

## BULK AND CLAY MINERALOGY OF SURFICIAL MARINE SEDIMENTS OF THE GULF OF İSKENDERUN, EASTERN MEDITERRANEAN

### İSKENDERUN KÖRFEZİ (DOĞU AKDENİZ) YÜZEYSEL DENİZ SEDİMANLARININ TÜMKAYAÇ VE KİL MİNERALOGİSİ

Hüseyin YALÇIN  
Mustafa ERGİN  
Mustafa ERYILMAZ  
Fulya YÜCESOY-ERYILMAZ

Cumhuriyet Univ. Geological Eng. Department, Sivas, Turkey  
Ankara Univ., Geological Eng. Department, Ankara, Turkey  
Mersin Univ., Silifke Vocational School, Mersin, Turkey  
Mersin Univ., Environmental Eng. Department, Mersin, Turkey

**ABSTRACT** : The Gulf of İskenderun is filled with a variety of weathering products from the surrounding ultramafic, meta-sedimentary and volcanic rocks to the north and east of the Gulf. The marine sediments consist of mostly calcareous clay and clayey-calcareous mud. They contain calcite, aragonite, dolomite, quartz, feldspar and clay minerals. The clay fractions are dominated by an assemblage of smectite-illite-chlorite-serpentine. Smectite-illite mixed layer clays show 15-35% illite layers. Mixed-layered smectite-chlorite and palygorskite associations are also found in some samples. Of these minerals, the carbonates are mostly of benthogenic origin, palygorskite may have been produced by diagenesis and/or wind-transport from the surrounding land masses. Other minerals can be ascribed to detrital sources.

**Key words** : İskenderun Körfezi, marine sediments, whole-rock, clay, mineralogy

**ÖZ** : İskenderun Körfezi, körfezi çevreleyen kuzey ve doğusundaki ultramafik, meta-sedimanter ve volkanik kayaların yüzeysel bozunma ürünleri ile beslenmektedir. Denizel sedimanlar çoğunlukla karbonatlı kil ve killi-karbonatlı çamurlardan oluşmaktadır. Bunlar kalsit, aragonit, dolomit, kuvars, feldspat ve kil mineralleri içermektedir. Kil fraksiyonlarında smektit-illit-klorit-serpantin birlikteliği egemendir. Karışık katmanlı smektit-illitler %15-35 illit katmanına sahiptir. Bazı örneklerde karışık-katmanlı smektit-klorit ve palygorskit beraberliği de bulunmaktadır. Bu minerallerden karbonatlar çoğunlukla bentojeniktir. Palygorskit olasılıkla diyajenetik ve/veya çevredeki karalardan rüzgar ile taşınan ürünleri temsil etmektedir. Diğer minerallerin ise detritik kaynaklar ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler** : İskenderun Körfezi, denizel sedimanlar, tümkayaç, kil, mineraloji

#### INTRODUCTION

The Gulf of İskenderun is located in the easternmost part of the Mediterranean Sea, in the southeast of Turkey (Fig. 1). The Gulf of İskenderun is a rectangular (60x35 km) and symmetrical basin with a water depth of up to 190 m. The Ceyhan and other southeasterly small rivers, have formed which is a broad coastal plain in the north-northwest and a narrow plain in the southeast, usually flanked by high mountains (Bal and Demirkol, 1987), are the main suppliers of detrital sediments into the gulf. Open-sea water enters the gulf from both the northwest and the southwest

depending on the prevailing atmospheric conditions, and thus the surface circulation currents can form both clockwise and anticlockwise patterns (Iyiduvar, 1986). Local winds from the north and northeast result in a homogenous vertical structure in the water column in winter (Iyiduvar, 1986).

The geological development of the Gulf of İskenderun is related to Neogene convergence and both East Anatolian and Dead Sea strike-slip faults (e.g., Şengör et al., 1985; Kelling et al., 1987). The outcropping rock units with different lithology and ages in the coastal hinterland of the gulf range from coarse grained

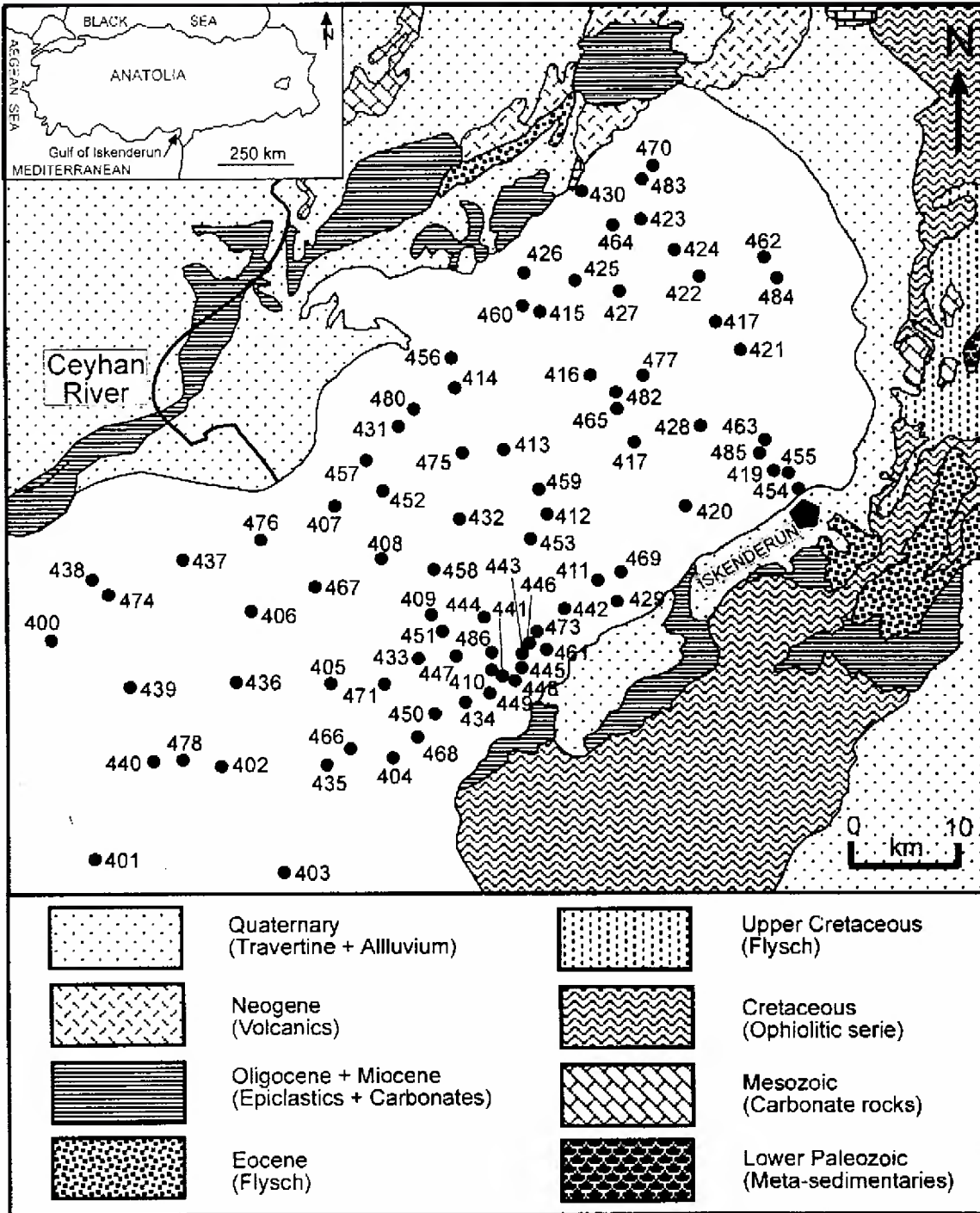


Fig. 1. Simplified geology of the surrounding land (after Tolun and Pamir, 1975) showing sampling locations of the Gulf of Iskenderun.

Şekil 1. İskenderun Körfezi çevresinin basitleştirilmiş jeolojisi (Tolun and Pamir, 1975) ve örnek yerleri.

reworked sediments to very low-grade metamorphic rocks and ophiolitic series (Aslaner, 1973; Tolun and Pamir, 1975).

During the past decades, several investigations on the world oceans as well as the eastern Mediterranean Sea (e.g., Biscaye,

1965; Chamley, 1971; Chamley et al., 1977; Venkatarathnam and Ryan, 1971; Kapur et al., 1989; Saager et al., 1993; Gutierrez-Mas et al., 1997; Ergin et al., 1996 and 1998) have shown that marine sediments provide a natural record of varying detrital fluxes and also diagenetic

history. In this study, we present both bulk and clay mineralogy data for marine sediments from the Gulf of Iskenderun and discuss the results in terms of source-area weathering, provenance and depositional conditions.

### MATERIAL AND METHODS

Eighty-eight surficial sediment samples from the uppermost 5 cm of the sea floor were taken during the 1988-1991 cruises of R/V Bilim in the Gulf of Iskenderun, using a Dietz Lafonde grab.

The bulk samples and clay fractions were examined using a Rigaku DMAX IIIc model X-ray diffractometer with Ni-filtered  $\text{CuK}\alpha$  radiation, and a graphite monochromator. The bulk mineralogical analysis of each sample was made on an unoriented powder preparation. Semi-quantitative amounts of the different minerals in the sample were calculated using the method of Brindley (1980).

The  $< 2 \mu\text{m}$  fraction was obtained from each sediment sample by decantation and centrifugation after careful dispersal in distilled water. The samples were treated with 1N HCl to remove the carbonate minerals. The clay minerals of the  $< 2 \mu\text{m}$  fractions were determined on oriented preparations on a glass slide, in a 25 °C normal state, after saturation with ethylene glycol for 12 hours and heating at 490 °C for 4 hours. The semi-quantities abundances of clay minerals were calculated from the mineral intensity factors measured by Biscaye (1965) and Sirocko and Lange (1991).

### MINERALOGY

The main mineral components of the sediments can be divided into three groups: carbonates, clays and other silicates (quartz and feldspar). Of these, quartz and feldspar types of silicates correspond to silt-size materials. The analysed samples were grouped according to the classification of Vatan (1967) for calcareous and mud-bearing sediments (Fig. 2). The sediments are named as calcareous clay/clayey carbonate, calcareous mud and calcareous-bearing clay.

The sediments contain calcite (12-28 %), aragonite (8-35 %), dolomite (4-12 %), quartz (4-17 %), feldspar (4-27 %), clay minerals (35-72 %) and traces of halite. The feldspars consist of plagioclase and less often K-feldspar. Calcite, quartz and clay minerals were present in all samples, but aragonite and dolomite were observed only in some samples. In addition, Mg-calcite and aragonite were found in both cement and Pelecypoda shells.

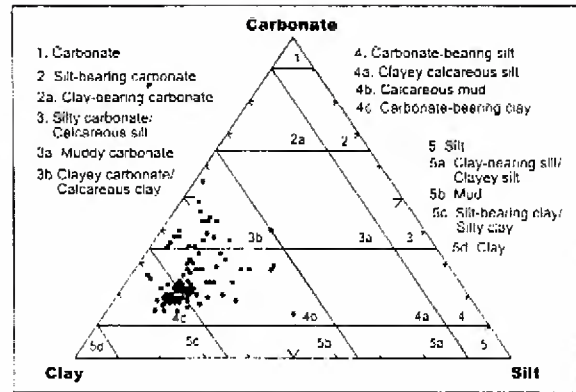


Fig. 2. Nomenclature of marine sediments based on grain size components from Gulf of Iskenderun, using line scheme of Vatan (1967).

Şekil 2. İskenderun Körfezi deniz sedimanlarının tane boyuna göre Vatan (1967) adlandırılması.

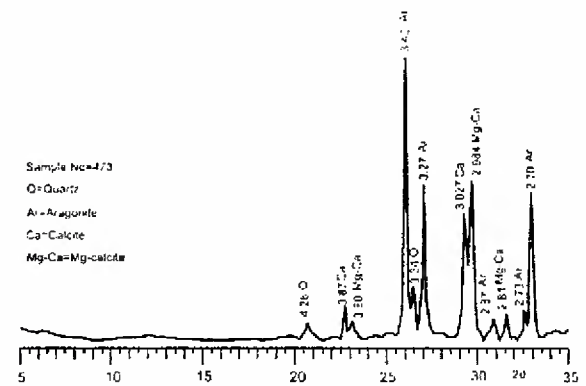


Fig. 3. X-ray diffractogram of minerals of the mollusk shells.

Şekil 3. Mollusk kavrıklarını oluşturan minerallerin X-ışını difraktogramı.

White coloured nodules (2-3 mm), observed in some samples, consisted of Mg-calcite and aragonite. The  $d(104)$  reflection of calcite minerals varies from 2.984 to 3.027 Å (Fig. 3) which corresponds to approximately 18 and 3 mol %  $\text{MgCO}_3$  content based on the diagram of Goldsmith and Graf (1958). Rhombohedral calcite present in the  $\text{CaCO}_3$  structure (Chave, 1954) is divided into low-Mg calcite ( $< 4$  mol %  $\text{MgCO}_3$ ) and high-Mg calcite (4-30 mol %  $\text{MgCO}_3$ ). The latter was further subdivided into intermediate-Mg calcite with 4-12 mol %  $\text{MgCO}_3$  and high-Mg calcite sensu stricto with 12-28 mol %  $\text{MgCO}_3$  (Milliman, 1974). According to these divisions, the studied mollusk shells were made of low-Mg calcite and high-Mg calcite.

The distribution of sediment-forming minerals in the gulf is given in Fig. 4. Calcite is concentrated in two areas in the southwest and

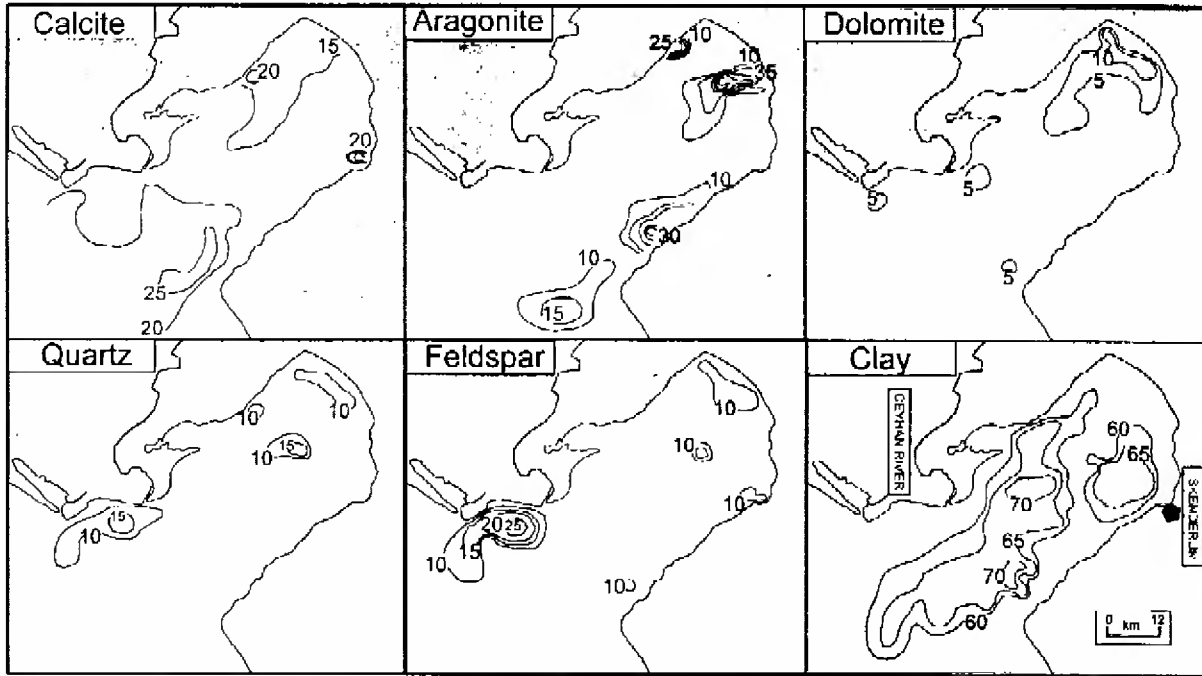


Fig 4. The distribution of the minerals in Gulf of İskenderun sediments.  
Şekil 4. İskenderun Körfezi sedimanlarındaki minerallerin dağılımı.

the northeast of the gulf. Aragonite showed enrichment offshore in a northeast-southwest direction, which represents a lack of continental sediment transportation and an environment with high salinity. Dolomite was only observed at the northeast edge of the gulf. Quartz and feldspar concentrations exhibited many similarities in terms of their distributions, and their averages are increased near the Ceyhan River which brings siliciclastic materials to the gulf.

The clay fractions is composed of smectite (5-24 %) illite (18-55 %), chlorite (12-25 %), serpentine (13-46 %), palygorskite (15-28 %) and mixed-layers of smectite-chlorite/S-C (5-18 %). Palygorskite and S-C were present in a few samples. The most important association was smectite + illite + chlorite + serpentine (Fig. 5). After glycol treatment, the XRD patterns revealed basal spacings of 15.82-16.60 (001), 8.70-8.80 (002), 5.53-5.56 (003), and 3.44-3.46 Å (005), for the smectite-group minerals which do not show an integral series (Hoffman and Hower, 1979). Disordered smectites with a broad 16-17 Å peak contained about 15-35 % illite layers based on the method of Reynolds (1980). Illite crystallinity degree values were measured as averaging 0.35  $\Delta^{\circ}2\theta$  which commonly represents the muscovite of anchizone field (Kübler, 1984).

The patterns of distribution of various clay minerals show some differences (Fig. 6). Illite, chlorite and smectite have almost the same distribution and extended towards the open sea. Serpentine is present from the northeastern to the southeastern border where serpentinite-bearing ophiolitic rocks are exposed. Palygorskite is present only in the southern part adjacent to the open Mediterranean Sea and S-C was concentrated randomly in different locations in the gulf.

#### DISCUSSIONS AND CONCLUSION

Carbonate, quartz, feldspar, and clay minerals were identified in the recent marine sediments of the Gulf of İskenderun. The distribution and amount of minerals in each sediment sample is related to different source materials cropping out in the hinterland of the gulf as well as directions transportation.

Most minerals in the marine sediments are almost exclusively detrital constituents and have been derived from the land. However, some minerals, especially clays, have been demonstrated to be diagenetic or syndimentary in origin (e.g., Tsirambides, 1986; Yalçın and Bozkaya, 1995a).

Calcite, Mg-calcite and aragonite were the main components of fossil tests and benthogenic in origin (Yalçın and Bozkaya, 1995b; Yalçın and Taner, 1998).

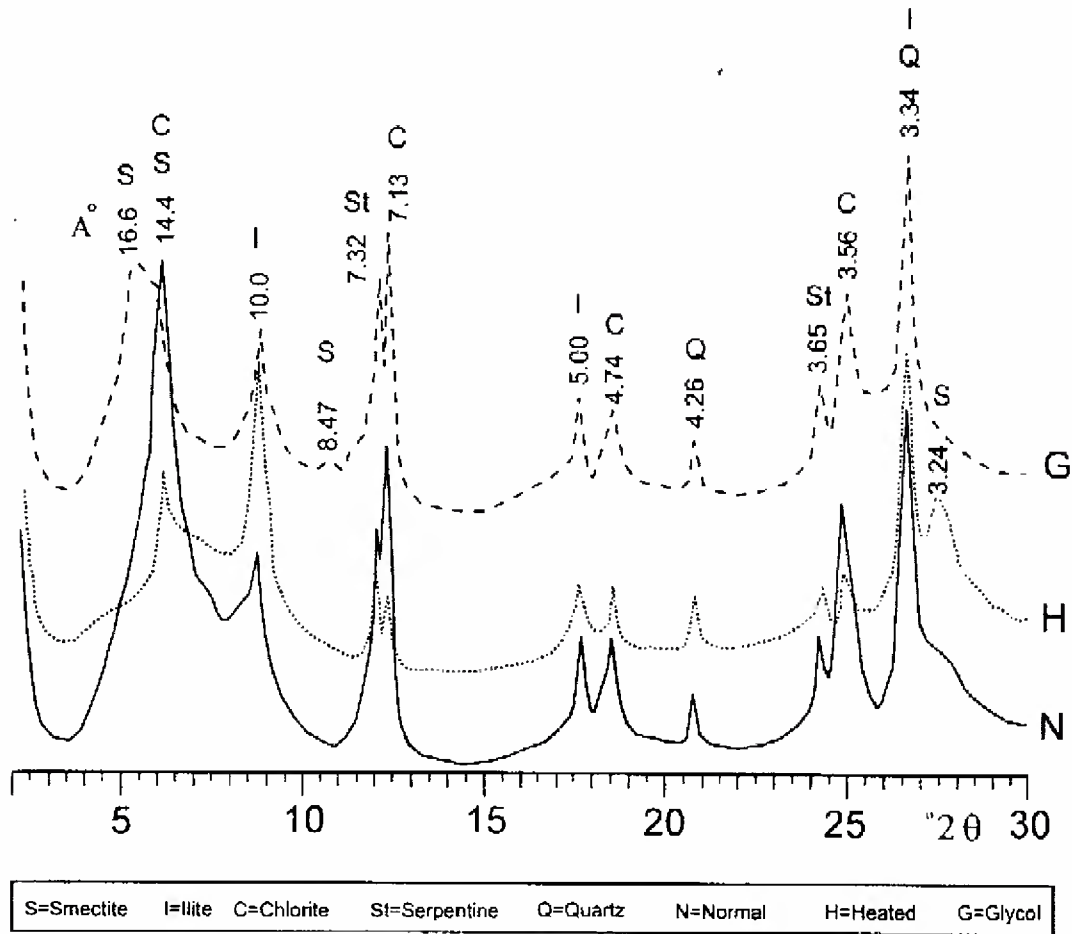


Fig. 5. X-ray diffractogram of representative clay fraction from Gulf of İskenderun.  
 Şekil 5. İskenderun Körfezi sedimanlarının kil fraksiyonu X-ışını difraktogramı.

The quartz and feldspar are detrital in origin and their percentages increased in proportion to their grain size. The majority of these minerals originated from Tertiary clastic and volcanic rocks of the Tauride belt, which were located at the northwest of the gulf in line drainage basin of the Ceyhan.

The clay minerals in the north and northeast of the gulf consisted of illite, chlorite, smectite, serpentine, and mixed-layer S-C as well as palygorskite in small quantities and indicated mainly metamorphic, ophiolitic suite and volcanic source rocks, respectively.

Illite and chlorite are the main components of the very low-grade meta-sedimentary rocks from meta-clastite to slate (Frey, 1987) in the Taurus belt (Yalçın and Bozkaya, 1997; Bozkaya and Yalçın, 1997) in lower Paleozoic meta-sedimentary rocks and their reworked products such as Eocene and Cretaceous epiclastics.

The average percentage of expandable layers in the mixed layer illite-smectite (I-S) appeared to be a clue to the origin of this mineral (Eslinger and Savin, 1976; Tsirambides, 1986). According to these authors, I-S with a relatively broad (001) peak is largely detrital in origin, while samples that contain I-S with a relatively sharp (001) peak are largely authigenic in origin. The parent material of the detrital smectite, I-S and S-C is assumed to be volcanic. Of these minerals, smectite probably formed in situ from the alteration of volcanic glass (Gündoğdu et al., 1996), but the mixed-layers probably formed from the alteration of mafic minerals in line source area.

A genetic relationship existed between the serpentine and palygorskite found in the basins surrounding the altered ultramafic rocks of the ophiolitic successions (Yalçın and Bozkaya, 1995b). It appears often to be a primary mineral by direct precipitation from

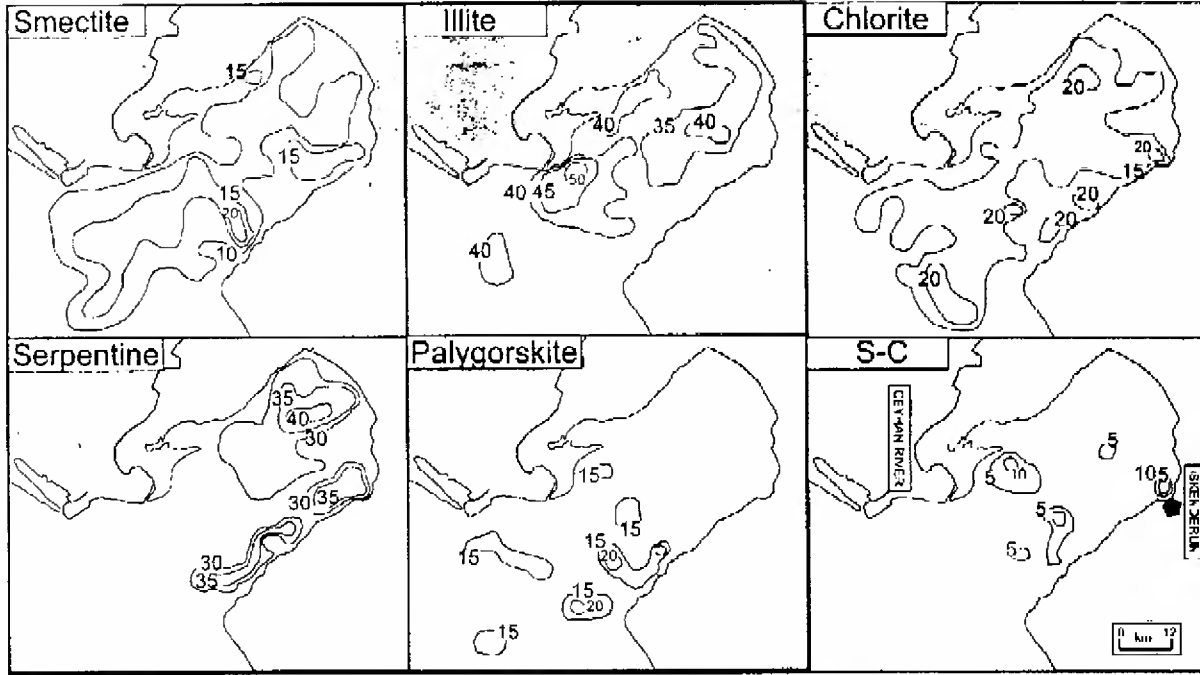


Fig 6. The distribution of the clay-fraction minerals in the Gulf of Iskenderun sediments.

Şekil 6. İskenderun Körfezi sedimanlarındaki kil fraksiyonu minerallerinin dağılımı.

solution in various environments (Millot, 1970), and/or wind-transport from the surrounding land masses as in the gulf of Iskenderun. Palygorskite has been frequently recorded in deep marine sediments as an authigenic mineral (Couture, 1977; Church and Velde, 1979; Pletsch et al., 1996) and also detrital mineral (Sirocko and Lange, 1991; Pletsch et al., 1996; Lopez-Galindo et al., 1996).

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank the crews of the R/V Bilim for their assistance in the collection of sediment samples. We are also grateful to Gülşen Gümüşer, Fatma Yalçın and Ümit Şengül for their help during laboratory works.

#### REFERENCES

- Aslaner, M., 1973. Geology and petrography of the ophiolites in the Iskenderun-Kırkhan region. Publication of Mineral Research and Exploration Institute, Ankara, 50, 71 pp.
- Bal, Y. and Demirkol, C., 1987. Coastline changes in Eastern Mediterranean Turkey. Earth Science Review of Istanbul University, 6, 69-92.
- Biscaye, P. E., 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deepsea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. Geological Society of American Bulletin, 76, 803-832.
- Bozkaya, Ö. and Yalçın, H., 1997. Mineralogy and petrography of Upper Paleozoic-Lower Mesozoic diagenetic-very low grade metamorphic rocks from Bolkardağı Unit (Central Taurus, Bozkır-Konya). Bulletin of Earth Sciences Application and Research Centre of Hacettepe University, Beytepe-Ankara, Turkey, 19, 17-40, (in Turkish, with English abstract).
- Brindley, G. W., 1980. Quantitative x-ray mineral analysis of clays. In: Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification, G. W. Brindley and G. Brown, editors, Mineralogical Society, London, pp. 411-438.
- Chamley, H., 1971. Recherches sur la sédimentation argileuse en Méditerranée. Sciences Géologiques Strasbourg Mémoires, 35, 225 pp.
- Chamley, H., Diester-Haass, L. and Lange, H., 1977. Terrigenous material in East Atlantic sediment cores as an indicator of northwestern African climates. Meteor Forchs-Ergebn, Reihe C, 26, 44-59.

- Chave, K. E., 1954. Aspects of the biochemistry of magnesium 1. Calcareous and marine organisms. *Journal of Geology*, 62, 266-283.
- Church, T. M. and Velde, B., 1979. Geochemistry and origin of a deep-sea Pacific palygorskite deposit. *Chemical Geology*, 25, 31-39.
- Couture, R. A., 1977. Composition and origin of palygorskite-rich and montmorillonite-rich zeolite-containing sediments from the Pacific Ocean. *Chemical Geology*, 19, 113-130.
- Ergin, M., Kazan, B. and Ediger, V., 1996. Source and depositional controls on heavy metal distribution in marine sediments of the Gulf of Iskenderun, Eastern Mediterranean. *Marine Geology*, 133, 223-239.
- Ergin, M., Kazan, B., Eryılmaz, F. Y., Eryılmaz, M. and Okyar, M., 1998. Hydrographic, deltaic and benthogenic controls of sediment dispersal in the Gulf of Iskenderun, SE-Turkey (E. Mediterranean). *Eustuarine, Coastal and Shelf Science*, 46 (in press).
- Frey, M., 1987. *Low Temperature Metamorphism*. M. Frey, editor, Blackie & Son, Glasgow, 351 pp.
- Goldsmith, J.R. and Graf, D.L., 1958. Relation between lattice constants and composition of the Ca-Mg carbonates. *American Mineralogist*, 43, 84-101.
- Gutierrez-Mas, J. M., Lopez-Galindo, A. and Lopez-Aguayo, F., 1997. Clay minerals in recent sediments of the continental shelf and the Bay of Cadiz (SW Spain). *Clay Minerals*, 32, 507-515.
- Gündoğdu, M. N., Yalçın, H., Temel, A. and Clauer, N., 1996. Geological, mineralogical and geochemical characteristics of zeolite deposits associated with borates in the Bigadiç, Emet and Kirka Neogene lacustrine basins, Western Turkey. *Mineralium Deposita*, 31, 492-513.
- Hoffman, J., and Hower, J., 1979. Clay mineral assemblages as low grade metamorphic geothermometers: Application to the thrust faulted disturbed belt of Montana, USA. In: *Aspects of Diagenesis*, P. A. Scholle and P. R. Schluger, editors, Society of Economic Paleontologists Mineralogists Special Publication, 26, 55-79.
- Iyiduvar, Ö., 1986. Hydrographic characteristics of Iskenderun Bay. Thesis, Institute of Marine Science, Middle East Technical University, Erdemli, İçel, 157 pp.
- Kapur, S., Gökçen, S. L., Saydam, C., Şenol, M., Şenol, S. and Karaman, C., 1989. The clay mineralogy and geochemistry of the recent surface sediments of Iskenderun Bay as indicators of terrestrial provenance. *Z. Geomorphology N.F.*, 73, 167-180.
- Kelling, G., Gökçen, S. L., Floyd, P. A. and Gökçen, N., 1987. Neogene tectonics and plate convergence in the eastern Mediterranean: New data from southern Turkey. *Geology*, 15, 425-429.
- Kübler, B., 1984. Les indicateurs des transformations physiques et chimiques dans la diagenèse, température et calorimétrie. In: *Thermométrie et barométrie géologiques*, M. Lagache, editor, Société Française Minéralogie Cristallographie, Paris, pp. 489-596.
- Lopez-Galindo, A., Ben Aboud, A., Ferroll Hach-Ali, P. and Casas Ruiz, J., 1996. Mineralogical and geochemical characterization of palygorskite from Gabasa (NE Spain). Evidence of a detrital precursor. *Clay Minerals*, 31, 33-44.
- Milliman, J. D., 1974. *Marine Carbonates. Part I Recent Sedimentary Carbonates*. Springer-Verlag, Berlin, 375 pp.
- Millot, G., 1970. *Geology of Clays*. Springer, Berlin, 429 pp.
- Pletsch, T., Daoudi, L., Chamley, H., Deconinck, J. F. and Charroud, M., 1996. Palaeogeographic controls on palygorskite occurrence in Mid-Cretaceous sediments of Morocco and adjacent basins. *Clay Minerals*, 31, 403-416.
- Reynolds, R. C., 1980. Interstratified clay minerals. In: *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification*, G. W. Brindley and G. Brown, editors, Mineralogical Society, London, pp. 249-303.
- Saager, P. M., Schijf, J. and De Baar, H. J. W., 1993. Trace-metal distributions in seawater and anoxic brines in the eastern Mediterranean Sea. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 57, 1419-1432.
- Sirocko, F. and Lange, H., 1991. Clay-mineral accumulation in the Arabian Sea during the late Quaternary. *Marine Geology*, 97, 105-119.
- Şengör, A. M. C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escapes: Turkey as a case study.

- Society of Economic Paleontologists Mineralogists Special Publication, 37, 227-264.
- Tolun, N. and Pamir, H.N., 1975. Explanatory text of the geological map of Turkey:Hatay Sheet, 1/500.000 scale. Publication of Mineral Research and Exploration Institute, Ankara, 99 pp.
- Tsirambides, A. E., 1986. Detrital and authigenic minerals in sediments from the western part of the Indian Ocean. *Mineralogical Magazine*, 50, 69-74.
- Vatan, J. M., 1967. *Manuel de Sédimentologie*. Technip, Paris, 397 pp.
- Venkatararhnam, K. and Ryan, W.B.F., 1971. Dispersal patterns of clay minerals in the sediments of the Eastern Mediterranean Sea. *Marine Geology*, 11, 261-282.
- Yalçin, H. and Bozkaya, Ö., 1995a. Sepiolite-palygorskite from the Hekimhan region (Turkey). *Clays and Clay Minerals*, 43, 705-717.
- Yalçin, H. and Bozkaya, Ö., 1995b. Mineralogy and biogeochemistry of the Quaternary sequence in the Gulf of Izmit (Hersek Burnu-Kaba Burun). In : *Quaternary Sequence in the Gulf of Izmit*, E. Meriç, editor), pp. 45-60.
- Yalçin, H. and Bozkaya, Ö., 1997. Burial and thrust-related very low-grade metamorphism in the upper Paleozoic meta-sedimentary rocks at the Kangal-Alacahan area, Sivas, Turkey. *Geological Bulletin of Turkey*, 40, 1-16.
- Yalçin, H. and Taner, G., 1998. Mineralogic, geochemical and paleontologic relations in the mollusc shells of the submarine sediments from Izmit Gulf, Sea of Marmara, Turkey. *Bulletin of Applied Earth Sciences of Kocaeli University*, 1, 39-50.



## ALTINHISAR (NİĞDE) OVASININ HİDROJEOLOJİSİ

### HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF THE ALTINHISAR (NİĞDE) PLAIN

Ahmet GÜZEL  
M. Tahir NALBANTÇILAR  
İbrahim YİĞİTBAŞI

Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, MANİSA  
Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fak., KONYA  
DSİ IV. Bölge Müdürlüğü, KONYA

**ÖZ :** Bu çalışmada, Altınhisar Ovası akiferi, yeraltı sularının kalitesi, bütçesi ve potansiyelini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu çerçevede hidrojeolojik haritalama yapılmıştır. Ayrıca Ovası temsil edecek şekilde seçilmiş sondaj kuyuları ile Pınarbaşı Kaynağından alınan yeraltı suyu örneklerinde su kimyası analizleri yapılmıştır. İnceleme yapılan sahada volkanik kayalar egemen durumdadır. Ova kesiminde ise alüvyon yaygın olarak izlenir.

Altınhisar Ovasının akifer karakteristiklerinin belirlenmesinde Cooper-Jacob yönteminden yararlanılmıştır. Buna göre iletkenlik 70.56-9776.16 m<sup>2</sup>/gün arasında belirlenmiştir. Pınarbaşı Kaynağı, 285 lt/sn'lik ortalama debiye sahip olup, yıllık 8.9x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> su boşaltmaktadır. Yeraltı suyu bütçesi bakımından yıllık 9.82x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>lük bir rezerv değişimi mevcuttur. Kuyulardan ve kaynaktan alınan sularda genel olarak r(Ca+Mg) > r(Na+K), rHCO<sub>3</sub> > rCl > rSO<sub>4</sub> şeklinde iyon sıralanışı bulunmaktadır. Ayrıca 8 nolu kuyunun suyu sulama suyu sınıflaması C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, diğer kuyuların suları ile Pınarbaşı Kaynağı'ninkî C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> şeklindedir.

**Anahtar kelimeler :** Altınhisar, hidrojeoloji, su kimyası, su sınıflaması

**ABSTRACT :** The aim of this study was to define the aquifer of Altınhisar Plain, the quality, the budget and the potential of ground water there. Within this scope, a hydrogeological mapping was performed. Water chemical analyses were carried out on the samples from the water wells to represent the plain and on the samples taken from the Pınarbaşı Spring. In the studied area the volcanic rocks are dominant whereas in the plain mainly alluvium is seen.

Cooper-Jacob method was applied to determine the hydraulic characteristics of aquifer in the Altınhisar Plain. Accordingly, the transmissivity found to range between 70.56 to 9776.16 m<sup>2</sup>/day. The Pınarbaşı Spring has an average discharge rate of 285 l/sec which corresponds to 8.9x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> per year. Considering the annual budget of groundwater, it can be stated that an annual reserv change of 9.82x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> is present every year. The ionic order of water samples taken from wells and the springs is r(Ca+Mg)>r(Na+K), rHCO<sub>3</sub>>rCl>rSO<sub>4</sub>. In addition, the irrigation water classification of the well water numbered 8 is C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, and the same classification for the other well waters and the Pınarbaşı Spring is C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>.

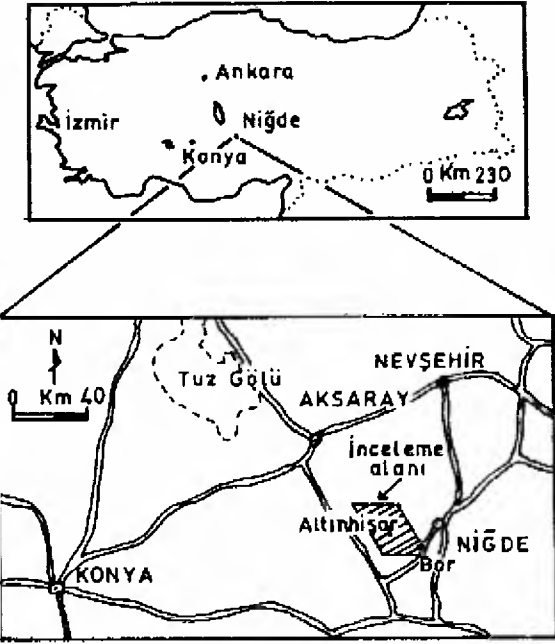
**Key words :** Altınhisar, hydrogeology, water chemistry, water classification

## GİRİŞ

Altınhisar Ovası, Niğde'nin 4 km. batısında yer almaktadır (Şekil 1). Toplam 720 km<sup>2</sup>'lik drenaj alanına sahip olan havzada ova 312 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplar. Ova çevresinde en yüksek nokta 2750 m olup, ovanın ortalama yüksekliği ise 1234 metredir. İnceleme alanının güney doğusunda yer alan Bor ve Altınhisar ilçeleri ile diğer yerleşim birimleri içme, kullanma ve sulama suyu gereksinimlerini bu alanda a-

çılmış sondajlar kuyularından ve Pınarbaşı kaynağından sağlamaktadırlar.

İnceleme alanı, yarı kurak karasal bir iklime sahiptir. Niğde Meteoroloji İstasyonu verilerine göre 21 yıllık (1980-2000) ortalama sıcaklık 10.8 °C, ortalama yağış ise 333.4 mm'dir. Thornthwaite (1948) formülüne göre hazırlanmış Deneştirmeli Nem Bilançosu ve Suyun Yıllık Değişim grafiğine göre yörede, Şubat ortasından Mart ortasına kadar su fazlası, Mayıs

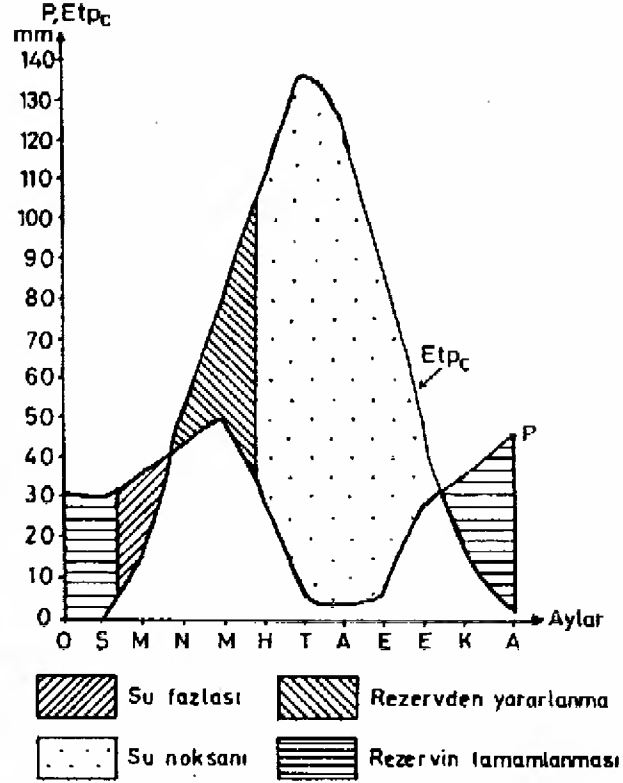


Şekil 1. İnceleme alanının yer buldurma haritası.  
Figure 1. Location map of the study area.

ortasından Ekim ortasına kadar su noksanı görülmektedir (Çizelge 1, Şekil 2).

