizmatik	$(K_2,Mg,Ca,Na_2)2.5[Al_5Si_{13}O_{36}].15H_2O$	Ca veya Mg
	Levyne	Tabular	$Ca_3[Al_6Si_{12}O_{36}].18H_2O$	Ca
	Mazzite	**İğnemsi**	$K_2Mg_2Ca_{1.5}[Al_9Si_{27}O_{72}].28H_2O$	Mg
4-1	Natrolite	**Prizmatik, ışınsal**	$Na_{16}[Al_{16}Si_{24}O_{80}].16H_2O$	Na
	Tetr.Natrolite	Prizmatik, radyal		Na
	Mesolite	**Işınsal**	$Na_{16}Ca_{16}[Al_{48}Si_{72}O_{240}].64H_2O$	Na veya Ca
	Scolecite	Prizmatik **Işınsal**	$Ca_8[Al_{16}Si_{24}O_{60}].24H_2O$	Ca
	Thomsonite	Prizmatik	$Na_4Ca_8[Al_{20}Si_{20}O_{80}].24H_2O$	Ca
	Gonnardite k	**Prizmatik, lifsi**	$Na_4Ca_2[Al_8Si_{12}O_{40}].14H_2O$	Na
	Edingtonite	Prizmatik	$Ba_2[Al_4Si_6O_{20}].8H_2O$	Ba
5-1	Mordenite	**Işınsal, lifsi**	$Na_8[Al_8Si_{40}O_{96}].24H_2O$	Ca veya Na
	Dachiardite	**Lifsi**	$Na_5[Al_5Si_{19}O_{48}].12H_2O$	Ca veya Na
	Ferrierite	**Işınsal**	$Na_{1.5}Mg_2[Al_{5.5}Si_{30.5}O_{72}].18H_2O$	Mg
	Epistilbite	Prizmatik	$Ca_3[Al_6Si_{18}O_{48}].16H_2O$	Ca
4-4-1	Stellerite	Tabular	$Ca_4[Al_8Si_{28}O_{72}].28H_2O$	Ca
	Stilbite	Tabular	$Na_2Ca_4[Al_{10}Si_{26}O_{72}].34H_2O$	Ca veya Na
	Barreite	Tabular	$Na_8[Al_8Si_{28}O_{72}].26H_2O$	Na
	Brewsterite	Prizmatik, tabular	$Sr_2[Al_4Si_{12}O_{32}].10H_2O$	Sr
	Heulandite	Tabular	$Ca_4[Al_8Si_{28}O_{72}].24H_2O$	Ca
	Clinoptilolite	**Tabular, ışınsal**	$Na_6[Al_6Si_3O_{72}].24H_2O$	Na

Kaynaklar:

1. Mumpton F.A, Sand L.B., 1978. Natural Zeolites, Pergamon,
2.Tsitsishvill G.V. ve diğ., 1992, Natural Zeolites, Ellis Horwood.

Çizelge 1. Zeolitlerin Yapısal ve Kimyasal Özellikleri

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi doğada çok sayıda zeolit mineralinden 40'ı büyük miktarlarda ve oldukça saf rezervler halinde bulunmaktadır. Bunlardan endüstriyel önemi olan zeolit mineralleri: analsim, filipsit, şabazit, hölandit, lamontit, mordenit, natrolit, stilbit, eriyonit ve klinoptilolittir.