## JEOLOJİ

İnceleme alanının jeolojisi Yiğitbaşı (1997)'den özetlenerek alınmıştır. Buna göre tabanda, Pliyokuvaterner yaşlı Melendiz dağı volkanitleri bulunmaktadır. Üye olarak ayrılan Alt Pliyosen yaşlı piroklastikler (Tm), başlıca tuf ve tuf breşinden meydana gelmektedir. Orta seviyelerde yer alan Pliyosen yaşlı aglomera üyesi (Tnd), camsı tuf, lapilli-blok boyutunda lav parçaları içeren tüften oluşmaktadır. Üst seviyelerde yine Pliyosen yaşlı andezit-andezitikbazaltlar ( $\alpha$ ) gelmektedir. Melendiz dağı volkanitlerinin, pomza lapillilerini içeren camsı külden oluşan Hasandağı külleri ( $Q_h$ ) ile bunun üzerine gelen Gösterli bazaltı ( $Q_b$ ) (Güzel ve Göçmez, 1994) Pleyistosen yaşlıdır. Tüm birimlerin üzerine güncel olarak da oluşumunu sürdüren yer yer tutturulmuş silt, kum, çakıl ve blok boyutlu malzemelerden oluşan yamaç molozu ( $Q_{ym}$ ) ile ova kesimini oluşturan ve tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kilden oluşan alüvyon ( $Q_a$ ) gelmektedir. İnceleme alanını etkileyen yapısal unsurlar, ovanın hidrojeolojik karak-



Şekil 2. Suyun yıllık değişim grafiği.

Figure 2. Graphic of yearly change of water.

terlerinin gelişmesinde etkili olmuştur. Bu yapısal unsurlar, inceleme alanını KB'dan GD'ya kadar kesen Şereflikoçhisar-Aksaray fayı, Altınhisar'ın yakınındaki yaklaşık olarak kuzey-güney doğrultulu olan doğrultu atımlı fay ve ovanın batı kesimindeki tepelik alanda izlenen eğim atımlı normal faylar ile ovadaki muhtemel faylardır (Şekil 3).

## HİDROJEOLOJİ

### Hidrojeoloji Birimleri

Yöredeki Melendiz dağı volkanitleri, içerisindeki andezit-andezitikbazaltların ( $\alpha$ ) çatlaklı ve kırıklı olmaları nedeniyle yağışların süzülmesine olanak sağlayacak geçirimsizliğe sahiptir Marsily (1986), çalışmalarıyla süreksizliklerin, kayaların hidrolik geçirgenlik için önemli unsur olduğunu tesbit etmiştir. Ayrıca masif olup, süreksizlik içeren volkanik kayaların % 2.5'lere varan poroziteye sahip olabileceği belirlenmiştir

Çizelge 1. İnceleme alanı ve çevresine ait Deneştirmeli Nem Bilançosu.  
Table 1. Moisture balance of the investigated area and its vicinity.

AYLAR	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam
Aylık Ort. Sic. (°C)	-0,7	0	4,3	10,7	14,9	19	22,4	22	17,9	12,1	5,8	1,6	--
Sıcaklık İndisi (i)	0	0	0,79	3,16	5,22	7,54	9,68	9,42	6,89	3,81	1,25	0,17	47,97
Po Bu-Te(Etp:mm)	0	0	13,96	43,53	65,81	89,12	100,4	107	82,73	50,75	20,28	4,06	586,64
Enlem Düzelt Kat	0,85	0,84	1,03	1,1	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83	--
Düzelt. Etp <sub>e</sub> (mm)	0	0	14,38	47,89	80,94	110,5	136,8	125,2	86,04	48,72	17,03	3,37	670,91
Yağış (mm)	30,5	29,9	36,3	41,5	49,1	27,7	4,3	3,5	5	27,6	34	44,2	333,40
F.Su Yedeği(mm)	100	100	100	93,61	61,77	0	0	0	0	0	16,97	57,79	--
Gerçek Etp <sub>r</sub> (mm)	0	0	14,38	47,89	80,94	89,47	4,3	3,5	5	27,6	17,03	3,37	293,48
Su Fazlası (mm)	0	60,4	21,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,32
Su Noksanı (mm)	0	0	0	0	0	21,03	132,5	121,7	81,04	21,17	0	0	371,39

(Nalbantçılar ve Gökay, 1997). İnceleme alanının kuzeydoğusundaki yüksek ve sarp kesim bu birimlerden oluşmuştur. Bu kesimin topoğrafik konumundan dolayı, süzülen yağış burada tutunamamakta güneye doğru hareket ederek gevşek birimlere geçmektedir. Aglomera üyesi (Tnd) içerisindeki farklı boyutlu tanelerin gozenekliliği yüksek olduğundan yağışın süzülmesini kolaylaştırır ve bu birimin bulunduğu alanlarda yüzeyel akış görülmez. Piroklastik üye (Tm) ise gevşek malzemeden oluştuğundan geçirimlidir. Alüvyon (Qal), çakıldan kile kadar değişen boyuttaki gevşek kırıntılardan oluşmuş olup, Şekil 4'teki verilere göre özellikle filtre ile borulanmış seviyeler akifer özelliğindeki birimlerdir. Akiferin üst kesimini oluşturan kumlu ve çakıllı seviyelerin kalınlığı ve devamlılığı kuzeyden güneye doğru azalmakta, tane boyutu küçülmekte ve dolayısıyla geçirimliliği azalmaktadır.

#### Akiferin Özellikleri

Yöredeki Pliyosen yaşlı kayalar ile alüvyonun akifer karakteristikleri olanın genelini temsil edebilecek şekilde seçilmiş ve DSİ tarafından açılmış olan 10 adet sondaj kuyusunda yapılmış pompaj testlerinden yararlanılarak belirlenmiştir. Bu kuyulara ait litoloji ve techiz bilgileri Şekil 4'te verilmiştir. Ancak mevcut kuyuların hiçbirisi akiferi tamamen kesmediğinden, akiferin hidrolik iletkenlik katsayısı hesaplanırken filtre uzunluğu esas alınmıştır. Akiferin iletkenlik ve geçirimlilik değerleri, Cooper-Jacob yöntemi ile hesaplanmıştır (Freeze and Cherry, 1979)(Şekil 5). Sonuçta iletkenlik 70.56 – 9776.16 m<sup>2</sup>/gün arasında, geçirgenlik katsayısı ise 1.68 – 139.66 m/gün arasında değişmektedir (Çizelge 2, Şekil 5).

#### Kaynaklar

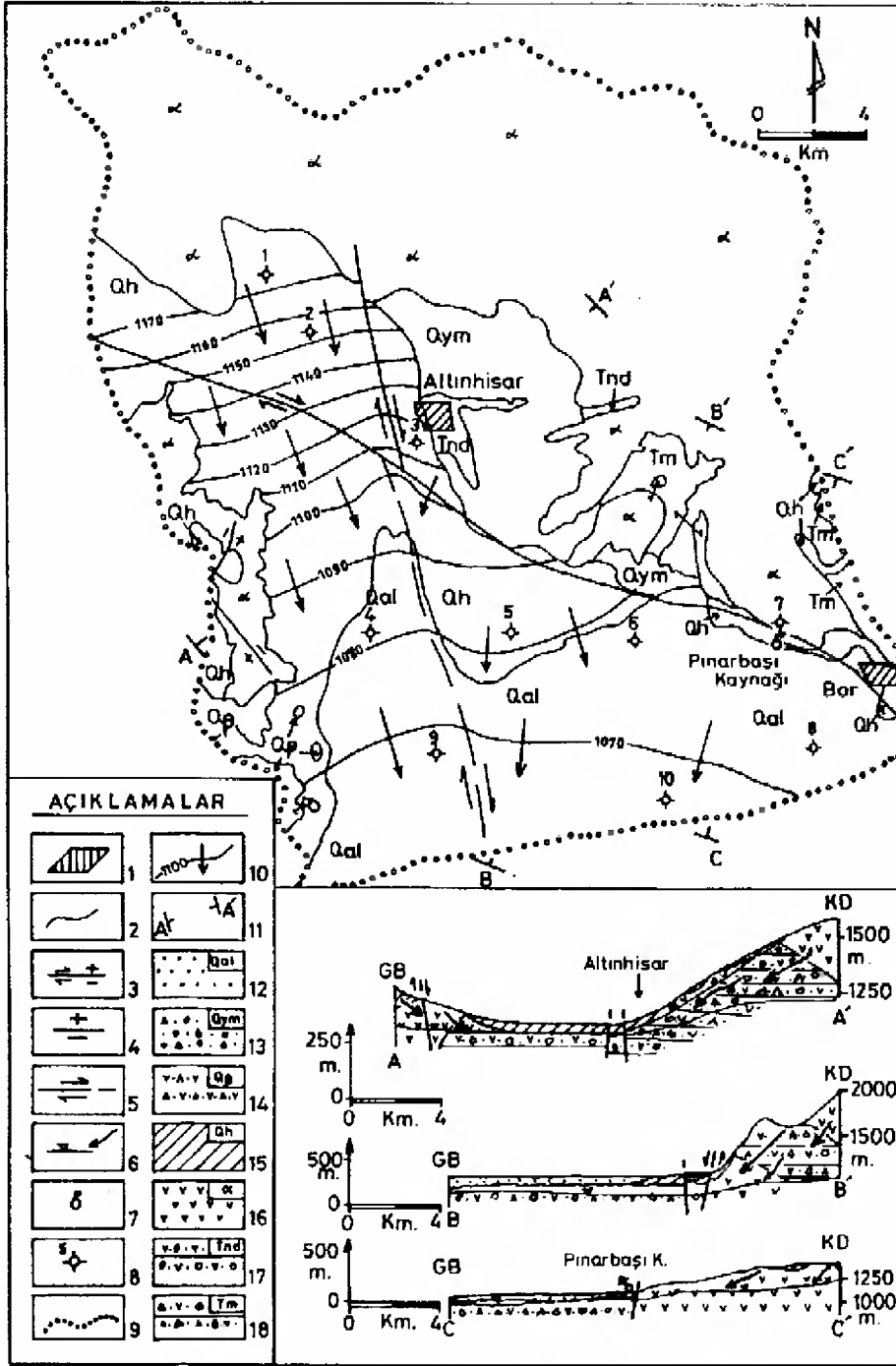
İnceleme alanında çok sayıda kaynak mevcuttur. Bunların çoğunluğu düşük debilidir

ve mevsimsel yağışlardan etkilenirler. En önemlilerinden olan Pınarbaşı kaynağı, 285 lt/sn'lik ortalama debiye sahip, debi değişimi fazla kaynak sınıfına girer (Şahinci, 1991). Ortalama debi bakımından bu kaynak 3. derecede büyüklüğe sahip bir kaynaktır (Todd, 1980). Ova sulaşmasında yararlanılan bu kaynağın suyu kış aylarında drenaj kanalları aracılığı ile havza dışına boşaltılmaktadır.

Pınarbaşı kaynağının DSİ elemanları tarafından düzenli debi ölçümünün yapıldığı 1976-1998 yılları ortalamalarına göre çizilen yarı logaritmik boşalım grafiği Şekil 6'da verilmiştir. Bu grafiğin Maillet (1905)'e göre denklemi  $q_t = q_0 \cdot e^{-\alpha t}$  olup,  $q_t$ : t anındaki debi (m<sup>3</sup>/sn),  $q_0$ : t<sub>0</sub> anındaki veya boşalımın başlangıcındaki debi (m<sup>3</sup>/sn),  $\alpha$ : boşalım katsayısı (gün<sup>-1</sup>) ve e: 2.718'dir. Kaynağın azalım eğrisine göre boşalım katsayısı ise  $\alpha = \log q_0 - \log q_t / 0.4343 \cdot t$  formülünden  $\alpha = 0.003087$  gün<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Böylece Pınarbaşı kaynağına ait boşalım doğrusunun denklemi  $q_t = q_0 \cdot e^{0.003087 t}$  dir. Kaynağın gerçek rejime ait dinamik rezerv değişimi  $V - (q_0 - q_t)86400 / \alpha$  ile hesaplanır (Ford ve Williams, 1989). Buna göre kaynağın dinamik rezerv değişiminde (çekilme döneminde)  $2.9 \times 10^6$  m<sup>3</sup> su ve yıllık  $8.9 \times 10^6$  m<sup>3</sup> su boşaltılmaktadır.

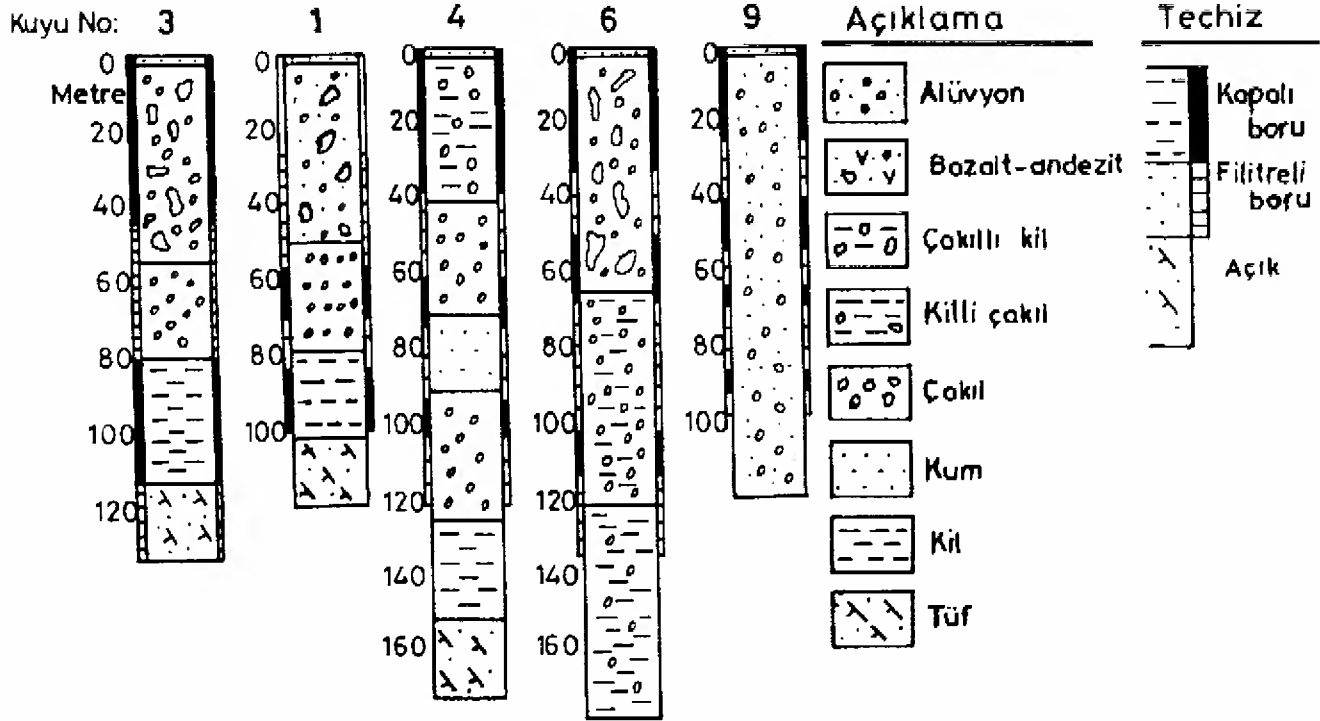
#### Yeraltısuyu Bütçesi

Yörede yeraltısuyu beslenimi yağış, yüzeyel akış ve yeraltından içe akışla (yanal beslenme), boşalım ise, suni boşalım, kaynaklar ve yeraltından dışa akışla (yanal boşalım) olmaktadır. İnceleme alanındaki 441.4 km<sup>2</sup>'lik drenaj alanında ve 160 km<sup>2</sup>'lik ova kesiminde, 333.4 mm'lik ortalama yıllık toplam yağış ve bu alan için topografyanın özelliği ve bitki örtüsü göz önünde bulundurularak Yiğitbaşı (1997) tarafından öne sürülen % 15'lik süzülme oranı ile yıllık beslenme  $25.1 \times 10^6$  m<sup>3</sup> olarak bulunur. Drenaj alanından yüzeyel akıştan beslenme ise  $4.76 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır. Yanal



Şekil 3. İnceleme alanının hidrojeoloji haritası ve kesitleri: 1. Yerleşim merkezi, 2. Formasyon sınırı, 3. Yanal atımlı fay, 4. Normal fay, 5. Doğrultu atımlı fay, 6. Su tablası ve yeraltı suyu akım yönü, 7. Kaynak, 8. Örneklemeye yapılan sondaj kuyusu ve nosu, 9. Havza sınırı, 10. Eş su yükselti eğrisi ve yeraltı suyu akım yönü, 11. Kesit güzergahı, 12. Alüvyon ( $Q_{al}$ ), 13. Yamaç molozu ( $Q_{ym}$ ), 14. Gösterli bazalt ( $Q_{\beta}$ ), 15. Hasandağı külleri ( $Q_h$ ), Melendizdağı volkanikleri: 16. Andezit-andezitikbazalt üyesi ( $\alpha$ ), 17. Aglomera üyesi (Tnd), 18. Piroklastik üyesi (Tm).

Figure 3. Hydrogeological map and cross sections of the study area: 1. Settlement, 2. Formation boundary, 3. Oblique slip fault, 4. Normal fault, 5. Strike slip fault, 6. Water table and flow direction, 7. Spring, 8. Water well, 9. Boundary of catchment area, 10. Line of equal water table elevation and groundwater flow line, 11. Cross section direction, 12. Alluvium ( $Q_{al}$ ), 13. Slope wash ( $Q_{ym}$ ), 14. Gösterli basalt ( $Q_{\beta}$ ), 15. Hasandağı ashes ( $Q_h$ ), Melendizdağı volcanics: 16. Andesite-andesiticbasalt member ( $\alpha$ ), 17. Agglomerate member (Tnd), 18. Pyroclastic member (Tm).



Şekil 4. İnceleme alanındaki 1, 3, 4, 6 ve 9 nolu sondaj kuyularının litolojik logları (Yiğitbaşı, 1997).  
Figure 4. Lithological logs of wells numbered 1, 3, 4, 6 and 9 in the study area (Yiğitbaşı, 1997).

Çizelge 2. Sondaj kuyularından elde edilen iletkenlik (T) ve geçirgenlik katsayısı (K) değerleri.

Table 2. Datas on transmissivity (T) and coefficient of permeability (K) of the wells.

Kuyu No	T (m <sup>2</sup> /gün)	K (m/gün)
1	3091.68	56.21
2	3210.15	61.73
3	70.56	1.68
4	506.88	6.26
5	2021.76	31.10
6	1543.68	16.60
7	2806.56	53.97
8	2854.08	50.97
9	9187.20	127.60
10	9776.16	139.66

beslenme inceleme alanının kuzeydoğusundaki Niğde havzasından olmakta ve Gülenbay (1972)'e göre yıllık  $11 \times 10^6$  m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmektedir. Sonuç olarak inceleme alanındaki toplam beslenme  $40.86 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır.

İnceleme alanında yaklaşık 4350 ha'lık alanda sulu tarım yapılmaktadır. 1997 yılı tah-

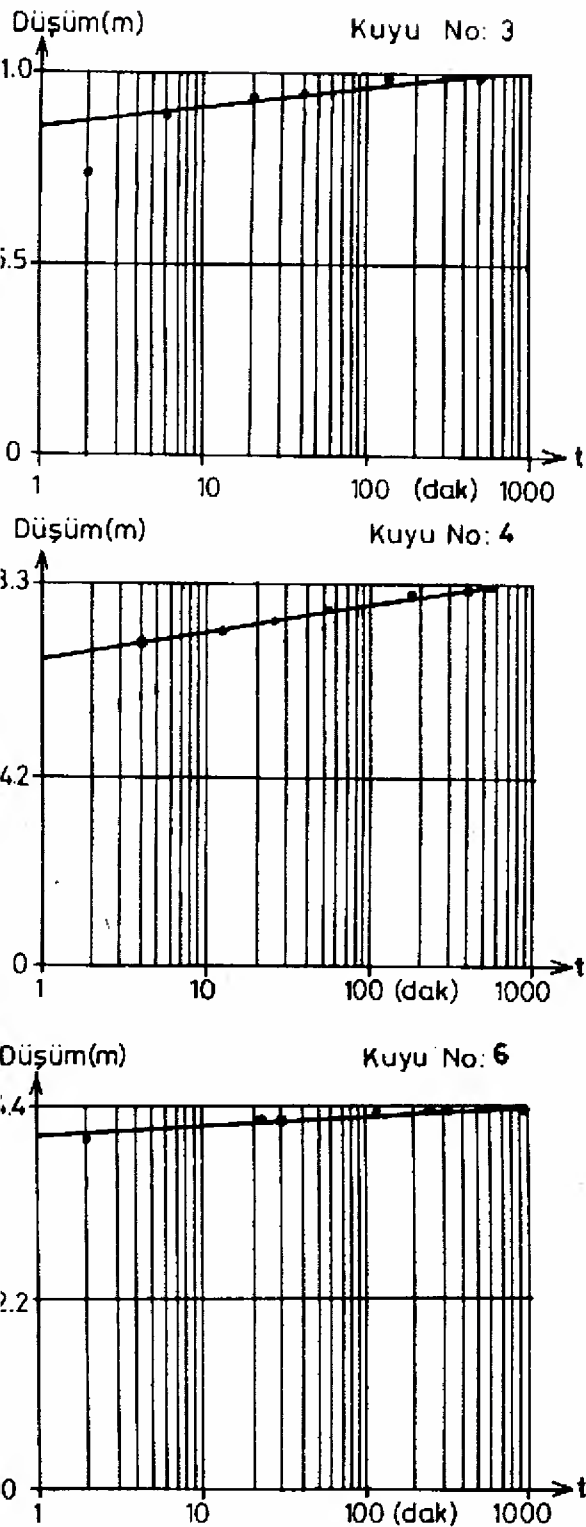
minlerine göre 100 işletme kuyusundan sulama döneminde yıllık  $17.4 \times 10^6$  m<sup>3</sup>'lük suni boşalım hesaplanmıştır. Yine Pınarbaşı kaynağından yılda  $8.9 \times 10^6$  m<sup>3</sup>'lük su boşalmaktadır. Ayrıca yeraltından dışa akışla pompaj testlerinden elde edilen yaklaşık 9482 m<sup>2</sup>/gün'lük iletkenlik değeri ve 1/300'lük hidrolik eğimli bu ovardan yılda  $22.76 \times 10^7$  m<sup>3</sup>'lük su boşalmaktadır. Sonuçta toplam boşalım  $49.06 \times 10^7$  m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır.

Altınhisar ovasının beslenimi ve boşalımı arasında  $8.2 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl'lık bir rezerv değişimi (azalma) mevcuttur (Beslenme ve Boşalımı değerlendirilirken Freeze and Cherry (1979)'dan yararlanılmıştır).

#### Su Kimyası

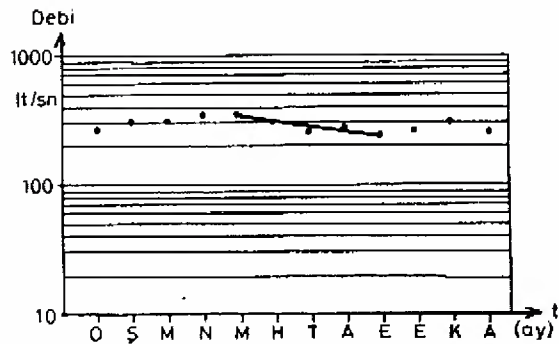
Örnekleme kuyularından ve Pınarbaşı kaynağından alınan sulara ait analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Yine Wilcox (1955) tarafından yapılan sulama suyu sınıflaması da bu çizelgede verilmiştir. Buna göre İ: sulama için iyi nitelikte su ve K: sulamaya müsaade edilebilir nitelikteki suyu belirtmektedir. Ayrıca bu sonuçlara göre çizilen Schoeller ve Piper diyagramları Şekil 7'de gösterilmiştir.

İnceleme alanındaki kuyulardan ve kaynaktan alınan suların ortalama pH'ı 7.3'tür. 3, 4



Şekil 5. 3, 4 ve 6 nolu sondaj kuyularındaki pompaj verilerine ilişkin Cooper-Jacob grafikleri.

Figure 5. Cooper-Jacob method graphics of the pumping test data of wells numbered 3, 4 and 6.



Şekil 6. Pınarbaşı kaynağının 1976-1998 yıllarına ait yarı logaritmik boşalım grafiği.  
Figure 6. Semi logarithmic recession hydrograph of Pınarbaşı Spring from 1976 to 1998.

ve 6 nolu sular asidik, 8 nolu su nötr ve diğerleri bazik özelliktedir. Yine çalışma alanındaki suların elektriksel iletkenlikleri 260 ile 1070  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değişmektedir.

Schoeller diyagramına göre iyonlarının sıralanması bakımından çok az farklılık göstermektedir. Genelde iyonları birleştiren doğrular uyumludur. Bu küçük farklılıkların, kuyu derinliklerinin farklı olması, dolayısıyla geçilen birimlerin derin kuyularda çeşitlenmesi ve yeraltı suyu akım yönünde bazı değerlerin artmış olması gibi nedenlerden ileri gelmiş olması mümkündür. Dolayısıyla suların aynı kökenli oldukları söylenebilir. Sulardaki iyon sıralanışı genel olarak şöyledir;  $r(\text{Ca}+\text{Mg}) > r(\text{Na}+\text{K}), r\text{HCO}_3 > r\text{Cl} > r\text{SO}_4$

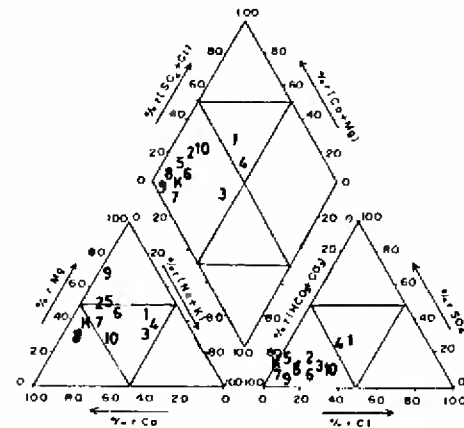
Piper diyagramına göre (Canik, 1998), sular 1 nolu alanda yer almaktadır. Buradaki sular karbonatlı ve sülfatlı sular sınıfındadır 1 ve 4 nolu kuyuların suları hiçbir iyonu % 50'yi geçmeyen karışık bileşimli sulardır. Diğer kuyuların suları ise  $\text{CO}_3$  sertliği % 50'den büyük olup,  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{MgCO}_3$ 'lü sulardır.

Alandaki suların sulama suyu sınıflaması ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı (Richards, 1954)'e göre yapılmıştır (Şekil 8). Ayrıca bu sular sulama suyu kalitesi açısından Ayers ve Westcot (1985)'e göre değerlendirildiğinde, bitkinin suyu alması bakımından etkili olan tuzluluk faktörü için 8 nolu kuyu suyu kullanım açısından orta kaliteli, diğer kuyuların suları ise kalitelidir.

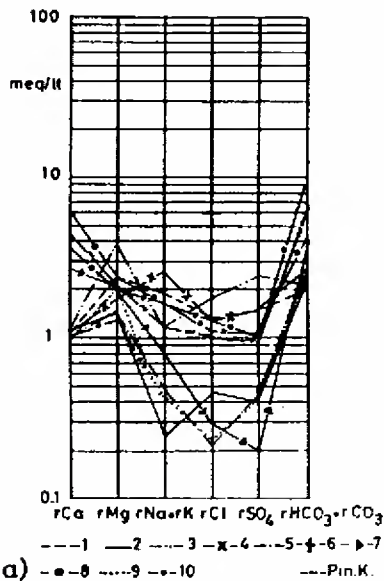
Sulama suyu diyagramına göre (Şekil 8), Pınarbaşı kaynağı ile 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 ve 10 nolu kuyuların suları orta tuzlu, az sodyumlu suları içeren  $\text{C}_2\text{S}_1$  bölgesinde yer almaktadır. Bu sular tuza orta derecede dayanıklı ve sodyuma

Çizelge 3. Su örneklerine ait analiz değerleri.  
Table 3. Analyses data of the water samples.

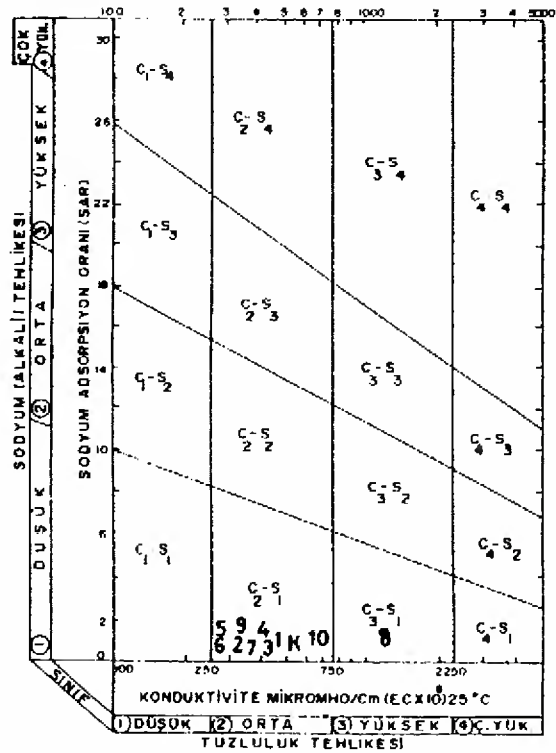
uyu No	pH	EC /cm	Na meq/lt	K meq/lt	Ca meq/lt	Mg meq/lt	Σ K meq/lt	CO <sub>2</sub> meq/lt	CO meq/lt	Cl meq/lt	SO <sub>4</sub> meq/lt	ΣA meq/lt	%N	SAR	Su Si-nifi	S	FS	Wilco Sınıfı
Pın	7.1	665	1.18	0.19	4.39	2.0	7.76	0	5.49	0.99	0.94	7.42	15.2	1.1	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0	32	I
1	8.2	510	1.8	0.08	1.1	2.3	5.28	0	1.99	1.42	1.58	4.99	34	1.4	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0	17	I
2	7.9	460	0.8	0.06	1.2	2.6	4.66	0	3.1	0.77	0.81	4.68	17	0.6	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0	19	I
3	6.0	514	2.4	0.14	1.18	1.42	5.14	0	3.6	1.12	0.42	5.14	46.6	0.6	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0	13	I
4	6.0	530	1.0	1.5	1.2	1.6	5.3	0	2.4	1.4	1.5	5.3	18.9	0.35	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0	14	I
5	8.5	260	0.42	0.07	1	1.5	2.99	0	2.5	0.22	0.45	3.17	14	0.4	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0	12	I
6	6.5	269	0.4	0.09	1.0	1.2	2.69	0	2.0	0.56	0.13	2.69	14.8	0.7	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0	11	I
7	7.6	385	0.8	0.02	1.9	1.6	4.32	0	3.7	0.3	0.2	4.20	18.5	0.6	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0	18	I
8	7.0	1070	1.86	0.12	6.1	3.1	11.1	0	8.54	1.48	1.15	11.1	16.6	0.9	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	0	46	K
9	7.9	320	0.36	0.08	1.0	1.8	3.24	0	2.7	0.18	0.4	3.28	11.1	0.3	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0	14	I
10	7.6	690	1.8	0.13	3.2	2.0	7.13	0	4.9	1.6	1.04	7.54	25.2	1.1	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0	26	I



b)



Şekil 7. Su örneklerinin Schoeller (a) ve Piper di-yagramında (b) sınıflandırması.  
Figure 7. Classification of the water samples on Schoeller (a) and Piper (b) diagrams.



Şekil 8. Su örneklerinin sulama suyu sınıflandırması.  
Figure 8. Irrigation water classification of the water samples.

karşı duyarlı olan bitkilerin dışındaki bitkilerin sulanmasında kullanılabilir. 8 nolu kuyu suyu ise fazla tuzlu, az sodyumlu suları belirten C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfına girmektedir. Tuza dayanıklı ve sodyuma karşı duyarlı olan bitkilerin dışındaki bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılabilir. Tuzluluğun kontrol edilebileceği, drenajı yapılmış alanlarda kullanılabilir.

**SONUÇLAR**

Altınhisar ovası, sulu tarım olanağı olan ve yore ekonomisine sağladığı katkıdan dolayı önemli ovalardandır. Bu alanda ova kesimini oluşturan alüvyon, akifer özelliğindedir. Alüvyon diğer birimlerden geçiş almış ve çakıldan kile değişim gösteren gevşek kırıntılardan oluşmuştur. Altınhisar ovasının yıllık yeraltı suyu rezervi  $40.86 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'tür. Ovada her geçen yıl artan orandaki sulu tarım gereksinimi, yeraltı suyundan yararlanmayı arttırmaktadır. Tarımsal sulama yapılan dönemde yıllık  $17.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'lük yeraltı suyundan çekim yapılmıştır. Bu durum akiferdeki su rezervini olumsuz olarak etkilemektedir. Söz konusu nedenden dolayı, Altınhisar ovasında yeni sondaj yapımının kontrol altında tutulması gerekmektedir. Pınarbaşı Kaynağının, 285 lt/sn'lik ortalama debisi vardır. Kaynağın besleniminde topoğrafik sınırlar dışında, jeolojik ve hidrojeolojik koşullar da etkili olmaktadır. Kaynak gerçek rejimdeki boşalım döneminde yıllık  $8.9 \times 10^6 \text{ m}^3$  su boşaltmaktadır. Alınan su örneklerinin iyon sıralanışı  $r(\text{Ca}+\text{Mg}) > r(\text{Na}+\text{K}), r\text{HCO}_3 > r\text{Cl} > r\text{SO}_4$  şeklinde olup, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 ve 10 nolu kuyuların suları ile Pınarbaşı kaynak suyunun sulamada kullanılmasında herhangi bir önlem almaya ve sakıncaya gerek yoktur.

**KAYNAKLAR**

- Ayers, R.S. and Westcot, D.W., 1985, Water Quality for Agriculture: FAO Irrigation and Drainage Paper, 29/1, FAO, Roma, 174 pp.
- Canik, B., 1998, Hidrojeoloji: Ankara, 286 s.
- Ford, D.C. and Williams, P.W., 1989, Karst Geomorphology and Hydrology: Unwin Hyman, London, 601 pp.
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979, Groundwater: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 06732, 604 pp.
- Gülenbay, A., 1972, Ereğli-Bor Ovası Hidrojeolojik Etüd Raporu: DSİ Yayınları, Ankara, 71 s.
- Güzel, A. ve Göçmez, G., 1994, Aksaray (Niğde) Sıcak ve Mineralli Sularının Hidrojeoloji İncelemesi: SÜAF Proje No: MMF 89/141, 281 s.
- Maillet, E., 1905, Essais d'hydraulique Souterraine et Fluviale: Hermann, Paris.
- Marsily, G., 1986, Quantitative Hydrogeology, Groundwater Hydrology for Engineers. Academic Press Inc., New York.
- Nalbantçılar, M.T. ve Gökay, M.K., 1997, Surreksizliklerin Yeraltısuyu Depolanmasına ve İletilmesine olan etkisi: Geosound, Adana, 30, 243-254.
- Piper, A.M., 1944, A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analyses: Trans. Amer. Geophys Union, 25, pp. 914-923.
- Richards, L.A., 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils: Agriculture Handbook 60, U.S. Dept. Agriculture, Washington, D.C., 160 pp.
- Schoeller, H., 1962, Les Eaux Souterraines: Masson et Cie, Paris, 642 pp.
- Şahinci, A., 1991, Karst: Reform Matbaası, İzmir, 171 s.
- Thornthwaite, C.W., 1948, An Approach toward a Rational Classification of Climate: The Geographical Review, New York, 38, pp. 55-94.
- Todd, D.K., 1980, Groundwater Hydrology: John Wiley and Sons, New York, 535 pp.
- Wilcox, L.V., 1955, Classification and Use of Irrigation Waters: U.S. Dept. Agric. Circ., 969, Washington, D.C., 19 pp.
- Yiğitbaşı, İ., 1997, Bor (Niğde) Pınarbaşı Kaynağı ve Çevresinin Hidrojeolojisi. Yüksek Lisans Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 84 s., (yayımlanmamış).



## TECER DAĞI (SİVAS-ULAŞ) KAYNAKLARININ HİDROJEOLOJİSİ

### HYDROGEOLOGY OF THE TECER MOUNTAIN SPRINGS (SİVAS-ULAŞ)

Tülay EKEMEN  
Fikret KAÇAROĞLU

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas  
Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas

**ÖZ :** Bu çalışmada, Tecer Dağı (Ulaş-Sivas) ve çevresinin hidrolojik, hidrojeolojik özelliklerinin, su kimyası ve kalitesinin ve Tecer Kireçtaşının karstik özelliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında alanın hidrojeoloji haritası hazırlanmış, su noktalarında ölçümler (debi, sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözülmüş katılar) ve su örnekleme yapılmış ve alınan örneklerin kimyasal analizi yapılmıştır. Arazi ölçümleri ve hava fotoğrafları yardımıyla kırık izleri analiz edilmiştir.

Sivas'ın güneydoğusunda bulunan inceleme alanının temelini Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Çataldağ Kireçtaşı oluşturmaktadır. Bu birimin üzerinde sırasıyla Üst Kretase yaşlı Divriği Ofiyolitli Karışığı, Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı kireçtaşlarından oluşan Tecer Formasyonu, Lütésiyen yaşlı Bozbel Formasyonu, Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu, Miyosen yaşlı Karacaören ve Deliktaş Formasyonları, Pliyosen yaşlı Örenlice Formasyonu ve Travertenler, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Soğukpınar Formasyonu bulunmaktadır. En genç birim ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

Çalışma alanının yıllık ortalama alansal yağışı 500 mm. olarak hesaplanmıştır. Tecer Deresi üzerinde havza çıkışında yer alan 15-259 nolu Tecer akım istasyonunun ortalama aylık akımları 0.135-4.032 m<sup>3</sup>/s arasındadır. Çalışma alanında bulunan kaynakların Temmuz 2000 dönemi debileri 0.5-398 l/s arasında değişmektedir. Kaynakların çoğunluğu karstik Tecer Kireçtaşından boşalmaktadır. Tecer Kireçtaşı için yağıştan süzülme yüzdesi % 55 olarak bulunmuştur.

İnceleme alanındaki kaynakların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 215-2160 µs/cm arasında, sertlikleri 10-119 Fransız sertlik derecesi (FS) arasında değişmektedir. Kaynakların büyük çoğunluğu sulama suyu açısından; ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramında C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub> sınıfında yer almaktadır. Akarsuların EC değerleri 630-886 µs/cm arasında, sertlikleri 30-45 FS arasında değişmektedir. Aygır ve Ulaş göllerinin EC değeri sırasıyla 884 µs/cm ve 12160 µs/cm, sertlikleri 45 FS ve 500 FS' dir. Sulama suyu açısından; genel olarak akarsular ve Aygır Gölü ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramında C<sub>3</sub>-S<sub>1</sub> sınıfında yer almaktadır.

Bölgede yer alan Tecer Kireçtaşlarında yüzey drenajı ve süreksizliklerin kontrolünde bir karstlaşma gelişmiştir. Eklem sistemleri ve hava fotoğrafları incelemeleri; kırık izleri, eklem yoğunlaşma zonları ve faylar ile karstlaşmanın yoğunlaştığı zonlar arasında oldukça belirgin uyumluluğun bulunduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar kelimeler :** Tecer Dağı, kaynak, hidrojeoloji, su kimyası.

**ABSTRACT :** This study aims to determine the hydrological, hydrogeological, water chemistry and quality characteristics of the Tecer Mountain and its vicinity, and karstic features of the Tecer Limestone. Within the scope of the study, hydrogeological map was prepared, field measurements (discharge, temperature, pH, electrical conductivity, total dissolved solids) were made, water samples were taken and water chemistry analyses were carried out. Fractures and joint systems were studied via field measurements and air photographs.

The basement rocks of the study area which is situated in southeast of Sivas, consist of Upper Jurassic-Early Cretaceous Çataldağ Limestone. Above this unit are Upper Cretaceous Divriği Ophiolitic Melange, Mestrichtian-Thaneion Tecer Limestone, Lutetian Bozbel Formation, Oligocene Selimiye Formation, Miocene Karacaören and Deliktaş Formations, Pliocene Örenlice Formation and Travertene, Plio-Quaternary Soğukpınar Formation. The youngest unit is alluvium of Quaternary age.

The mean annual areal precipitation in the study area was calculated as 500 mm. The mean monthly discharge of the Tecer River range between 0.135-4.032 m<sup>3</sup>/sec. The flow rate of the springs

in the study area in July 2000 ranges between 0.5-398 l/sec. Most of the springs discharge from the karstic Tecer Limestone. The direct recharge rate of the groundwater in Tecer Limestone was calculated as 55 % of precipitation.

The electrical conductivity (EC) and hardness values of the spring waters in the study area range between 25-2160  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , and 10-119 FH (French Hardness), respectively. In regard of irrigation water quality, most of the spring waters plot in "C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub>" class in U.S. Salinity Laboratory Diagram. EC and hardness values of the rivers range between 630-886  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , and 30-45 FH, respectively. EC and hardness values of the Aygır and Ulaş lakes are 884  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , 12160  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , and 45 FH, 500 FH, respectively. Most of the river waters, and Aygır Lake plot in "C<sub>3</sub>-S<sub>1</sub>" class in U.S. Salinity Laboratory Diagram.

Under the control of the surface drainage, joints and faults a deep karstification has developed in Tecer Limestone. Analyses of fracture and joint system, and air photograph studies have revealed that a rather strong correlation is present between the fracture traces, joint concentrated zones, faults and intensively karstified zones.

**Key words :** Tecer Mountain, spring, hydrogeology, water chemistry.

## GİRİŞ

Çalışma alanı Sivas'ın güney doğusunda yer alan Ulaş'ın doğusunda olup 394 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). İnceleme alanında genel olarak İç Anadolu'ya özgü olan sert karasal iklim görülmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk, kar ve yağmur yağışlıdır. Bölgede yer alan Ulaş meteoroloji istasyonu verilerine göre en sıcak ay 19.03 °C ortalama ile Ağustos, en soğuk ay ise -2.54 °C ortalamasıyla Ocak'tır (Ekemen, 2001).

Tecer Dağı ve çevresinin hidrojeolojisini ve karstik özelliklerini konu alan bu araştırmanın arazi çalışmaları Haziran-2000 tarihinde başlamış ve aylık ölçümleri Aralık-2000 tarihinde tamamlanmıştır. Çalışma alanının jeolojisi bugüne kadar birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada Gürsoy (1986), İnan (1987), İnan ve diğ. (1993) ve Gökten (1993)'in jeoloji çalışmaları esas alınarak alanın 1/25 000 ölçekli hidrojeoloji haritası oluşturulmuştur. Çalışma alanındaki 32 kaynak, 5 akarsu ve 2 göl olmak üzere 39 su noktasının arazideki yerleri ve yükseltileri tespit edilerek, debi (Q), elektriksel iletkenlik (EC), pH, toplam çözünmüş katı madde (TDS) ve sıcaklık (T) değerleri yerinde ölçülmüştür. Alınan su örneklerinin analizi C.Ü. Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Su Kimyası Laboratuvarı, Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Laboratuvarı (MİPJAL) ve Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM) Su Kimyası Laboratuvarında yapılmıştır. Su analiz sonuçları çeşitli diyagramlarda değerlendirilmiştir. Tecer Deresi üzerinde havzanın çıkış noktasında yer alan 15-259 nolu Tecer akım gözlem istasyonunun (AGI) geçmiş yıllara ait ortalama akımlarının değişim grafiği çizilmiş,

yüzey ve baz akımlar ayrılmıştır. Havzanın yıllık ortalama yağışı hesaplanmış ve yeraltısuyu beslenme ve boşalım hesapları yapılmıştır (Ekemen, 2001).

## JEOLOJİ

### Litostratigrafik Birimler

İnceleme alanında çoğunlukla sedimanter, ofiyolitik kayalar ve yer yerde volkanik kayalar bulunmaktadır (Şekil 2 ve 3). Bölgede yer alan Çataldağ Kireçtaşı, Divriği Ofiyolitik Karışığı ve Tecer Formasyonu allokon olup, diğer birimler otoktondur.

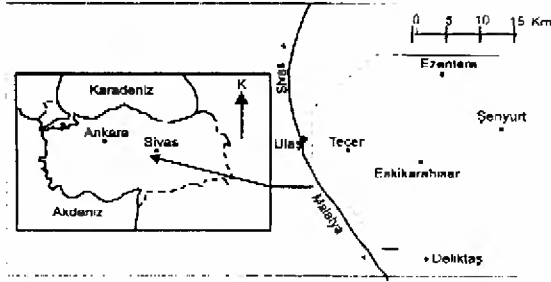
### Allokon Birimler

#### Çataldağ Kireçtaşı (JKÇ)

Birim çalışma alanının güney doğusunda çok dar bir alanda yüzeylenmektedir. Birimin tabanı gözlenememiştir. Tavanı ise; Üst Kretase yaşlı Divriği Ofiyolitik Karışığı tarafından tektonik olarak üstlenmekte olup, 2000 m. kalınlığa sahiptir (İnan ve diğ., 1993). Birim mavi-bej renkli, yer yer masif, yer yer kalın katmanlı, bol çatlaklı kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Birim Üst Jura-Alt Kretase yaşındadır (İnan ve diğ., 1993).

#### Divriği Ofiyolitik Karışığı (Dof)

Birim, çoğunlukla inceleme alanının güneydoğusunda ve doğusunda oldukça geniş bir alanda yer almaktadır ve kalınlığı 2000 m.'dir. Bu birim genelde ofiyolit kökenli (peridotit, lertzolit, serpantin, amfibolit, harzburjit, dunit vb.) kayalarla, sedimanter kökenli (kireçtaşı, radyolarit vb.) kayalarından oluşmuştur. Birimin üzerine Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Tecer Formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. Birim bölgeye Üst Kretase'de yerleşmiştir (İnan ve diğ., 1993).



Şekil 1. İnceleme alanı yerbulduru haritası  
Figure 1. Location map of the study area

### Tecer Formasyonu (Kt)

Tecer Formasyonu çalışma alanının kuzey-kuzeybatısında uzanan Tecer Dağı silsilesini tamamen kaplamaktadır. Formasyonun egemen litolojisi gri renkli kireçtaşlarıdır. Yer yer kalın katmanlı (30-70 cm.) olup yüzeyleri karstik boşluklu ve çatlaklıdır. İnan ve diğ. (1993), tarafından saptanan fosillere göre biri me Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaş aralığı verilmiştir.

### Otokton Birimler

#### Bozbel Formasyonu (Tb)

Birim inceleme alanının batısında ve Ezentere köyü doğusunda yüzeylenmektedir. Formasyon Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Tecer Formasyonu tarafından tektonik olarak üstlenmektedir. Birim genel olarak ince-orta katmanlı, bej, sarımsı gri renkli killi kireçtaşı bantları içeren kumtaşı, siltaşı-şeyl aralanmasından oluşmaktadır. Üst kesimlerde ise yer yer jips merceklerine rastlanılmaktadır. Birimin kalınlığı 1200-1500 m. arasında değişmektedir. Birim Lütesiyen yaşındadır (İnan ve diğ., 1993).

#### Selimiye Formasyonu (Ts)

Birim inceleme alanının kuzey-kuzey batı kesiminde yer almaktadır. Formasyon kırmızımsı kahve renkli çakıtaşı-kumtaşı, yeşil gri renkli miltaşı, siltaşı ve yer yer jips mercekleriyle temsil edilmektedir. Formasyonun toplam kalınlığı 500-700 m. arasındadır ve birim Oligosen yaşındadır (İnan ve diğ., 1993).

#### Karacaören Formasyonu (Tk)

Gürsoy (1986) formasyonu 3 üyeye ayırmıştır. Formasyonun tabanında yer alan kumtaşı-kilitaşı-çakıtaşı aralanmasından oluşan bölümünü Kızılkaya Tepe Üyesi, killi kireçtaşından oluşan bölümü Eski köy Üyesi, bazaltlarla temsil edilen bölümü ise Alibaba Tepe Üyesi olarak adlandırılmıştır. Ayrıca formasyon içerisinde yer yer beyaz-gri renkli jips merceklerle-

ri yer almaktadır. Birim 750 m. kalınlığında olup, Miyosen yaşındadır.

#### Deliktaş Formasyonu (Td)

Birim inceleme alanının güneyinde bulunmaktadır. Formasyon inceleme alanının güney kesimlerinde Karacaören Formasyonu ile yanıl ve dikey geçişli, güney-güneydoğu kesimlerinde ise ofiyolittli melanj napı üzerinde açılı uyumsuz olarak yer almaktadır (İnan ve diğ., 1993). Formasyonun kumtaşı-çakıtaşı-şeyl aralanmasından oluşan düzeyleri Örencik üyesi olarak, killi kireçtaşından oluşan üst düzeyleri ise Kulmaç üyesi olarak adlandırılmıştır (İnan ve diğ., 1993). Birimin kalınlığı 750 m.'dir.

#### Örenlice Formasyonu (Tö)

Birim Örenlice civarında yüzeylenmektedir ve alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Formasyon ilk kez Gürsoy (1986) tarafından Örenlice Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim değişik boyutlarda silis, radyolarit, kireçtaşı, bazalt, killi kireçtaşı ve ofiyolitik kayaç parçalarından türemiş çakıtaşılarından oluşmaktadır ve kalınlığı 50-75 m.'dir (Gürsoy, 1986; İnan ve diğ., 1993). Formasyon Pliyosen yaşındadır (Gürsoy, 1986).

#### Traverten (Tt)

Birime çalışma alanının kuzeybatı kesiminde yer alan Demircilik Köyü civarında rastlanılmaktadır. Birim oldukça kırık ve çatlaklı olup bundan dolayı tam bir tabakalanma gözlenememiştir, fakat topoğrafyaya paralel olarak görüldüğü kesimler göze çarpmaktadır. Birim, İnan (1987) tarafından Pliyosen olarak yaşlandırılmıştır.

#### Soğukpınar Formasyonu (TQs)

Bu birim inceleme alanının güney kesiminde bulunmakta ve karasal çakıtaşılarından oluşmaktadır. Formasyonun kalınlığı 100 m.'yi geçmektedir. Formasyon, stratigrafik konumuna göre Pliyo-Kuvaterner yaşındadır. (Gökten, 1993).

#### Alüvyon (Qal)

İnceleme alanında Tecer deresi ve yan kollarının yataklarında serbest çakıl, kum, silt ve killerden oluşan alüvyonlar gözlenmektedir.

#### Yapısal Jeoloji

İnceleme alanında yer alan en büyük kıvrım Eski köy civarında bulunan ve Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu içerisinde gelişmiş olan





neydoğu sınırında, Çataldağ Kireçtaşı üzerine, Divriği Ofiyolitli Karışığı kuzeyden güneye doğru bindirmiştir (Yılanlıdağ bindirmesi). Tecer Dağları kuzeyinde, Tecer Kireçtaşı, Bozbel ve Selimiye Formasyonları üzerine güneyden kuzeye doğru bindirmiştir (Tecer bindirmesi) (Gürsoy, 1986).

İnceleme alanında, arazi ve hava fotoğrafları çalışmaları esnasında birçok KKB-GGD doğrultulu sağ yanal atımlı ve KD-GB doğrultulu sol yanal faylar gözlenmiştir. Doğrultu atımlı sağ yanal faylardan en belirginini Tecer Dağını Gezbel Boğazında KB-GD yönünde kesen faydır (Şekil 3).

## HİDROLOJİ

Çalışma alanı olan Tecer Dağı ve çevresinin drenaj alanı içerisinde yağış gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Ancak inceleme alanı dışında Ulaş, Kangal, Deliktaş, Celali ve Sincan gözlem istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlarının 1976-1995 yılları arasındaki (gözlenmiş ve hesaplanmış) değerlerine göre inceleme alanının alansal ortalama yıllık yağışı eşyağış eğrişleri yöntemiyle 500 mm. olarak bulunmuştur.

İnceleme alanının büyük bölümünün suları Tecer Deresi tarafından drene edilir. Derenin havza çıkış noktasında (Tecer Köyü) DSI XIX. Bölge Müdürlüğü'ne ait 15-259 nolu AĞI bulunmaktadır. Bu istasyonda (TD-1) ölçülmüş ortalama akım  $1.08 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Tecer Deresinin bu istasyon kesitindeki kadar olan drenaj alanı  $210 \text{ km}^2$ 'dir. Bu istasyona ait 1994-2000 yılları arasındaki aylık ortalama akım değerleri kullanılarak akım grafikleri çizilmiş ve bu grafikler üzerinde yaklaşık yöntemler yüzey akımı ve baz akım (yeraltısuyu boşalımı) ayrılmıştır. Buna göre 7 yıllık ortalama baz akım  $0.66 \text{ m}^3/\text{s}$  ve ortalama yüzey akım  $0.42 \text{ m}^3/\text{s}$  olarak hesaplanmıştır.

Arazi çalışması sırasında Tecer Deresi üzerinde seçilen 5 ölçüm noktasında ve Aygır ve Ulaş gölü sularında ölçüm ve su örnekleme yapılmıştır (Çizelge 1). Tecer Deresi üzerindeki ölçümler batıdan doğuya (TD-1 'den TD-5'e) doğru akarsu debisi ve diğer özelliklerindeki değişimleri görmek ve yan kolların katılımının etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

## HİDROJEOLOJİ

### Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

Çalışma alanında yer alan birimler farklı hidrojeolojik özelliklere sahiptir. İnceleme alanında yer alan en büyük kaynaklar Tecer Kireçtaşından boşalmaktadır. Tecer Kireçtaşı oldukça kırıklı, çatlaklı ve yoğun karstlaşma gösterdiğinden dolayı en fazla su taşıma özelliğine sahiptir ve inceleme alanının ana akiferini

(karstik akifer) oluşturmaktadır. Çataldağ Kireçtaşı da kırıklı ve çatlaklı olduğundan kaynak boşalımı gözlenmektedir. Divriği Ofiyolitli Karışığını oluşturan kayalar tektonik olarak bir araya geldiklerinden dolayı karşık içerisinde yer alan kireçtaşları bol kırıklı ve çatlaklı (geçirimli) yapı kazanmıştır ve kireçtaşları ile serpantinlerin dokanaklarında kaynaklar boşalmaktadır. Bozbel, Selimiye, Karacaören, Deliktaş ve Örenlice Formasyonların kilitaşı, silttaşı, şeyl, marndan oluşan kesimleri geçirimsiz özelliktedir. Bu formasyonların kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşan kesimleri bir miktar yeraltısuyu bulundurduğundan dolayı bu kesimlerden kaynaklar boşalmaktadır. Travertenler boşluklu ve kırıklı bir yapı sunduğundan dolayı geçirimlidir ve su taşıma özelliğine sahiptir. İnceleme alanında yer alan alüvyonlar genellikle kum ve çakıldan oluştuğundan dolayı yeraltısuyu taşımakta ve özellikle doğu kesimde oldukça büyük debili kaynaklar boşalmaktadır.

Tecer Kireçtaşı içerisindeki karstik çöküntü alanları çoğunlukla batı ve kuzeybatı kesimde yer almaktadır. Çalışma alanında gözlenmiş olan karst yüzey şekillerinin en gelişmiş olanları genellikle çözünme olukları (karenler), çözünme ve çökme yapıları (dolinler, düdenler) ve daha seyrek olarak gözlenen mağaralardır.

Bölgede karstlaşmanın faylar boyunca ve eklem sistemlerinin egemen doğrultuları olan KB-GD ve KD-GB doğrularına paralel olarak geliştiği saptanmıştır. Faylar, bazen geçirimli ve geçirimsiz birimleri karşı karşıya getirdiğinden geçirimsiz bariyer ile karstik birimlerin sınırlarında büyük karst kaynakları oluşturmaktadır. Çalışma alanında yer alan ve debileri diğer kaynaklara nazaran oldukça büyük olan, Beşgözeler Kaynağı (TK-2), Karapınar Kaynağı (TK-26) ve Göllü Kaynağı (TK-17) fay zonları üzerinde gelişmiş olan karstik kaynaklardır. Bu kaynakların bulunduğu alanlarda karstlaşmanın Tecer Kireçtaşının tabanına kadar ilerlemiş olduğu gözlenmiştir.

### Kaynaklar

İnceleme alanı içerisinde çok sayıda ve oldukça farklı debilerde birçok kaynak yer almaktadır. Bu kaynaklardan birçoğu Tecer Kireçtaşından çıkan karstik kaynak niteliğindedir. Diğer kaynaklar ise çakıltaşı-kumtaşı-kilitaşı ardalanmasından, ofiyolitlerin çatlaklarından, ofiyolitlerin Tecer Kireçtaşı ile yaptığı dokanağından, alüvyondan, travertenlerden ve jipslerden çıkmaktadır. Bu kaynakların Temmuz 2000 dönemindeki debileri  $0.5-398 \text{ l/s}$  arasında değişmektedir. Kaynaklara ait bilgiler Çizelge

Çizelge 1. Akarsularda ve göllerde yapılan arazi ölçümleri.  
Table 1. Field measurements carried out in rivers and lakes.

Akarsu/Göl No	Akarsu/Göl Adı	Debi (l/s)	T (°C)	EC (us/cm)	TÇK(mg/l)	Ölçüm Tarihi
TD-1	Tecer Deresi 1	325	23,3	815	520	03.07.2000
TD-1	Tecer Deresi 1	174	14,1	810	540	28.09.2000
TD-1	Tecer Deresi 1	538	9,8	890	600	13.11.2000
TD-2	Tecer Deresi 2	604	22,0	630	410	03.07.2000
TD-3	Tecer Deresi 3	299	24,7	875	580	05.07.2000
TD-4	Tecer Deresi 4	250	18,2	886	620	07.07.2000
TD-5	Tecer Deresi 5	302	16,2	865	550	10.07.2000
G-1	Aygır Gölü		24,3	884	590	10.07.2000
G-2	Ulaş Gölü		24,2	12160	8260	11.07.2000

2'de verilmiştir. Şekil 4 bazı kaynakların konumunu göstermektedir.

Su kaynaklarının debileri iklimsel ve meteorolojik faktörlerdeki değişimlere ve insan faaliyetlerine bağlı olarak aylık ve yıllık değişimler göstermektedir. kaynakların boşalım noktalarında veya yakınlarında taş, maden işletme, bina yapımı vb. nedenlerle patlatmalar yapılması yeni yeraltısu akım yollarının oluşmasına ve kaynak debilerinin azalmasına neden olabilmektedir. İnceleme alanının en büyük debili kaynağı olan Beşgözeler Kaynağının debisi Temmuz-Kasım 2000 dönemindeki ölçümlerde 265-425 l/s arasındadır. DSİ XIX. Bölge Müdürlüğü verilerine göre, aylık ortalama akımı 1987 yılında 565 l/s, 1995 yılında 272 l/s olarak bulunmuştur. 2001 yılı Eylül ayında yapılan ölçümde kaynak debisi 150 l/s bulunmuştur (Kaçaroğlu ve Değirmenci, 2001).

Çalışma alanında yer alan en büyük debili kaynak olan Beşgözeler Kaynağı suyunun bir kısmı Sivas Demir Çelik İşletmesine, Ulaş'a ve yakın civarlardaki köylere içme ve kullanma suyu olarak verilmektedir. Verilen su miktarı çeşitli dönemlerde 70 l/s (Kaçaroğlu ve Değirmenci, 2001) ile 120 l/s (Ekemen, 2001) arasında değişim göstermiştir. Artan su Tecer Deresine karışmakta, bu suyun bir kısmı alabalık yetiştirmede kullanılmaktadır. Tecer Deresinin suyu kısmen Ulaş Devlet Üretim Çiftliğinde sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır. Diğer büyük debili kaynaklardan yakın civardaki köylere içme suyu sağlama ve sulama yararlanılmaktadır.

Çalışma alanında yer alan büyük debili kaynaklardan Beşgözeler Kaynağı (TK-2), Bentbaşı Kaynağı (TK-25), Karapınar Kaynağı (TK-26) ve Göllü Kaynağı (TK-27)'nin çeşitli

dönemlerde ölçülmüş olan debileri Çizelge 3'de verilmiştir.

#### Yeraltısuyunun Beslenme ve Boşalımı

Çalışma alanının yeraltısu beslenme ve boşalımı hesapları Tecer Deresi havzası ve karstik özellik gösteren Tecer kireçtaşları için ayrı ayrı yapılmıştır. Ayrıca en büyük debili kaynak olan Beşgözeler Kaynağı için de beslenme ve boşalım hesabı yapılmıştır. Tecer Deresi havzasının yağıştan beslenimi  $105 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl, yüzeysel akımı  $13.2 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl, yeraltısu boşalımı  $21 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl, buharlaşma-terleme ise  $71.1 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak bulunmuştur. Buna göre havzanın süzülme yüzdesi (yeraltısu beslenimi) % 20 olarak hesaplanmıştır.

Karstik akiferlerdeki yeraltısuyunun beslenme koşulları diğer tür akiferlere göre daha elverişlidir (Milanovic, 1981). Yağışın karst yeraltısuyunu besleyen kısmı (süzülme yüzdesi) için çeşitli alanlarda yapılan çalışmalarda kaynak boşalmılarından yararlanılarak farklı yüzdeler hesaplanmıştır. Milanovic (1981) Yugoslavya'nın çeşitli bölgelerinde yapılan ayrıntılı çalışmalarında bu miktarın % 70-90 arasında bulunduğunu belirtmiştir. Tecer Kireçtaşından boşalan karstik kaynakların toplam debisi Temmuz 2000 dönemi ölçümlerine göre 565 l/s dir. Tecer Kireçtaşının alanı 65 km<sup>2</sup>'dir. Buna göre, Tecer Kireçtaşından yıllık yeraltısu boşalımı yaklaşık olarak  $17.82 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl ve süzülme yüzdesi yaklaşık % 55 olarak bulunmuştur.

Yeraltısu beslenme ve boşalım hesapları en büyük debili karstik kaynak olan Beşgözeler Kaynağı için de ayrıca yapılmıştır. Bu kaynağın yüzey drenaj alanı 3 km<sup>2</sup> ve bu alana yağışla düşen su (beslenme):  $1.50 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl'dır. Beşgözeler Kaynağının debisi 2000

Çizelge 2. Çalışma alanındaki kaynaklara ait bilgiler (arazi ölçümleri).  
Table 2. Data of the springs in the study area (field measurements).

Kaynak No	Kaynak Adı	Çıktığı Oluşuk	Yükselti (m)	Ölçüm Tarihi	Debi (l/s)	T (°C)	TÇK (mg/l)
TK-1	Çağlayan Kaynağı	Kçt.-Kmt.kont.(Tecer Kçt-Kızilkaya Tepe üy.)	1510	03.07.2000	42	12	490
TK-2	Beşgözeler Kaynağı	Kçt.-kt. (Tecer Kçt.-Kızilkaya Tepe üy.)	1530	03.07.2000	398	10	195
TK-3	Gölyeri Pınarı	Çakıldaş-kumtaşı (Örencik üyesi)	1710	05.07.2000	1	9	340
TK-4	Deliktaş Tün.Drj.Suları	Çakıldaş- kumtaşı (Örencik üyesi)	1570	05.07.2000	4	12	260
TK-5	Başçayır Köyü Kaynağı	Ofiyolit (Divriği Ofiyolitli Karışığı)	1630	05.07.2000	1	15	180
TK-6	Kayapınar Kaynağı	Kumtaşı (Kızilkaya Tepe üyesi)	1490	05.07.2000	15	11	280
TK-7	Söğütlü Pınarı	Kumtaşı (Kızilkaya Tepe üyesi)	1540	06.07.2000	0,5	11	370
TK-8	Körönlük Kaynağı	Ofy-Kçt kont.(Divriği Ofy.Karş.-Çataldağ Kçt)	1700	06.07.2000	2,5	9,9	210
TK-9	İğdeli Pınarı	Kumtaşı (Kızilkaya Tepe üyesi)	1550	06.07.2000	1	14	380
TK-10	Deli Pınarı	Kumtaşı (Kızilkaya Tepe üyesi)	1530	06.07.2000	2	11	210
TK-11	Kayalı Pınar	Kumtaşı (Kızilkaya Tepe üyesi)	1520	06.07.2000	1	11	260
TK-12	Kurugöl Kaynağı	Kumtaşı (Kızilkaya Tepe üyesi)	1710	07.07.2000	1	10	170
TK-13	Kelle Pınarı	Kumtaşı (Kızilkaya Tepe üyesi)	1660	07.07.2000	4	8,9	220
TK-14	Kasapderesi Kaynağı	Kumtaşı (Kızilkaya Tepe üyesi)	1720	07.07.2000	3	12	170
TK-15	Beyleroturağı Kaynağı	Ofiyolit (Divriği Ofiyolitli Karışığı)	1710	07.07.2000	5	8,9	150
TK-16	Kızıldaş Kaynağı	Alüvyon	1600	07.07.2000	50	9,5	720
TK-17	Karaboğazdere Kaynağı	Alüvyon	1650	07.07.2000	50	11	440
TK-18	Purönü Kaynağı	Alüvyon	1620	07.07.2000	30	9	480
TK-19	Bostantepe Kaynağı	Ofiyolit (Divriği Ofiyolitli Karışığı)	1640	10.07.2000	1,9	9,9	230
TK-20	Ağralağa Kaynağı	Ofiyolit (Divriği Ofiyolitli Karışığı)	1660	10.07.2000	7,2	9,6	280
TK-21	Tatlı Pınar	Kçt-Kmt kont. (Tecer Kçt.-Bozbel Fm.)	1740	11.07.2000	0,5	10	170
TK-22	Acı Pınar	Jips (Bozbel Fm.)	1600	11.07.2000	4	8,4	1420
TK-23	Demircilik Köyü Çşm.	Traverten	1700	11.07.2000	2	8,7	150
TK-24	Deliabu Kaynağı	Kireçtaşı (Tecer Kçt.)	1780	11.07.2000	0,5	9,1	220
TK-25	Bentbaşı Kaynağı	Kireçtaşı (Tecer Kçt.)	1740	12.07.2000	56	8,8	180
TK-26	Karapınar Kaynağı	Kireçtaşı (Tecer Kçt.)	1770	12.07.2000	37	9	190
TK-27	Göllü Kaynağı	Kireçtaşı-ofy. (Tecer Kçt.-Divriği of.karş)	1750	12.07.2000	21	9	200
TK-28	Hamdibey Ağılı Kaynağı	Jips(Selimiye Fm.)	1640	13.07.2000	4	9,1	1400
TK-29	Yukarı Pınar	Kçt.-Kmt.kont. (Tecer Kçt.-Selimiye Fm.)	1730	13.07.2000	2	9	180
TK-30	Kızılbaş Kaynağı	Kçt.-Ofy. kont. (Tecer Kçt.-Divriği Ofy.Karş.)	1740	13.07.2000	1	7,7	280
TK-31	Soğuk Pınar	Kçt.-Ofy.kont. (Tecer Kçt.-Divriği Ofy.Karş.)	1790	13.07.2000	5	5,7	140
TK-32	Ezentere Kaynağı	Kçt.-çakt.,kt. ard.kont.(Tecer Kçt-Selim For.)	1690	13.07.2000	1	8,5	250

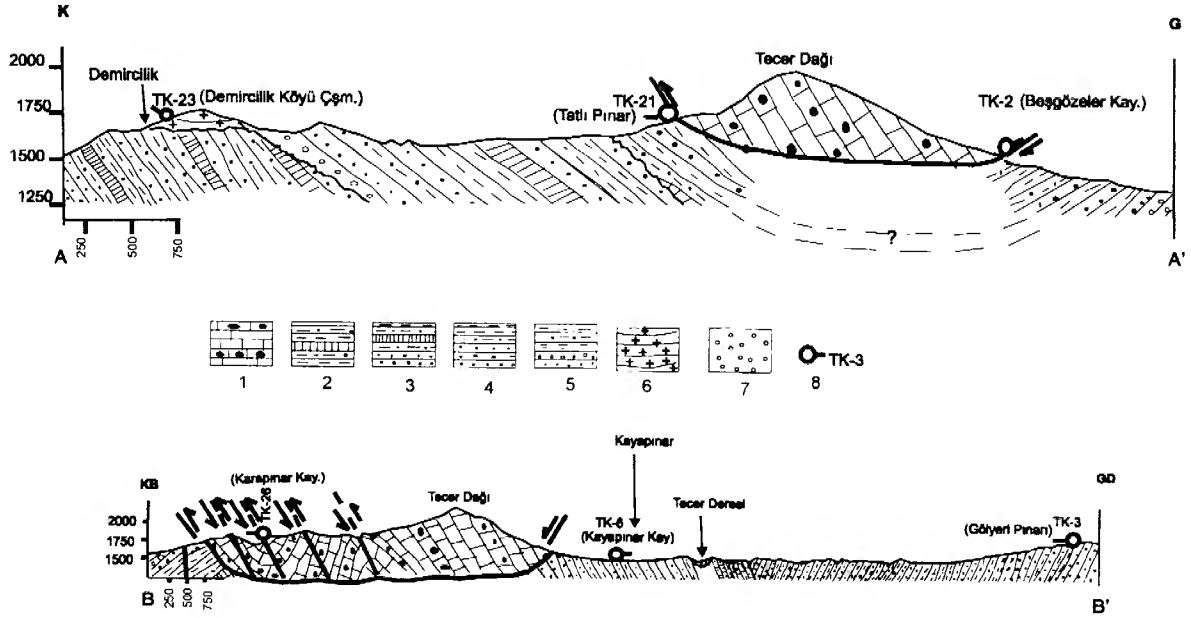
yılında yapılan ölçümlere göre 265-425 l/s arasında değişmektedir. Ortalama debi 350 l/s kabul edilirse, kaynağın boşalımı  $11.04 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl'dır. Tecer Kireçtaşı için bulunan süzülme yüzdesine göre (% 55) sahip olduğu debiyle boşalım yapabilmesi için gerekli beslenme alanı 40 km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi kaynaktan boşalan yeraltısuyunun beslenme alanı, yüzey drenaj alanından çok büyüktür. Bu, Beşgözeler Kaynağına su taşıyan yeraltı karst akım yollarının (kanallarının) Tecer Kireçtaşı içerisinde geniş bir alana yayıldığını göstermektedir. Tecer Kireçtaşının güney eteklerinde bulunan KD-GB doğrultulu olan normal faylar ve Tecer Kireçtaşı içerisinde yer alan KB-GD ve KD-GB doğrultulu sağ ve sol yanıl faylar boyunca karst akım yollarının geliştiği ve kaynağa

taşınan suyu toplatıcı kanallar olarak görev yaptığı düşünülmektedir (Ekemen, 2001).

### SU KİMYASI Kaynak Suları

İnceleme alanında bulunan kaynak sularının sertlikleri 10-119 Fransız Sertlik Derecesi (FS) arasındadır ve Erguvanlı ve Yüzer (1973) tarafından verilen sertlik sınıflamasına göre çoğunlukla "Tatlı su" su sınıfında yer almaktadır (Çizelge 4). Kaynak sularının üçgen diyagramı (Piper, 1944) incelendiğinde çoğunlukla kalsiyum bikarbonatlı tipte sular olduğu görülmektedir (Şekil 5). Çağlayan Kaynağı (TK-1) karışık tip, Kızıldaş Kaynağı (TK-16), Karaboğazdere Kaynağı (TK-17), Purönü Kaynağı (TK-18), Acı Pınar (TK-22), Hamdibey Aği-





Şekil 4. Bazı kaynak çıkış noktalarının jeolojik kesitleri.1: Tecer Formasyonu 2: Bozbel Formasyonu 3: Selimiye Formasyonu 4: Karacaören Formasyonu (Kızılkaya Tepe üyesi) 5: Deliktaş Formasyonu (Örencik üyesi) 6: Taverten 7: Alüvyon 8: Kaynak A-A', B-B': Kesit doğrultuları.  
Figure 4. Geological sections of the some spring discharge points 1: Tecer Formation 2: Bozbel Formation 3: Selimiye Formation 4: Karacaören Formation (Kızılkaya Tepe member) 5: Deliktaş Formation (Örencik member) 6: Travertine 7: Alluvion 8: Spring A-A' , B-B': Direction of sections.

Çizelge 3. Bazı büyük kaynakların debileri.  
Table 3. Discharges of some large springs.

Kaynak Adı	Ölçüm Tarihi	Debi (m <sup>3</sup> /s)
Beşgözeler Kaynağı	03.07.2000	0,398
"	31.07.2000	0,399
"	28.09.2000	0,425
"	13.11.2000	0,265
Bentbaşı Kaynağı	12.07.2000	0,055
"	03.08.2000	0,0187
"	28.09.2000	0,009
"	13.11.2000	0,0067
Karapınar Kaynağı	12.07.2000	0,0368
"	03.08.2000	0,022
"	28.09.2000	0,0234
"	13.11.2000	0,0156
Göllü Kaynağı	12.07.2000	0,0205
"	03.08.2000	0,027
"	28.09.2000	0,0111
"	13.11.2000	0,0043

lı kaynağı (TK-28) ise suları kalsiyum sülfatlı tip-te sulardır.

Sulama suyu açısından ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına göre kaynak suları

genellikle "düşük sodyumlu-orta tuzlu" sulardır ve C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub> sınıfında yer almaktadır (Şekil 6). C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub> sınıfında yer alan bu sular tuzluluk kontrolüne gerek kalmaksızın, tuza orta derecede dayanıklı bütün bitkilerde kullanılabilir ve sodyum tehlikesi yoktur (Eröz, 1986).

Kaynak sularının kimyasal analizleri iç-me suyu açısından Türk İçme Suyu Standartlarına (TSE, 1986) göre değerlendirilmiştir. Buna göre kaynak sularının Ca değerleri 10-428 mg/l arasındadır. Acı Pınar ve Hamdibey Ağılı Kaynaklarının Ca değerleri sırasıyla 428, 380 mg/l gibi yüksek bir değerlerle üst sınır olan 200 mg/l değerini aşmaktadır. Diğer tüm kaynaklar kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Magnezyum 1.2-38.7 mg/l arasında değerlerle kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer almaktadır. Sülfat 2.0-1080 mg/l arasında değerlere sahiptir. Acı Pınar ve Hamdibey Ağılı Kaynaklarının sülfat değerleri sırasıyla 954, 1080 mg/l olup üst sınır olan 400 mg/l değerini oldukça fazla miktarda aşmaktadır. Diğer kaynak suları ise kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunmaktadır. İnceleme alanı içerisinde bulunan bu kaynakların klorür değerleri 0.7-75.3 mg/l arasındadır ve içme suyu açısından kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer almaktadır.

Çizelge 4. Bazı kaynak sularının, akarsu ve göllerin kimyasal analiz sonuçları  
Table 4. Chemical analysis results of the some spring waters, rivers and lakes

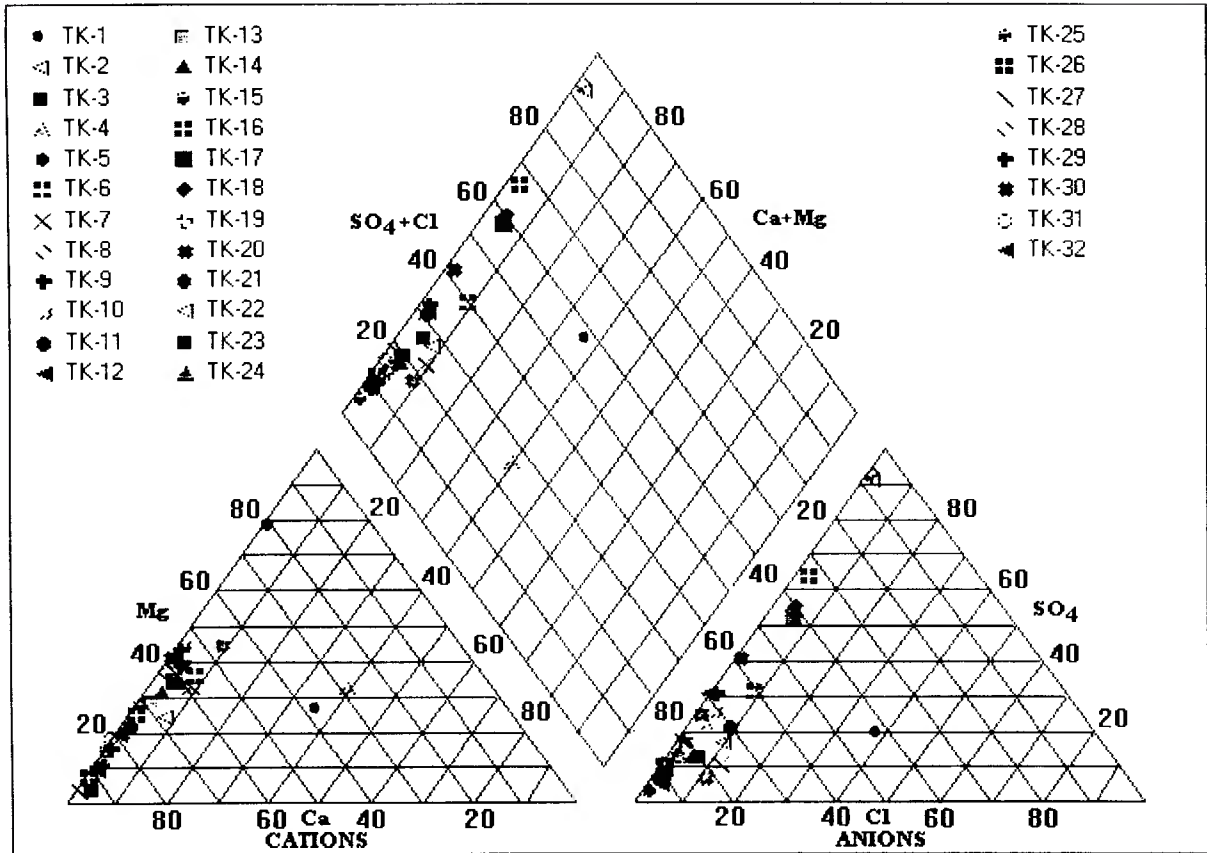
Su No	Suyun Adı	Alındığı Tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (us/cm)	Kasyonlar (Meq/L)				Kasyon Toplamı	Anyonlar (Meq/L)				Anyon Toplamı	Sodyum (%)	SAR	Sulama Suyu Sınıfı	Sertlik (FS)	Sertlik Sınıfı
						Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>		CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>						
TD-1	Tecer Deresi 1	03.07.2000	23,3	8,2	815	0,88	0,02	4,00	4,00	8,90	0,20	2,80	0,88	3,16	7,40	9,89	0,44	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	40	Çok sert su
TD-1	Tecer Deresi-1	28.09.2000	14,1	8,36	810	0,95	0,002	3,20	3,90	8,05	0,00	2,10	0,80	4,45	7,35	11,8	0,50	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	35,5	Çok sert su
TD-1	Tecer Deresi-1	13.11.2000	9,8	8,45	890	0,90	0,002	4,10	4,00	9,00	0,00	2,85	0,84	4,66	8,35	10,00	0,45	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	40,5	Çok sert su
TD-2	Tecer Deresi 2	03.07.2000	22,0	8,15	630	0,67	0,01	3,40	2,60	6,68	0,30	2,90	0,56	1,97	5,73	10,03	0,39	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	30	Sert su
TD-3	Tecer Deresi 3	05.07.2000	24,7	8,02	875	0,68	0,02	5,00	4,00	9,70	0,00	4,00	0,72	3,94	8,80	7,01	0,32	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	45	Çok sert su
TD-4	Tecer Deresi 4	07.07.2000	18,7	8,10	886	0,56	0,02	4,50	4,00	9,00	0,20	3,50	0,72	3,50	7,92	6,22	0,27	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	42,5	Çok sert su
TD-5	Tecer Deresi 5	10.07.2000	16,2	8,19	865	0,20	0,02	6,50	2,50	9,22	0,00	3,60	0,20	5,20	9,00	2,17	0,09	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	45	Çok sert su
G-1	Aygır Gölü	10.07.2000	24,3	9,60	884	0,64	0,12	6,00	3,00	9,70	0,40	1,20	0,20	6,83	8,70	6,60	0,30	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	45	Çok sert su
G-2	Ulaş Gölü	11.07.2000	24,2	9,58	12160	58,50	2,11	20,00	80,00	160,61	1,50	0,00	8,80	150	160,3	36,42	8,27		500	Aşırı sert su
TK-1	Çağlayan Kaynağı	03.07.2000	12,3	8,00	785	2,13	0,01	2,20	1,50	5,84	0,00	2,35	2,12	1,04	5,51	36,47	1,57	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	18,5	Tatlı su
TK-2	Beşgözeler Kaynağı	03.07.2000	10,1	7,85	300	0,23	0,01	2,00	0,70	2,94	0,00	2,00	0,26	0,45	2,71	7,84	0,20	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	13,5	Tatlı su
TK-2	Beşgözeler Kaynağı	31.07.2000	10,1	7,4	304	0,2	0,005	1,50	0,90	2,61	0,00	1,90	0,26	0,39	2,55	7,66	0,18	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	12	Tatlı su
TK-2	Beşgözeler Kaynağı	28.09.2000	10,0	8,02	305	0,27	0,005	1,10	1,20	2,58	0,00	1,75	0,27	0,38	2,40	10,5	0,25	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	11,5	Tatlı su
TK-2	Beşgözeler Kaynağı	13.11.2000	9,9	7,87	317	0,24	0,005	1,60	0,90	2,75	0,00	2,00	0,29	0,06	2,35	8,74	0,21	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	12,5	Tatlı su
TK-3	Gölyeri Pınarı	05.07.2000	9,0	7,36	490	0,24	0,01	3,00	2,00	5,25	0,00	3,45	0,10	1,10	4,65	4,57	0,15	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	25	Sert su
TK-4	Deliktaş Tr. Drj. Su.	05.07.2000	11,7	8,34	357	1,33	0,06	1,00	1,10	3,49	0,00	2,40	0,14	0,66	3,20	38,11	1,30	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	10,5	Membe suyu

Çizelge 4. (devam ediyor).  
Table 4. (continued).

Su No	Suyun Adı	Alındığı Tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (us/cm)	Katyonlar (Meq/L) Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup> Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup>	Katyon Toplamı	Anyonlar (Meq/L) CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Cl <sup>-</sup> SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Anyon Toplamı	Sodyum (%)	SAR	Sulama Suyu Sınıfı	Sertlik (FS)	Sertlik Sınıfı
TK-5	Başçayır Köyü Kay.	05.07.2000	14,7	8,30	250	0,02 0,00 0,50 1,90	2,42	0,20 1,80 0,04 0,14 2,18	0,83 0,02	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	12	Tatlı su		
TK-6	Kayapınar Kaynağı	05.07.2000	11,1	7,52	420	0,33 0,01 2,40 1,50	4,24	0,00 2,25 0,32 1,14 3,71	7,78 0,24	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	19,5	Tatlı su		
TK-7	Sögütlü Pınar	06.07.2000	11,0	7,16	535	0,44 0,01 2,90 1,60	4,95	0,00 3,50 0,56 0,45 4,51	8,89 0,29	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	22,5	Tatlı su		
TK-8	Köroluk Kaynağı	06.07.2000	9,9	8,17	300	0,04 0,01 2,00 1,20	3,25	0,00 2,65 0,08 0,20 2,93	1,23 0,03	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	16	Tatlı su		
TK-9	İğdeli Pınar	06.07.2000	14,0	7,62	530	0,08 0,01 3,00 2,30	5,39	0,00 3,20 0,08 1,40 4,68	1,49 0,05	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	27	Sert su		
TK-10	Deli Pınar	06.07.2000	11,4	7,70	300	0,03 0,01 1,70 1,40	3,14	0,00 2,05 0,10 0,73 2,88	0,96 0,02	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	16	Tatlı su		
TK-11	Kayalı Pınar	06.07.2000	11,3	7,84	375	0,10 0,00 2,90 0,80	3,80	0,00 2,65 0,34 0,79 3,78	2,63 0,07	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	19	Tatlı su		
TK-12	Kurugöl Kaynağı	07.07.2000	10,0	7,85	250	0,03 0,00 2,10 0,50	2,63	0,00 2,30 0,08 0,12 2,50	1,14 0,03	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	13	Tatlı su		
TK-13	Kelle Pınarı	07.07.2000	8,9	7,92	338	0,09 0,01 2,20 0,90	3,20	0,00 2,55 0,08 0,50 3,13	2,82 0,07	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	16	Tatlı su		
TK-14	Kasapderesi Kay.	07.07.2000	11,9	7,90	255	0,10 0,00 1,70 0,80	2,60	0,40 1,75 0,14 0,31 2,60	3,84 0,09	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	13	Tatlı su		
TK-15	Beyleroturağı Pınarı	07.07.2000	8,9	7,64	230	0,03 0,00 1,60 0,60	2,23	0,00 1,80 0,06 0,13 1,99	1,34 0,03	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	11	Tatlı su		
TK-16	Kızıldaş Kaynağı	07.07.2000	9,5	7,30	1075	0,20 0,08 9,00 3,00	12,20	0,00 3,60 0,30 6,83 10,7	1,64 0,08	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	60	Aşırı sert su		
TK-17	Karaboğazdere Kay.	07.07.2000	10,5	7,72	670	0,35 0,01 4,50 2,50	7,30	0,20 2,90 0,40 3,79 7,20	4,79 0,19	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	35	Çok sert su		
TK-18	Purönü Kaynağı	07.07.2000	9,0	7,72	710	0,32 0,02 4,80 3,20	8,34	0,00 2,80 0,32 3,80 6,92	3,84 0,16	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	40	Çok sert su		
TK-19	Bostantepe Kaynağı	10.07.2000	9,9	7,51	350	0,06 0,01 2,30 0,60	2,97	0,00 2,20 0,02 0,27 2,49	2,02 0,05	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	15	Tatlı su		
TK-20	Ağralağa Kaynağı	10.07.2000	9,6	7,46	425	0,33 0,01 1,80 1,70	3,84	0,00 2,65 0,36 0,20 3,21	8,60 0,25	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	18	Tatlı su		

Çizelge 4. (devam ediyor).  
Table 4. (continued).