Zeolit kristalinin en küçük yapı birimi SiO_4 veya $Al0_4$ dörtyüzlüsüdür. Bunların birleşmesiyle tek ve çift halkalı yapı üniteleri ve poliederler oluşur. Bu ünitelerin üç boyutta farklı şekillerde dizilmesiyle mikro boşluklara sahip zeolit iskeleti ortaya çıkar. Yapı ünitelerinin üç boyutta değişik şekilde bağlanmaları değişik kristal yapısına sahip zeolit türlerinin oluşmasına neden olur. Çizelge 1'de farklı zeolit türlerinin bazı yapısal ve kimyasal özellikleri verilmiştir. Bu çizelgede işaret edildiği gibi, zeolit minerallerinin pek çoğu iğnemsi, ışınsal ve lifsi yapı özelliğine sahiptirler. Son yıllarda Orta Anadolu'da gözlenen mezotelyome (genellikle asbest endüstrisinde çalışan işçilerde gözlenen akciğer kanserinin tehlikeli ve nadir bir çeşidi) vakaları ile ilgili olarak yapılan incelemelerde o bölgede hiçbir asbest yatağı olmamasına rağmen bu hastalığın yaygınlaştığı saptanmıştır. Mezotelyome'li hastaların ciğer örneklerinde yapılan elektron mikroskop çalışmaları, hastalığın nedeninin iğne şekilli eriyonit cinsi zeolit kristallerine bağlı olduğunu ortaya koymuştur (Tsitsishili, 1993). Lifsi ve iğnemsi yapılı zeolitlerin mezotelyome hastalığına neden olduğunun belirlenmesi sonucu Gördes ve Bigadiç yöresi volkanik tüfleri içindeki zeolit mineralleri yapılarının saptanması amacıyla yeniden incelemeye alınmıştır. Mesozoik yaşlı ofiyolit karmaşığına ait kayaçlarla Neojen yaşlı volkanik ve volkanosedimanter kayaçların yüzlek verdiği Bigadiç bölgesinde istif Baysal ve diğ. (1985) tarafından 10 stratigrafik birime bölünmüştür (Şekil 1).

Neojen yaşlı alt boratlı birim ile üst boratlı birim arasında yer alan yaklaşık 250 m kalınlığa sahip üst tüf biriminden Çamköy kuzey doğusu, Kireçlik tepe güneyinden ince taneli tüf örneği ve kaba taneli tüf örneği olmak üzere sistematik örnekler alınmıştır (Şekil 2).

Gördes Neojen çökelleri doğuda Menderes Masifinin kristalen kayaları, kuzeyde ve kuzey batıda İzmir-Ankara zonunun ofiyolitik topluluğuna ait Mesozoik yaşlı birimlerin üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 3). Esenli (1992)'ye göre Neojen istif beş birime ayrılmıştır.

1- Alt kaba taneli birim
2- Alt ince taneli birim
3- Alt tüf birimi
4- Üst birim
5- Üst tüf birimi.

Bölgede yayılım gösteren birimlerin, numunelerin alındığı Güneşli yöresinin genel stratigrafik kesiti Şekil 4'de görülmektedir.

YERBİLİMLERİ HAZİRAN 1995 SAYI 26 ISSN 1019 - 1003
GEOSOUND JUNE NO

BİGADİÇ VE GÖRDES ZEOLİTLERİNDE BELİRLENEN LİFSİ YAPILI MİNERALLER

Uğur KÖKTÜRK ve Altan GÜMÜŞ
D.E.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye

ÖZET: *Zeolit grubu mineralleri 23 değişik yapıya sahiptirler. Bunların bir kısmı, akciğer zarında kanser yapıcı mezotelyome hastalığına neden olduğu kanıtlanmış eriyonit ve mordenit gibi lifsi, çubuksu ve iğnemsi yapılı zeolit mineralleridir. Bu nedenle Amerika'da Arizona ve Oregan'daki lifsi zeolit madenleri kapatılmıştır. Son yıllarda Orta Anadolu'da gözlenen mezotelyome'li hastaların ciğer örneklerinde yapılan elektron mikroskop çalışmalarında iğnemsi eriyonit mineraline rastlanması nedeniyle, Batı Anadolu'daki zeolit içeren oluşumlardan alınan örneklerde benzer yapılaşmalar araştırılmış ve çubuksu eriyonit ile lifsi mordenit minerallerinin varlığı ortaya konmuştur.*