Su No	Suyun Adı	Alındığı Tarih	Sıcaklık (°C)	PH	EC (us/cm)	Katyonlar (Meq/L)				Anyonlar (Meq/L)				Sodyum (%)	SAR	Sulama Suyu Sınıfı	Sertlik (FS)	Sertlik Sınıfı		
						Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Kasyon Toplamı	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Anyon Toplamı					
TK-21	Tatlı Pınar	11.07.2000	10,3	7,29	254	0,06	0,00	1,80	0,50	2,36	0,00	1,75	0,06	0,26	2,07	2,54	0,06	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	12	Tatlı su
TK-22	Acı Pınar	11.07.2000	8,4	7,52	2160	0,28	0,01	21,40	2,40	24,09	0,00	1,70	0,30	19,90	22	1,16	0,08	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	119	Aşırı sert su
TK-23	Demircilik köyü Çşm.	11.07.2000	8,7	8,45	225	0,06	0,02	2,20	0,08	2,36	0,20	1,45	0,14	0,25	2,04	2,54	0,06	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	12	Tatlı su
TK-24	Delibabı Kaynağı	11.07.2000	9,1	7,92	395	0,03	0,00	2,80	0,40	3,23	0,00	2,55	0,06	0,19	2,80	0,93	0,02	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	16	Tatlı su
TK-25	Bentbaşı Kaynağı	12.07.2000	8,8	7,66	268	0,02	0,00	2,40	0,40	2,82	0,00	2,40	0,04	0,07	2,51	0,71	0,02	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	14	Tatlı su
TK-25	Bentbaşı Kaynağı	03.08.2000	8,7	7,2	298	0,01	0,003	2,30	0,80	3,11	0,00	2,20	0,04	0,06	2,30	0,32	0,01	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	16	Tatlı su
TK-25	Bentbaşı Kaynağı	28.09.2000	8,8	8,30	280	0,02	0,003	2,00	0,10	2,12	0,00	1,80	0,05	0,04	1,89	0,94	0,02	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	11	Tatlı su
TK-25	Bentbaşı Kaynağı	13.11.2000	8,5	7,90	296	0,02	0,002	2,20	0,10	2,32	0,00	2,15	0,03	0,08	2,26	0,86	0,02	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	12	Tatlı su
TK-26	Karapınar Kaynağı	12.07.2000	9,0	7,87	288	0,03	0,01	2,60	0,20	2,84	0,00	2,30	0,04	0,25	2,59	1,06	0,03	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	14	Tatlı su
TK-26	Karapınar Kaynağı	03.08.2000	9,0	7,15	287	0,01	0,003	2,40	0,10	2,51	0,00	2,15	0,06	0,18	2,39	0,40	0,01	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	13	Tatlı su
TK-26	Karapınar Kaynağı	28.09.2000	8,7	7,9	310	0,01	0,004	2,40	0,20	2,61	0,00	2,20	0,03	0,17	2,40	0,38	0,01	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	13	Tatlı su
TK-26	Karapınar Kaynağı	13.11.2000	8,5	7,78	315	0,04	0,003	2,40	0,20	2,64	0,00	2,30	0,06	0,16	2,52	1,51	0,04	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	13	Tatlı su
TK-30	Kızılbaş Kaynağı	13.07.2000	7,7	8	425	0,04	0,00	2,30	1,60	3,94	0,20	2,10	0,05	1,57	3,70	1,01	0,03	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	20	Tatlı su
TK-31	Soğuk Pınar	13.07.2000	5,7	8,06	215	0,00	0,00	1,80	0,40	2,21	0,00	1,70	0,06	0,25	2,01	0,05	0,00	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	11	Tatlı su
TK-31	Soğuk Pınar	13.07.2000	5,7	8,06	215	0,00	0,00	1,80	0,40	2,21	0,00	1,70	0,06	0,25	2,01	0,05	0,00	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	11	Tatlı su
TK-32	Ezentere Kaynağı	13.07.2000	8,5	7,94	380	0,06	0,01	3,00	0,30	3,37	0,00	2,30	0,05	1,00	3,35	1,78	0,05	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	17	Tatlı su



Şekil 5. Kaynak sularının üçgen diyagramda sınıflandırılması.

Figure 5. Classification of spring waters in the trilinear diagram.

### Akarsular ve Göller

Arazi çalışmaları sırasında 5 akarsu noktasından ve 2 gölden su örneği alınmıştır. Bu örneklerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Akarsuların ve Aygır Gölünün sertlikleri 30–45 FS arasında olup, çoğunlukla "Çok sert su" sınıfında yer almaktadır. Ulaş Gölü aşırı sert su sınıfında yer almaktadır.

Akarsular üçgen diyagramına (Piper, 1944) göre, kalsiyum bikarbonatlı ve kalsiyum sülfatlı sulardır (Şekil 7). Akarsuların ve göl sularının sulama suyu açısından değerlendirilmesi ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına göre yapılmıştır (Şekil 8). Bu diyagrama göre akarsuların büyük çoğunluğu ve Aygır Gölü  $C_3-S_1$  yani, "düşük sodyumlu-yüksek tuzlu" sulama suyu sınıfında yer almaktadır.  $C_3-S_1$  sınıfında yer alan bu sular tuza dayanıklı bitkilerde tuz kontrolü yapılarak kullanılabilir (Eröz, 1986). Ulaş Gölü ise EC sinin çok yüksek olmasından dolayı bu diyagrama göre sınıflandırılmamıştır.

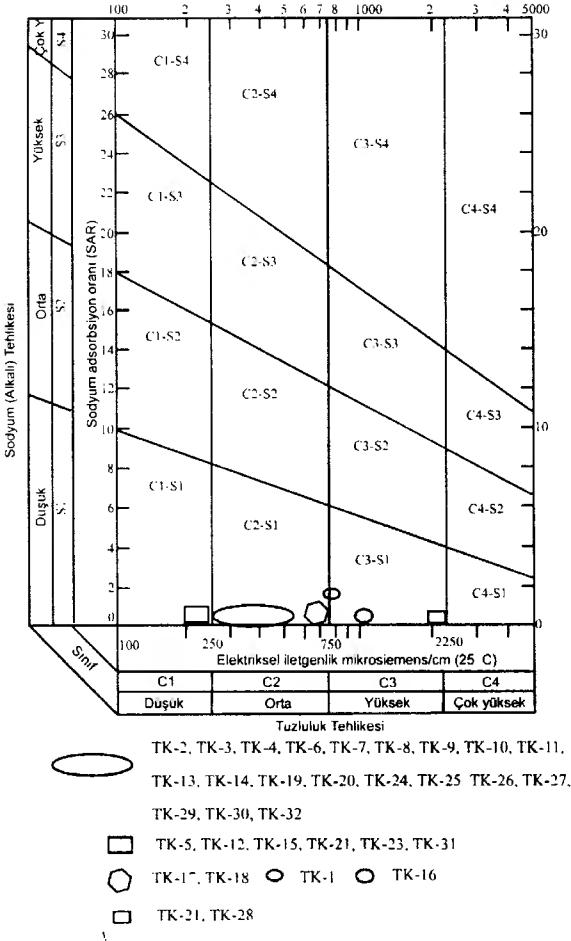
### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

#### Sonuçlar

1. Tecer Deresi havzasının yağıştan beslenimi  $105 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl, yüzeysel akım:  $13.2 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl, yeraltısuyu boşalımı:  $21 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl ve buharlaşma-terleme:  $71.1 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır. Tecer Kireçtaşının yağıştan beslenimi (süzülme yüzdesi) : % 55 olarak bulunmuştur.

2. Tecer Kireçtaşı kırıklı, çatlaklı ve karstlaşmalı yapısından dolayı en fazla su taşıma özelliğine sahiptir ve inceleme alanının ana akiferini (karstik akifer) oluşturmaktadır. En büyük debili kaynakların Tecer kireçtaşlarından boşaldığı saptanmıştır. Diğer birimlerin genellikle kırıklı, çatlaklı yapıda olan ve kumtaşı, çakıltaşı, kireçtaşından oluşan kesileri ve alüvyon daha az miktarda su bulundurmaktadır ve bu birimlerde de yer yer kaynak boşalimleri mevcuttur.

3. Çalışma alanında yer alan kaynakların beslenme alanları civarında herhangi bir yerleşim alanı, maden işletme tesisi, çöp deponi alanı vb. kirlilik kaynakları bulunmamaktadır. Bu nedenle şu anki durumuyla bu kaynaklar herhangi bir kirlenme riski altında bulunmamaktadır.



Şekil 6. Kaynak sularının sulama suyu sınıflaması (ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı).

Figure 6. Classification of spring waters in the irrigation water diagram (USA Salinity Laboratory Diagram).

4. Kaynakların EC değerleri: 215–2160  $\mu\text{s}/\text{cm}$  arasında, sertlikleri 10–119 FS arasında değişmektedir ve çoğunluğu "Tatlı su" sınıfına girmektedir. Bu sular sulama suyu açısından; ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına göre çoğunlukla C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub> sınıfında yer almakta olup, tuza orta derecede dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilir.

5. İnceleme alanındaki akarsuların EC değerleri: 630–886  $\mu\text{s}/\text{cm}$  arasında, sertlikleri: 30–45 FS arasında değişmektedir. Bu sular sulama suyu açısından; ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına göre çoğunlukla C<sub>3</sub>-S<sub>1</sub> sınıfında yer almakta olup, tuza dayanıklı bitkilerde tuz kontrolü yapılarak kullanılabilir.

6. İnceleme alanında yer alan suların ana kanyonları Ca ve Mg, ana anyonları ise HCO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub>'dir. Bu sular üçgen diyagramı sı-

nıflamasına göre çoğunlukla kalsiyum ve magnezyum bikarbonatlı ve kalsiyum ve magnezyum sülfatlı sular sınıfında yer almaktadır.

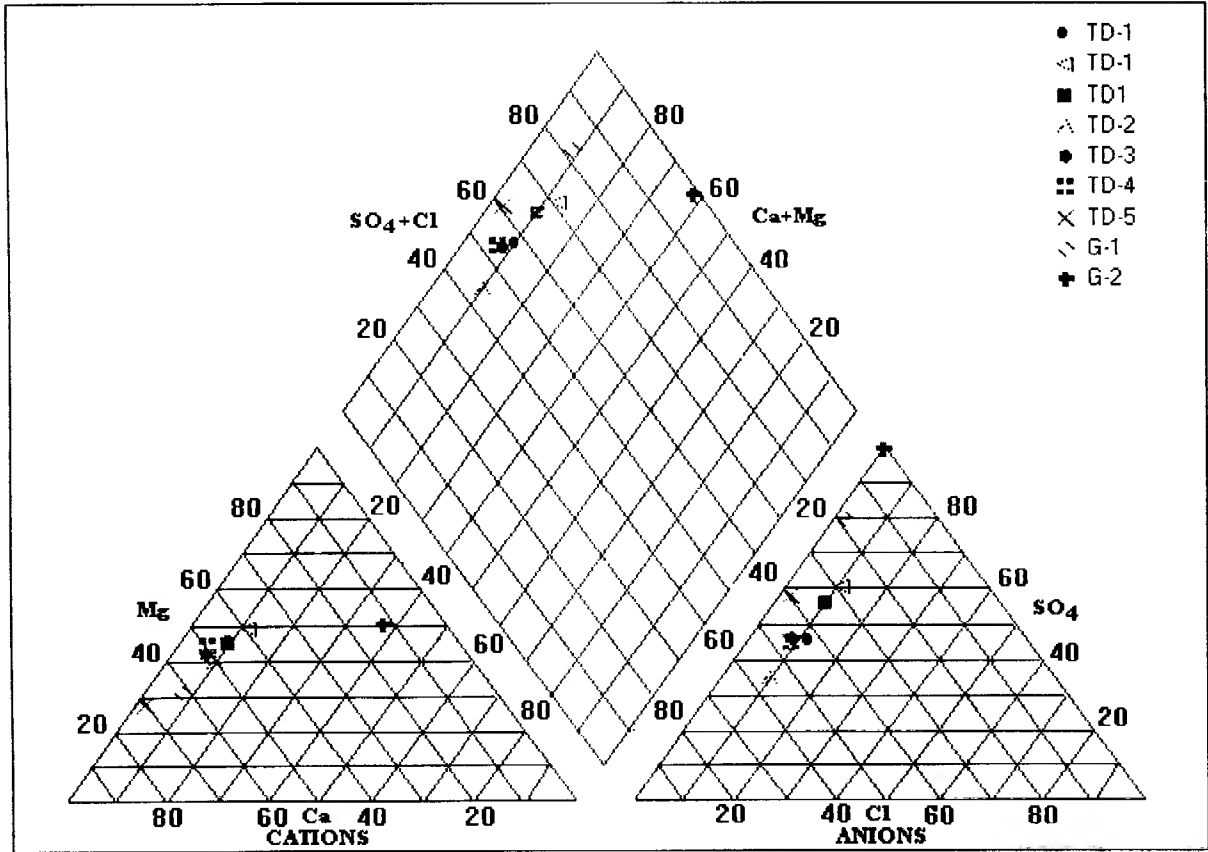
7. Tecer Kireçtaşından boşalan büyük debili kaynakların boşalmasını yüzey drenaj alanı karşılayamamaktadır. Bu nedenle, bu kaynakların boşalmasının Tecer Kireçtaşında yer alan karstik yeraltı kanallarının ve fayların etkisiyle geniş bir alandan toplanan sularla sağlandığı düşünülmektedir.

8. Tecer Kireçtaşlarından alınan eklem ölçümlerinin analiz ve hava fotoğrafları kırık izi çalışmalarına göre, karstik boşlukların ve yapıların çoğunlukla bu kırık hatları ve faylar civarında ve genellikle bunların doğrultusuna paralel geliştiği saptanmıştır. Ayrıca bu kırık ve çatlak sistemlerinin bölgenin etkisinde kaldığı e-gemen sıkıştırma yönü olan KKB–GGD doğrultusuyla uyumlu olarak geliştiği anlaşılmıştır. Çalışma alanındaki büyük debili kars kaynakları fay zonları üzerinde bulunmaktadır.

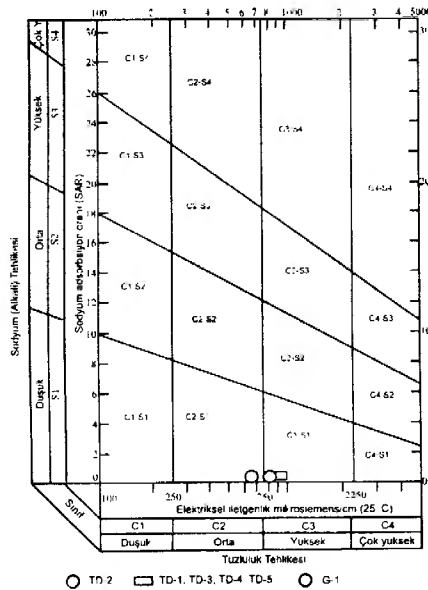
## Öneriler

1. Tecer Kireçtaşından boşalan Beşgözeler Kaynağının debisi eski yıllarda DSİ tarafından ölçülen değerlere göre (DSİ, 1979) son yıllarda azalma göstermiştir. Kaynak yakınındaki (birkaç yüz metre uzaklıkta) taş ocaklarında dinamit kullanılarak patlatmalar yapılmaktadır. Karstik ve kırık-çatlaklı akiferlerden boşalan kaynakların boşalım noktalarında veya yakınlarında taş, maden işletme vb. nedenlerle patlatmalar yapılması, yeni kırık-çatlakların ve yeraltısuyu akım yollarının oluşmasına ve kaynak boşalmasının (debinin) azalmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, Tecer Kireçtaşında karst akım yolları boyunca hareket eden su taş ocaklarındaki patlatmalar sonucu yeni oluşan kırık ve çatlakların etkisiyle yön değiştirerek başka noktalardan boşalım yapabilir. Dolayısıyla taş ocaklarının kapatılması Beşgözeler Kaynağının korunması açısından önerilmektedir.

2. Bilindiği gibi Cumhuriyet Üniversitesi yıllardır su sorunu yaşamaktadır. Üniversitemi zin suyu Kızılırmak boyunca uzanan alüvyon akiferde ve kampüs'ün güney kesimindeki dere ağzlarında bulunan alüvyon yelpazesinde açılmış olan sondaj kuyularından sağlanmaktadır. Bu kuyulardan sağlanan sular oldukça kötü kalitede olup içme amaçlı olarak kullanılmamakta, laboratuvarlarda faydalanılamamakta ve çeşitli aletlerde büyük hasarlara yol açmaktadır. Ortalama 350 l/s debili Beşgözeler Kaynağı suyunun bir kısmı Ulaş, yakın civardaki köyler



Şekil 7. Akarsu ve göl sularının üçgen diyagramda sınıflandırılması.  
Figure 7. Classification of river and lake waters in the trilinear diagram.



Şekil 8. Akarsu ve göl sularının sulama suyu sınıflaması (ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı).

Figure 8. Classification of river and lake waters in the irrigation water diagram (USA Salinity Laboratory Diagram).

ve Sivas Demir Çelik İşletmesine içme ve kullanma suyu olarak vermektedir. Artan suyun bir kısmı alabalık yetiştirmekte kullanılmakta ve Tecer Deresine verilmekte, diğer kısmı ise doğrudan Tecer Deresine karışmaktadır. Kullanılan sular alındıktan sonra artan ve doğrudan Tecer Deresine karışan su miktarı kaynak debisine bağlı olarak değişmektedir. Tecer Deresi suyunun bir kısmı Ulaş Devlet Üretme Çiftliğinde sulamada kullanılmaktadır. Beşgözeler Kaynağı suyunun kullanımdan artan kısmından Cumhuriyet Üniversitesine su sağlama yararlanabilir. Bunun için, kaynak bitişiğindeki balık çiftliğine tahsis edilmiş olan su miktarı ile ilgili yeni hukuki düzenlemeye ihtiyaç vardır (Kaçaroğlu ve Değirmenci, 2001). Kaynak ile Sivas Demir Çelik İşletmesi arasındaki boru hattı halen verilmekte olan debiden daha yüksek miktarı iletebilecek kapasiteye sahiptir. Üniversite kampüsü ile Sivas Demir Çelik İşletmesi arasına yeni bir boru hattının inşa edilmesi gerekecektir.

**KATKI BELİRTME**

Yazarlar C.Ü.Araştırma Fonu tarafından desteklenen bu çalışmanın gerçekleşmesinde, veri, arazi ve/veya laboratuvar çalışmalarındaki yardımları için Ergun Karacan, Ahmet Turan Arslan, Süha Özden, Halil Gürsoy, Ömer Bozkaya, Mustafa Değirmenci, DSI XIX Bölge Müdürlüğü, MTA Bölge Müdürlüğü, C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarı (MİPJAL) ve H.Ü. Uluslararası Karst Su Kaynakları Araştırma Merkezi (UKAM) Su Kimyası Laboratuvarı elemanlarına teşekkürü bir borç bilir.

**DEĞİNİLEN BELGELER**

- DSİ, 1979, Sivas-Ulaş Ovası hidrojeolojik etüt raporu: DSI Genel Müd., Ankara.
- Ekemen, T., 2001, Tecer Dağı (Sivas-Ulaş) kaynaklarının hidrojeoloji incelemesi (Yüksek Lisans Tezi): C.Ü. Fen Bilimleri Enst., Sivas, 104 s.
- Erguvanlı, K., Yüzer, E., 1973, Yeraltısuları jeolojisi: İstanbul Teknik Üniversitesi, Özarkadaş Matbaası, sayı 967, 340 s.
- Erözel, Z., 1986, Sulamada su kalitesi ve tuzluluk sorunları: Kültürteknîğe Giriş, A.Ü. Ziraat Fak. yayını no: 996, 96-110.
- Gökten, E., 1993, Ulaş (Sivas) doğusunda Sivas havzası güney kenarının jeolojisi: İç Toros Okyanusu' nun kapanmasıyla ilgili tektonik gelişim: TPJD Bülteni, 5/1, 35-55.
- Gürsoy, H., 1986, Örenlice-Eskiköy (Sivas) yöresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri (Yüksek Lisans Tezi): C.Ü. Fen Bilimleri Enst., Sivas, 48 s.
- Inan, N., 1987, Tecer Dağının (Sivas) jeolojik özellikleri ve foraminiferlerinin sistematik incelemesi (Doktora Tezi): C.Ü. Fen Bilimleri Enst., Sivas, 127 s.
- Inan, S., Öztürk, A., Gürsoy, H., 1993, Ulaş-Siğircan (Sivas) yöresinin stratigrafisi: TUBİTAK Doğa Dergisi, 2, 1-15.
- Inan, S., 1993, Sivas baseni güneydoğusunun yapısal evrimi: C.Ü. Müh. Fak. Dergisi, Seri A-Yerbilimleri, 10, 1, 13-22.
- Kaçaroğlu, F., Değirmenci, M., 2001, Sivas-Ulaş Beşgözeler Kaynağı Debi Ölçüm Raporu: Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 5 s.
- Milanovic, P. T., 1981, Karst hydrogeology: Water Resources Publication, Littleton, Colorado, USA, 434 p.
- Piper, A. M., 1944, A graphical procedure in the geochemical interpretation of water analyses. Am. Geophysical Union Trans., 25, 914-923.
- TSE, 1986, İçme suları: Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 97 s.



## ORTA ANADOLU BİNDİRME KUŞAĞININ AKDAĞMADENİ-YAVU ARASINDAKİ BÖLÜMÜNÜN STRATİGRAFİK ÖZELLİKLERİ

### STRATIGRAPHICAL FEATURES OF CENTRAL ANATOLIAN THRUST BELT BETWEEN AKDAĞMADENİ AND YAVU

Fikret KOÇBULUT Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas  
Orhan TATAR Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas

**ÖZ :** Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışık ve örtü kayalarından oluşan tektonik dilimlerin kuzeyden güneye doğru yerleşimini yansıtan Orta Anadolu Bindirme Kuşağı'nın çalışma alanındaki stratigrafisi, otokton ve allohton konumlu kaya birimleri ile temsil edilmektedir. Otokton konumlu birimlerin temelini Üst Kretase öncesi metamorfizmaya uğramış başlıca şist, kalk şist, mikaşist, kuvarsit ve mermerlerden yapıları Akdağmadeni Litodemi oluşturur. Bu temel üzerinde Alt-Orta Eosen yaşlı kalın bir tortul-volkanotortul istif yer alır. Tabanda yer alan epiklastik istif Tokuş Formasyonu; üstte yer alan volkanik-volkanotortul istif ise Orta-Üst Eosen yaşlı Kaletepe Volkanitleri olarak ayırtlanmıştır. Alt-Orta Eosen yaşlı Tokuş Formasyonu üç üyeden oluşmaktadır. Bu üyeler tabandan tavana doğru, konglomeralardan oluşan Susuzdağ, bol makro fosilli resifal kireçtaşlarından oluşan Asar, kumtaşı, kıltaşı ardalanmasından oluşan Banaz üyeleridir. Tokuş Formasyonu üzerinde uyumlu olarak Orta-Üst Eosen yaşlı Kaletepe Volkanitleri gelmektedir. Kaletepe Volkanitleri'nin bazaltik-andezitik lav akıntılarında oluşan kısmı Taştepe Üyesi, tuf, aglomera ve volkanik kumtaşlarından oluşan kısmı ise Aliçlısekitepe Üyesi olarak ayırtlanmıştır. Alt-Orta Eosen yaşlı istif, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı tarafından tektonik dokanakla üzerlenmektedir. Allohton konumlu Tekelidağı Karışığı pembe, kırmızı renkli kireçtaşları, volkanik-volkanosedimanter ve ofiyolitik kayalardan oluşan oluşmaktadır. Tüm bu birimlerin üzerinde ise açılı uyumsuzlukla Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ardalanmasından oluşan İncesu Formasyonu ve alüvyonlar yer almaktadır.

Çalışma alanının tektonik deformasyonu, temel ve örtü kayalarını içeren bindirme sistemleri ile denetlenmektedir. Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı'na ait kalın tektonik dilimlerin kuzeyden güneye doğru Eosen yaşlı havza istifi üzerine ilerlemesi ile genel olarak tüm havzada K-G yönünde yoğun kısalma gelişmiştir. Bu deformasyon, DKD-BGB doğrultulu kıvrımlar, bindirme fayları ve doğrultu atımlı faylarla karakterize edilmektedir.

**Anahtar kelimeler :** Akdağmadeni, Yavu, Tektonostratigrafi, Orta Anadolu Bindirme Kuşağı

**ABSTRACT :** The stratigraphy of the Central Anatolian Thrust Belt around the study area is represented by southward propagated tectonic slices of Upper Cretaceous ophiolitic melange and cover rocks. The basement of autochthonous units is composed of schist, calcschist, micaschist, quartzite and marbles of Pre-Cretaceous metamorphosed rocks namely the Akdağmadeni Lithodm. A thick Eocene sedimentary-volcanosedimentary serie overlies this basement. The lowermost sequence of epiclastic rocks and the uppermost volcanosedimentary series are named as Kaletepe volcanics. Lower-Middle Eocene Tokuş Formation is divided into three different members. These are, from bottom to top, Susuzdağ conglomerates, fossiliferous reefal carbonates of Asar and the Banaz sandstone-claystone members. Middle-Upper Eocene Kaletepe Volcanics conformably overly the Tokuş Formation. Kaletepe Volcanics are divided into two sub-units as follows; the Taştepe unit is composed of basaltic and andesitic lava flows, and Aliçlısekitepe unit consists of tuff, agglomerate and volcanic sandstone. Eocene series are overlain by Upper Cretaceous Tekelidağı melange with a tectonic contact. Allochthonous Tekelidağı Complex includes three units. They are pink-red colored pelagic limestones, lava flows, volcanosediments; and ophiolitic rocks. All these units are overlain by Quaternary alluvium and Pliocene İncesu Formation of continental deposits.

Tectonic deformation style of the study area is controlled by thrust sequences of basal and cover rocks. Since the occurrence of thick tectonic slices of Upper Cretaceous Tekelidağı melange propagated southwards onto Lower-Middle Eocene age series of the basin, a major shortening on footwall rocks developed. This deformation is characterized by ENE-WSW trending fold axes, thrusts and strike-slip faults.

**Key words :** Akdağmadeni, Yavu, Tectonostratigraphy, Central Anatolian Thrust Belt

## GİRİŞ

Coğrafik konum olarak Sivas'ın yaklaşık 100 km batısında, Yıldızeli (Sivas) ile Akdağmadeni (Yozgat) arasında yer alan inceleme alanı, bölgesel jeolojik konum olarak İzmir-Ankara-Erzincan ofiyolit kuşağı ile Sivas Tersiyer havzasının kuzey sınırında gelişen yaklaşık 400 km uzunluğundaki D-B doğrultulu kuzeyden güneye doğru gelişmiş Orta Anadolu Bindirme Kuşağı üzerinde bulunmaktadır (Şekil 1).

Orta Anadolu Bindirme Kuşağı üzerinde yer alan inceleme alanı ve yakın çevresinde değişik amaçlı birçok jeolojik araştırma yapılmıştır. Çalışmalar özellikle stratigrafik amaçlı olup, kuzeydeki Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşim yaşı ile ilgilidir. Bu çalışmalarla bölgede birçok önemli sorunun varlığı ortaya konulmuş ve çözümüne yönelik yayınlar yapılmıştır. İlgili alan ve yakın çevresinde, Yücel (1955), Okay (1955), Yalçınlar (1955), Baykal (1966), Brinkmann (1974), Tatar (1977), Özcan ve diğerleri (1980), Terlemez ve Yılmaz (1980), Tülümen (1980), Yılmaz (1981), Yılmaz (1983), Tatar (1983), Yılmaz ve Özer (1984), Alpaslan (1993), Gökten (1993), Yılmaz ve diğerleri (1995), Ercanlı (1997), Çerikçioğlu (1997), Yalçın (1997), Koçbulut (1998), Mesci (1998), Çerikçioğlu ve Yalçın (1998), Alpaslan (2000) tarafından jeolojik amaçlı araştırmalar yapılmıştır.

## STRATİGRAFİ

İnceleme alanında yüzeylenen kaya birimleri allokton ve otokton birimler olmak üzere iki bölüme ayrılarak incelenmiştir. Orta Anadolu Bindirme Kuşağı'nın güneyinde yer alan otokton nitelikteki kaya birimleri Sivas Tersiyer Havzası'nın temelini oluşturan birimlerden Paleozoyik yaşlı Akdağmadeni Litodemi ve bunun üzerinde açılı uyumsuz olarak yer alan Eosen yaşlı Tokuş Formasyonu, Kaletepe Volkanikleri, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu ile temsil edilmektedir. Allokton birimler ise İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağına ait Tekelidağı Karışığı'ndan oluşmaktadır (Şekil 2).

## Otokton Birimler

### Akdağmadeni Litodemi (Pa)

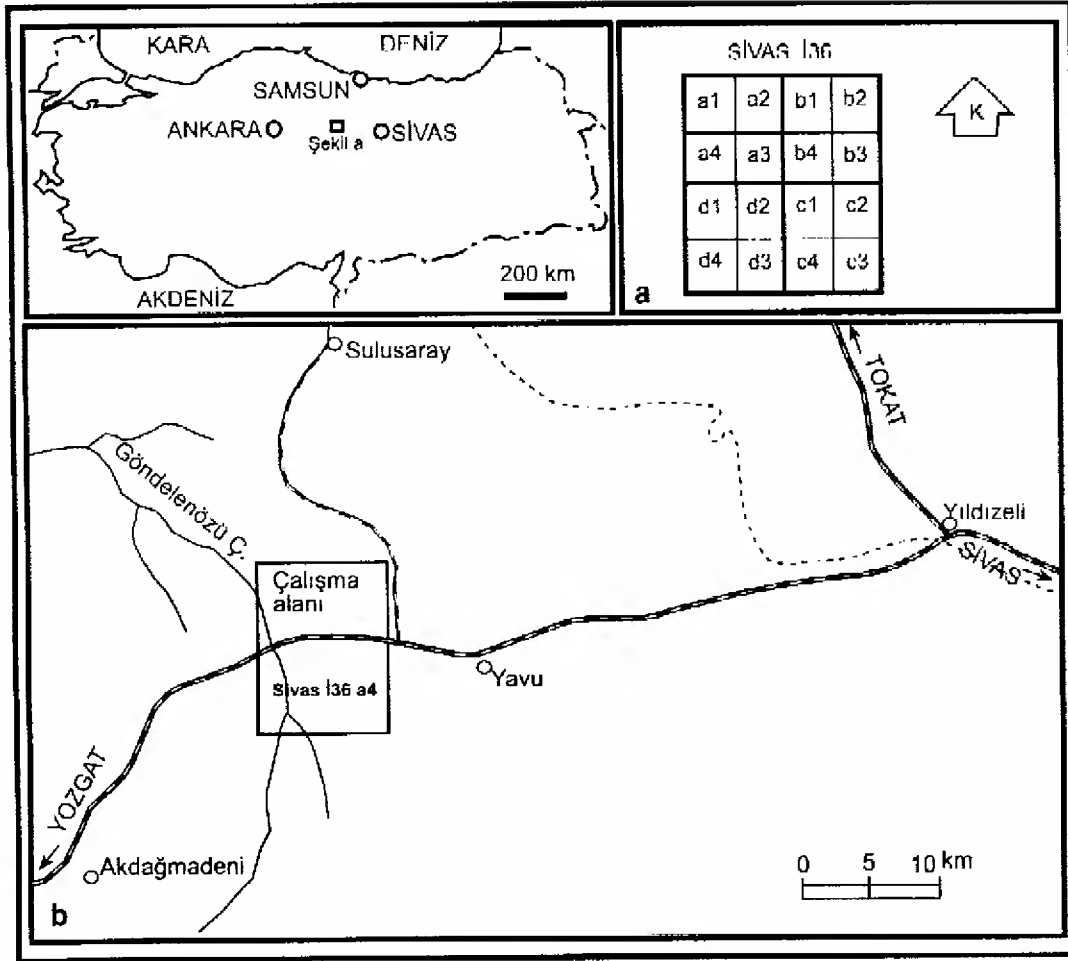
Temel konumunda olan metamorfik kayalar Özcan ve diğerleri (1980) tarafından Akdağmadeni Grubu olarak adlandırılmış ve bu adlama Türkiye Stratigrafi Komitesi tarafından Akdağmadeni Litodemi olarak kabul edilmiştir (TSK,1987, Yılmaz ve diğerleri 1995). Birim üzerinde Eosen yaşlı Tokuş Formasyonu açılı uyumsuzlukla yer almaktadır. Akdağmadeni Litodemi'ne ait metamorfik kayalar alttan üste doğru mikaşistler, kalkışistler, gnayslar, kuvarsitler ve en üstte ise şist, mermer aralanımı ve mermerlerden oluşmaktadır (Şekil 3).

Mermerlerin ayrılmış yüzeyleri gri, taze yüzeyleri beyaz renkli olup, genellikle masiftir. Oldukça iri kristallerden oluşan mermerlerde, kalsit taneleri basınç düzeyleri boyunca belli bir düzen içerisinde gelişmiştir.

Şistler sarı, gri renkli ve bol yapraklanmalı bir yapı sunmaktadır. Şistlerin bozunduğu bölgelerde renk sarı ve tonlarında görülmektedir. Kalkışistlerde yapraklanma orta, ince yer yer çok ince ve düzenli olarak gelişmiştir. Kırıklar genellikle düzensiz bir yapıda olmakla birlikte, yer yer düzenli bir yapı da sunmaktadır. Kuvarsitler ise çalışma alanında Akdağmadeni Litodemi metamorfiklerinin şistleri içerisinde damarlar şeklinde görülmektedir.

Bu çalışmada birimin oluşum ve metamorfizma yaşı konusunda bir veri elde edilememiştir. Ancak bölgede yapılan önceki çalışmalarda (Yılmaz ve Özer 1984, Yılmaz ve diğerleri 1994, 1995) birimin Üst Kretase-Paleosen yaşlı birimler tarafından uyumsuzlukla örtülmesi nedeniyle Akdağmadeni Litodeminin en azından Üst Kretase-Paleosen öncesi bir zamanda metamorfizmaya uğradığı öne sürülmektedir.

Özcan ve diğerleri (1980), Akdağmadeni bölgesinde yer alan metamorfiklerde almandin-amfibolit fasiyesini tanımlayan tipik parajenezler saptamışlardır. Özer ve Göncüoğlu (1981) orta ve yüksek dereceli metamorfik parajenezlerin birlikte görüldüğüne



Şekil 1. İnceleme alanının yerbuldu haritası.  
Figure 1. Location map of the study area.

dikkati çekerek birimin tekdüze bir metamorfizma geçirmediğini ileri sürmektedir.

Gökten (1993)'e göre değişik metamorfik kayalardan oluşan masif tekdüze bir metamorfizma süreci sergilemez. Orta basınç, yüksek sıcaklık düzeyine ulaşan bölgesel metamorfizma ile intrüzyonların yol açtığı kontakt metamorfizma süreçleri en geç Üst Kretase sonunda tamamlanmıştır.

Yılmaz ve diğerleri (1995), metamorfik istifin yeşilist ile amfibolit fasiyeslerinde bir metamorfizma geçirdiğini belirtmişlerdir. Metamorfizmanın yanal ve dikey yönde yer yer değiştiği ve genel olarak alt düzeylerin daha yüksek derecede bir metamorfizma geçirdiğini ileri sürmektedirler.

#### Tokuş Formasyonu (Tt)

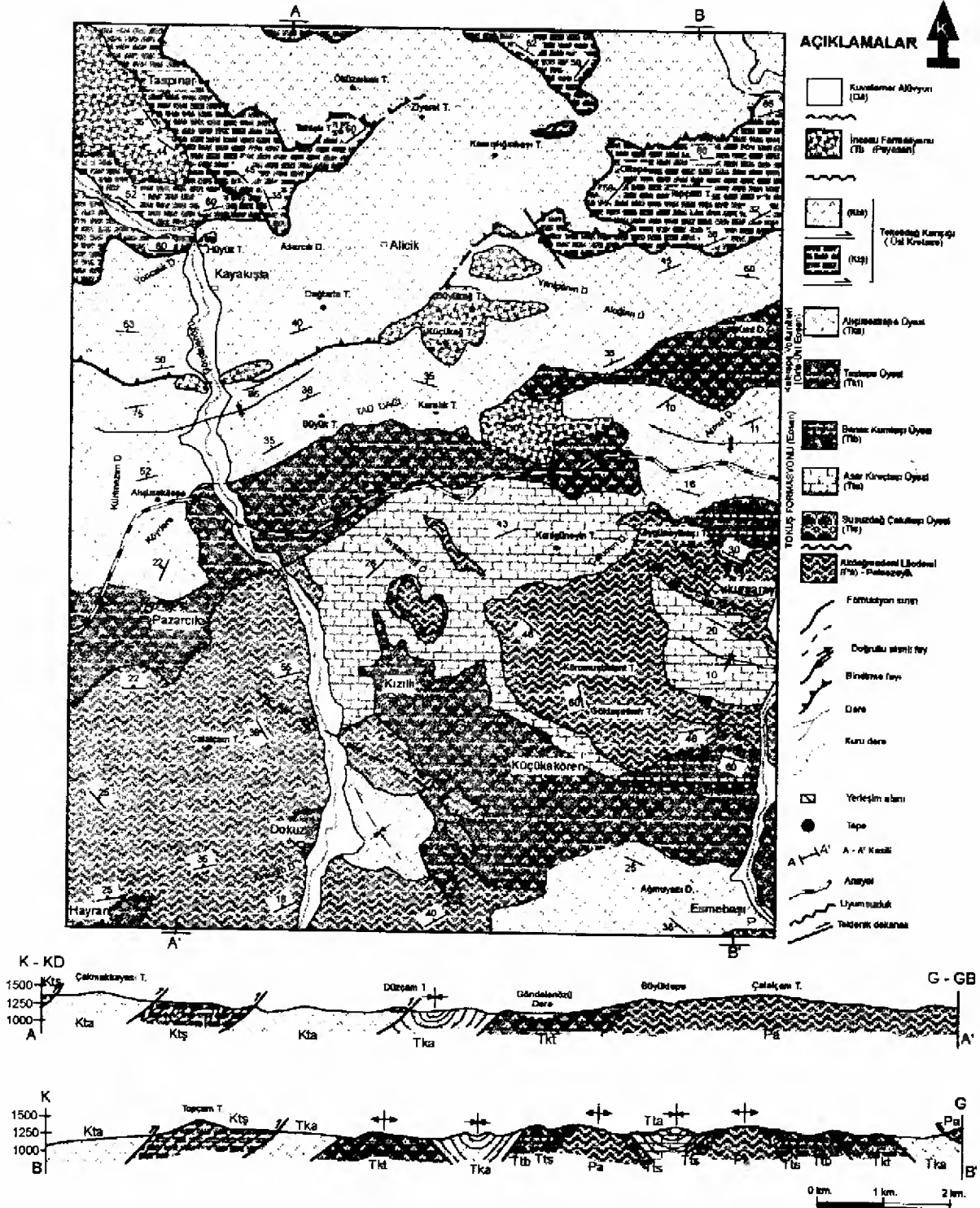
İnceleme alanında Akdağmadeni Litodemi üzerine açılı uyumsuzlukla gelen Alt-Orta Eosen yaşlı taban çakıltaşı, bol fosilli

neritik kireçtaşları ve kumtaşı, kiltası, marn ardalanması ilk kez Yılmaz (1980) tarafından Yıldızeli Grubu içerisinde Tokuş Formasyonu olarak adlandırılmış ve bu adlama resmi adlama olarak kabul edilmiştir.

Tokuş Formasyonunun en alt seviyesini oluşturan ve Akdağmadeni Litodemi üzerine açılı uyumsuzlukla gelen taban çakıltaşı, Susuzdağ çakıltaşı üyesi; çakıltaşı üzerinde uyumlu olarak yer alan bol fosilli neritik kireçtaşları Asar kireçtaşı üyesi, kireçtaşları üzerinde uyumlu olarak yer alan kumtaşı, kiltası, marn ardalanmasından oluşan kaya birimleri ise Banaz kumtaşı üyesi olarak adlandırılmıştır (Yılmaz, 1980).

#### Susuzdağ Çakıltaşı Üyesi (Tts)

Tokuş Formasyonu'nun en alt düzeyini oluşturan Susuzdağ Çakıltaşı Üyesi, Akdağmadeni Litodemi'ni açılı uyumsuz olarak taban



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası ve enine kesitleri.  
Figure 2. Geological map and cross-sections of the study area.

YAŞ	GRUP	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR	
						LİTOLOJİK	PALEONTOLOJİK
Qv				Qa	Alüvyon		
PLİYOSEN		İNCESESU		Ti	A.U. Kumtaşı		
ÜST KRETASE	TEKELİDAĞI KARIŞIĞI			Kta	Çakıltası		<i>Siderolites calcitropoides</i> <i>Sirtina orbitoidiformis</i> <i>Smoutina craysi</i> <i>Lepidorbitoides sp.</i> <i>Bryozoa</i> <i>Dentalia sp.</i> <i>Mississippina sp.</i> <i>Praestorsella</i> <i>Anomalina sp.</i> <i>Planorbulina sp.</i> <i>Cideina sözeri</i> <i>Orbitoides apicalatus</i> <i>Lepidorbitoides minör.</i> <i>Orbitsida sp.</i> <i>Miscallamed sp.</i> <i>Meldboesia sp.</i>
					A.U. Serpantin, ultramafik kayalar		
				Kış	Volkanoklastikler		
					Volkanikler		
ORTA-ÜST EOSEN		KALETEPE VOLKANİTLERİ	Alçıseki/tepe	Tka	T.D.		
					Kırmızı, pembe renkli kireçtaşı		
		TOKUŞ	Taştepe	Tkt	Kumlu kç.		
					T.D.		
ALT-ORTA EOSEN			Banaz	Tub	Piroklastik kayalar		
					Tüf, aglomera volkanojen kumtaşı		
			Asar	Tia	Lav akıntısı		
					Andezit, Bazalt		
PALEOZOYİK	AKDAĞMADENİ LİTODEMİ		Susuz Dağ	Tis	Mam		
					Kiltaşı		
					Kumtaşı		
					Neritik kç.		<i>Nummulites sp.</i>
					Taban çakıltası		<i>Ranikothalia sp.</i>
					A.U.		
					Mermer		
					Kuvarsit		
				Pa	Kalkışit		
					Mikaşit		
					Gnays		

Şekil 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş tektonostratigrafik kesiti.  
Figure 3. Generalized tectonostratigraphic section of the study area.

konglomerası şeklinde örter. Birim üzerinde ise uyumlu olarak Asar Kireçtaşı Üyesi bulunur. Genellikle mermer, kalkışt, mikaşist ve kuvarsit çakıllarından oluşan birim, kötü boylanmalı olup, boyutları 1-5 cm.'den blok boyutuna kadar değişmektedir. Zayıf-orta çimentolu ve çimento malzemesi kil-kum boyutu malzemeden oluşmaktadır. Orta-kalın katmanlı bir görünüm sunan çakıltaşlarının üst düzeylerine doğru boyutları küçülmekte ve birim çakıllı kumtaşlarına geçmektedir. Çalışma alanında Çağşak tepe güneyinde yaklaşık 20 metreye varan kalınlığa ulaşan birimin değişik yüzlelerde kalınlığı oldukça değişken olup, Susuzdağ dolayında birimin kalınlığı 150 m olarak ölçülmüştür (Yılmaz, 1980).

Çakıltaşları içerisindeki bileşenlerin oldukça büyük boyutlu, köşeli ve az yuvarlaklaşmış olması, beslenme alanının yakın olduğunu göstermektedir. Çakıllar arasındaki büyüklük farkından doğan boylanmanın, kötü olması, ortamın çalkantılı ve çökme enerjisinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca birimin bazı kesimlerinin kırmızı renkli olması, karasal bir ortamı yansıtmakta, ancak üst düzeylerinin kumlu çakıltaşı ve kumtaşlarına geçmesi, ortamın karasal ortamdaki denizel ortama dönüştüğünü yani derinleştiğini göstermektedir. Sonuç olarak, birimin karasal ortamda çökelmeye başladığı ve çökmesini sığ denizel ortamda devam ettirdiği düşünülmektedir. Yılmaz ve diğerleri (1994) birimin sığ denizel bir ortamı temsil ettiğini ve yaşının Lütesiyen-Priaboniyen olduğunu belirtmektedirler.

#### Asar Kireçtaşı Üyesi (Tta)

Tokuş Formasyonu'nun orta seviyelerini oluşturan sığ denizel ortam ürünü, bol fosilli kireçtaşı seviyeleri, Yılmaz (1980) tarafından Asar Kireçtaşı Üyesi olarak tanımlanmıştır. Asar Kireçtaşı Üyesi, Susuzdağ Çakıltaşı Üyesi üzerine uyumlu olarak gelmekte, Banaz Kumtaşı Üyesi tarafından da uyumlu olarak üzerlenmektedir. Birim sarımsı renkli, orta katmanlı, bol fosilli, sığ denizel ortamı karakterize eden neritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. İnceleme alanında temiz ve düzenli yüzleler oldukça sınırlı olup, bunların kumlu düzeyleri ayrılmış ve serbest halde tane fosiller içermektedir. Banaz Kumtaşı Üyesi ile yanal geçiş sunan birim üst düzeylere doğru kumtaşlarına geçiş sunmakta, kalınlığı ise yersel olarak değişmektedir.

Birimden alınan kayaç örnekleri içerisinde *Alveolina ellipsoidalis* SCHWAGER, *Alveolina (glomalveolina) lepidula* SCHWAGER, *Nummulites* sp., *Ranikothalia*

sp., *Alveolina* sp., *Idalina* sp., *Miliolidae*, *Pyrgo* sp., *Chyrsalidina* sp., fosilleri saptanmıştır (N. Özgen ve M. Akyazı C.Ü. 1998). Bu fosillere göre birime Alt-Orta Eosen yaşı verilmiştir. Birim, içerisinde bulunan fosillerin yaşama ortamlarına göre sığ denizel bir ortamda çökelmiştir.

#### Banaz Kumtaşı Üyesi (Ttb)

Tokuş Formasyonu'nun en üst seviyelerini oluşturan ve kumtaşı, kiltası, marn ardalanmasından oluşan birim Yılmaz (1980) tarafından Banaz Kumtaşı Üyesi olarak adlandırılmıştır.

Banaz Kumtaşı Üyesi, Asar Kireçtaşı Üyesi üzerine yanal ve dikey geçişli olarak gelmekte ve Kaletepe Volkanitleri tarafından izlenmektedir (Şekil 3).

Birim kumtaşı-kiltası-marn ardalanmasından oluşmaktadır. Alt seviyelerinde çakıllı kumtaşı, kaba taneli kumtaşlarıyla başlayıp üste doğru kumtaşı, kiltası ve marnlarla devam etmektedir. Kumtaşları kırmızı, sarı renkli, kötü boylanmalı, yer yer orta-kalın tabakalı ve oldukça zayıf çimentoludur. Birimin alt seviyelerinde kumtaşı tabakaları ile uyumlu andezitik ve bazaltik lav akıntıları da gözlenmektedir. Birim üzerine Çağşak Tepe güneyinde Taştepe Üyesi, Çukursaray Köyü kuzeyinde ise Alıçlısekitepe Üyesi gelmektedir (Şekil 2).

İnceleme alanında kalınlığı yanal olarak değişiklik gösteren birimin, Çağşak Tepe güneyinde kalınlığı yaklaşık 145 m. dolayındadır. Birimin yaşı, Susuzdağ Çakıltaşı üzerine uyumlu olarak gelmesi ve kumtaşları içerisinde saptanan *Nummulites* sp. fosillerine göre Alt-Orta Eosen olarak belirlenmiştir. Banaz Kumtaşı Üyesi yer yer volkanik etkinliğin de gelişmiş olduğu sığ denizel bir ortamda çökelmiştir.

#### Kaletepe Volkanitleri

Tokuş Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen andezitik ve bazaltik volkanikler, üst seviyelerde ise tuf, aglomera, volkanik kökenli kumtaşları, kiltaları ve piroklastik kayaçlardan oluşan birim, Yılmaz ve diğ. (1994) tarafından Kaletepe Volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Birimin yaşı stratigrafik olarak Tokuş Formasyonu ile uyumlu olması ve volkanik kumtaşları içerisindeki *Nummulites* sp. fosillerine göre Orta-Üst Eosen olarak belirlenmiştir. Kaletepe Volkanitlerinin andezitik ve bazaltik lav akıntılarında oluşan bölümü, Taştepe Üyesi; aglomera, tuf, volkanik kumtaşı gibi piroklastik ve epiklastik kayaçlardan oluşan üst seviyeleri

ise Alıçlıseki Tepe Üyesi olmak üzere ilk kez bu çalışmada iki üyeye ayrılmıştır.

#### Taştepe üyesi (Tkt)

Kaletepe Volkanitleri'nin alt seviyelerini oluşturan bazalt-andezit bileşimli volkanik kayalar, bu çalışmada Taştepe Üyesi olarak adlandırılmıştır. Birim daha önce Yılmaz ve diğ. (1994 ve 1995) tarafından Pazarcık Volkanikleri olarak adlandırılmıştır. Fakat aynı yazar Eosen yaşlı volkanik kayaları, Kaletepe Volkanitleri olarak da tanımlamış olup bu çalışmada Kaletepe Volkanitleri ile Pazarcık Volkaniklerinin aynı stratigrafik seviyeyi gösterdiği düşünülmektedir. Bu nedenle Taştepe Üyesi, Pazarcık Volkanikleri ile denestirilebilir. Birim koyu gri, yeşil renkli piroksen ve plajyoklaz fenokristalleri içeren bazalt ve grimsi yeşil renkli hornblend ve plajiyoklaz fenokristalleri içeren andezit bileşimli lav akıntılarından oluşmaktadır. Çalışma alanında özellikle Pazartepe, Çatalçam Tepe, Ambarkaya ve Esmebaşı Köyü kuzeyinde bu volkanik kayalar sütunsal yapı göstermektedirler. Bu volkanik kayalar içerisinde oldukça bol miktarda gaz boşlukları ve zeolit minerali oluşumları gözlenmektedir. Birimin yaşı stratigrafik olarak Tokuş Formasyonu ile uyumlu olması nedeniyle Orta-Üst Eosen olarak belirlenmiştir.

Birimin, çalışma alanının batısında İbrahimağa Çiftliği civarında ve doğu kesimlerinde yastık yapılı bir özellik taşıması nedeni ile ve Eosen yaşlı Tokuş Formasyonu ile uyumlu olmasından dolayı sığ denizel ortamda oluştuğu düşünülmektedir. Ayrıca bu volkanitlerin, jeokimyasal analiz sonuçlarına göre çarpışma sonrası (post-COLG) meydana gelen kalkalkalin volkanizmanın ürünlerini temsil ettiği görülmektedir (Koçbulut, 1998).

#### Alıçlısekitepe üyesi (Tka)

Kaletepe Volkanitlerinin üst seviyelerini oluşturan tuf, aglomera, volkanik kökenli kumtaşları, kıltaşları, epiklastik ve piroklastik kayalardan oluşan bölümü Alıçlısekitepe üyesi olarak adlandırılmıştır. Birim en iyi Alıçlısekitepe'de yüzeylenmektedir. Stratigrafik olarak Taştepe üyesi üzerine uyumlu olup, yer yer Taştepe üyesi ile yanall geçişli bir ilişki sunar. Alıçlısekitepe üyesi'ni Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı, BGB-DKD uzanımlı bir hat boyunca kuzeyden güneye doğru bindirme şeklinde gelişmiş tektonik dokanakla üzerler (Şekil 2). Alıçlısekitepe Üyesi başlıca kumtaşı, kıltaşı, marn, tuf gibi piroklastik-epiklastik kayalardan oluşmakta ve birimin içerisinde tabakalanmaya koşut andezitik-bazaltik lav akıntıları da görülmektedir. Birim içerisindeki kumtaşları orta taneli, ince-orta tabakalı gri-yeşil renkli olup, so-

neli, ince-orta tabakalı gri-yeşil renkli olup, soğan kabuğu şekilli ayrışma göstermektedir. Kumtaşı, kıltaşı, marn düzeyleri ardalanma şeklinde izlenir. Tüfitler ise mikroskop altında psamitik dokuda ve bağlayıcısı killeşmiş, kloritleşmiş volkan camından oluşmaktadır. Tüfitler içerisinde volkanik, metamorfik ve kireçtaşı parçaları görülmekte, mineral olarak piroksen (öjit), plajyoklaz, kuvars, biyotit, klorit, kalsit birlikteliği içermektedir. Birim, Orta-Üst Eosen yaşlı volkaniklerle uyumlu, yer yer geçişli olması ve içerisinde bulunan, *Nummulites* sp., *Assilina* sp fosillerine (N. Özgen ve M. Akyazı C.Ü 1998) göre Orta-Üst Eosen yaşındadır.

Birimin stratigrafik olarak Tokuş Formasyonu ile uyumlu olması ve içerisindeki fosillerin varlığı, volkanik etkinliğin olduğu sığ denizel ortamda çökeldiğini göstermektedir.

#### İncesu Formasyonu (Ti)

Çalışma alanında bütün birimleri açılı uyumsuzlukla örten kumtaşı, çakıltaşı ardalanmasından oluşan birim Yılmaz (1980) tarafından İncesu Formasyonu olarak adlandırılmış ve bu adlama resmi adlama olarak benimsenmiştir.

Genelde kırmızı, bordo renkli birim, oldukça zayıf çimentolu olarak izlenir. Orta-kalın nitelikte tabakalanma sunan birim içerisinde boylanma çok kötü olup, tanelerin boyutları 3-5 cm.'den blok boyutuna kadar değişkenlik gösterir. Çakıllar içerisinde metamorfik, Eosen yaşlı fosilli neritik kireçtaşı, Üst Kretase yaşlı kireçtaşı, ofiyolitik/mafik kayaç parçaları içermesi nedeniyle çok tür bileşenli bir yapı göstermektedir.

Birim içerisinde bir fosil bulgusuna rastlanamamıştır. Ancak birim içinde bulunan neritik kireçtaşı çakıllarında Eosen yaşını veren *Alveolina ellipsoidalis* SCHWAGER, *Alveolina (Glomalveolina) lepidula* SCHWAGER, *Alveolina* sp., *Idalina* sp., *Rotalia* sp., *Miliolidae*, *Pyrgo* sp., *Chyrisalidina* sp., *Nummulites* sp. fosilleri bulunmuştur. Buna göre birimin yaşı Alt Eosen'den gençtir. Yılmaz ve diğerleri (1995) birimin akarsu ve göl ortamında oluştuğunu, Üst Miyosen-Pliyosen yaşında olduğunu belirtmiştir. Çalışma alanı dışında benzer litolojik özelliklere sahip birim üzerinde, Pliyosen yaşlı gölssel karbonatlar gözlenmesi nedeni ile, İncesu Formasyonu'nun yaşı Pliyosen olarak kabul edilmiştir. Birim, enerjinin yüksek olduğu bir ortamda çökelmiştir. Tanelerin kötü boylanmalı ve köşeli olması beslenme alanının yakın olduğunu işaret etmektedir. Birimin kırmızı-bordo renkli olması ve çapraz tabakalanma gözlenmesi, karasal ortamda çökeldiğine işaret eder.

### Alüvyonlar (Qa)

İnceleme alanında en genç oluşukları meydana getiren alüvyonlar, Gündelenözü Dere, Ortasıaçıközü Dere, Esmebaşı Dere boyunca görülmektedir. Alüvyonlar pekişmemiş kum, kil, silt ve çakıl boyutundaki malzemenin meydana gelmiştir.

### Allokton Birimler

#### Tekelidağı Karışığı

İnceleme alanında Eosen yaşlı kaya birimleri üzerine tektonik dokanakla gelen Üst Kretase yaşlı kireçtaşları, türbiditik kumlu kireçtaşları, volkanik kayalar, volkanotortul ve ofiyolitik kayalardan oluşan birim Yılmaz (1980) tarafından Tekelidağı Karışığı olarak adlandırılmış ve bu adlama, resmi adlama olarak kabul edilmiş, daha sonraki çalışmalarda da benimsenmiştir.

Tekelidağı Karışığı'nın en alt seviyelerini Sivas Tersiyer Havzası'nın Eosen yaşlı birimleri üzerine tektonik dokanakla gelen yer yer türbiditik kireçtaşları (Ktş); üst seviyelerini ise kireçtaşları üzerinde tektonik olarak yer alan volkanikler ve yer yer volkanotortul birimler (Kta) oluşturmaktadır. Birim içerisinde blok olarak ofiyolitler de görülmektedir. Karışığı oluşturan kaya toplulukları irdelendiğinde, birimin okyanus kabuğu ve pelajik örtüsünün deformasyonu sonucu oluştuğu bir yitim karışığını temsil etmektedir.

Tekelidağı Karışığı içerisinde yer alan kireçtaşı, türbiditik kireçtaşı, marn, kumlu kireçtaşlarından oluşan topluluk, inceleme alanının doğusunda Eosen yaşlı volkanoklastiklerden oluşan Alılısekitepe üyesi üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Topluluk üzerinde ise tektonik olarak Üst Kretase yaşlı volkanik-volkanosedimanter istif yer almaktadır.

Çalışma alanının doğusunda tamamen pembe-kırmızı renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşları, batı kesiminde ise alt seviyelerde ince tabakalı gri-yeşil, yer yer pembe renkli kireçtaşları görülmektedir. Ara seviyelerde ise yer yer yaklaşık 15 cm. kalınlığa ulaşan türbiditik kumlu kireçtaşı bantları gözlenmektedir. Türbiditik kumtaşları içerisinde volkanik ve ofiyolitik kökenli parçalar içeren birim, üst seviyelerinde orta-kalın tabakalı iyi çimentolanmış türbiditik kumtaşları, marn, kilttaşları ile devam etmektedir. Türbiditik kumtaşları yüzeyde çıkıntı oluşturacak şekilde yer almaktadır.

Birim içerisinde *Siderolites calcitropoides* LAMARCK, *Sirtina orbitoidiformis* BRONNIMAN and WIRTZ, *Smoutina cruysi* DROOGER, *Praestorsella roastea* VISSER, *Lepidoorbitoides minor* SCHLUMBERGER,

*Lepidoorbitoides* sp., *Bryozoa*, *Dentalina* sp., *Orbitoides* sp., *Sidrolites* sp., *Globo truncana* sp., *Anomalina* sp., *Textularia* sp., Alg, Rudist kavkı kırıkları gibi fosiller saptanmış ve Maestrihtiyen yaşı verilmiştir (N. Özgen ve M. Akyazı C.Ü. 1998).

Bu fosil içeriği, Tekelidağı Karışığı içerisindeki kireçtaşlarının sığ denizel ortamda çökeldiğini göstermektedir. Birim içerisinde gözlenen ofiyolitik ve volkanik kayalardan türemiş kumtaşlarının varlığı, çökeltme ortamının zaman zaman hareketli dönemler geçirdiğini göstermektedir.

Tekelidağı Karışığı içerisinde yer alan epiklastik, piroklastik kayalar ile yer yer lav akıntıları inceleme alanında, pembe renkli kireçtaşları ile hem alt, hemde üstten tektonik dokanaklı ilişki sunmakta, Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu tarafından açılı uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 2).

Karışığın bu bölümü koyu gri-yeşil renkli bazaltik-andezitik bileşimli volkanik kayalar, ince tabakalı koyu gri-siyah renkli kiltası, volkanik gereçlerden türemiş kumtaşlarından oluşan volkano-klastik kayalar, tüfler ve epiklastik kayalardan oluşmaktadır. Birim içerisindeki volkanikler mikroskop altında holokristalin hipidiyomorf porfirik doku sunmakta ve hamur kloritleşmiş volkan camı, plajyoklaz mikrolitleri, öjit kristalleri ve opak minerallerden oluşmaktadır.

Birim içerisinde pelajik kireçtaşı bantlarının varlığı ve bu bantlar içerisinden alınan örneklerde *Globo truncana* sp. fosillerinin bulunması dolayısıyla birime Üst Kretase (Maestrihtiyen) yaşı verilmiştir.

Birim içerisinde pelajik kireçtaşı bantlarının gözlenmesi ve yastık yapılı lavlar birimin denizaltı volkanizması sonucu oluştuğunu göstermektedir.

### TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası ve stratigrafik dikme kesiti hazırlanarak, inceleme alanında yüzeylenen kaya türü toplulukları otokton ve allokton kaya birimleri olmak üzere iki şekilde incelenmiştir. Otokton kaya birimlerini Akdağmadeni Litodemi, Tokuş Formasyonu, Kaletepe Volkanikleri ve İncesu Formasyonu, allokton kaya birimlerini ise Tekelidağı Karışığı oluşturmaktadır.

Önceki çalışmalarda Özcan ve diğ. (1980) ve Yılmaz ve diğ. (1994) tarafından Paleosen yaşlı Pazarcık Volkanikleri olarak tanımlanan bazaltik-andezitik volkanikler, Alt-Orta Eosen yaşlı Tokuş Formasyonu ile stratigrafik ilişkileri yeniden değerlendirilerek Orta-Üst Eo-



sen yaşlı Kaletepe Volkanikleri'ne dahil edilmiştir.

Kaletepe Volkanikleri'nin bazaltik-andezitik lav akıntılarında oluşan bölümü Taştepe Üyesi, volkanotortullardan oluşan bölümü ise Alıçlısekitepe Üyesi olarak tanımlanmıştır.

İzmir-Ankara-Erzincan Ofiyolit Kuşağı içerisinde yer alan ve Yılmaz (1981) tarafından Tekelidağı Karışığı olarak adlandırılan birimin ayırtılmamış kesimleri bu çalışmada ayırtılmıştır. Karışık içerisindeki pelajik kireçtaşı ve türbiditik kumtaşlarından oluşan sedimanter birimler ve volkanik-volkanosedimanter birimlerden oluşan kayalar ayrı dilimler halinde ayırtılmış ve haritalanmıştır.

Çalışma alanının en büyük tektonik unsurunu oluşturan Orta Anadolu Bindirme Kuşağı'nın yaşı, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı'nın Eosen birimler üzerine bindirmesinden dolayı Eosen'den gençtir. Ancak Yıldızeli kuşeyinde Üst Kretase yaşlı birimlerin Pliyosen yaşlı Kargın Formasyonu üzerine bindirmesi (Kalkan 1997) sebebiyle, bindirmenin Pliyosen'den sonra da gelişimini sürdürdüğü görülmektedir.

İnceleme alanında yüzeyleyen Eosen yaşlı kaya birimlerinin gerek kaya türü, gerekse fasiyes özelliklerinin birbirleriyle olan karmaşık ilişkisi Eosen dönemi boyunca sedimantasyona yoğun bir volkanizmanın eşlik ettiğini göstermektedir.

#### KAYNAKLAR

- Alpaslan, M., 1993. Yıldızeli metamorfiteilerinin petrolojik incelenmesi. C.Ü. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi, 359 s. (yayınlanmamış).
- Alpaslan, M., 2000. Pazarcık Volkanitinin (Yıldızeli-Sivas) mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri. T.J.B., 43/2, 49-60.
- Baykal, F., 1966. 1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (Sivas paftası) MTA yayını 116 s.
- Brinkman, N., 1974. Geologic relations between Black Sea and Anatolia. Amer. Assoc. Petroleum Geol. Mem. 20, 63-76.
- Çerikçioğlu, B., 1997. Yıldızeli-Akdağmadeni arasındaki (Yavu çevresi) volkanik ve volkanosedimanter kayaların mineraloji-petrografik ve jeokimyasal incelemesi. C.Ü.Fen Bilimleri Ens. Yük. Lisans tezi, 121s. (Yayınlanmamış).
- Çerikçioğlu, B. ve Yalçın, H., 1998. Yıldızeli-Akdağmadeni arasındaki (Yavu çevresi) Eosen yaşlı volkanojenik kayalarla ilişkili kil minerallerinin mineralojisi ve jeokimyası. Cum. Üniv. Yerbilimleri Derg. 15/1, 87-100.
- Ercanlı, E., 1997. Yavu (Yıldızeli-Sivas) yöresinde Orta Anadolu Bindirme Kuşağının tektonostratigrafisi ve deformasyon biçimi. C.Ü. Fen Bilimleri Ens. Yük. Lisans Tezi, 58s. (yayınlanmamış).
- Gökten, E., 1993. Yıldızeli (Sivas) güneyinde Akdağ Metamorfiteileri ve örtü kayalarının stratigrafisi ve tektoniği TJK Bült., 36, 83-93.
- Kalkan, E., 1997. Sivas Tersiyer Havzasının kuzey kenarının Çırçır-Hamzaşeyh köyleri (Sivas KB) arasındaki kesiminin jeolojik özellikleri. Yüksek Mühendislik Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 87 s (yayınlanmamış).
- Koçbulut, F., 1998. Orta Anadolu Bindirme Kuşağının Alıcık-Kızıllı (Akdağmadeni-Yıldızeli) yöresindeki jeolojik özellikleri. Yüksek Mühendislik Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 94 s (yayınlanmamış).
- Mesci, B.L., 1998. Orta Anadolu Bindirme Kuşağının Çobansaray-Karakaya (Yıldızeli KB) arasındaki kesiminin jeolojik özellikleri. Yüksek Mühendislik Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 85 s (yayınlanmamış).
- Okay, A.C., 1955. Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin jeolojik etüdü. İst. Üniv. Fen Fak. Mecm. Seri-B., 20/1-2, 95-108.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M., Tekeli, O., 1980. Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir masifi arasındaki temel jeolojisi, MTA Rapor no: 6722.
- Özer, S. ve Göncüoğlu, C., 1981. Orta Anadolu Masifi doğusunda (Akdağmadeni-Yıldızeli) ilginç metamorfik parajenezler, MTA Dergisi, 95-96, 173-174.
- Tatar, Y., 1977. Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi. MTA dergisi 88, 56-72.
- Tatar, Y., 1983. Yıldızeli Subaşı Köyü yöresinde tektonik incelemeler. TJK Bült., 4, 3-15.
- Terlemez, İ. ve Yılmaz, A., 1980. Ünye-Ordu-Koyulhisar-Reşadiye arasında kalan yöresinin stratigrafisi. TJK Bülteni, 23/2, 179-192 s.
- TSK, 1987. Türkiye Stratigrafi Komitesi Bülteni, sayı 1, MTA Jeoloji Etüdüleri Dairesi, Ankara, 15 s.
- Tülümen, E., 1980. Akdağmadeni (Yozgat) yöresinde petrografik ve metamorfik incelemeler. KTÜ. Yerbilimleri Fakültesi, Doktora tezi, 157 s. (yayınlanmamış).

- Yalçın, H., 1997. Eosen yaşlı denizaltı volkanizması ile ilişkili İç Kuzey Anadolu zeolit oluşumları. Cum. Üniv. Yerbilimleri Derg. 14/1, 43-56.
- Yalçınlar, İ., 1955. Sivas 61-2 ve Sivas 61-4 paf-talarına ait jeolojik rapor. MTA rapor no: 2577.
- Yılmaz, A., 1980. Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni, iç yapısı ve diğer birimlerle ilişkisi. A.Ü. Fen Fak., Doktora tezi, 136 s. (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A., 1981. Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşme yaşı. TJK Bült., 24/1, 31-38.
- Yılmaz, A., 1982. Dumanlıdağı (Tokat) ile Çeltek Dağı dolaylarının temel jeoloji öz-zellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu. MTA Rapor no: 7230. (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A., 1983. Tokat (Dumanlıdağı) ile Sivas (Çeltekdağı) dolaylarının temel jeoloji öz-zellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu. MTA Dergisi 99-100.
- Yılmaz, A. ve Özer, S., 1984. Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağının Akdağmadeni (Yozgat) ile Karaçayır (Sivas) arasındaki bölü-münün temel jeoloji incelemesi ve Ter-siyer havzasının yapısal evrimi. Ketin Simpozyumu, 163-174.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzaoğlu, T., Ağan A., Göç, D., Aydın, N., Kallioğlu, A., İnal, A., İnal, E., Erkan, N.E., 1994. Akdağ Masifi (Sivas) ve dolayının jeolojisi incelemesi. MTA. Rapor no: 9721 (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzaoğlu, T., Ağan A., Göç, D., Aydın, N., 1995. Akdağ Masifi (Sivas) ve dolayının jeoloji incelemesi. MTA Dergisi, 117, 125-138.
- Yücel, T., 1955. Kangal-Gemerek arası jeolojisi hakkında rapor. MTA Rapor No: 2336.

## KARAKÖY (GÜNDOĞMUŞ-ANTALYA)-TAŞKENT-HADİM (KONYA) ARASININ MORFOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ

### MORPHOTECTONIC FEATURES AMONG KARAKÖY (GÜNDOĞMUŞ-ANTALYA)-TAŞKENT AND HADİM (KONYA)

Ahmet TURAN

Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kampüs-Konya

**ÖZ :** Orta Toroslar silsilesi üzerindeki Karaköy (Gündoğmuş)-Taşkent-Hadim bölgesi, Orta Alpin orojenik hareketlerine bağlı olarak oluşmuş kıvrımlı-kırıklı-naplı sıradağlar üzerindedir. Bölge genellikle tektonik hatlara, kısmen de litolojiye bağlı olarak çoğunlukla KB-GD uzanımlı yükselimler ve bu yükselimlere kısmen paralel, kısmen de açılı olarak gelişmiş vadilerle oldukça engebeli bir morfoloji arz eder.

Bölgede Geç Paleozoyik-Erken Senozoyik aralığında teşekkül etmiş olan ve büyük bir ekseriyetle tabakalı kayalardan, daha az oranda da ofiyolitli melanj ve epimetamorfitten yapılmış kaya birimleri yüzeyler. Alpin devinimler neticesinde gelişen kıvrım ve kırıklara bağlı olarak oluşan boyunlar ve vadilerle parçalanmış belli başlı yükselimler, çoğunlukla senklinal doruklar şeklindedir. Bölgedeki bazı yükselimler de antiklinal doruklar halinde izlenir. Yükselimlerin bir bölümü ise normal çekim faylarıyla veya nap dilimlerinin üst üste katlanmasıyla oluşmuş kabartılardır.

Mevcut formasyonlardan çoğu, karbonatlı kayalardan yapılmış olduğundan, yörede yaygın biçimde yaşlı-eski karst oluşuklarına rastlanılır. Kırık tektoniğine bağlı olarak gelişen fay ve çatlaklar, karstlaşmayı arttırıcı bir etken olduğundan özellikle Permian, Triyas, Jura ve Kretase yaşlı kireçtaşları içinde lapyalı dolin-düden ve uvalalara sık rastlanılır. Ayrıca yer altı karst şekillerinden in ve mağaralar da bölgede yaygındır. Dolin çukurları, bazen birkaç metre derinliğinde su ile dolarak dolin gölleri oluşturmuşlardır.

**Anahtar kelimeler :** Orta Toroslar, morfotektonik, lapyalı dolin, düden, uvala.

**ABSTRACT :** Karaköy (Gündoğmuş) Hadim region is located in the Central Taurus mountain belts, forms an example of the folded and faulted mountain chains related to Middle Alpine orogenesis. The region presents rather steep and broken morphological structures with NW-SE oriented valleys which developed in accordance with lithological and tectonic activity.

In the investigation area Late Paleozoic and Early Cenozoic aged units composed of mostly layered sedimentary rocks and less amount of ophiolitic melanges and epimetamorphites. Passes, formed related to folds developed by Alpine movements and some highness parts, cutted by deep valleys usually create syncline crest of the region. Also some of the heighthness of the area can be seen as antycline crests. Some of the heighthness at the area, seen as crots resulted from gravity faults or accumulated thrust-slices.

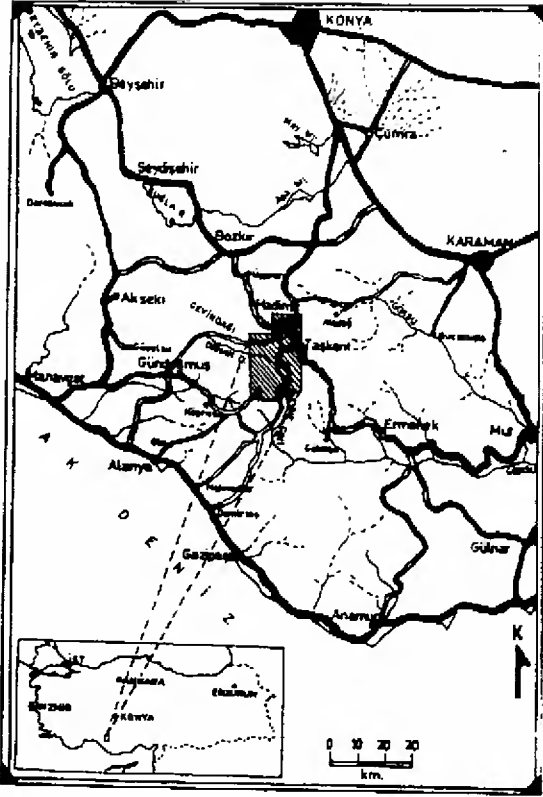
In the region old karstic land forms are rather common which related to mainly calcereous rocks. Faults and cracks developed by fault tectonics effected karst occurrences, thus some typical karstic structures such lapyalı doline, sinkhole and uvalas formed in specifically Permian, Triassic, Jurassic and C. staceons aged limestones. In addition, subsurface underground karstic elements such as caves and there are common in the region. Some of the dolins have become shallow pool when they filled by water in rain seasons.

**Key words :** Central Taurus, morphotectonics, morfotektonik lapyalı doline, sinkhole, uvala.

#### GİRİŞ

Orta Toroslar orojenik kuşağının bel kemiği durumundaki Karaköy (Gündoğmuş)-

Taşkent Hadım yöresi (Şekil 1), derin vadilerle parçalanmış kıvrımlı, kırıklı-naplı sıradağlara bir örnek teşkil eder. Bölgenin renkli jeolojisi ve



Şekil 1. İnceleme alanının coğrafi konum haritası.  
Figure 1. Location map of the study area.

jeomorfolojik yapısı, ilk olarak Blumenthal (1944) tarafından ele alınmış ve Hadim'in güneyinden geçerek Anamur'a kadar uzanan önemli bir sariyaj hattının (Hadim şariyajı) varlığı dile getirilmiştir. Blumenthal (1949), Göksu Irmağı ile Göller Bölgesi arasında şist, kalker ve grelerden oluşan Paleozoyik oluşuklarının Erken Jura'dan Orta Eosen'e kadar süreklilik gösteren "Komprehensif kalker serisi" üzerine bindirdiğini, ve neticede önemli yükseltelerin meydana geldiğini ileri sürer. Yine Blumenthal (1951), Gündoğmuş-Köprülü-Muzvadi (Ermenek) arasında, yüksek rölyefli yer şekillerinin yanında düşük rölyefli ve Geç Kretase yaşlı bir fliş bulunduğunu, bu flişin, kuzeydeki "Paleozoyik Hadim Zonu" ile güneyindeki "Alanya Metamorfik Zonunu" birbirinden ayırdığını ve bu düşük rölyefli fliş zonu içinde, bu zonu gödişine paralel olarak pelajik kireçtaşı, radyolarit ve diyabaz tepeliklerinin, BKB-DGD uzanımlı bir yükselti oluşturduklarını söyler. Blumenthal'ın (1949), "ayırıcı zon" olarak da nitelendiği bu fliş koridorunun güneyinde, kuzeydeki Hadim şariyaj zonuna göre, daha alçak rölyefli bir morfoloji sunan Alanya metamorfilerinin bulunundan bahseder. Ayrıca Blumenthal (1956),

bölgenin paleocoğrafik gelişiminde Mesozoyik-Eosen sürecinde devamlı bir çökmenin olduğunu, Eosen'i takiben önemli bir yükselme hareketinin meydana geldiğini, dolayısıyla Oligosen'de bölgenin kara halinde kaldığını ve Miyosen'in postparoksizmal örtüler halinde bölgenin doğusunda Ermenek ve güneybatısından Manavgat yörelerinde mevcut olduğunu ileri sürer.

Özgül (1971) bölgenin kuzey kesimlerinin paleocoğrafik evriminde blok hareketlerinin önemli olduğunu, bölgede jeoloji tarihi boyunca farklı çökme havzalarının oluştuğunu ve bu havzaların ürünlerinin, özellikle Alpin tektonik hareketlerine bağlı olarak farklı tektonik birlikler halinde şekillendiklerini öne sürer. Özgül'e (1976) göre yörede birisi otokton, diğerleri allokton konumda olan beş tektonik birlik yer almaktadır. Bu birliklerin otokton ve diğer alloktonlar üzerine yerleşmesine bağlı olarak, eski tektonik dönemde (Miyosen öncesi), bölgenin morfolojik iskeleti şekillenmiştir.

Bölgenin stratigrafisi ve tektoniğini aydınlatmak amacıyla yörede çalışan Turan (1985, 1990, 1995), tektonostratigrafik çatı ile birlikte, yörenin ana kıvrım ve kırık hatlarını sergilemiştir. İnceleme alanının oldukça kırıklı kıvrımlı oluşunun, bölgedeki yükselme ve alçalımları kontrol ettiğini ileri sürer Turan (1990), ayrıca karbonatlı kayalardaki yoğun kırıklı-çatlaklı kesimlerin çok fazla dış ve iç karışma gösterdiğine dikkat çekmiştir.

Bu makalede, araştırma sahasının kısa jeolojik özellikleriyle birlikte, bölgedeki önemli fay ve kıvrım hatlarına bağlı olarak oluşan yüksekdağlık alanlar (yükselme hatları) ve önemli çukur alanlar (vadiler) bir düzen dahilinde özlü bir şekilde verilmesi amaçlanmıştır.

## JEOLJİ

Bölge jeolojisi otokton ve allokton kaya topluluklarından oluşur (Turan, 1990). Şimdi bölgede farklı birliklere ait olan bu kayaları, sundukları tektonostratigrafik dizilime uygun tarzda kısaca özetleyelim (Şekil 2).

### Otokton Birimler

Özgül (1976) tarafından Geyikdağı Birliği olarak tanımlanmış olan otokton kaya toplulukları, inceleme alanında beş stratigrafik üniteye ayrılmıştır (Turan, 1990). Alttaki orta-kalın tabakalı gri-koyu gri renkli, yer yer doloitize siğ denizel Üst Jura kireçtaşları yer alır. Üzerine, düşük açılı bir uyumsuzluktan sonra Üst Kretase kireçtaşları gelir. Tabanda yer yer kıvılcıllı konglomeralar ile başlayan ve gri-açık gri-renkli, orta-kalın tabakalı, bol rudistli ve

TÉKTÓNİK BİRLİK	STRATİGRA-FİK BİRİMLER	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	OROJENEZ SAHFASI	OROJENEZ DEVRESİ		
ALLOKTON BİRİMLER	ALÜVYON		Çakıl kum ve miler				
	Gevne napı	ÜSTJURA KAR-BONATLARI		Gri, boz renkli, orta tabakalı kireçtaşı Gri renkli kalın tabakalı, kristalize dolomitik kireçtaşı	Erken Kimmeriyen sahfası	ERKEN ORTA ALPİN	
		JURA YAŞLI KARASAL YARI KARASAL ÇÖKELLER		Çok ince jips düzeyleri ve kumtaşı arakatlıları içeren çamurtaşı, mam ve killi kireçtaşı. Kızıl renkli çapraz tabakalı, çok ince kömür mercikleri içeren çakıtaşı, kumtaşı ve çamurtaşları			
		TRİYAS FLİŞİ		Sarı, boz renkli ince-orta tabakalı sık kıvrımlı kuvarsit, şeyl, mam, killi kireçtaşı nöbetleşmesi Bol gastropod ve bivalv kavkılı killi kireçtaşı mercikleri ve dolomitik kireçtaşı aratabakaları içeren alecalı renkli şeyl ve marmlar.			
		ALT TRİYAS KİREÇTAŞI		Açık gri renkli ince-orta tabakalı oolitik, stromatolitik kireçtaşı			
		PERMIYEN KİREÇTAŞI VE KIRINTILILARI		Yer yer kuvarsit şeyl arakatlı koyu gri, siyah renkli, orta tabakalı, bol algli ve fuzulindli kireçtaşı Onkofilli kireçtaşı			
		KARBONİFER KİREÇTAŞI VE KUMTAŞLARI		Sarımsı gri renkli, bol makro fosilli ve fuzulink kireçtaşı ve kuvarsit nöbetleşmesi.			
		ÜST DEVONİYEN KIRINTILI VE KARBO-NATLARI		Bol mercan ve brakiyopodu resifal kireçtaşı mercikleri de içeren şeyl, kuvarsit ardışımları			
	Sinatdağı napı	ÜST KRETASE FLİŞİ		Kireçtaşı bloklu vahşi fiş. İnce taneli çakıtaşı kumtaşı, şeyl, mam ardışımları	Laramiyen sahfası	ERKEN ALPİN	
		JURAKRETASE KİREÇTAŞI		Çakıtaşıyla başlayan açık gri renkli, orta tabakalı, kireçtaşı, çört, yumru kireçtaşı	Subhersiniyen sahfası.	ERKEN ALPİN	
		ORTA TRİYAS KİREÇTAŞI		Gri renkli orta-kalın tabakalı, yer yer kristalize kireçtaşı	Erken Kimmeriyen	ERKEN ALPİN	
		ÜST PERMIYEN KİREÇTAŞI VE KIRINTILILARI		Az oranda kuvarsit-şeyl arakatlı, koyu gri renkli, orta-kalın tabakalı, bol eklemli ve bol fosilli kireçtaşları.	Pfalziyen sahfası	GEÇ HER-SİNİYEN	
		TRİYAS (?) METAOLİSTOSTROMU		Değişik kireçtaşı olistolitikleri, mermer blokları içeren fişli, şeyl, metaşeyl ve metakuvarsitler.	Erken Kimmeriyen sahfası	ERKEN ALPİN	
	OTOKTON BİRİMLER	İaşkent-Hocalar napı	ÜST KRETASE OFİYOLİTİK MELANJİ		Serpantinli, radyolarit, çörtü kireçtaşı, kireçtaşı blokları içeren, olistostromal ofiyolitik karışık.	Laramiyen sahfası	ORTA ALPİN
			EOBEN FLİŞİ		Kireçtaşı blokları içeren vahşi fiş. Çakıtaşı, kumtaşı, şeyl-mam, kırıntılı kireçtaşı ardışımları.	Anadolu sahfası	ORTA ALPİN
			EOSEN KİREÇTAŞI		Orta-kalın tabakalı bol nummulitli kalker.		
			ÜST KRETASE-PALEOSEN FLİŞİ		Gabro, serpantinli, radyolarit, çört, kireçtaşı parçaları içeren vahşi fiş Çakıtaşı, kumtaşı, çörtü ve kırıntılı kireçtaşı arakatlı marmlar Gri renkli ince-orta tabakalı mam, killi kireçtaşı, çörtü kireçtaşı, kırıntılı kireçtaşı nöbetleşmesi.		
			ÜST KRETASE KİREÇTAŞI		Gri renkli, orta tabakalı, bol rudist kavkuları içeren kireçtaşı.		
JURA KİREÇTAŞI		Açık ve koyu gri renkli, bol eklemli, orta-kalın tabakalı yer yer dolomitleşmiş kireçtaşı	Avustriyen sahfası	ERKEN ALPİN			

Şekil 2. İnceleme alanının tektonostratigrafik dikme kesiti ve orojenik safhaları.