FIBROUS MİNERALS DEDECTED WITHIN BİGADİÇ AND GÖRDES ZEOLITES

ABSTRACT: *Zeolite group minerals show 23 different forms. Some of these minerals are known to cause lung cancer, namely Mesothelioma illness. These are mainly needle like, fibrous erionite and mordenite zeolite minerals. Operation of such fibrous zeolite mines is therefore terminated in some party of the U.S.A. Some recent studies, carried out by SEM of the lung samples taken from the inhabitants of Central Anatolia suffering from Mesothelioma, indicated the existence of needle like erionite minerals in these samples. This research work utilising SEM technique has been undertaken for the detection and determination of erionite and mordenite minerals within the zeolites of Western Anatolia.*

Işıkkırılma indisi = $n_o = 1,629$
$n_e = 1,626$

Çiftkırılması = 0,003

2.3. Asitli Tuzlardan Oluşan Üratlar

Ürik asit üreten gıda maddelerinin çok fazla alınmasıyla (dengesiz beslenme) oluşan bu böbrek taşlarına çok sık rastlanmaktadır. Ürik asidi daha çok et, tavuk eti ve balık ürünlerinde bulunmaktadır (Bohnert, 1976).

Mikroskop altında çok ince taneli, kriptokristalin taneciklerinin oluştuğu ritmik aradalanmalı ürat grubu mineralleri optik özelliklerine göre belirlemek mümkün olmamaktadır (Foto 2).

-Ürikasit	$C_5H_4N_4O_3$
-Ürikasitdihidrat	$C_5H_4N_4O_5.H_2O$
-Sodyumhydrojenürat	$NaC_5H_4N_4O_5$
-Sodyumhydrojenürat monohidrat.	$NaC_5H_4N_4O_3.H_2O$
-Amonyumhydrojenürat	$NH_4C_5H_3N_4O_3$
-Xsontite	$C_5H_4N_4O_2$

3. KATKI BELİRTME

Çalışmanın büyük bir bölümü M.T.A. Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında yapılmış olup, bu Kurum'a ve mevcut böbrek taşlarının X-RAY incelenmelerinde yardımcı olan Dr.İsrafil Kayabalı ile Jeo.Yük.Müh.Selahattin Kaya'ya teşekkür ederiz.

4. KAYANAKLAR

Bakkaloğlu, M., Erkan, İ., Özen, H. ve Arkl., 1988. Çocuklarda üriner sistem taşlarının kristalografik analizi; Türk Üroloji Dergisi 14,2,193.

Bohnert, C., 1976. Unser Hausarzt-Gesundheit für die ganze Familie; Buch und Zeit Verlagsgeselschaft GmbH., Köln.

Fleisch, H., 1983. Pathophysiologie der Harnsteinbildung; In: Urologie in Klinik und Praxis. Edited by R.Hohenfellner, EJ Zigg. Stuttgart. Georg Thieme Verlag., Vol 2, Chapt 7, 774.

Krischner, H., 1974. Einführung in die Röntgenfeinstruckturanalyse; Friedr. Verwieg und Sohn Verl. GmbH., 170 s.

Tokuçoğlu, H., Kaya K., Erda, M., Unan, C., Altan, N. ve Bozkırlı, İ., 1989. Üriner sistem taşlarının biyokimyasal ve optik kristalografi yöntemleri ile analizi; G.Ü.Tıp Fak.Derg., C.V, S.2, 335-340.