Figure 2. Tectonostratigraphic columnar section and orogenic phases of the study area.

resifal nitelikli Üst Kretase'nin platform karbonatları üzerine ise, Beden-Karaköy (Gündoğmuş) civarında, Üst Kretase-Paleosen flişi uyumlu olarak gelir. Bu kalın fliş istifleri, en altta kırıntılı kireçtaşı ağırlıklı tabakalardan oluşurken, orta bölümlerde kumtaşı-şeyl-marn tabakalarının eşit oranlarda temsil edildiği ardalanmalı bir istif şeklindedir. Fliş istifinin üst bölümü ise radyolarit, çörtlü kireçtaşı, neritik kireçtaşı blokları içeren vahşi fliş şeklindedir. Bu fliş istifi ve Üst Kretase kireçtaşları, Orta Eosen yaşlı kireçtaşı ve flişler ile açılı uyumsuz olarak örtülür. Eosen kireçtaşları gri renkli, orta kalın tabakalı ve çok bol nummulitlidir. Resifli bir denizde oluşan bu kireçtaşları üzerine, uyumlu bir şekilde kumtaşı-şeyl-çamurtaşlarından oluşmuş flişler çökelmiştir. Eosen flişinin üst kesimlerini ise kireçtaşı bloklu vahşi fliş oluşturur. İnceleme alanının güneybatısındaki yüksek rölyef, otokton birimler içinde şekillenmiştir.

#### Allokton Birimler

Otokton nitelikli formasyonlar ve birbirleri üzerinde ayrı ayrı naplar şeklindeki allokonlar, Turan (1990) tarafından, alttan üste doğru; Taşkent, Hocalar, Sinatdağı ve Gevne napları şeklinde sıralanmıştır (Şekil 2). Taşkent napı Özgül'e (1976) göre Bozkır Birliği, Hocalar ve Sinatdağı napları Bolkardağı Birliği, Gevne napı ise Aladağ Birliği kapsamındadır.

**a. Taşkent napı :** Geç Kretase yaşlı ofiyolitik melanaj yapıllı bu nap, otokton birimleri üzerler ve serpantin, diyabaz, radyolarit, çörtlü kireçtaşı ile değişik özellikli kireçtaşı blokları içerir (Şekil 2). Çalışma alanında bu napın yüzeylediği alanlarda düşük rölyefli yer şekilleri egemendir.

**b. Hocalar napı :** Otokton Birlik ve Taşkent napı üzerine bindiren Hocalar napı, değişik kireçtaşı ve mermer olistolitler içeren fillit, sleyt, metaçamurtaşı ve metakuvarsitlerden ibarettir. (Şekil 2-4). Olası Triyas yaşlı bu metaolistostromal kaya topluluğu, uyumlu bir şekilde kuvarsitlerle örtülür. Hocalar napının yüzleklerinin gözleendiği yerler, morfolojik olarak düşük rölyefli alanlardır.

**c. Sinatdağı napı :** Metaolistostrom üzerine bindiren Sinatdağı napı birimleri, altta Geç Permiyen yaşta koyu gri, orta-kalın tabakalı, yoğun çatlaklı ve bol fosilli kireçtaşı ile kuvarsit-şeyl arakatıklarından oluşur. Üst Permiyen birimi üzerine açılı uyumsuz olarak gri renkli, orta-kalın tabakalı, yer yer kristalize kireçtaşından oluşan Orta Triyas yaşlı karbonatlar gelir. Bunun üzerinde ise açılı uyumsuzlukla kızıl renkli ince bir konglomera seviyesiyle birlikte, açık gri renkli, orta-kalın tabakalı kireçtaşlarından yapıllı

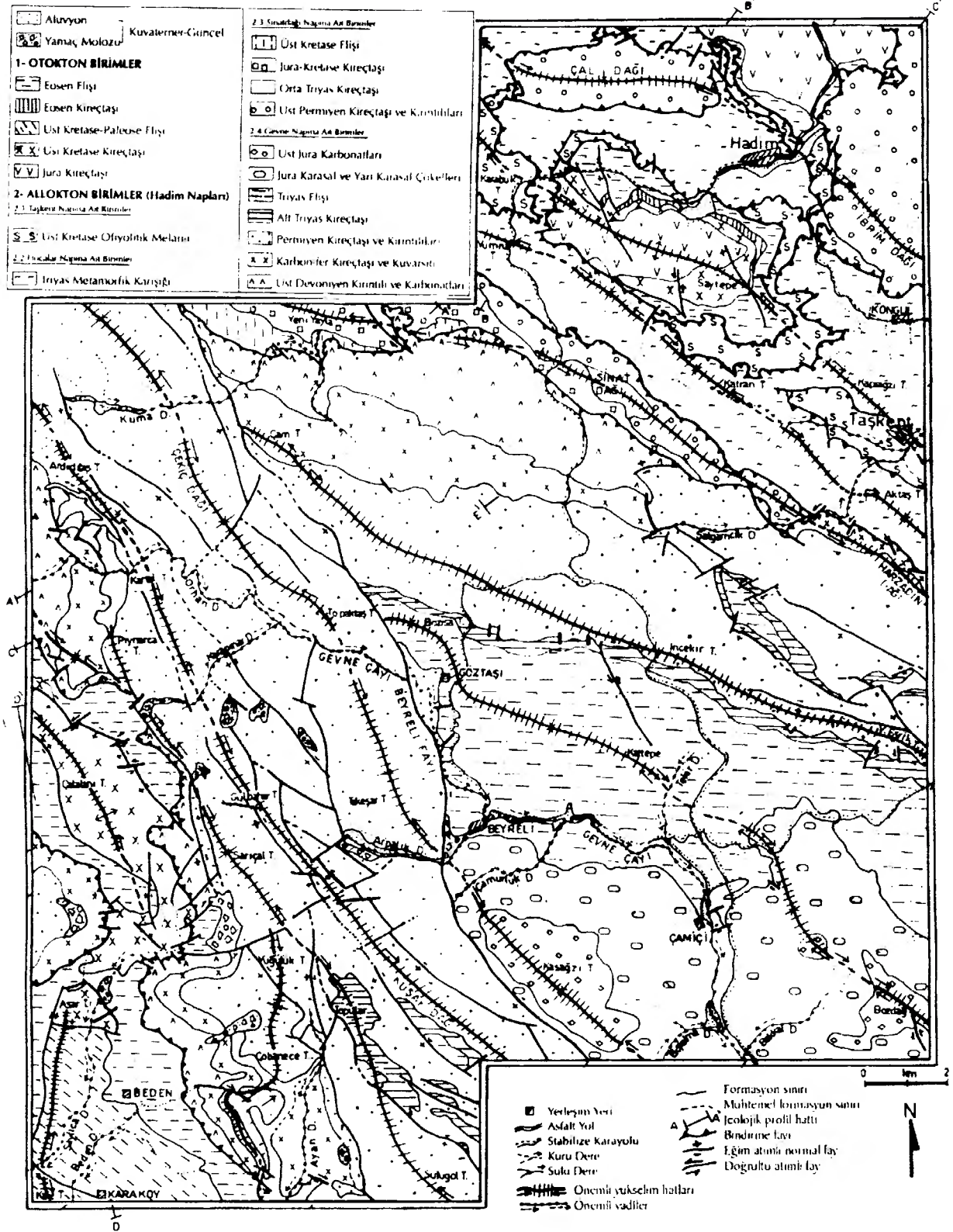
Jura-Kretase birimi izlenir. Jura-Kretase kayaları üzerine Üst Kretase flişi yine uyumsuzlukla oturur. Bu fliş ince taneli çakıltası, kumtaşı, şeyl ardışığı şeklinde olup en üstte kireçtaşı bloklu vahşi fliş konumundadır (Şekil 2 4). İnceleme alanının kuzey ve doğu kesimlerinde yüksek rölyef oluşturan önemli yer şekilleri, Sinatdağı napına ait kayalar içinde teşekkül etmişlerdir (Şekil 3).

**d. Gevne napı :** Araştırılan bölgenin kuzeyinde Sinatdağı ve Hocalar napları üzerine güneyde ise otoktona bindiren, en geniş ve en kalın yayılıma sahip en üst tektonik dilimdir. Bölgede doruklar oluşturan en önemli morfolojik yükselti ile vadi ve karst şekillerinden oluşan belirgin alçak alanların çoğu, bu nap içindedir. Napın en alt birimi, resifal kireçtaşı mercekleri içeren Üst Devoniyen şeyl ve kuvarsitleridir. Bunların üzerine uyumlu olarak sarımsı renkli, bol fosilli kireçtaşı ve kuvarsit ardalanmasının oluşturduğu, Karbonifer istifi gelir. Karbonifer birimleri onkolitli kireçtaşı ve şeyl-kuvarsit arakatıkları içeren koyu gri-siyah renkli, orta tabakalı, bol algli, kalın kireçtaşı düzeyleri şeklindeki Permiyen yaşlı formasyonlarla uyumlu olarak örtülür. Permiyen üzerine uyumlu olarak Erken Triyas yaşta stromatolitik-oolitik kireçtaşları gelir. Bunlar da konkordan bir şekilde alçalı şeyller, bol bivalv kavkılı killi kireçtaşı mercekleri ve dolomitik kireçtaşı-marn-kumtaşı-şeyl ardışımı şeklindeki Triyas flişine geçer. Triyas flişi üzerine açılı uyumsuz olarak Jura yaşlı karasal-yarı karasal çökeller oturur. Karasal oluşuklar kızıl renkli, çapraz tabakalı, kömür mercekleri içeren çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşlarından ibarettir. Yarı karasal oluşuklar, farklı düzeylerde çok ince jips ve kömür tabakacıkları içeren çamurtaşı, marn ve killi kireçtaşından ibarettir. Gevne napının en üst bölümünde ise, kristalize dolomitik karbonatlarla başlayıp gri boz renkli, orta-kalın tabakalı kireçtaşlarıyla devam eden Üst Jura-Alt Kretase karbonatları yer alır. (Şekil 2).

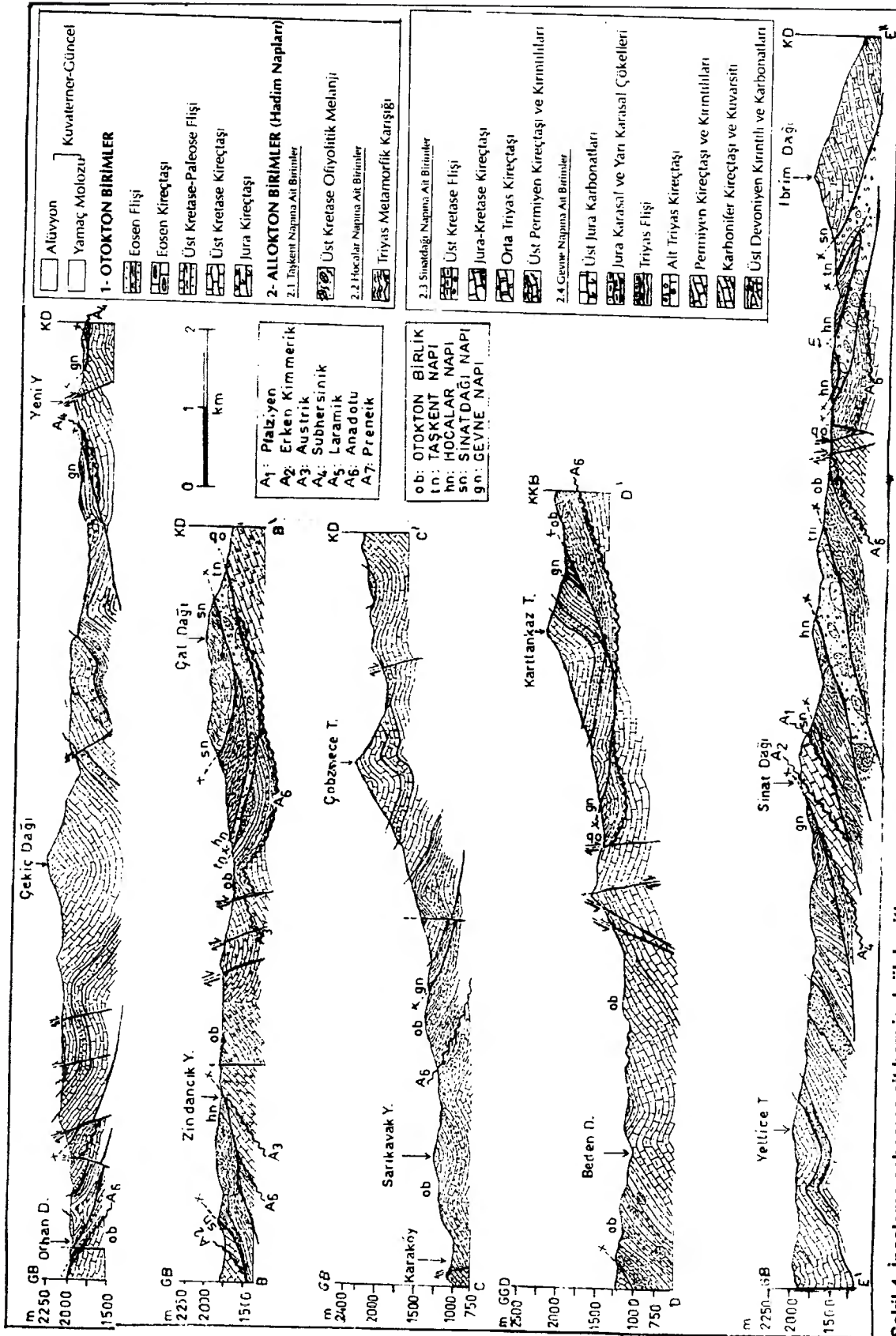
Bölgedeki otokton ve allokon kayaları, alüvyon ve yamaç molozlar uyumsuzlukla örterler.

#### OROJENEZ

Bölgenin morfotektonik evriminde, kıvrımlı ve kırıklı rölyef şekilleri önemlidir. Yörenin bu kıvrımlı-kırıklı rölyefi, özellikle Alpin ana orojenik sistemi içinde Şekil 2'de verilen orojenez devresi ve orojenez safhalarıyla yakından ilişkilidir. Bu orojenez safhalarıyla sıkışık kıvrımlı yapıların yoğunlaştığı yörede, kıvrımlı yapının rölyef şekilleri açısından, Alp tipi kıvrımlı strük-



Şekil 3. İnceleme alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası, önemli yükselim hatları ve vadiler.  
Figure 3. Simplified geological map and heighthness and valleys.



Sekil 4. İnceleme sahasına ait bazı jeolojik kesitler.  
 Figure 4. Some geological cross-section from the study area.



türler (Yalçınlar, 1996) egemendir. Karaköy-Taşkent-Hadim yöresinin tektonik evriminde, önemli etken olan orojenezlere ait bulguların en eski izlerini, Sinatdağı napında Üst Permiyen tortulları ile Orta Triyas karbonatları arasında görmekteyiz. Geç Hersiniyen orojenez safhasındaki hareketler (A<sub>1</sub> safhası, Pfalziyen safhası) ile kıvrımlanıp yükselen Üst Permiyen kayaları üzerine, Orta Triyas karbonatları açılı diskordansla gelmiştir (Şekil 2-4).

Yörede Erken Kimmeriye hareketleri (A<sub>2</sub> safhası), belki Triyas metamorfizmasını etkilenmiştir. Ancak Sinatdağı napında Orta Triyas kireçtaşlarının kıvrımlanıp yükselmesiyle, Juras-Kretase kireçtaşlarının tabanındaki transgresif çökellerin de belgediği açılı uyumsuzluk, Erken Kimmeriye orojenez safhasında oluşmuştur. Yine Gevne napında, Üst Devoniyen-Orta Triyas kayalarını etkileyen devinimlerle, kıvrılarak su üstüne çıkan aşınmalı formasyonlar ve üzerine gelen Jura yaşlı karasal-yarı karasal oluşuklar arasındaki açılı uyumsuzluk, Erken Kimmeriye (A<sub>2</sub>) orojenez safhası ile ilgilidir (Şekil 2-4). İnceleme sahasında erken Alpin hareketlerde Avustriyen orojenez safhasına (A<sub>3</sub> Safhası) ilişkin olarak, otokton birlikte Jura kireçtaşları ile Üst kretase kireçtaşları arasındaki uyumsuzluk gösterilebilir (Şekil 2-4). Erken Alpin orojenez devresinin Subhersiniyen kıvrınlanma ve yükselme evresine (A<sub>4</sub> safhası) ait izler ise, Sinatdağı napında Jura Kretase kireçtaşları ile Üst Kretase fişi arasındaki açılal uyumsuzluktan anlaşılmaktadır (Şekil 2-4). Araştırma bölgesinde Erken Alpin tektonik hareketlerinden Laramiye orojenez safhasını (A<sub>5</sub> safhası) gösteren belirtiler ise, muhtemelen Üst Kretase ofiyolitik melanji ile Sinatdağı birimlerinin en üst bölümünü oluşturan fişoid -fiş oluşuklarını kıvrımlandıran hareketler olmalıdır.

Bölgedeki Orta Alpin orojenez devresiyile ilişkili olarak Anadolu (A<sub>6</sub> safhası) ve Prineyin (A<sub>7</sub> safhası) kıvrımlama ve yükselme safhalarına ait somut veriler vardır. Eosen yaşlı kireçtaşı ve fişlerin tabanında gözlenen açılı uyumsuzluk, Anadolu orojenez safhasının bölgedeki izleridir. Eosen birimlerinin kıvrımlanıp yükselerek karalaşması ise, Preniye orojenez safhası ile ilgili yoğun tektonik hareketlerin neticesidir (Şekil 2-4).

Pireniye safhası Orta Toroslar'da Alpin orojenezinin paroksizma evresini oluşturur (Ketin, 1978; Koçyiğit, 1983). Dolayısıyla bu orojenik safhada bölge, yaklaşık K30°D yönlü kabuk sıkışmaları (Turan, 1999) ile çok yoğun bir sıkışmaya maruz kalarak, büyük ölçüde kıvrımlanmış ve yatay deformasyonların dozunu daha da artırması ile kırılıp koparak bölgede

naplaşmaya neden olmuştur (Turan 1990 ve 1995). Kopan nap dilimlerinin kilometrelerce sürüklenerek otoktonlar ve alt alloktonlar üzerine bindirmesiyle, üst üste katlanmış nap yapıları ortaya çıkmıştır. Bu kompresyon döneminde bölge yoğun bir biçimde çekim faylarıyla kırılarak (Turan, 1999), Orta Miyosen öncesinde (palestektonik dönem) yörenin morfolojik iskeleti, büyük ölçüde tamamlanmıştır. Dolayısıyla bölgenin jeomorfolojik evriminde Doğu Toroslar'da olduğu gibi, Orta Miyosen öncesi röliefin önemi büyüktür (Erol, 1997).

## YÜKSEK-DAĞLIK ALANLAR

Burada incelenecek olan "kabarık yer şekilleri", boyunlar ve vadilerle birbirinden ayrılmış, parçalanmış sıradağlar (Izbrak, 1977, 1979) üzerinde birer tepe morfolojisi arz eden doruklardan ibarettir. KB-GD uzanımlı dağ şeritleri üzerinde, yine KB-GD doğrultusunda dizilmiş omuzlu doruklar (Izbrak, 1977, 1979) şeklindeki zirveler, bölge jeomorfolojisinin en önemli unsurudur. Üzerlerinde ekseri omuzlu dorukların yer aldığı yükselim hatlarının belli başlıları ve bunların genel karakterleri şöyledir:

**1- Çal Dağı-İbrim Dağı Yükselimi :** Bu yüksek-dağlık alan, Üst Permiyen kireçtaşı ve kırıntıları içinde oluşmuş, senklinal doruklar şeklinde bir yükselidir. Çal Dağı kesiminde D-B doğrultulu bir senklinal oluşturan bu yükselimin zirvesi, 2127 m rakımındaki Sinat Tepe'dir. Hadim İlçesi yakınında alçalarak Triyas (?) metaolistastromu içinde, yayvan bir boyun oluşturduktan sonra, tekrar yükselerek yaklaşık K 60 B gidişli İbrim Dağı zirvesine bağlanan yükselim hattı (Şekil 2), Çal Dağı bölümünde daha yayvan olduğundan, bu kesimde derinlikleri 10-12 m, genişlikleri 250-300 metreye ulaşan dolin ve uvalalar teşekkül etmiştir.

**2- Karabük Tepe-Say Tepe-Kapıağızı Tepe Yükselimi :** Kuzeybatıda Üst Kretase ofiyolitik melanji ve Triyas (?) metaolistastromu içinden başlayan yükselim hattı, yaklaşık K 50-60 B doğrultusunda uzanır. Otoktona ait Jura ve Üst Kretase kireçtaşları içinde antiklinal bir doruk meydana gelmiş olup Say Tepe zirvesinde rakım 1878 metredir. Yükselim hattı otokton birimler içinde yer yer kör vadilerle parçalanır. Güneydoğuya doğru aşınma karşı az dirençli ofiyolitik melanji ve metamorfizma içinde, yayvan boyunlar oluşturarak düşüğe geçen yükselim hattı, Kapıağızı Tepe-Taşkent çizgisi boyunca Üst Permiyen kireçtaşı ve kırıntıları içinde tekrar yükselerek izoklinal yapılı tabaka dorukları oluşturur (Şekil 3).

**3- Yumru Tepe-Katran Tep-Aktaş Tepe Yükselimi :** Bu yükselim Triyas, (?) metaolistostromu içinde en üst stratigrafik seviyeyi oluşturan, aşınımına dirençli kuvarsitler içinde oluşmuş, senklinal doruk dizilerinden meydana gelmiştir (Şekil 3). K 50 B gidişli yükselim hattı, bu gidişe yaklaşık dik yönde açılan yarma vadilerle parçalanır.

**4- Yeni Yayla-Sinat Dağı-Harzadin Dağı Yükselimi :** Daha çok tektonik nap dilimlerinin üst üste yığılıp katlanması ile Permiyen ve Karbonifer yaşta kireçtaşları ve kırıntılar ile Triyas-Jura yaşlı karbonatlar üzerinde izlenen bu yükselim, K 55-75 B doğrultusunda uzanır (Şekil 2). Zirve omuzlu bir doruk şeklindeki 2071 m rakımlı Sinat Dağı'dır. Yükselim hattında özellikle Sinat Dağı ve çevresinde, yoğun tarzda lapye ve dolinler oluşmuştur. Yükselim yer yer yarma vadiler ve boyunlarla kesilmiştir.

**5- Çam Tepe-İncekir Tepe Yükseklik Tepe Yükselimi :** Gevne napına ait Permiyen yaşlı kireçtaşı ve kırıntılar içinde şekillenen bu yükselim, K 70 D uzanımındadır. Kuzeybatıda Beyreli fayı ile sınırlanan kabartı, doğuya doğru güney blokları yükselmiş çekim faylarını takip etmektedir. Yükselti, zirve durumdaki tepelerde 2050 m dolaylarındadır. Bu yükselim hattı, çok sayıda ve kısmen yontulmuş-düzleşmiş yayvan doruklar şeklinde olduğundan, üzerinde lapye-dolin-düden gibi karstik şekillere çok sık rastlanır.

**6- Bozisa Tepe-Kat Tepe-Bozdağ Yükselimi :** Beyreli fayının çöken kuzeydoğu blokunda yer alan bu dizi, senklinal yapılı dorukların sıralanmasından oluşmuştur. Gevne napına ilişkin Triyas flişi içinde kavisler yapan yükselim hattı, doğuya doğru karasal-yarı karasal Jura çökelleri ile Üst Jura karbonatlarının senklinal eksenlerini izler. Bu yükselti üzerinde omuzlu doruklar oluşturan zirvelerin en yüksek olanı, 2133 m rakımındaki Bozdağ Tepe'dir. Yaklaşık K 60 B doğrultusunda uzanan yükselim hattı, vadiler ve yayvan boyunlarla parçalanmıştır (Şekil 3).

**7- Çekiç Dağı-Topaktaş Tepe-Tekeşar Tepe-Kaşağzı Tepe Yükselimi:** Büyük bölümü kireçtaşı, kuvarsit, şeyl içerikli Permiyen kayaları üzerinde oluşmuş bu önemli yükselti boyunca, çoğunlukla omuzlu senklinal doruklar izlenir. Bu yükseltinin güneydoğu ucunda Beyreli fayı ile kuzeydoğu blokun çökmesi neticesinde yükselim hattı, Üst Jura karbonatlarından geçer (Şekil 3) ve sırtın bu kesimdeki rakımı 250-300 m daha düşüktür. K 30-40° B doğrultulu bu morfolojik kabartının zirvesi Tekeşar Tepe'dir (2311m). Bu yükselim hattı Kuma Derenin oluşturduğu tabanlı-olgun vadi

veya yatık-V vadi (İzbirak 1977) ile derin bir şekilde yarılarak parçalanmıştır. Yükselim hattı boyunca, dorukların başlangıç kotuna yakın, küçük düzce-yayvan karbonatlı sahalarda lapye, dolin-düdenler çok yaygındır.

**8- Ardıçlıtaş Tepe-Kartal Tepe-Gülbahar Tepe-Kuşak Dağı Yükselimi :** Permiyen yaşlı kireçtaş ve kırıntılılar içinde oluşan bu kabartı, K 35-40° B yönünde uzanır. Orhan Dere ve Karapınar Derenin yarmasıyla oluşan dik yamaçlı kertik vadilerle parçalanmış yükselim hattı, kuzeydoğu blokları çöken fay dikliklerinin yükselen bloklarını takip eden bir fay basamağı şeklindedir. Bu yükselim hattının Kuşak Dağı zirvesinde, rakım 2452 m'dir. Yoğun lapye oluşumları yanında, özellikle yükselim hattının güneydoğu bölümünde çok sayıda dolinler-düdenler teşekkül etmiştir.

**9- Pıynarca Tepe-Sarıçal Tepe-Topular-Sarıgöl Tepe Yükselimi :** Kuzeybatıda Üst Devoniyen-Karbonifer karbonat ve kırıntılı kayaları üzerinde şekillenen yükselim alanı, güneydoğuda kısmen Alt Triyas kireçtaşlarını takip ederken, büyük ölçüde Permiyen kireçtaşları içinde kalır (Şekil 3). K 20-25° B gidişli senklinal doruklar şeklindeki bu yükselim, yer yer yatık yamaçlı kertik vadilerle parçalanmıştır. İnceleme alanının en yüksek zirveyi oluşturan Sulugöl Tepede rakım 2576 m'dir. Bu yüksek dağlık alan boyunca, karbonatlı kayalar üzerinde, doruk başlangıç kotlarında lapye ve dolin oluşumları yoğunlaşır.

**10- Yüğülük Tepe-Çobanece Tepe-Ateğriği Tepe Yükselimi :** Bu yükselti, Gevne napının Permiyen yaşlı litolojileri içindedir. Yaklaşık K-G gidişli bir senklinal eksen boyunca, yükselim hattında senklinal doruklar şekillenmiştir (Şekil 3). En yüksek zirve ise, 2429 m ile Yüğülük Tepe'dir.

**11- Çalalanı Tepe Yükselimi :** Güneybatıda Çalalanı Tepeden geçen bu sırt, Otokton Birliğe ait Üst Kretase kireçtaşındaki antiklinal oluşumu ile dom şeklinde yükselmiş ve bir omuzlu doruk morfolojisi kazanmıştır. Üzerinde lapye ve dolinlerin iyi geliştiği bu kabartı, aynı zamanda kenarları normal çekim fayları ile sınırlı, K 25° B uzanımlı bir horst yapısıdır. Doruk noktası, 2539 m yüksekliğindeki Çalalanı Tepe olan bu yükselim, güneydoğuya doğru faylarla kademeli bir şekilde alçalarak, alloktan örtülerin altına dalar (Şekil 3).

## ÇUKUR ALANLAR

Bu bölümde yükselim hatlarını birbirinden ayıran önemli vadilerden bahsedilecektir. Yöredeki belli başlı vadi sistemleri, kuzeyden güneye doğru şöyledir:

**1- Kuma Dere Vadisi :** İnceleme alanı batısındaki Kuma Derenin yukarı çığırında, Permiyen kuvarsit ve şeylleri içinde yaklaşık D-B yönlü, tabanlı olgun bir ana vadi ile genelde K-G yönlü yan vadilerin oluşturduğu bu vadi sistemi (Şekil 2), doğuya doğru Permiyen kireçtaşları içinde tek ve dar bir vadi şeklindedir. Aşağı çığırda Devoniyen-Karbonifer yaştaki kolay aşınabilen kireçtaşı arakatlı şeyl ve kuvarsitler içinde tekrar tabanlı-olgun vadi konumundaki Kuma Dere Vadisi, aynı özellikte Değirmen Dere yan vadisi ile birleşerek, Yeni Yayla'nın doğusunda Jura-Kretase kireçtaşları içindeki mağaraya sularını boşaltırlar.

**2- Şalgamcık Dere Vadisi :** Bu vadi Taşkent güneybatısında, Permiyen kuvarsit ve şeylleri içinde, D-B yönlü, tabanlı-olgun vadi durumundadır. Mansaba doğru Permiyen kireçtaşları içinde bir müddet dik yamaçlı kertik vadi konumunda izlendikten sonra, Triyas (?) metaolistostromu içinde, izoklinal vadi (Izbrak, 1977) pozisyonunu kazanan Şalgamcık Dere Vadisi, Taşkent yakınında bir fay hattını takip ederek kuzeydoğuya doğru devam eder.

**3- Gevne Çayı Vadisi :** Bölgenin en önemli vadi ağı konumundaki Gevne Çayı vadi sistemi, önemli kol vadileriyle birlikte, yörede belirgin ve dar nitelikte kabul havzaları (Ardos ve Pekcan Yalçiner, 1997) oluşturur. Yukarı çığırda Devoniyen-Karbonifer yaşlı kireçtaşı arakatlı şeyl ve kuvarsitler içinde şekillenmiş ve yaklaşık D-B yönlü Orhan Dere Vadisi, tabanlı-olgun vadi ve yatık yamaçlı kertik vadi tiplerine uygundur. Orhan Dere Vadisi, daha sonra, aşınımına dirençli Permiyen tabakaları içinde KB-GD yönlü dik yamaçlı kertik vadi pozisyonundadır. Sert Permiyen litolojileri içinde KD - GB istikametli ve dik yamaçlı kertik vadi tipindeki Karapınar Dere kol vadisi ile Orhan Dere Vadisi birleşerek, güneydoğuya doğru kavisler yapan kertik tipteki Gevne Çayı ana vadisini oluşturur. Bu ana vadi, Göztaşı-Beyreli arasında aşınımına karşı az dayanımlı Triyas flişi içinde, yatık yamaçlı kertik vadi ve tabanlı olgun vadi tipindedir. Memba bölgesinde aşınmaya dirençli Permiyen tabakaları içinde dik yamaçlı kertik vadi, Triyas flişi içinde de yatık yamaçlı kertik vadi konumundaki Arpalık Dere kol vadisi ile Beyreli'de birleşen Gevne Çayı ana vadisi, D-B istikametinde bir süre izlendikten sonra, kolay aşınabilen Jura yaşlı karasal oluşuklar içinde yatık yamaçlı kertik vadi ve tabanlı-olgun vadi morfolojisi gösteren Çamurluk Dere kol vadisiyle birleşir (Şekil 3). Daha doğuda Triyas yaşlı flişler içinde tabakaların eğim yönünde gelişen konsekan tipteki Tekir Dere vadisiyle birleşen Gevne Çayı ana vadisi, Triyas flişi ve daha da

güneyde Jura karasal çökelleri içinde yaklaşık K-G yönlü antiklinal vadi pozisyonundadır. Yukarı çığırda karasal-yanı karasal Jura çökelleri içinde, yatak eğimi fazla kertik vadi ve yayvan kertik vadi tipindeki Fkşielma Dere kol vadisi açılmıştır. Yine Jura karasal çökelleri içinde şekillenmiş antiklinal vadi tipindeki Bakkal Dere kol vadisinin yatak eğimi fazladır. Bakkal Dere kol vadisinin, Gevne Çayı ana vadisine kavuştuğu bölgede, tabanlı-olgun vadilere özgü, geniş bir subasan taban izlenir (Şekil 3).

**4- Ayan Dere Vadisi :** İnceleme alanının güneyindeki Ayan Dere boyunca, Karbonifer ve Permiyen yaşlı kireçtaşı ile kuvarsitler içinde açılan bu vadi, yatak ve yamaç eğimleri fazla, tabansız, derin bir vadidir. K-G yönelimli antiklinal eksenini izleyen bu vadi, antiklinal vadi tipindedir.

**5- Saylıca Dere Vadisi :** Araştırma sahasının güneybatısındaki bu vadi, KD-GB gidişli sol yönlü yırtılma fayını izleyen yatık yamaçlı-yüksek eğimli-çağlayanlı-Harmancık Dere kol vadisi ve KB-GD gidişli gravite fayını takip eden yine yüksek eğimli-çağlayanlı-dik yamaçlı Aksu Dere kol vadisinin birleşmesinden oluşur. Saylıca Dere Vadisi, yaklaşık K-G istikametlidir (Şekil 3). Ana vadi, kıvrım eksenini ve faylara dik yönde gelişen ve yüksek eğimli yamaçlar oluşturan tabansız kertik vadiler şeklinde olup, otokton birliğe ait Üst Kretase kireçtaşı ve Üst Kretase-Paleosen flişinin sert litolojileri içinde teşekkül etmiştir.

**6- Beden Dere Vadisi :** İnceleme alanının güneyinde KKD-GGB istikametinde uzanan bu vadi, Eosen ve Üst Kretase flişleri içinde izlenir. Bu vadi, az eğimli, dar tabanlı izoklinal tipte bir vadidir.

## SONUÇLAR

1- Bölgede belirgin ve yaygın biçimde Erken ve Orta Alpin Orojenez safhalarının izleri mevcut olup, bunlarla ilgili kıvrımlanma ve yükselmeler neticesinde, yöredeki formasyonlar arasında açılı uyumsuzluklar oluşmuştur. Bölgenin kıvrımlı, kırıklı-naplı bir sıradağ haline gelmesinde özellikle Orta Alpin hareketlerinden Pireniyen orojenez safhasının etkisi çok büyüktür.

2- Bölgenin morfotektonik yapısı içinde, yüksek dağlık alanlarda önemli yükselim hatları belirlenerek, kuzeyden güneye doğru incelenmişlerdir. Bu yükselim hatları, ekseri kıvrım ve kırık tektoniği etkisinde gelişen genelde senklinal doruklar, kısmende antiklinal doruklardır. Yine bazı yükselimler, nap dilimlerinin üst üste katlanması veya çekim faylarıyla yükselen blokların aynı istikamette diziliminden oluşmuş

fay basamaklarıdır. Kıvrımlı ve kırıklı rölief şekillerinin egemen olduğu bölgenin morfolojik iskeleti, daha ziyade Eosen sonunda napların yerleşmesinden sonra eski tektonik dönemdeki (Orta Miyosen öncesi) deformasyonlarla ilintilidir.

3- Çukur yer şekillerinden olan önemli vadi sistemleri kuzeyden güneye doğru incelenmiştir. Aşınımaya dirençli formasyonlar içinde çoğunlukla "dik yamaçlı kerkent vadi-yatık yamaçlı kerkent vadi" tipleri, kolay aşınabilen formasyonlarda "tabanlı-olgun vadi" tipi gözlenmiştir. Yörede "yarma vadi", "subsekan vadi" ve "antiklinal vadi" tipleri de vardır. Ana vadiler bölgedeki kıvrım eksenleri ve ana fayların uzanımına kısmen uyumlu gelişmişken, kol vadiler genelde bu yapıları kesmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Ardos, M., Pekcan Yalçınar, N., 1997, Jeomorfoloji Sözlüğü: Çantay Kitabevi, 326 s., İstanbul.
- Blumenthal, M., 1944, Bozkır (Konya) güneyinde Toros sıradağlarının serisi ve yapısı: İst. Üniv. Fen Fak. Mec., seri: B-9, 95-125.
- Blumenthal, M., 1949, Batı Toroslar'ın örtü lam-boları: Türkiye Jeol. Kur. Bült., cilt: 2, sayı:1, 30-40.
- Blumenthal, M., 1951, Batı Toroslar'da Alanya ard ülkesinde jeolojik araştırmalar: MTA Derg., seri: D, no: 5,194.
- Blumenthal, M., 1956, Konya-Karaman havzası güneybatısında Toros kenar silsileleri ve sist-radyolarit formasyonunun stratigrafi meselesi: MTA Derg. no: 48, 1-36.
- Erol, O., 1997, Çukurova'nın nestektonik jeomorfolojik evrimi: Geosound Yerbilimleri Derg., sayı: 30, cilt: 1, 127-134.
- Izbirak, R., 1977, Sistematik jeomorfoloji: Ank. Üniv., DTC Fakültesi yayınları, 327 s., Ankara.
- Izbirak, R., 1979, Jeomorfoloji (analitik ve umumi): DTC Fakültesi yayınları, 466 s., Ankara.
- Ketin, I., 1978, Türkiye'nin başlıca orojenik olayları ve paleocoğrafik evrimi: MTA Derg., 88, 1-4.
- Koçyiğit, A., 1983, Hoyran Gölü (Isparta) dolayının tektoniği: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 26-1, 1-10.
- Özgül, N., 1971, Orta Toroslar'ın kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin önemi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 14-1, 85-101.
- Özgül, N., 1976, Toroslar'ın bazı temel jeoloji özellikleri: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 19-1, 65-78.
- Turan, A., 1985, Beyreli (Hadim-Konya) dolayının jeoloji incelemesi: Selçuk Üniv. Fen Bil. Ens., yüksek lisans tezi (yayımlanmamış), 111.
- Turan, A., 1990, Toroslar'da Hadim ve güneybatısının jeolojisi, stratigrafisi ve tektonik gelişimi: Selçuk Üniv. Fen Bil. Ens., doktora tezi (yayımlanmamış), 229.
- Turan, A., 1995, Bağbaşı-Korulan (Hadim – Konya) kasabaları arasındaki otokton ve allokton serileri ayrıntılı stratigrafisi ve jeolojik evrimi: Selçuk Üniv. Araştırma Fonu Projesi, proje no: MMF-92-108, 60.
- Turan, A., 1999, Hadim (Konya) güneybatısında Orta Toroslar'ın tektonik özellikleri: C.Ü. Müh. Fak. Derg., Seri A.-Yerbilimleri C.16, S.1, s. 59-78.
- Yalçınlar, I., 1996, Strüktürel Jeomorfoloji, cilt: 1; Öz Eğitim Yayınevi, 480 s., İstanbul.

## MERZİFON (AMASYA) YÖRESİNDEKİ JURA-KRETASE YAŞLI KİREÇTAŞLARININ CALPİONEL BİYOSTRATİGRAFİSİ

### THE CALPIONEL BIOSTRATIGRAPHY OF JURASSIC-CRETACEOUS AGED LIMESTONE IN THE MERZİFON (AMASYA) REGION

Mehmet AKYAZI Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 58140 SİVAS  
Aslı KARABAŞOĞLU Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü 58140 SİVAS  
Ahmet UTAR MTA Orta Anadolu I. Bölge Müdürlüğü 58030 SİVAS  
Ömer KESGİN MTA Orta Anadolu I. Bölge Müdürlüğü 58030 SİVAS  
Nazire ÖZGEN ERDEM Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 58140 SİVAS  
T. Şafak URSAVAŞ Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü 58140 SİVAS

**ÖZ :** Amasya iline bağlı Gümüşhacıköy yöresindeki titonik fasiyeste gelişmiş, Geç Jura-Erken Kretase yaşlı pelajik kireçtaşlarının calpionel biyostratigrafisine yönelik olarak yapılan bu çalışmada, toplam 13 adet calpionel türü tanımlanmış ve 5 adet calpionel biyozonu ayırtlanmıştır. Bölgenin Jura-Kretase stratigrafisine katkı koymayı amaçlayan bu çalışmada saptanan biyozonların, Roma Standart Zonları ve Kuzey Anadolu'da yapılan çalışmalarda saptanmış olan calpionel biyozonlarıyla karşılaştırması yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler :** Merzifon, Jura- Kretase, Titonik fasiyes, Calpionel, Biyostratigrafi

**ABSTRACT :** This study was carried out to determine the calpionel biostratigraphy of Late Jurassic-Early Cretaceous aged pelagic limestones which were evolved in the tithonic facies of Gümüşhacıköy district of Amasya province. A total of 13 calpionel species were described and 5 calpionel biozones separated. The biozones determined in the study that aimed to contribute the Jurassic-Cretaceous stratigraphy of the region, were compared to those determined in other studies carried out at northern Anatolia and Roman Standard Zones.