Tröger, W.E., 1969. Optische Bestimmung der gesteinbildenden Minerale Teil 2; E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

WHEWELLİT ($Ca(C_2O_4).H_2O$)

Şarap sarısı renginde, bazen renksiz olabilen whewellit bir kalsiyum oksalat monohidrat mineralidir. İncelenen böbrek taşları içerisinde en sık rastlanan mineraldir. Mikroskop altında öz, yarıöz şekilli, bazen ışınsal yapıda, iğne kümeleri şeklinde olup, genellikle öz şekilli monoklin kristal sisteminde bulunmaktadır. (Foto 2). Optik çift eksenli, pozitif optik eksenlerine sahip whewellitlerin 2V açıları 90°ye çok yakındır. Işık kırılma indisleri, immersiyon yağ ortamına gömülerek aşağıdaki değerler ölçülmüştür.

$$n_x = 1{,}488 - 1{,}491$$
$$n_y = 1{,}551 - 1{,}555$$
$$n_z = 1{,}645$$

Çiftkırılması $= 0{,}157 - 0{,}164$

Whewellit mineralinin en önemli özelliklerinden biri de UV-lambasının ışığı altında açık mavi ışık yansıtmasıdır. Bu özellikle, whewelliti diğer minerallerden kolayca ayırtetmek mümkündür.

Bir başka analiz yöntemi ise, X-RAY difraktometredir (toz diyagram). Bu en sağlıklı ve güvenilir bir yöntem olup, whewellitin X-RAY analizi ile elde edilen diyagramı ve dA°- değerleri Şekil 2a' da sunulmaktadır.

WEDDELLİT ($C_2CaO_4.2H_2O$)

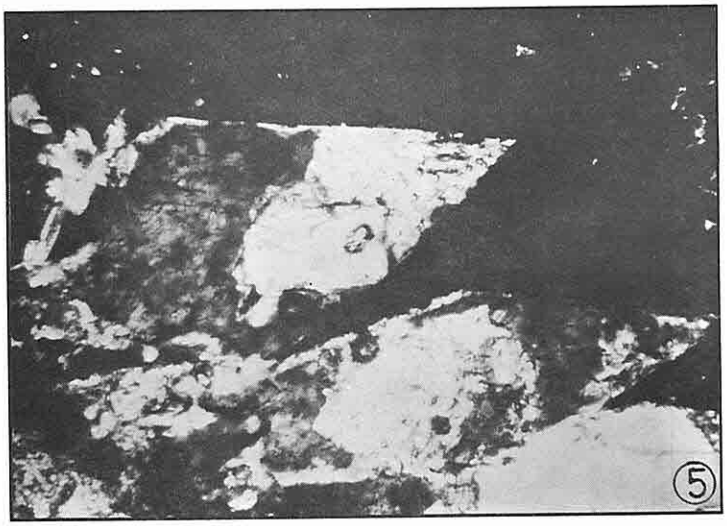
Weddellit saf olarak bir kalsiyum oksalat dihidrattır. İçerisinde eser miktarlarda demir, magnezyum, stransyum ve baryum bulunmaktadır. Bu mineralin mikroskop altındaki optik özellikleri aynen whewellite benzemektedir. Bu nedenle weddelitler sadece X-RAY analizlerindeki dA°-değerleri ile biribirlerinden ayırt edilmektedir (Şekil 2 a, b, c ve d).

2.2. Fosfatlı Böbrek Taşları

Whitlockit, struvit ve bruskit gibi fosfatlı böbrek taşları genellikle idrarın alkali özelliğinde olması durumunda oluşurlar (Bohnert, 1976). Ayrıca kişinin aldığı çok fazla miktardaki alkali karekterli ilaçlar ve dengesiz beslenme bu ortamı hazırlayan bazı etkenlerdendir.

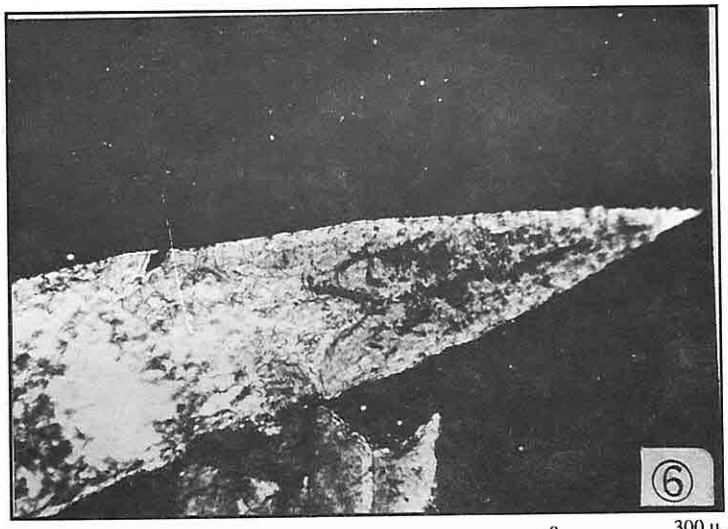
WHİTLOCKİT ($(Ca,Mg)_3(PO_4)_2$

Kalsiyum, magnesyum fosfat olan whitlockit minerali heksagonal kristal sisteminde olup, mikroskop altında optik tek eksenli negatif optik özelliğine sahiptir. Bu minerali belirleyen en önemli özellik, ışıkkırılma indislerinin oldukça yüksek, çiftkırılmalarının ise buna karşın çok düşük olmasıdır.



0 300 μ

Foto 5. Öz şekilli whewellit+weddellit kiristallerinin mikropkopik görünümü. İncekesit No.3, + N



0 300 μ

Foto 6. Kama şeklinde kiristalleşmiş whewellitin mikroskopik görünümü. İncekesit No.3, + N

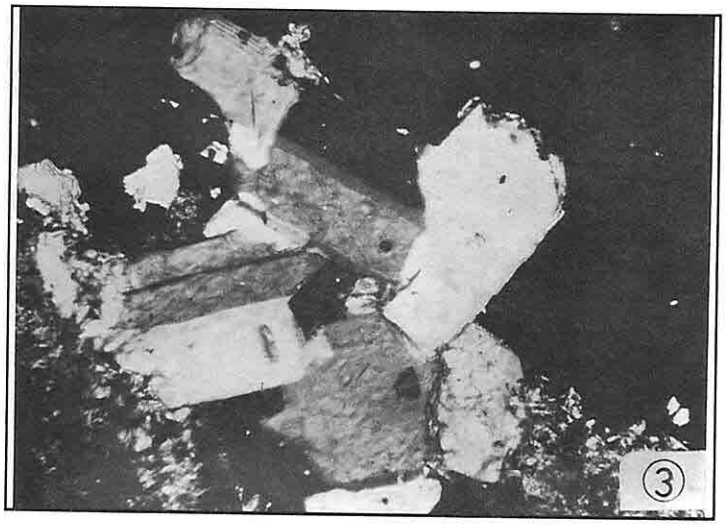


Foto 3. Alkali feldspatlarda sıkca görülen "Kralsbad İkizlenmeli" whewellit+weddellit kiristallerinin mikroskopik görünümü. İncekesit No.2, + N

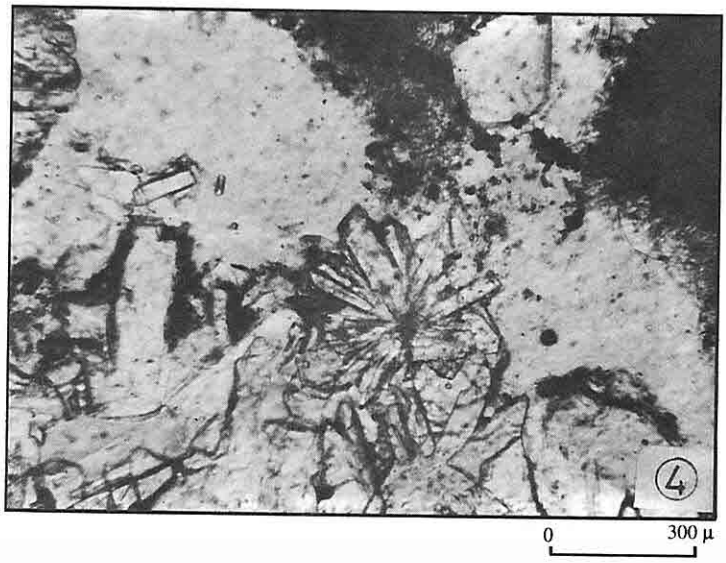


Foto 4. İğnemsi ve Işınsal yapılarda oluşan whewellit ve weddellit kristallerinin mikroskopik görünümü. İncekesit N.2, // N