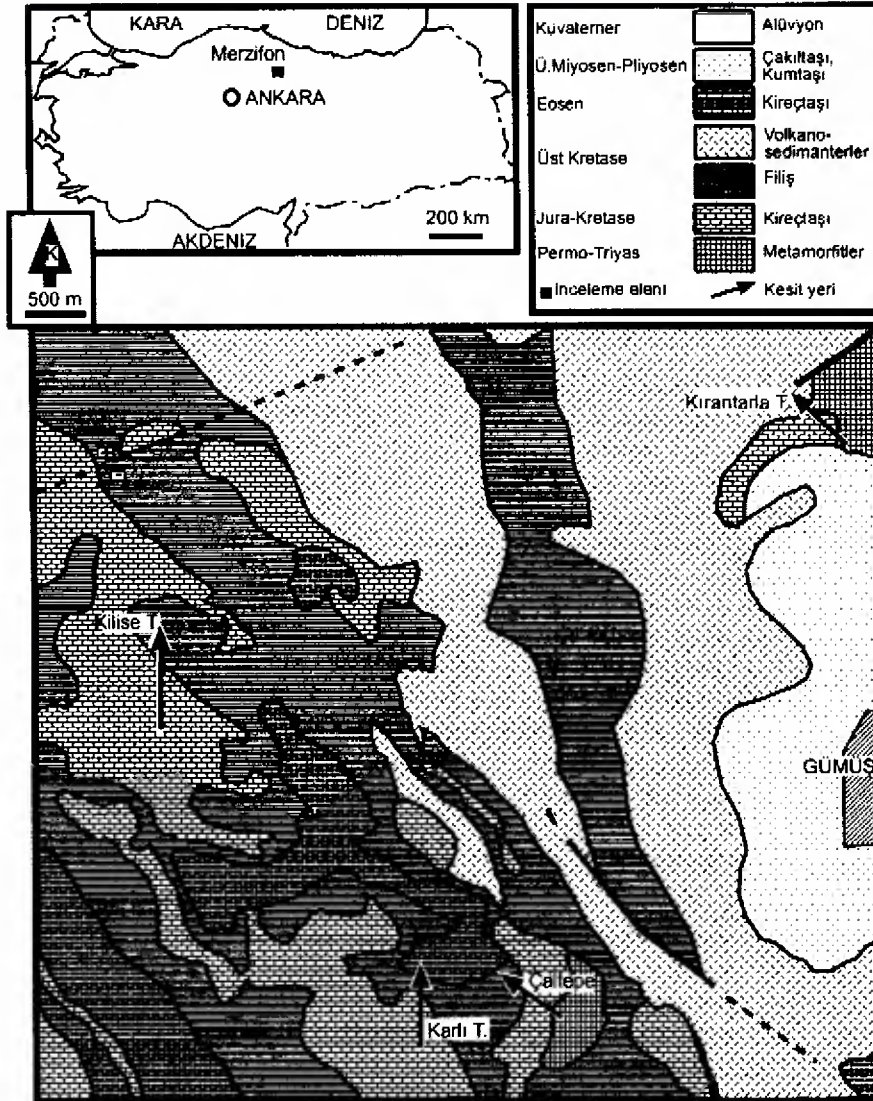
**Key words :** Merzifon, Jurassic-Cretaceous, Tithonic facies, Calpionel, Biostratigraphy

#### I. GİRİŞ

İnceleme alanı Amasya iline bağlı Gümüşhacıköy yöresini kapsamaktadır (Şekil 1). İnceleme alanının temelinde Permo-Triyas yaşlı metamorfitle yer almaktadır. İnceleme alanının örtü kayalarını Geç Jura-Miyosen yaş aralığında çökelmiş birimler oluşturmaktadır. Örtü kayalarının en yaşlısı olan Geç Jura-Erken Kretase yaşlı birimler, titonik fasiyeste gelişmiş bol calpionelli pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Calpionel biyostratigrafisine yönelik olarak bölgenin Jura-Kretase stratigrafisine katkı koymak amacıyla yapılan bu çalışmada, Geç Jura-Erken Kretase yaşlı kayalardan 4 adet Ö.S.K. alınmış ve 109 örnek derlenmiştir. Derlenen örneklerin ince kesitleri yapılarak paleontolojik ve sedimentolojik açıdan incelenmiştir.

Bu incelemeler sonunda toplam 13 adet calpionel türü tanımlanmış ve 5 adet calpionel biyozonu ayırtlanmıştır. Ayırtlanan bu biyozonların, Roma Standart Zonları ve daha önce Kuzey Anadolu'da yapılan çalışmalarda saptanmış olan calpionel biyozonlarıyla karşılaştırması yapılmıştır (Çizelge 1).

Bölge jeolojisinde ve içerdiği gümüş cevheriyle Türkiye ekonomisinde önemli bir yeri olan bu yörede, daha önce değişik amaçlı çok sayıda jeolojik çalışmalar mevcuttur. Bölge ve yakın çevresinde olanlarla bölgeye uzak olmakla birlikte aynı tektonik kuşak içerisinde yer alan ve bölge jeolojisine ışık tutacak çalışmalar da belirlenmiştir. Bunlar; Unterhössel (1936); Kovenko (1937); Pilz (1938); Blumenthall (1950); Ketin (1962); Coronini (1964); Alp



Şekil 1. İnceleme alanının jeolojî haritası.  
Figure 1. Geological map of the study area.

Çizelge 1. Çalışma alanında saptanan calpionellerin stratigrafik dağılımları.  
Table 1. Stratigraphic distribution of the calpionel defined in the study area.

KATLAR →	ÜST TİTONİYEN	ALT BERRİYASİYEN		ÜST BERRİYASİYEN	ALT VALANJİNYEN
BİYOZONLAR →	Cr. intermedia	C.alpina	C.elliptica	Cs.simplex-Cs.oblonga	Ct.darderi
<b>CALPİONELLER</b>					
Tintinnopsella carpathica	—				
Crassicollaria intermedia	—				
Crassicollaria brevis	—				
Crassicollaria massutiniana	—				
Crassicollaria parvula	—				
Calpionella alpina	—	—	—	—	
Calpionella elliptica		—	—	—	
Remaniella ferasini		—			
Remaniella cadischiana		—	—	—	
Remaniella murgeanui				—	—
Calpionellopsis simplex				—	—
Calpionellopsis oblonga				—	—
Calpionellites darderi					—

(1972), Ayhan (1973); Altınlı (1973); Gökçe (1983); Genç ve Diğ., (1991); Saner (1980); Didik (1982); Tüysüz (1990), Tüysüz ve diğ. (1990a, 1990b 1993), Avşar, (1991), Birgili ve diğ. (1975) dir.

## II. STRATİGRAFİ

Sakarya Kıtası Tektonik Kuşağı içerisinde bulunan inceleme alanının temelini Permo-Triyas yaşlı Karakaya Karmaşığı'na ait birimler oluşturmaktadır. Bu kayalar başlıca yeşilışit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş sedimanter ve magmatik kökenli kayalardan oluşmaktadır. Metapelit, meta kumtaşı ardalanmaları ile bunlar içerisindeki Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından oluşan bu temel kayaları (Görür ve diğ.,1983) üzerine gelen örtü kayaçları, Titiyen-Valanjiniyen yaşlı kireçtaşlarıyla başlamaktadır. Bu kireçtaşlarının alt düzeyleri, sığ denizel fasiyeste gelişmiş, oldukça kalın yer yer masif tabakalı kireçtaşlarından, üst düzeyleri ise; Geç Titiyen-Valanjiniyen yaşlı Titonik fasiyeste gelişmiş bol calpionelli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu kireçtaşları üzerinde uyumsuz olarak yer alan Geç Kretase yaşlı birimler bir taban çakıltası düzeyiyle başlamakta olup, kumtaşı, kilitaşı, marn, kireçtaşı aradalanımlı filiş fasiyesinde gelişmiş birimlerle devam etmektedir. Birimin üst düzeyleri, aglomera ve tüflerden oluşan volkanosedimanter birimlerle aradalanmalı olup, Eosen yaşlı detritikler ve volkanitler tarafından uyumsuz olarak örtülür. Bölgenin en genç birimlerini Miyosen-Pliyosen yaşlı gölsel çökeller oluşturmaktadır (Şekil 2).

## III. ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTLERİ

Çalışma sahasındaki kalınlıkları 73-162 m arasında değişen titonik fasiyesteki kireçtaşı serisi Erken Titiyen yaşlı sparit dokulu kireçtaşları üzerinde uyumlu olarak yer alır. Seri, Geç Titiyen-Erken Valanjiniyen yaşlı, sarımsı-gri yer yer koyu kahverengi renkli, ince tabakalı, titonik fasiyeste gelişmiş calpionelli ve radiolarialı biyomikritik mikro-biyofasiyes özellikli kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Çalışma sahasında, bu birimden toplam 4 adet Ö.S.K. alınmış ve 109 örnek derlenmiştir.

### III. 1. Kirantarla ölçülü stratigrafi kesiti

Bu ölçülü stratigrafi kesiti, inceleme alanının KD'sundaki Kirantarla Tepe'nin güney yamacından başlanarak, K45°D doğrultusunda alınmıştır. Kesit, 1/100.000 ölçekli Merzifon G 30 paftasında, 40°56'58" enlem, 33°20'10" boy-lam başlangıç ve 40°58'20" enlem, 33°19'45"

boy-lam bitiş koordinatları arasında yer alır. Kesit gidişi, GD'dan KB'ya doğrudur (Şekil 1).

Kesit alınan yerde Permo-Triyas yaşlı Temel kayaları üzerine uyumsuz olarak gelen ve Geç Kretase volkanitleri tarafından üzerlenen kireçtaşlarının alt düzeylerini, kalın tabakalı yer yer masif, sparit dokulu gri-koyu gri renkli kireçtaşları oluşturmaktadır. Üste doğru, gri renkli, ince-orta tabakalı, biyosparitlik kumlu kireçtaşıyla devam eden birimin bu düzeylerinde, Erken Titiyen yaşlı veren *Protopenneropsis striata* Weynschenk, *Nautiloculina oolithica* (Mohler), *Praekurnubia* sp. ve *Valvulina* sp. fosilleri saptanmıştır.

Erken Titiyen yaşlı birim üzerinde, sarımsı-gri yer yer koyu kahverengi renkli, ince tabakalı, titonik fasiyeste gelişmiş calpionelli ve radiolarialı biyomikritik mikro-biyofasiyes özellikli kireçtaşları dereceli geçişli olarak yer almaktadır. Bu kireçtaşları içerisinde Geç Titiyen yaşlı veren; *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu) (Levha I, Şekil 3), *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga) (Levha I, Şekil 7), *Crassicollaria brevis* Remane, *Crassicollaria parvula* Remane (Levha I, Şekil 3), *Crassicollaria massutiniana* (Colom) (Levha I, Şekil 11), *Calpionella alpina* Lorenz (Levha II, Şekil 2), *Calpionella elliptica* Cadisch (Levha II, Şekil 6), *Remaniella cadischiana* (Colom) (Levha II, Şekil 9), *Calpionellopsis simplex* (Colom), *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) (Levha III, Şekil 4), *Calpionellites darderi* (Colom) (Levha III, Şekil 7), radiolaria ve sünger spikülleri saptanmıştır.

Titonik fasiyeste gelişmiş olan, toplam 130 m kalınlıktaki kireçtaşlarında; 31 m kalınlıkta *Crassicollaria intermedia*, 25 m kalınlıkta *Calpionella alpina*, 27 m kalınlıkta *Calpionella elliptica*, 26 m kalınlıkta *Calpionellopsis simplex*-*Calpionellopsis oblonga* ve 21 m kalınlıkta *Calpionellites darderi* calpionel biyozonları saptanmıştır (Şekil 3).

### III. 2. Kilise Tepe ölçülü stratigrafi kesiti

Bu ölçülü stratigrafi kesiti, inceleme alanının Batısındaki Kilise Tepe'nin güney yamacından başlanarak, yaklaşık, K-G doğrultusunda alınmıştır. Kesit, 1/100.000 ölçekli Merzifon G 30 paftasında, 40°56'58" enlem, 33°20'10" boy-lam başlangıç ve 40°58'20" enlem, 33°19'45" boy-lam bitiş koordinatları arasında yer alır. Kesit gidişi, güneyden kuzeye doğrudur. (Şekil 1).

Kesit alınan yerde tabanı gözlenemeyen ve Geç Kretase yaşlı filişler tarafından üzerlenen birim sarımsı-gri yer yer koyu kahve-

YAŞ	Kalınlık (m)	KAYA TÜRÜ	LİTOLOJİK AÇIKLAMALAR	PALEONTOLOJİK AÇIKLAMALAR
KUVA			Gevşek dokulu çakıllar	
ÜST MİYOSEN-PLİYOSEN	117		Karasal çakıllar, kumtaşı	
EÖSEN	96		Sığ denizel kireçtaşları	
ÜST KRETASE	124		Aglomera ve tuf Kumtaşı, marn, kıltaşı, kireçtaşı ardalanmalı filiş	
TİTONİYEN-BERRİYASİYEN	180		Gri, yer yer koyu kahverengli renkli, ince tabakalı killi kireçtaşları (Calpionelli biyomikrit)  Kalın tabakalı, yer yer masif, kireçtaşları (Fosilli biyospartit)	<i>Tintinnopsella carpathica</i> , <i>Crassicollaria intermedia</i> , <i>Crassicollaria brevis</i> , <i>Crassicollaria massutniana</i> , <i>Crassicollaria parvula</i> , <i>Calpionella alpina</i> , <i>Calpionella elliptica</i> , <i>Remaniella cadischiana</i> , <i>Calpionellopsis simplex</i> , <i>Calpionellopsis oblonga</i> , <i>Calpionellites darderi</i> Radiolaria ve Sünger spikülleri  <i>Protopeneroplis striata</i> , <i>Nautiloculina oolithica</i> , <i>Prækummbia</i> sp., <i>Valvulina</i> sp.
PERMO-TRIYAS			Permian yaşlı kireçtaşı blokları içeren, metapelit, metakumtaşı ardalanması	

Şekil 2. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti.  
Figure 2. Generalized stratigraphic section of the study area.

renge renkli, ince tabakalı, titonik fasiyeste gelişmiş calpionelli ve radiolarialı biyomikritik mikro-biyofasiyes özellikli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu kireçtaşları içerisinde Berriyasien yaşı veren; *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu) (Levha I, Şekil 1), *Crassicollaria parvula* Remane (Levha I, Şekil 8), *Calpionella alpina* Lorenz (Levha I, Şekil 12; Levha II, Şekil 3), *Calpionella elliptica* Cadisch (Levha II, Şekil 5), *Remaniella cadischiana* (Colom) (Levha II, Şekil 7), *Calpionellopsis simplex* (Colom) (Levha III, Şekil 3), *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), radiolaria ve sünger spikülleri saptanmıştır.

Titonik fasiyeste gelişmiş calpionelli ve radiolarialı toplam 89 m kalınlıktaki kireçtaşlarında; 40 m kalınlıkta *Calpionella alpina*, 25 m kalınlıkta *Calpionella elliptica* ve 24 m kalınlıkta *Calpionellopsis simplex*-*Calpionellopsis oblonga* calpionel biyozonları saptanmıştır (Şekil 4).

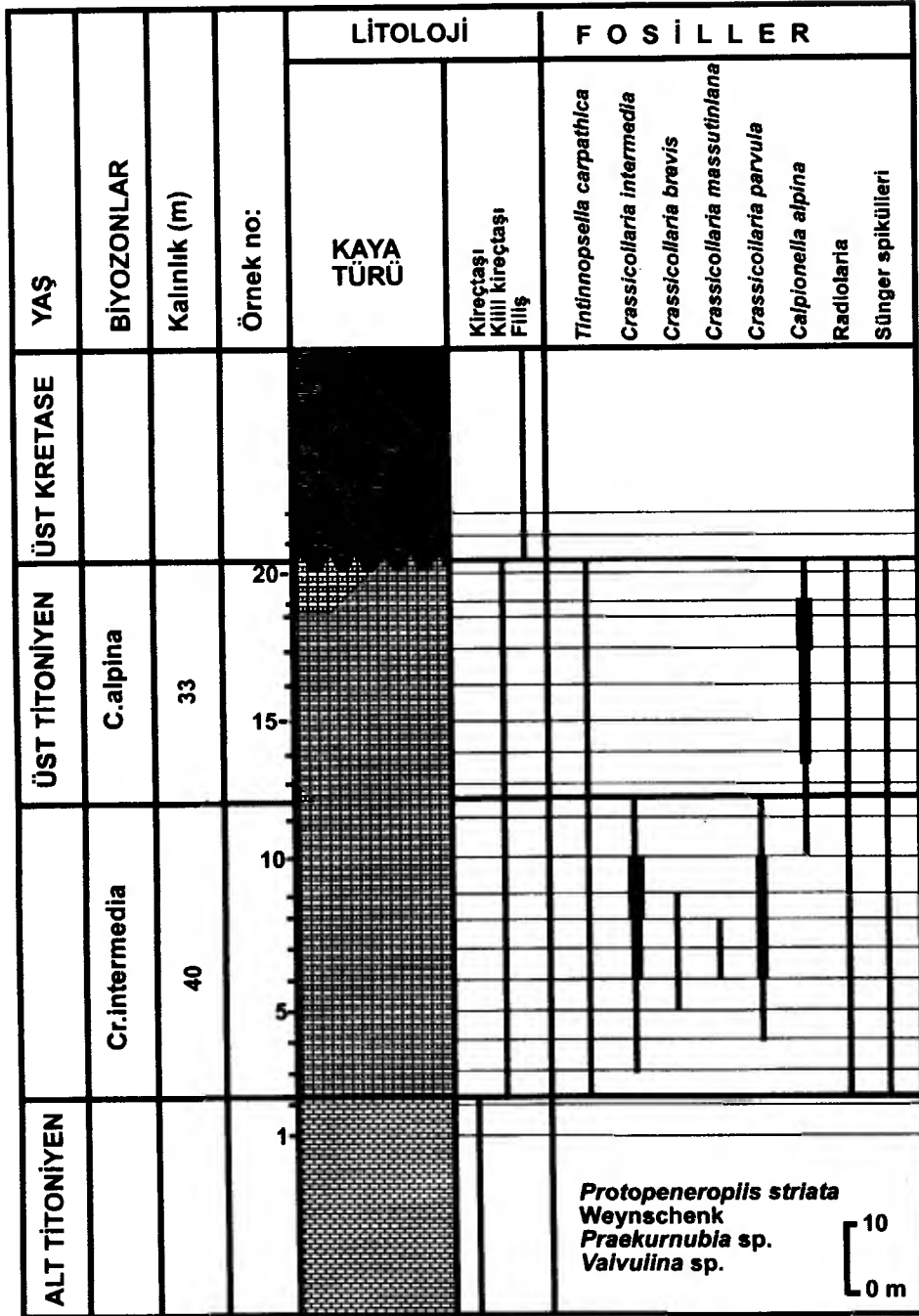
### III. 3. Karlı Tepe ölçülü stratigrafi kesiti

Bu ölçülü stratigrafi kesiti, inceleme alanının güneyindeki Karlı Tepe'nin güney yamacından başlanarak, yaklaşık K-G doğrultusunda alınmıştır. Kesit, 1/100.000 ölçekli Merzifon G 30 paftasında, 40°56'58" enlem, 33°20'10" boylam başlangıç ve 40°58'20" en-









Şekil 5. Karlı tepe ölçülü stratigrafik kesiti.  
Figure 5. Measured stratigraphic section of Karlı tepe.

sında yer alır. Kesit gidişi, GD'dan KB'ya doğrudur. (Şekil 1).

Permo-Triyas yaşlı Temel kayaları üzerine uyumsuz olarak gelen Geç Kretase yaşlı filiş tarafından üzerlenen birimin alt düzeylerini, kalın tabakalı, yer yer masif, sparit dokulu kireçtaşları oluşturmaktadır. Üste doğru, gri renkli, ince-orta tabakalı, biyosparitik kireçtaşıyla devam eden birimin bu düzeylerinde, Erken

Titoniyen yaşı veren *Nautiloculina oolithica* (Mohler), *Praekurnubia* sp. ve *Valvulina* sp. fosilleri saptanmıştır.

Erken Titoniyen yaşlı birim üzerinde, sarımsı-gri yer yer koyu kahverengi renkli, ince tabakalı, titonik fasiyeste gelişmiş calpionelli ve radiolarialı biyomikritik mikro-biyofasiyes özellikli kireçtaşları dereceli geçişli olarak yer almaktadır. Bu kireçtaşları içerisinde Geç

Titoniye-Enken Valanjiniye yişii veren; *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipesku), *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), *Crassicollaria brevis* Remane, *Crassicollaria parvula* Remane, *Crassicollaria massutiniana* (Colom), *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella elliptica* Cadisch, *Remaniella cadischiana* (Colom), *Remaniella ferasini* (Catalano), *Remaniella murgeanui* (Pop), *Calpionellopsis simplex* (Colom), *Calpionellopsis oblonga* (Cadish), *Calpionellites darderi* (Colom), radiolaria ve sünger spikülleri saptanmıştır.

Bu kesitte, kalınlığı 162 m ölçülen calpionelli ve radiolarialı kireçtaşlarında; 31 m kalınlıkta *Crassicollaria intermedia*, 32 m kalınlıkta *Calpionella alpina*, 34 m kalınlıkta *Calpionella elliptica*, 32 m kalınlıkta *Calpionellopsis simplex* - *Calpionellopsis oblonga* ve 25 m kalınlıkta *Calpionellites darderi* calpionel biyozonları saptanmıştır (Şekil 6).

#### IV. SİSTEMATİK TANIMLAMA

Stratigrafik dağılımları Geç Titoniye-Hotriviye zaman aralığında olan Calpionel cinslerinin ortaya çıkışları sırasıyla; *Tintinnopsella* sp., *Crassicollaria* sp., *Calpionella* sp., *Remaniella* sp., *Calpionellopsis* sp. ve *Calpionellites* sp. şeklindedir (Çizelge 1). Bu nedenle, sistematik tanımlamalar bu sıraya göre yapılmıştır :

**Dal :** Protozoa Goldfuss, 1817

**Sınıf :** Ciliata

**Takım :** Calpionellida

**Cins :** *Tintinnopsella* Colom, 1948

**Tür :** *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipesku), 1933 (Levha I, Şekil 1-4)

1933 *Calpionella carpathica* Murgeanui & Filipesku, pl.I, 63-4

1971 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipesku), Remane, fig. 3, 11, 12.

1979 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipesku), Allemann & Remane, pl.VIII, fig. 1

1986 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipesku), Remane, pl. XVIII, fig.21-24.

1991 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipesku), Tunç, lv. III, şek. 2.

1992 b*Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipesku), Tunç, lv. II, şek. 7.

1998 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipesku), Akyazi, lv. I, şek. 2, 3.

**Tanım :** Bu tür, az veya çok oval olan uzamış bir kabuğa sahiptir. Ağız açıklığı, her zaman kabuğun maksimum çapından daha küçük bir çaptadır. Duvarın devamı şeklinde olan yakala-

rı, keskin bir şekilde dışa doğru kıvrılmış olup, uç kısımları yukarı kıvrık ve sivridir. Hiyalin kavkı yapısına sahip bu türün aboral kısmı, aşağı doğru uzayarak sap şeklini almıştır. Bu tür, *Crassicollaria intermedia* Zonu'nda oldukça küçük yapıda olup, 10 tür üzerinde yapılan ölçüm değerlerine göre; boyları 60-90 µ, genişlikleri ise 42-65 µ arasında değişen değerlere sahiptir. Ortalama boyları 75,60 µ, genişlikleri 54,50 µ olup, boylarının genişliklerine oranı 1,39 dur.

*Calpionella alpina* Zonu'nda; boyları 67-92 µ, genişlikleri ise 47-70 µ arasında değişen değerlerde olup, ortalama boyları 78,30 µ, genişlikleri 58,80 µ, boylarının genişliklerine oranı ise; 1,33 tür.

*Calpionella elliptica*, *Calpionellopsis simplex*-*Calpionellopsis oblonga* ve *Calpionellites darderi* Zonları'nda ise; boyları 85-104 µ, genişlikleri 70-86 µ arasında değişen değerlerde olup, ortalama olarak, boyları 95,90 µ, genişlikleri 74,30 µ, boylarının genişliklerine oranı ise; 1,29 dur.

**Ayrırtman özellikleri :** *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipesku), *Tintinnopsella longa* (Colom)'dan boyutlarının daha küçük oluşuyla ayrılır.

Üç ayrı düzeyden alınan 10 tür üzerinde yapılan ölçümler Çizelge 2'de verilmiştir.

**Stratigrafik Düzey :** Geç Titoniye başından, Erken Valanjiniye'nin sonuna kadar olan zaman aralığında gözlenirler.

**Cins :** *Crassicollaria* Remane, 1962

**Tür :** *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), 1957 (Levha I, Şekil 5)

1957 *Calpionella intermedia* Durand Delga, p.165-168

1970 *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), Fares & Lasnier, pl. I, fig.2,4.

1971 *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), Remane, fig. 3,7.

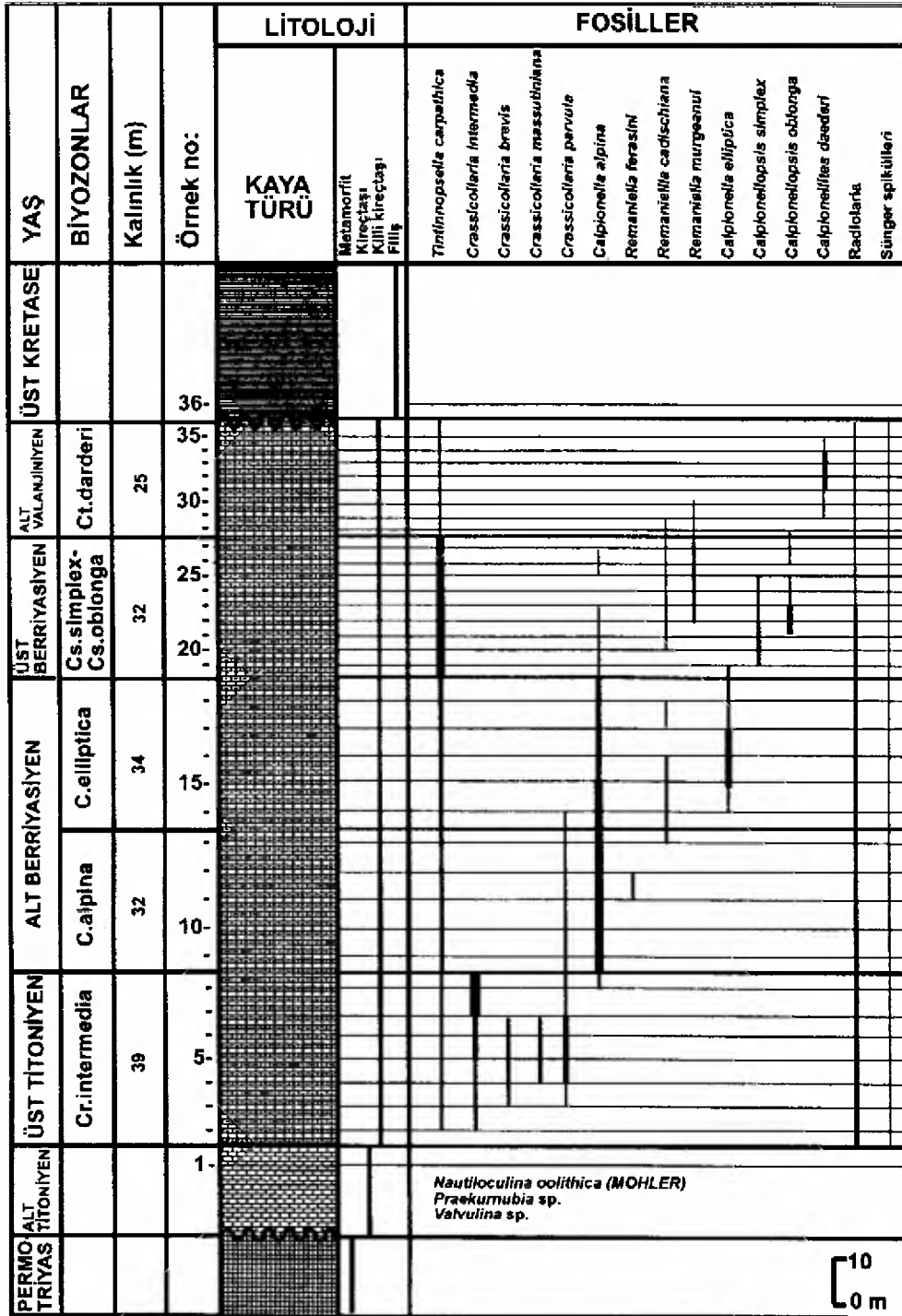
1986 *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), Remane, pl. XVIII, fig. 14-15.

1992 *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), Tunç, lv. II, şek. 3.

1993 *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), Özkan, s.128.

1998 *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), Akyazi, lv. I, şek. 6.

**Tanım:** Bu tür, önce dik, sonra keskin bir şekilde dışa doğru bükülmüş yakası ile karakteristik olup, uzun bir kabuğa sahiptir. Yakanın altında yuvarlak bir çukurluk ve daha altta bir şişkinlik



Şekil 6. Çaltpe ölçülü stratigrafik kesit.  
Figure 6. Measured stratigraphic section of Çaltpe.

vardır. 10 tür üzerinden alınan ölçümlere göre; ortalama 99,20  $\mu$  boya ve 48,00  $\mu$  genişliğe ve 2,07 boy/genişlik oranına sahip olan bu türün kabuk şekli, sapın etkisiyle silindirimsi konik biçimde görüldüğünden, oblik kesitlerde bile kolayca tanınır.

Değişik düzeylerdeki 10 tür üzerinden alınan ölçümler, Çizelge 3'de çıkarılmıştır.

**Ayrtman Özellikleri:** Yakalarının dışa doğru keskin sapma göstermesinden dolayı, *Tintinnopsella carpathica* (Murganui &

Çizelge 2. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 2. Measurements on 10 species.

ZONLAR	Crassicollaria intermedia										Ortalama
Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Boy (µ)	85	90	65	65	60	81	68	88	89	65	75,60
Genişlik (µ)	65	60	65	57	42	53	45	55	56	47	54,50
Boy/genişlik	1,31	1,50	1,00	1,14	1,43	1,53	1,51	1,60	1,59	1,38	1,39
ZONLAR	Calpionella alpina										Ortalama
Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Boy (µ)	90	92	67	91	68	69	67	72	82	85	78,30
Genişlik (µ)	70	70	60	60	61	50	48	47	60	62	58,80
Boy/genişlik	1,29	1,25	1,12	1,52	1,11	1,38	1,40	1,53	1,37	1,37	1,33
ZONLAR	Calpinella elliptica Cs. simplex-Cs oblonga Calpionellites darderi										Ortalama
Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Boy (µ)	100	90	85	88	98	101	104	102	100	91	95,90
Genişlik (µ)	82	70	73	72	70	70	71	75	74	86	74,30
Boy/genişlik	1,22	1,29	1,16	1,22	1,40	1,44	1,46	1,36	1,35	1,06	1,29

Çizelge 3. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 3. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	98	93	100	110	108	115	90	91	102	85	99,20
Genişlik (µ)	45	47	48	55	52	47	50	45	50	41	48,00
Boy/genişlik	2,18	1,98	2,08	2,00	2,08	2,45	1,80	2,02	2,04	2,07	2,07

Filipescu)'ya benzerler. Bu nedenle, yaka altı şişkinlikleri iyi korunmamış formları, *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu & Filipescu)'dan ayırmak oldukça güçtür. Bu tür, *Crassicollaria brevis* Remane'ten daha büyük olmasına karşın, oblik kesitlerde bu iki türü birbirinden ayırmak oldukça güçtür.

**Stratigrafik Düzey:** Geç Titoniyen'in başlarında ortaya çıkan bu tür, Geç Titoniyen sonuna doğru yok olur.

**Tür:** *Crassicollaria parvula*, Remane, 1962

(Levha I, Şekil 6-8)

1962 *Crassicollaria parvula* Remane, pl., XIX, fig. 36-45

1970 *Crassicollaria parvula* Remane, Fares & Lasnier, pl. II, fig. 6,8,9

1986 *Crassicollaria parvula* Remane, Remane, pl. XVIII, fig. 13.

1992 *Crassicollaria parvula* Remane, Tunç, lv. II, şek. 2.

1993 *Crassicollaria parvula* Remane, Özkan, s. 128.

1998 *Crassicollaria parvula* Remane, Akyazı, lv. I, şek. 7, 8.

**Tanım:** Bu tür, düzensiz bir şekilde eliptik bir yapı gösterir. Değişik stratigrafik düzeylerdeki 10

türden alınan ölçümlere göre; Ortalama 76,60 µ boya ve 48,30 µ genişliğe ve 1,59 boy/genişlik oranına sahip olan bu türün aboral bölgesi, oblik kesitlerde hafif yuvarlak görülmesine karşın oldukça sivridir. Aynı cinsin diğer türlerine oranla daha az belirgin olan yaka altı şişkinliği, stratigrafik olarak yeni olanlarda (daha sonra ortaya çıkanlarda) daha da küçüktür. Çok az bir şekilde dışa dönük olan yakalar, hafif bir daralmayla apeksi oluşturur.

Değişik stratigrafik düzeylerde saptanan 10 türden alınan ölçümler Çizelge 4'te gösterilmiştir.

**Ayırman Özellikler:** Bu tür, omuzunun bulunmamasıyla *Calpionella elliptica* Cadisch'dan ayrılır. Berriyasiyen'e geçen formlar çok ufak olup, yaka altı şişkinlikleri küçüktür. Bu nedenle çok belirgin olmayan türleri, *Calpionella alpina* Lorenz'ya benzerlik gösterir.

**Stratigrafik Düzey:** Geç Titoniyen ortalarında ortaya çıkan bu tür, Erken Berriyasiyen sonlarına doğru yok olur. Genellikle, *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga) ile aynı düzeylerde görülen ve *Calpionella elliptica* Cadisch'nın çoğaldığı düzeylerde kaybolan bu tür, Geç

Çizelge 4. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 4. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	83	80	80	70	81	80	75	75	72	70	76,60
Genişlik (µ)	52	50	52	45	56	50	45	48	44	41	48,30
Boy/genişlik	1,60	1,60	1,54	1,55	1,45	1,60	1,67	1,56	1,64	1,71	1,59

Titoniyen-Berriyasiyen sınırını aşabilen tek *Crassicollaria* türüdür.

- Tür:** *Crassicollaria brevis* Remane, 1962 (Levha I, Şekil 9)  
 1970 *Crassicollaria brevis* Remane, Fares & Lasnier, pl. I, fig. 1,3.  
 1971 *Crassicollaria brevis* Remane, Remane, fig. 3,5,6.  
 1986 *Crassicollaria brevis* Remane, Remane, pl.XVIII, fig. 11-12.  
 1991 *Crassicollaria brevis* Remane, Tunç, İv. III, şek. 1  
 1992 *Crassicollaria brevis* Remane, Tunç, İv.I, şek. 2,3.  
 1992 *Crassicollaria brevis* Remane, Özkan, s.228.  
 1998 *Crassicollaria brevis* Remane, Akyazı, İv. I, şek. 9.

**Tanım :** Kabuk şekli konik olup, dışa doğru bükülmüş yakalara sahiptir. Değişik stratigrafik düzeylerden alınan 10 tür üzerinde yapılan ölçümlere göre; ortalama 75,30 µ boya ve 43,60 µ genişliğe sahip olan bu tür, *Crassicollaria* cinsine ait olan en küçük türdür. Ayrıca bu türün yaka altı şişkinliği çok az belirgin olup, aboral kısmı oldukça sivridir.

Değişik kesitlerde saptanan 10 türden alınan ölçümler aşağıdaki gibidir (Çizelge 5).

**Ayrtman Özellikleri :** *Crassicollaria brevis* Remane, *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga)' dan, yalnızca daha konik ve küçük olan kabuk şekliyle ayrılır. Her iki türünde yaka şekli aynı olduğundan, oblik kesitlerde bu iki türü birbirinden ayırmak oldukça güçtür.

**Stratigrafik Düzey:** Geç Titoniyen'in ortalarında, *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga)' dan daha sonra ortaya çıkar. Geç Titoniyen sonlarına doğru yok olurlar.

- Tür :** *Crassicollaria massutiniana* (Colom), 1954 (Levha I, Şekil 10,11)  
 1954 *Calpionella massutiniana* Colom, p. 520.  
 1970 *Calpionella massutiniana* Colom, Fares & Lasnier, pl. II, fig. 11

1971 *Crassicollaria massutiniana* (Colom), Remane, fig. 3-10.

1993 *Crassicollaria massutiniana* (Colom), Özkan, 228.

1998 *Crassicollaria massutiniana* (Colom), Akyazı, İv. I, şek. 10.

**Tanım:** Bu form, oldukça iri bir kabuğa sahip olup, Değişik kesitlerdeki 10 türden alınan ölçümlere göre; ortalama, 86,90 µ boya, 54,30 µ genişliğe ve 1,60 boy/genişlik oranına sahip olan bu tür istatistiksel olarak, *Crassicollaria* cinsine ait türler içerisinde en büyük boyutta olanıdır. Yaka altı şişkinliği oldukça büyüktür. Boyun az-çok silindirik olup, çapı kabuğun maksimum çapından çok az küçük, hatta bazen eşittir. Tam merkezden geçen ekstenel kesitlerde, aboral bölgenin alt tarafı saplı olmasından dolayı daha sivridir. Yakalar dışa doğru çok az sapma gösterirler.

Değişik kesitlerdeki 10 türden alınan ölçümler aşağı verilmiştir (Çizelge 6).

**Ayrtman Özellikleri :** Bu form, tüm *Crassicollaria* türlerinden daha büyük oluşuyla ve az-çok silindirik olan boyun çapının, kabuğun maksimum çapına yakın hatta bazan eşit oluşuyla ayrılır.

**Stratigrafik Düzey:** Bu tür, en son ortaya çıkan *Crassicollaria* türüdür. *Crassicollaria brevis* Remane ve *Crassicollaria parvula* Remane'nin ortaya çıkışından hemen sonra ortaya çıkar ve *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga) 'nın kayboluşundan sonra çok kısa bir süre devam ederek, Calpionella alpina Zonu'nun tabanında görüldükten sonra yok olur.

**Cins :** *Calpionella* Lorenz, 1902

**Tür :** *Calpionella alpina* Lorenz, 1902 (Levha I, Şekil 12; Levha II, Şekil 1-4)

1902 *Calpionella alpina* Lorenz, pl.XII, fig. 35-95

1969 *Calpionella alpina* Lorenz, Remane, pl. X, fig. 2-3.

1970 *Calpionella alpina* Lorenz, Fares & Lasnier, pl. I, fig. 5-6.

Çizelge 5. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 5. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (μ)	78	70	75	75	82	75	81	70	75	72	75,30
Genişlik (μ)	44	37	42	40	47	45	47	48	46	40	43,60
Boy/genişlik	1,77	1,90	1,79	1,88	1,74	1,67	1,72	1,46	1,63	1,80	1,73

Çizelge 6. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 6. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (μ)	85	80	78	95	96	82	98	80	95	80	86,90
Genişlik (μ)	55	50	50	55	60	52	60	50	61	50	54,30
Boy/genişlik	1,55	1,60	1,56	1,73	1,60	1,58	1,63	1,60	1,56	1,60	1,60

1971 *Calpionella alpina* Lorenz, Remane, pp. III, fig. 1-2.

1986 *Calpionella alpina* Lorenz, Remane, pl. XVIII, fig. 1-2.

1991 *Calpionella alpina* Lorenz, Tunç, Iv. III, şek. 3-4

1992a *Calpionella alpina* Lorenz, Tunç, Iv. II, şek. 4.

1993 *Calpionella alpina* Lorenz, Özkan, s.233. 1971

1998 *Calpionella alpina* Lorenz, Akyazı, Iv. I, şek. 11, 12.

**Tanım:** Bu tür, sferik veya hafifçe uzamış bir kabuğa ve kabuğunkinden daha küçük çapta olan düz ve silindirik bir boyuna sahiptir. Eksenel kesitlerde boyun, birbirine paralel iki unsurdan oluşur. *Crassicollaria intermedia* Zonu'nda oldukça iri boyutta olan bu tür, *Calpionella alpina* Zonu'nun başında küçük, sferik bir şekil alır. *Calpionella alpina* Zonu'nun üst kısmında ise, bu türün uzunluğu gittikçe artar ve oval bir şekil alır. Sonunda da giderek *Calpionella elliptica* Cadisch'ya geçer.

10 ar tür üzerinde yapılan ölçümlere göre; *Crassicollaria intermedia* Zonu'ndaki büyük formlarının ortalama boyu 88,50 μ, genişliği 68,20 μ; *Calpionella alpina* Zonu'nda ise ortalama boyu 45,30 μ, genişliği 40,80 μ iken, *Calpionella elliptica* Zonu başındaki uzamış şekilli araformların ortalama boyları 90,00 μ, genişlikleri 53,90 μ dur. Ayrıca, boy/genişlik oranları; *Crassicollaria intermedia* Zonu'nda 1,30, *Calpionella alpina* Zonu'nda, 1,11 iken, *Calpionella elliptica* Zonu başındaki ara formlarında bu oran, 1,67 dir (Çizelge 7).

**Ayrıtman Özellikleri:** Bu tür, lorikasının kısa ve yuvarlak oluşuyla *Calpionella elliptica*

*Cadisch*'dan ayrılır. *Calpionella alpina* Lorenz'nın Boy/genişlik oranı, 1,25 ten küçüktür. Fakat oblik kesitlerde bu iki türü birbirinden ayırmak oldukça güçtür.

**Stratigrafik Düzey:** *Calpionella alpina* Lorenz, Geç Titoniyen'in üst düzeylerinde ortaya çıkar. Kendi adıyla anılan *Calpionella* Zonu'nda oldukça bol olarak görülür. *Calpionella elliptica* Zonu'nda azalarak devam eder. Berriyasiyen sonlarına doğru yok olurlar.

**Tür :** *Calpionella elliptica* Cadisch, 1932 (Levha II, Şekil 5-6)

1932 *Calpionella elliptica* Cadisch, p. 241, fig.3.

1970 *Calpionella elliptica* Cadisch, Fares & Lasnier, pl.I, fig. 7-8.

1986 *Calpionella elliptica* Cadisch, Remane, pl. XVIII, fig. 4.

1991 *Calpionella elliptica* Cadisch, Tunç, Iv. III, şek. 5

1992 *Calpionella elliptica* Cadisch, Tunç, Iv. II, şek. 9.

1992 *Calpionella elliptica* Cadisch, Özkan, s.235.

1998 *Calpionella elliptica* Cadisch, Akyazı, Iv. I, şek. 13.

**Tanım :** Bu tür, yan duvarları oldukça düz ve uzamış bir lorikaya sahiptir. Birbirine paralel olan duvarlar, ağız kısmında birbirlerine yaklaşıp, yukarı doğru birbirine paralel olarak uzanan yakaları oluştururlar. Değişik stratigrafik düzeydeki 10 tür üzerinde yapılan ölçümlere göre Ortalama 96,90 μ boya ve 55,30 μ genişliğe sahip olan bu türün boy/genişlik oranı 1,75 olup, adını elliptik olan görünümünden almıştır.

Değişik kesitlerdeki 10 türden alınan ölçümler Çizelge 8'de verilmiştir.



Çizelge 7. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 7. Measurements on 10 species.