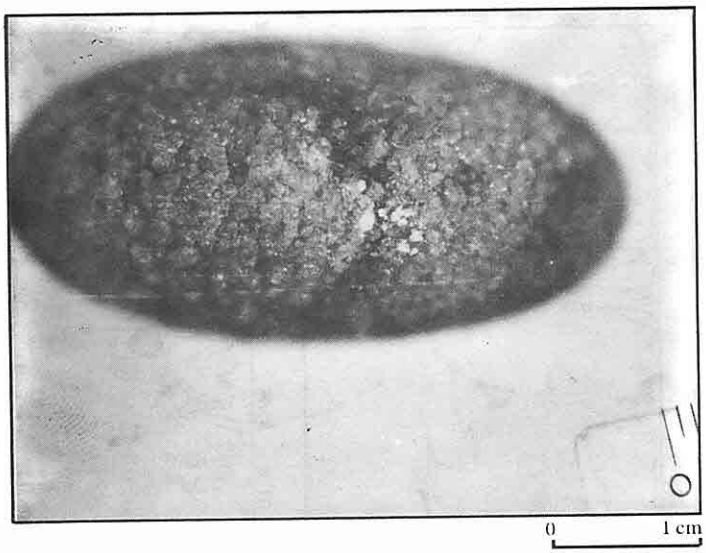


Foto 1. Mesanede büyüyen, daha sonra ameliyatla alınan ürat, fosfat grubu minerallerle çok az whewellit içeren böbrek taşı.

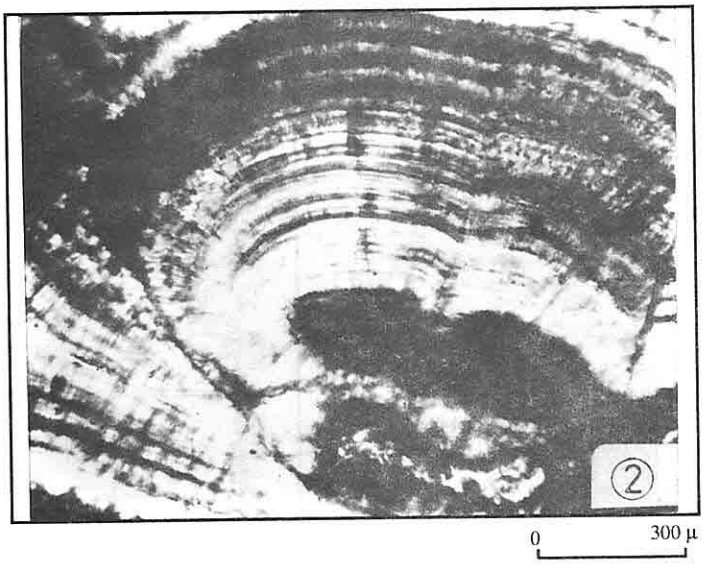
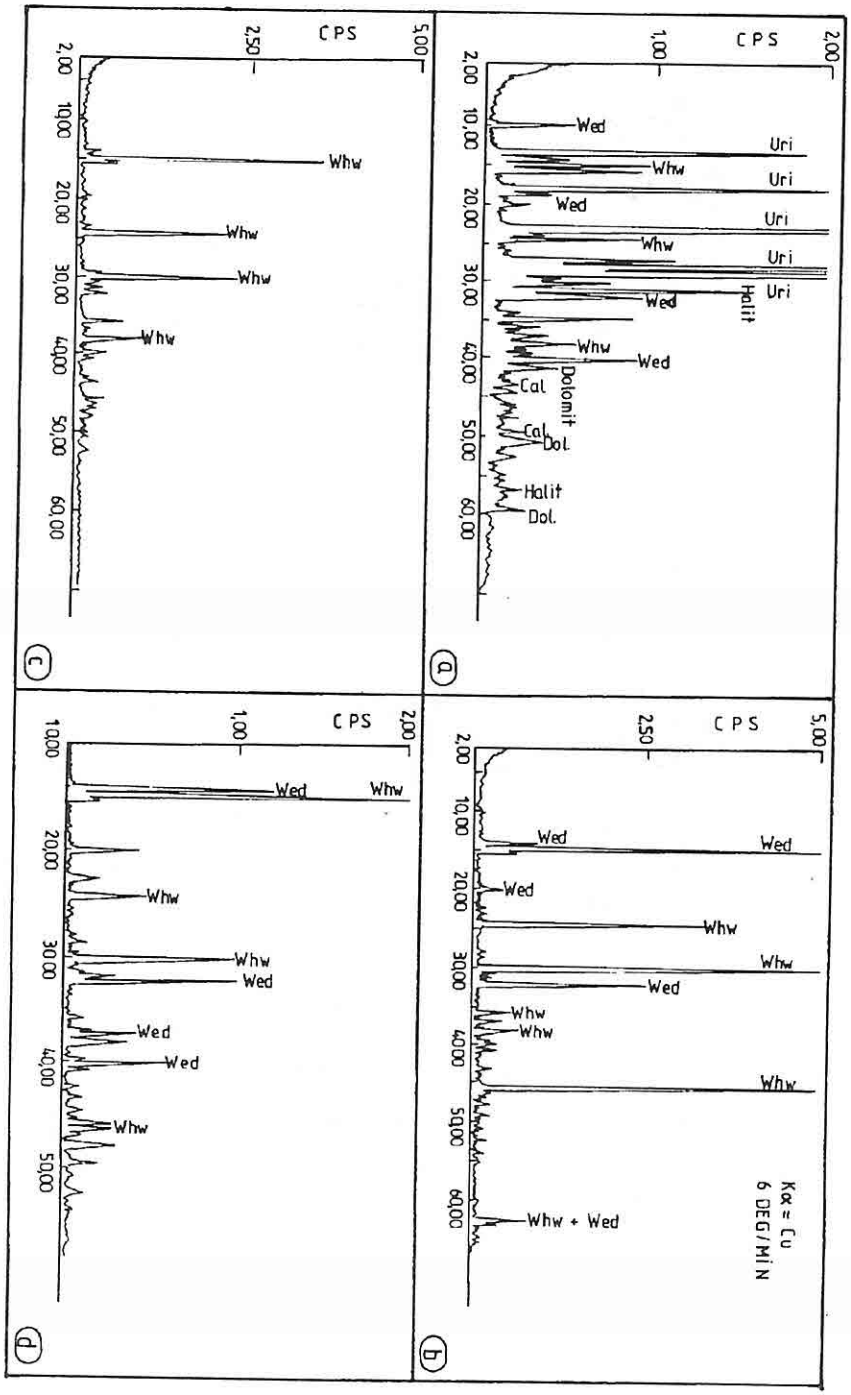


Foto 2. Mikrokristalli ürat grubu minerallerin oluşturduğu ritmik ardalanmalı böbrek taşının mikroskopik görünümü. İncekesit N.1,+N, Ölçek= Görüş alanı yaklaşık 1 mm.



Şekil 2. Çeşitli böbrek taşlarına ait X - Ray difraktometre ile elde edilen minerallerin dA° - değerleri. Whw = whwellit, Wed = weddellit, Uri = urikasit grubu mineraller, Dol= dolomit, Cal= kalsit.