ZONLAR	Crassicollaria intermedia Zonu										
Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	90	90	95	100	93	83	95	72	92	75	88,50
Genişlik (µ)	75	75	70	75	68	65	55	62	72	65	68,20
Boy/genişlik	1,20	1,20	1,36	1,33	1,37	1,28	1,73	1,16	1,28	1,15	1,30
ZONLAR	Calpionella alpina Zonu										
Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	40	45	48	46	45	47	41	47	50	44	45,30
Genişlik (µ)	35	36	45	42	41	44	36	46	45	38	40,80
Boy/genişlik	1,14	1,25	1,07	1,10	1,10	1,07	1,14	1,02	1,11	1,16	1,30
ZONLAR	Calpionella elliptica Zonu başlangıcı										
Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	84	98	88	95	94	95	100	80	84	82	90,00
Genişlik (µ)	52	58	55	54	56	55	55	50	54	50	53,90
Boy/genişlik	1,61	1,69	1,60	1,76	1,68	1,73	1,82	1,60	1,56	1,64	1,67

Çizelge 8. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 8. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	94	86	98	102	92	98	95	100	102	102	96,90
Genişlik (µ)	54	48	56	58	52	56	56	58	57	58	55,30
Boy/genişlik	1,74	1,79	1,75	1,76	1,77	1,75	1,70	1,72	1,79	1,76	1,75

**Ayrtman Özellikler:** Bu tür, eliptik bir lorikaya sahip olmasıyla *Calpionella alpina* Lorenz'dan ayrılır. Yükseklik/Genişlik oranı genelde, 1,50 nin üzerindedir. Ancak, oblik kesitlerde *Calpionella alpina* Lorenz ile *Calpionella elliptica* Cadisch arasındaki ara formlardan ayırtılması oldukça güçtür.

**Stratigrafik Düzey:** *Calpionella elliptica* Cadisch, Erken Berriyasiyen'de ortaya çıkar ve kendi adıyla anılan *Calpionella elliptica* Zonu boyunca devam ederek, Geç Berriyasiyen başlarında yok olur.

**Cins:** *Remaniella* Catalano, 1965  
**Tür:** *Remaniella cadischiana* (Colom), 1948 (Levha II, Şekil 7-9)  
 1948 *Tintinnopsella cadischiana* Colom, p.247, pl. XXXIII, fig. 17  
 1956 *Tintinnopsella ricotensis* (Colom), Colom, vol. 67, p.11-64  
 1970 *Tintinnopsella cadischiana* (Colom), Fares & Lasnier p. II, fig. 5  
 1979 *Remaniella cadischiana* (Colom), Allemann & Remane, p. VIII, fig. 4,11  
 1986 *Remaniella cadischiana* (Colom), Remane, p. 18, 19  
 1991 *Remaniella cadischiana* (Colom), Tunç, İv. III, şek.7

1992 *Remaniella cadischiana* (Colom), Tunç, İv. II, şek. 6

1993 *Remaniella cadischiana* (Colom), Özkan, p.130.

1998 *Remaniella cadischiana* (Colom), Akyazı, İv. I, şek. 15, 16.

**Tanım:** Değişik düzeylerdeki 10 türden alınan ölçümlere göre; ortalama boyu 126 µ, genişliği 84 µ ve boy/genişlik oranı 1.50 olan bu tür, silindirikten-çan biçimine kadar değişen bir lorikaya sahiptir. Verev olarak duvarlar üzerine yerleşmiş, fakat duvarlardan açık bir şekilde ayrı duran yakalara sahiptir. İç ve dış olmak üzere iki parçadan oluşan yakaların dış parçası, genelde yarım ay şeklinindedir ve kabuk duvarıyla yaklaşık 45° lik açı yapar. İç parça, silindirik formlarda duvara paralel, çan biçimli formlarda ise; duvarla yaklaşık 45° lik açı yapacak şekildedir. Bazı türlerde ise; bu iki parça birleşmiş durumda olup, uçları yukarı doğru konkav bir yay şeklinde gözlenirler.

Değişik düzeylerde saptanan 10 türden alınan ölçümler Çizelge 9'da verilmiştir.

**Ayrtman Özellikler:** Bu türün en önemli ayırtman özelliği, verev bir şekilde duvar üzerinde ve duvardan ayrı bir şekilde yer alan yakalardır. Yakaları iyi korunmamış olan formları,

Çizelge 9. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 9. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	120	100	122	130	141	135	145	125	120	122	128,00
Genişlik (µ)	82	70	82	85	88	90	95	82	81	85	84,00
Boy/genişlik	1,46	1,43	1,49	1,53	1,60	1,50	1,53	1,52	1,48	1,44	1,50

*Remaniella murgeanui* (Pop)'den ayırmak oldukça zordur.

**Stratigrafik Düzey:** *Calpionella alpina* Zonu'nun üst kısmında ortaya çıkar ve Erken Valanjiniyen başında yok olurlar.

**Tür:** *Remaniella ferasini* (Catalano), 1965 (Levha III, Şekil 2)

1965 *Remaniella ferasini* (Catalano), p.468, pl. V, fig. 4.

1970 *Remaniella ferasini* (Catalano), Catalano & Liguari, pl. III, fig.1-5.

1991 *Remaniella ferasini* (Catalano), Tunç, Iv. III, şek. 6

**Tanım :** Bu tür, aboral kısmı oldukça oval, küçük ve kalın bir kabuğa sahip olup, değişik düzeylerdeki 10 türden alınan ölçümlere göre; ortalama boyu 70 µ genişliği ise 50 µ dur (Çizelge 10). Yakalar, duvarların üzerinde ve onlardan ayrı bir durumda, uzunlamasına bir konumdadır. Bu yakalar birbirlerine bitişik üçgen biçimdeki iki parçadan oluşurlarsa da, genellikle dıştaki parça korunamadığından düşmekte, bundan dolayıda yalnızca içteki parça görünmektedir.

**Ayrtman Özellikleri :** Bu tür, oval, küçük ve kalın duvarlı lorikasıyla *Remaniella* cinsine ait diğer türlerden kolaylıkla ayırtedilir.

**Stratigrafik Düzey:** Tüm *Remaniella*'ların ve dolayısıyla tüm *Calpionellites*'lerin atası olan bu tür *Calpionella alpina* Zonu'nun ortalarına yakın bir düzeyde ortaya çıkar ve bu zonun sonuna doğru yok olurlar.

**Tür :** *Remaniella murgeanui* (Pop), 1974 (Levha III, Şekil 1)

1963 *Calpionellites dadayi* Knauer & Nagy, pl. I, fig. 4.

1974 *Calpionellites murgeanui* Pop, pl. XVIII, fig. 105-107.

1979 *Remaniella murgeanui* (Pop), Allemann & Remane, pl. VIII, fig. 8-9.

1986 *Remaniella murgeanui* (Pop), Remane, pl. 18-20.

1991 *Remaniella murgeanui* (Pop), Tunç, Iv. III, şek. 8

1993 *Remaniella murgeanui* (Pop), Özkan, p.18.

1998 *Remaniella murgeanui* (Pop), Akyazı, Iv. II, şek. 1.

**Tanım:** *Remaniella cadischiana* (Colom) ile *Calpionellites darderi* Colom, türleri arasında bir geçiş türü olarak kabul edilen bu tür, çan biçiminde bir kabuğa sahiptir. Son derece değişken bir yakaya sahip olan bu türün yakası, iki parçadan oluşmuş olup, içteki yakası kabuk duvarına bağlıdır.

Değişik stratigrafik düzeylerdeki 10 türden alınan ölçümlere göre bu türün, ortalama boyu 137,50 µ, genişliği 79,50 µ ve boy/genişlik oranı 1.73 tür. Ölçümler Çizelge 11'de verilmiştir.

**Ayrtman Özellikler:** Bu türün yakaları iyi korunmamış olan formları, *Remaniella cadischiana* (Colom)'nın tipik olmayan türleri ile karıştırılabilir.

**Stratigrafik Düzey:** Geç Berriyasiyen'de ortaya çıkan bu tür, Valanjiniyen'de de devam eder. *Calpionellites darderi* Colom ile kısa süre görüldükten sonra, *Calpionellites darderi* Zonu ortalarında yok olurlar (Çizelge 1).

**Cins :** *Calpionellopsis*, Colom, 1948

**Tür :** *Calpionellopsis simplex* (Colom), 1939 (Levha III Şekil 3).

1939 *Calpionella simplex* Colom, pl. II, fig. 11; pl. III, fig. 6-9.

1948 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Colom, abb. 11, nr. 10, p.243.

1970 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Fares & Lasnier, pl. I, fig. 11.

1979 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Allemann & Remane, pl. VIII, fig. 2.

1986 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Remane, pl. XVIII, fig. 9-10.

1991 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Tunç, Iv. IV, şek. 2

1992 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Tunç, Iv. I, şek. 2,10.

Çizelge 10. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 10. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	70	75	80	65	65	64	63	65	75	78	70,00
Genişlik (µ)	48	52	50	50	45	48	45	52	55	55	50,00
Boy/genişlik	1,46	1,44	1,60	1,30	1,44	1,33	1,40	1,25	1,36	1,42	1,40

Çizelge 11. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 11. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	150	155	145	125	115	125	130	135	145	150	137,50
Genişlik (µ)	80	85	80	80	70	75	75	80	85	85	79,50
Boy/genişlik	1,88	1,82	1,81	1,56	1,64	1,67	1,73	1,69	1,70	1,76	1,73

1993 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Özkan, p.130.

1998 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Akyazı, lv. II, şek. 2.

**Tanım:** Bu tür, aboral kısmı oldukça oval, geniş, silindirik bir lorika ile, duvarların uzantısı şeklinde olan ve onların üzerine hafif ayrık bir şekilde yer alan yakaları ile karakteristiktir. Ağız lorika ile hemen hemen eşit çaptadır. Değişik stratigrafik düzeylerden alınan 10 tür üzerinde yapılan ölçümlere göre; bu türün boyu, ortalama 117,10 µ, genişliği, ortalama 69,50 µ, boy / genişlik oranı ise; 1,68 olarak bulunmuştur (Çizelge 12).

**Ayrırtman Özellikler:** Bu tür, yükseklik/ genişlik oranının küçük olması, aboral kısmının silindirik bir lorikaya sahip olması ve yan duvarların oral bölgede hafifçe içe doğru bükülmesiyle *Calpionellopsis oblonga* Cadisch'dan ayrılır.

**Stratigrafik Düzey:** *Calpionellopsis oblonga* Cadisch kadar bol görünen bir tür değildir. *Calpionellopsis simplex* - *Calpionellopsis oblonga* Zonu'nun başlarında ortaya çıkar ve aynı zonun sonuna varmadan yok olurlar.

**Tür :** *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, 1932 (Levha III, Şekil 4-6)

1932 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Abb. 3, Nr. 20.

1963 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Knauer & Nagy, pl. I, fig. 1,2,7-9.

1970 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Fares & Lasnier, pl. II, fig. 4.

1979 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Allemann & Remane, pl. VIII, fig. 3, 5-7.

1986 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Remane, pl. XVIII, fig. 7-8.

1991 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Tunç, lv. IV, şek. 9

1992 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Tunç, lv. II, şek. 11.

1993 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Özkan, p.130.

1998 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Akyazı, lv. II, şek. 3.

**Tanım :** Değişik stratigrafik düzeylerden alınan 10 tür üzerinde yapılan ölçümlere göre; 99,00 µ boya ve 49,20 µ genişliğe sahip olan bu türün, boy / genişlik oranı 2,35 dir. Aboral kısmı *Calpionellopsis simplex* (Colom)'e göre daha sivri olan bu türün, duvarları az çok birbirine paralel olup, oral kısma doğru hafifçe daralmaktadır. Ağız düz olup, aboral kutup sivrilmiştir. Yakalar duvarların üzerinde, onlardan ayrı dikdörtgen şeklinde olup, lorikadan ayrı sönme gösterirler.

Değişik stratigrafik düzeylerde saptanan, 10 türden alınan ölçümler Çizelge 13'de verilmiştir.

**Ayrırtman Özellikler:** Bu tür, lorikanın daha uzun oluşuyla (Boy/genişlik oranı, 2,35) ayrıca aboral kutbunun sivri ve ağzının düz oluşuyla, *Calpionellopsis simplex* (Colom)'den ayrılır.

**Stratigrafik Düzey:** *Calpionellopsis simplex* (Colom)'in ortaya çıkışından hemen sonra ortaya çıkar, Erken Valanjiniyen başlarında bir müddet görüldükten sonra yok olur (Çizelge 1).

**Cins :** *Calpionellites* Colom, 1948

**Tür :** *Calpionellites darderi* (Colom), 1934

(Levha III, Şekil 7-9)

1934 *Calpionella darderi* Colom, pl. XXXI, fig. 3.

1970 *Calpionellites darderi* (Colom), Fares & Lasnier, pl. I, fig. 12.

Çizelge 12. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 12. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	125	110	116	110	125	123	115	112	115	120	117,10
Genişlik (µ)	72	70	65	66	72	70	70	65	70	75	69,50
Boy/genişlik	1,74	1,57	1,78	1,67	1,74	1,76	1,64	1,72	1,64	1,60	1,68

Çizelge 13. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 13. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	92	124	95	102	100	98	90	96	95	98	99,00
Genişlik (µ)	41	52	42	45	43	42	35	40	40	42	49,20
Boy/genişlik	2,24	2,38	2,26	2,27	2,32	2,33	2,57	2,40	2,38	2,33	2,35

1979 *Calpionellites darderi* (Colom), Allemann & Remane, pl. VIII, fig. 10, 14, 15.

1986 *Calpionellites darderi* (Colom), Remane, pl. XVIII, fig. 5,6

1986 *Calpionellites darderi* (Colom), Özkan, p.18.

1998 *Calpionellites darderi* (Colom), Akyazı, Iv. II, şek. 5, 6.

**Tanım :** En karakteristik özellikleri, oral tarafta duvarların değişebilen açılar oluşturacak şekilde (yaklaşık 45°) içe doğru sapmaları sonucu oluşan bir ağıza sahip olmalarıdır. Değişik stratigrafik düzeylerde saptanan 10 türün ölçümlerine göre; 103,50 µ boya ve 85 µ genişliğe sahip olan bu türün yakaları, genelde huni biçiminde olup, ağıza içten bağlıdır. Tipik bir tür, çan biçiminde olup, silindirik lorikal ve küçük yakalı iri formları da mevcuttur.

Değişik stratigrafik düzeylerde saptanan 10 türün ölçümleri Çizelge 14'de verilmiştir.

**Ayrırtman Özellikleri :** Bu tür, simetrik "Y" şeklinde yakasıyla tüm diğer türlerden kolayca ayrılır.

**Stratigrafik Düzey :** Bu form kendi adıyla anılan, *Calpionellites darderi* Zonu boyunca gözlenir.

## V. STRATİGRAFİK DAĞILIM

Çalışmada tanımlanan *Calpionellid*'lerin stratigrafik dağılımları şöyledir; Çalışma sahasında *Crassicollaria intermedia* zonunun alt düzeyleri gözlenememiştir. Gözlenen bölüm bu zonu üst düzeyleridir. Burada, ilk kez ortaya çıkan *Calpionella* olan *Tintinopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu)'nin ince duvarlı küçük formları ile birlikte tüm *Crassicollaria* türleri bir aradadır. Bunlardan yalnızca, *Crassicollaria*

*intermedia* (Durand Delga) *Calpionella alpina* zonuna geçemez (Çizelge 1). *Crassicollaria brevis* Remane, *Calpionella alpina* zonu başlarına kadar, *Crassicollaria parvula* Remane ise *Calpionella elliptica* zonu en alt düzeylerine kadar gözlenir. *Crassicollaria massituniana* (Colom) da, *crassicollaria intermedia* zonu sonlarında ortaya çıkar, bu zonda aralıklı olarak devam eder ve *Calpionella alpina* zonu başlarında yok olur. *Tintinopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu) hemen hemen tüm çalışmalarda olduğu gibi *Calpionella alpina* zonuna geçildiğinde duvarları kalınlaşır ve evcikleri büyür. *Calpionella elliptica* zonundan sonra da tipik formuna kavuşur ve sona dek değişmez. *Calpionella alpina* Lorenz, tipik formundan daha ince duvarlı ve daha uzun evcikli olan şekliyle *Crassicollaria intermedia* zonu sonlarında ortaya çıkar. *Calpionella alpina* zonuyla birlikte hem tipik formunu kazanır hem de çok baskın durumdadır. *Calpionella elliptica* zonu başlarından itibaren hem azalmaya hem de küçülüp duvarları incelmeye başlar ve *Calpionellopsis simplex* - *Calpionellopsis oblonga* zonu başlarında da yok olur (Çizelge 1). *Remaniella* cinsinin en ilkel, en küçük ve en kısa ömürlü türü olan *Remaniella ferasini* (Catalano) *Calpionella alpina* zonu ortalarında ortaya çıkar ve aralıklı olarak zonu sonlarına dek gözlenir (Çizelge 1). Bu türün evrimi sonucu oluşan ve ondan kısa bir süre sonra ortaya çıkan *Remaniella cadischiana* (Colom), *Calpionellopsis simplex* - *Calpionellopsis oblonga* zonu da devam ederek, *Calpionellites darderi* zonu ortalarında yok olur. (Çizelge 1). *Calpionella elliptica* Cadisch, *Calpionella alpina* zonu sonlarına doğru ortaya çıkar, kendi adıyla anılan zonda devam eder, *Calpionellopsis simplex* - *Calpionellopsis oblonga* zonu alt düzeyinde oldukça baskın

Çizelge 14. 10 tür üzerinde yapılan ölçümler.  
Table 14. Measurements on 10 species.

Tür no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Boy (µ)	96	95	97	98	117	115	115	110	98	94	103,50
Genişlik (µ)	80	80	82	85	94	92	88	95	76	78	85,00
Boy/genişlik	1,20	1,19	1,18	1,15	1,24	1,25	1,31	1,16	1,29	1,20	1,22

duruma gelirler ve bu zonunun ortalarında yok olurlar (Çizelge 1). *Calpionellopsis* türlerinden *Calpionellopsis simplex* (Colom) kendi adlarıyla anılan zonun başında, *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) da hemen sonra ortaya çıkarlar ve zonunun sonuna dek gözlenirler. Ancak, *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) diğerine göre çok daha baskın olarak gözlenir (Çizelge 1). *Calpionellites darderi* (Colom), kendi adıyla anılan *Calpionellites darderi* Zonunda seyrek olarak gözlenirler (Çizelge 1).

## VI. BİYOSTRATİGRAFİ

Yurdumuzun ve dünyanın birçok yöresinde Jura-Kretase geçişi, tortullaşmanın devamlı oluşu nedeniyle litolojik olarak ayırdedilememektedir. Titiyen katının bir ürünü olan ve "Titonik Fasiyes" olarak tanımlanan, ince tabakalı pelajik kireçtaşları içerisinde bol olarak bulunan *Calpionellid*ler, Tetis provensi içerisinde, çok geniş coğrafik yayılımı sahip bölgeleri ve Geç Titiyen-Berriasiyen zaman aralığındaki herhangi bir mikro veya nannofosil gruplarından daha kararlı olmaları nedeniyle çok önemlidirler. Tetis provensi içerisinde yer alan Türkiye'de, Tunç, 1979, 1991 (Ankara); Tunç, 1980 (Bolu); Önal ve diğ., 1988; Koçyiğit ve diğ., 1991; Altiner ve Özkan, 1991; Altiner ve diğ., 1993; Özkan, 1993; Mekik ve diğ., 1998 (KB Anadolu); Tunç, 1992a-b (Erzurum); Burşuk, 1981, 1992; Tunç ve Akyazı, 2000 (Bayburt); Akyazı, 1996; Akyazı ve Özgen, 1996; Akyazı ve Tunç, 1998 (Ilgaz) *Calpionellid* biyostratigrafisine yönelik olarak yapılan çalışmalar, oldukça önemli ve dikkat çekicidir.

Bu çalışmada, bölge stratigrafisinde ve gümüş yataklarının oluşum yaşı ve jenezinin aydınlatılmasına çok önemli yeri olan Jura/Kretase yaşlı Titonik fasiyesteki birimlerin calpionel biyostratigrafisine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca saptanan calpionel biyozonları'nın, daha önce Kuzey Anadolu'da yapılmış benzer çalışmalarda (Çizelge 15) tanımlanmış *Calpionel* Biyozonları ile karşılaştırılması yapılarak, Türkiye'de ve Dünyada yapılan *Calpionel* biyostratigrafisine yönelik çalışmalara bir yenisini ekleyerek katkı koymaya çalışılmıştır.

Çalışma sahasında, Geç Titiyen-Erken Valanjiniyen yaşlı, sarımsı-gri yer yer koyu kahverengi renkli, ince tabakalı, titonik fasiyeste gelişmiş calpionelli ve radiolarialı biyomikritik mikro-biyofasiyes özellikli kireçtaşları üzerinde yapılan biyostratigrafik incelemelerden elde edilen veriler ışığında, serinin 162 m kalınlıkta olduğu saptanmış ve bu kireçtaşları içerisinde 5 adet *Calpionel* biyozonu ayrılanmıştır.

### VI.1. *Crassicollaria intermedia* Biyozonu

**Tanım:** *Crassicollaria intermedia* (Durand

**Delga)**'nin yaşam sürecinde oluşmuş kayaçlar

**Türü:** Menzil Zonu

**Zonu Tanımlayan :** Catalano & Liguari (1970)

**Kalınlık:** 31-40 m

**Stratigrafik düzey:** Geç Titiyen.

**Fosil topluluğu:** *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu), *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), *Crassicollaria parvula* Remane, *Crassicollaria brevis* Remane, *Crassicollaria massutiniana* (Colom) ve *Calpionella alpina* Lorenz.

**Karşılaştırma:** Burşuk (1992), Mekik ve diğ., (1998), Akyazı ve Tunç (1998) tarafından tanımlanan *Crassicollaria intermedia* zonuna, Tunç ve Akyazı (2000) tarafından tanımlanan *Crassicollaria intermedia* zonunun üst ve *Calpionella alpina* zonunun alt düzeylerine karşılık gelen bu biyozon, 1970 Roma Standart Zonları'ndan "*Crassicollaria*" Zonuna karşılıktır.

Tanımlanan bu zonun tabanı, çok küçük boyutlu olan ve yakaları genellikle kaybolmuş *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu) ile *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga)'nin ortaya çıktığı döneme karşılık gelmektedir. Üste doğru *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga)'nin sayısal artışı göze çarpmaktadır. Daha sonra ise; iri boyutlu *Calpionella alpina* Lorenz'nin ortaya çıktığı ve çoğaldığı gözlenmektedir. Zonun üst kısımlarında ise, *Crassicollaria brevis* Remane, *Crassicollaria parvula* Remane ve *Crassicollaria massutiniana* (Colom)'nin ortaya çıktıkları ve baskın duruma geçtikleri gözlenir ve zonun üst sınırında ise, *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga) aniden yok olur (Çizelge 1).



**VI.2. Calpionella alpina Biyozonu**

**Tanım :** *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga)'nin yok oluşuyla, *Calpionella elliptica* Cadisch'in ortaya çıkışı arasındaki süreçte oluşan kayaçlarla temsil edilip, aynı zamanda küçük boyutlu, sferik *Calpionella alpina* Lorenz'ların ortaya çıkışı ve maksimum bolluğa ulaşması ile karakteristiktir.

**Türü :** Aşamalı menzil zonu veya bolluk Zonu.  
**Zonu Tanımlayan :** Catalano & Liguari (1970)  
**Kalınlık :** 25-40 m

**Stratigrafik düzey :** Erken Berriyasiyen'in altı  
**Fosil topluluğu :** *Calpionella alpina* Lorenz, *Crassicollaria parvula* Remane, *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu), zonun üst kısımlarında çok bol olmayan oranda saptanan *Remaniella cadishiana* (Colom) ve *Remaniella ferasini* (Catalano)dir.

**Karşılaştırma :** Biyozon, Roma Standart Zonları'ndan *Calpionella* Zonu'nun alt bölümüne karşılık gelmektedir. Burşuk (1992), Akyazı ve Tunç (1998) tarafından tanımlanan *Calpionella alpina* zonuna karşılık gelen bu zon, Tunç (1980,1991) *Calpionella elliptica* zonunun ve Mekik ve diğ., (1998) *Calpionella B* zonunun alt düzeylerine, Tunç ve Akyazı (2000) *Calpionella alpina* zonunun ise üst düzeylerine karşılık gelmektedir (Çizelge 15).

**VI.3. Calpionella elliptica Biyozonu**

**Tanım :** *Calpionella elliptica* Cadisch'in ortaya çıkışıyla, *Calpionella simplex* (Colom)'in ortaya çıkışı arasındaki süreçte oluşan kayaçlarla temsil edilir.

**Türü :** Aşamalı menzil Zonu  
**Zonun tanımlayan :** Catalano & Liguari (1970)  
**Kalınlık :** 25-34 m

**Stratigrafik Düzey :** Erken Berriyasiyen' in üstü  
**Fosil topluluğu :** *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu), *Crassicollaria parvula* Remane, *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella elliptica* Cadisch ve *Remaniella cadishiana* (Colom).

**Karşılaştırma :** Roma Standart Zonları'ndan *Calpionella* Zonu üst düzeylerine ve Burşuk (1992), Akyazı ve Tunç (1998), Tunç ve Akyazı (2000) *Calpionella elliptica* zonuna karşılık gelen bu zon, Tunç (1980, 91) *Calpionella elliptica* zonunun, Mekik ve diğ., (1998) *Calpionella B* zonunun est düzeylerine karşılık gelmektedir (Çizelge 15).

**VI.4. Calpionellopsis simplex - Calpionellopsis oblonga Biyozonu**

**Tanım :** *Calpionellopsis simplex* (Colom)'in ortaya çıkışıyla *Calpionellites darderi* (Colom)'nin

ortaya çıkışı arasındaki süreçte oluşan kayaçlarla temsil edilir.

**Türü :** Aşamalı menzil Zonu.  
**Zonu Tanımlayan :** Catalano & Liguari (1970)  
**Kalınlık :** 24-32 m

**Stratigrafik Düzey :** Geç Berriyasiyen  
**Fosil Topluluğu :** *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu), *Calpionella alpina* Lorenz, *Remaniella cadishiana* (Colom), *Remaniella murgeanui* (Pop), *Calpionellopsis simplex* (Colom), *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) ve zonun tabanında az sayıda *Calpionella elliptica* Cadisch.

**Karşılaştırma :** Roma Standart Zonları'ndan *Calpionellopsis* Zonu'nun Valanjiniyen'e kadar olan bölümüne karşılık gelen bu biyozon, Burşuk (1992), Tunç (1980, 91), Akyazı ve Tunç (1998) tarafından tanımlanan *Calpionellopsis simplex-Calpionellopsis oblonga* biyozonu'na karşılık gelmektedir (Çizelge 15).

**VI.5. Calpionellites darderi Biyozonu**

**Tanım :** *Calpionellites darderi* (Colom)'nin ortaya çıkışı ile tüm fosil *Calpionellerin* yok oluşları arasındaki süreçte oluşan kayaçlarla temsil edilir.

**Türü :** Aşamalı menzil zonu  
**Zonu Tanımlayan :** Catalano & Liguari (1970)  
**Kalınlık :** 21-25 m.

**Stratigrafik Düzey :** Erken Valanjiniyen  
**Fosil topluluğu :** *Calpionellites darderi* (Colom), *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu), *Remaniella cadishiana* (Colom) ve *Remaniella murgeanui* (Pop) ve *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch).

**Karşılaştırma :** Üst sınırı, Roma Standart Zonları'ndan *Calpionellites* Zonu'na, Tunç (1980, 91), Akyazı ve Tunç (1998) tarafından tanımlanan *Calpionellites darderi* biyozonuna karşılık gelen bu biyozon, Burşuk (1992) tarafından tanımlanan *Calpionellites darderi* zonunun alt düzeylerine karşılık gelmektedir (Çizelge 15).

**VII. SONUÇLAR**

Bu çalışmada ulaşılan başlıca sonuçlar şunlardır:

1. Üst Titoniyen-Alt Valanjiniyen yaşlı Titonik fasiyeste oluşmuş kireçtaşlarından 4 adet ölçülü stratigrafi kesiti alınarak, 109 örnek derlenmiş ve bu örneklerden elde edilen ince kesitler üzerinde yapılan detaylı biyostratigrafik çalışmalar sonucunda; Toplam, 6 Calpionel cinsi ve bu cinslere ait 13 tür saptanarak tanımlanmış ve sistematikleri yapılmıştır. Ayrıca bu türlerin sayısal bollukları ve stratigrafik dağılım-

ları çok sayıda örnek üzerinde detaylı olarak incelenmiş ve ortaya çıkarılmıştır.

2. Titonik fasiyeste gelişmiş, Üst Titoniyen-Alt Valanjiniyen yaşlı birim içerisinde, *Crassicollaria intermedia*, *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica*, *Calpionellopsis simplex-Calpionellopsis oblonga* ve *Calpionellites darderi* olmak üzere, 5 adet Calpionel biyozonu ayırtlanmıştır.

3. Saptanan bu biyozonlar, Türkiye'de ve Dünya'da daha önce yapılan benzer çalışmalardaki biyozonlarla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

#### YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Akyazı, M., 1996. Ilgaz yöresindeki Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarının stratigrafisi ve paleontolojisi. Doktora tezi, 264 s. (yayınlanmamış).
- Akyazı, M. ve Tunç, M., 1998. Sarıalan formasyonunun (Ilgaz-Çankırı) Tanımlanması. T.J.K. Bülteni, 41/2, 79-93.
- Akyazı, M. and Özgen, N., 1996. An example of determination of Jurassic / Cretaceous boundary with Calpionellids from Turkey : Ilgaz Mountains (Çankırı): "The Role of Impact Process in the Geological and Biological Evolution of Planet Earth" International Workshop, Abstracts, p.16, Postojna- Slovenia.
- Akyazı, M. ve Tunç, M. 1998. Sarıalan formasyonunun (Ilgaz-Çankırı) Tanımlanması. T.J.K. Bülteni 41/2, 79-93.
- Allemann, F., Remane, J., 1979. In: Busnardo, Thieuloy, Moullade, et.all.
- Alp, D., 1972. Amasya yöresinin jeolojisi. I.Ü. Fen Fakültesi Monografileri, 100s.
- Altıner, D. ve Özkan, S., 1991. Calpionellid zonation in north-western Anatolia (Turkey) and calibration of the stratigraphic ranges of some benthic foraminifera at the Jurassic-Cretaceous boundary. Geol. Ram.27, 215-235, Rom.
- Altıner, D., Koçyiğit, A., Farinacci, a., Nicossia, U, ve Conti, M.A., 1991. Jurassic Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeographic evaluation of the southern part of North-Western Anatolia (Turkey). Geology and Paleontology of Western Pountides. Turkey Edts. Fariacci, A., Ager, D.V. and Nicosia, U.), Geologica Romana, V. XXVII, p.13-80.
- Altınlı, İ. E., 1973. Bilecik Jurassiği. Cumhuriyetin 50. yılı yerbilimleri kongresi Tebliği, MTA, 103-112.
- Avşar, N., 1991. Terziköy (Amasya) Yöresinde Bulunan Bazı Nummulites türlerinin Sistematik İncelemesi : Yerbilimleri (Geosound), 18, 111-126.
- Ayhan, A., 1973. Samsun ili Vezirköprü kazasının batı ve güneyine ait ön rapor. M.T.A. Rap. No: 5116, 26s.
- Birgili, Ş., Yoldaş, R. ve Ünalın, G., 1975. Çankırı-Çorum Havzasının Jeolojisi ve Petrol olanakları, M.T.A. Enst. Rap. Derleme no: 5621 (Yayınlanmamış).
- Blumenthall, M., 1950. Orta ve Aşağı Yeşilirmak bölgelerinin (Tokat, Amasya, Havza, Erbaa, Niksar) jeolojisi hakkında. M.T.A. Enst. yayınlarından, Seri D, No: 4. Ankara.
- Burşuk, A., 1981. Aşkale-Bayburt yöresinde (KB Erzurum) Calpionellid Biyozonları. K.T.Ü. Yerbil. Derg. C.1, s.21-28.
- Burşuk, A., 1992. Bayburt ve Kop Dağları (KB Erzurum) yöresindeki Calpionellid biyozonları (Üst Jurasik-Alt Kretase), T.J.K. Bült., 35/2, 127-141.
- Cadisch, J., 1932. Ein Beitrag zum Calpionellenproblem. Geol. Rdsch., 23, 241-57.
- Catalano, R. ve Liguori, V., 1970. Facies a Calpionella della Sicilia occidentale Proc. II. Plankt. Conf., Roma, 1970, 1, 167-210.
- Colom, G., 1934. Estudios sobre las Calpionellas. Bol. R.Soc.Esp. Hist. Nat., 34, 379-89.
- Colom, G., 1939. Tintinnidos fosiles (Infusorios Oligotricos). Las Ciencias, 4, 815-25.
- Colom, G., 1948. Fossil Tintinnids: loricated Infusoria of the order of the Oligotricha. J. Paleontol., 22, 233-63.
- Colom, G., Castary, G., Delga, M.D., 1954. Microfaunes pelagique (Calpionelles, Fissuriens) dans le NE de la Berberie. Bull. Soc. Geol. Fr., ser. 6, p.517-534.
- Colom, G., 1956. Litofacies y micropaleontogia de las formaciones Jurasico-Noecomienses de la Sierra de Ricote (Murcia). Bol.Inst. Geol. Min.Esp., vol.67, p.11-64.
- Coronini, G., 1964. Gümüşhacıköy kurşun yatağı hakkında rapor. M.T.A., Maden Etüd Dairesi Rap. No: 3513.
- Didik, S., 1982. Gümüşhacıköy (Amasya) yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları. M.T.A. Derleme Rap. No: 8122 (Yayınlanmamış).
- Durand-Delga, M., 1957. Une nouvelle forme de Calpionelles. Publ. Serv. Carte Geol. Algérie, nouv. sér., Bull. no. 13, trav. Collab.1956, pp. 165-168.



- Fares, F. and Lasnier, J., 1970. Les Tintinoidens fossillesleur position stratigraphique et leur repartition en Algere du Nord. Sec. Micropal. Conf. Rome, p.539-553.
- Genç, Ş., Kurt, Z., Küçümen, Ö., Cevher, F., Saraç, G., Acar, Ş., Bilgi, C., Şenay, M. ve Poyraz, N., 1991. Merzifon (Amasya) dolayının jeolojisi. M.T.A. Rap. No: 61. 57s.
- Gökçe, A., 1983. Turhal antimon yataklarının maden jeolojisi. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, 150 s (yayınlanmamış).
- Görür, N., Şengör, A.M.C., Akkök, R., Yılmaz, Y., 1983. Pontid'lerde Neo-Tetis'in kuzey kolunun açılmasına ilişkin sedimentolojik veriler, T.J.K. Bült., 26/1, 11-20.
- Ketin, I., 1962. 1: 500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Sinop paftası M.T.A. Enst. Yayınlarından, 111s.
- Knauer, J. and Nagy, I., 1963. Lorenziella nov.gen.uj Calpionellidea nemzetség. Lorenziella nov. gen. nouveau genre des Calpionellidés. Foldt. Int. Evi. Jel., 1961, 143-53.
- Koçyiğit, A., Altner, D., Farinacci, A., Nicosia, Conti, M.A., 1991. Late Triassic- Aption Evolution of the Sakarya divergent inargin: Implication for the opening history of the Northern Neo-Tethys, in North-Western Anotolia, turkey. Gologicia Rom. V.27, p.1-19.
- Kovenko, V., 1937. Gümüşhacıköy maden ocağı hakkında rapor. M.T.A. Rap. No: 397.
- Lorenz, T. H., 1902. Geologische Studien im Grenzgebiet zwischen helvetischer und ostalpinen Fazies. II. Der südliche Rhatikon. Ber natf.Ges. Freiburg/Br., 12, 35-95.
- Mekik A. F., Yi Ling, H., Altner, Ö. S. ve Altner, D., 1998. Preliminary Radiolarian Biostratigraphy across the Jurassic-Cretaceous boundary from Northwestern Turkey. Geodiversitas, Publications Scientifiques du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris (in publish) .
- Murgeanui, G. and Filipescu, M.G., 1933. Calpionella carpathica n.sp. dans les Carpathes roumaines. Notat.Biol., 1, 63-4.
- Önal, M., Helvacı, C., İnci, U., Yağmurlu, F., Meriç, E. ve Tansel, İ., 1988. Çayırhan, Kuzeybatı Ankara Kuzeyindeki Soğukçam Kireçtaşı ve Kızılçay Grubu'nun Stratigrafisi, Yaşı, Fasiyesi ve Depolanma Ortamları.TPJJD Bült., 1/2, 152-163.
- Özkan, S.,1993. Calcereous Nannofossil and Calpionellid Biostratigraphy of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous in Northwest Anatolia, Turkey. Thesis submitted for the degree of Ph.D., in the Department of Geological Sciences, February 1993, University College LONDON.
- Pilz, R., 1938. Gümüşhacıköy kurşun yataklarının istikşafına dair projeler hakkında rapor. M.T.A. Rap. No: 414.
- Pop, G., 1974a. Une nouvelle espece Neocomienne de Calpionellides. Rev. Roumaine Geol. Geophys. Geogr. 18, 105-7.
- Pop, G., 1974b. Les zones de Calpionellides Tithonique-Valanginiennes du sillon de Resita (Carpatés meridionales). Rev. Roumaine Geol. Geophys. Geogr. 18, 109-25.
- Remane, J., 1962. Zur Calpionellen-Systematik. Neues Jahrb. Geol. Palaeontol. Monatshefte, 1962, 8-24.
- Remane, J., 1969. Les possibilités actuelles pour une utilisation stratigraphique des calpionelles(Protozoa incertae sedis, Ciliata?). Proc. Ist. Internat.Conf.Plankt. Microfossils, Geneva, 1967, 2, 559-73.
- Remane, J., 1971. Les Calpionelles, protozoaires planctoniques des mers mésogéennes de l'époque secondaire. Ann. Guebhard, 47, 1-25.
- REMANE, J., 1986. 12 Calpionelids, Plankton stratigraphy, vol.1, 1032, Cambridge University, Press., p.555-572.
- Saner, S., 1980. Batı Pontidlerin ve komşu havzaların oluşumlarının levha tektoniği kuramıyla açıklanması, KB Türkiye, M.T.A. Der., 93/94, 1-20.
- Tokay, M., 1972. Kuzey Anadolu fay zonunun Gerede ile Ilgaz arasındaki kısmında Jeolojik gözlemler. KAF ve Deprem kuşağı simpozyumu. 5, 12-29 Ankara.
- Tunç, M., 1979. Ankara civarında Calpionellid'lerin stratigrafik dağılımları ve Akdeniz Basenine ait diğer çalışmalarla karşılaştırılması. Tübitak VI. Bilim Kongresi, Tebliğler, 71-79.
- Tunç, M., 1980. Çayırhan (Beypazarı) ile Seben (Bolu) arasında kalan ve Aladağçay boyunca olan bölgenin stratigrafisi. A.Ü. Fen Fak. Doktora Tezi, 75 s., (Yayınlanmamış).
- Tunç, M., 1991. Aktaş (Kızılhamam) yöresinin pelajik kireçtaşlarından biyostratigrafisi. T.J. Bülteni, 34/2, 27-43.

- Tunç, M., 1991. Aktaş (Kızılhamam) yöresinin pelajik kireçtaşlarından biyostratigrafisi. T.J. Bülteni, 34/2, 27-43.
- Tunç, M., 1992a. Olur (Erzurum) yöresindeki Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarının biyostratigrafisi, T.J.K.Bült., 35/1, 121-130.
- Tunç, M., 1992b. Description of a new species of *Crassicollaria* from surrounding Olur (Erzurum-Turkey). *Revue de Paléobiologie*, 11/2, pp.463-468, Geneve.
- Tunç, M., Akyazı, M., 1999. *Calpioneller*: M.T.A. Eğitim Serileri Dizisi 64 s., Ankara.
- Tunç, M. ve Akyazı, M., 2000. Kop Dağları (KB Erzurum) Yöresinde yüzeyleyen Üst Jura - Alt Kretase Yaşlı Titonik fasiyesteki Kireçtaşlarının Biyostratigrafisi 50. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 21-25 Şubat 2000 MTA Genel Müdürlüğü.
- Tüysüz, O., Yiğitbaş, E. ve Serdar, H. S., 1990a. Orta Pontidlerin erken Mesozoyik evrimine bir yaklaşım : Paleo-Tetis/ Karakaya kenar deniz problemi : Türkiye 8. Petrol Kongresi, Bildiriler, TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, 351-362.
- Tüysüz, O., Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E. ve Serdar H. S., 1990b. Orta Pontidlerde Üst Jura-Alt Kretase stratigrafisi ve anlamı: Türkiye 8. Petrol Kongresi, Bildiriler, TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, 340-350.
- Tüysüz, O., 1990. Tectonic evolution of a part of the Tethyside Orogenic Collage: The Kargı Massif, Northern Turkey, *Tectonics*, 9, 141-160.
- Tüysüz, O., 1993. Karadeniz'den Orta Anadolu'ya bir jeotravers: Kuzey Neo-Tetisin Tektonik Evrimi: TPJD Bült. 5/1, 1-33.
- Unterhössel, F., 1936. Gümüşhacıköyündeki simli kurşun cevher yataklarının tetkiki hakkındaki rapor. M.T.A. Rap. No: 396.

## LEVHA I

### *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu)

- Şekil 1. Kilise Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 15), x 200
- Şekil 2. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 12), x 200
- Şekil 3. Kirantarla Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 22), x 200
- Şekil 4. Karlı Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 18), x 200

### *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga)

- Şekil 5. Kirantarla Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 07), x 200

### *Crassicollaria parvula* Remane

- Şekil 6. Karlı Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 18), x 200
- Şekil 7. Kirantarla Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 18), x 200
- Şekil 8. Kilise Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 18), x 200

### *Crassicollaria brevis* Remane

- Şekil 9. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 05), x 200

### *Crassicollaria massutiniana* (Colom)

- Şekil 10. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 04), x 200
- Şekil 11. Kirantarla Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 05), x 200

### *Calpionella alpina* Lorenz

- Şekil 12. Kilise Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 14), x 200

LEVHA I



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12

**LEVHA II***Calpionella alpina* **Lorenz**

- Şekil 1. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 08), x 200  
Şekil 2. Kırantarla Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 08), x 200  
Şekil 3. Kilise Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 07), x 200  
Şekil 4. Karlı Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 20), x 200

*Calpionella elliptica* **Cadisch**

- Şekil 5. Kilise Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 15), x 200  
Şekil 6. Kırantarla Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 17), x 200

*Remaniella cadischiana* (**Colom**)

- Şekil 7. Kilise Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 16), x 200  
Şekil 8. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 24), x 200  
Şekil 9. Kırantarla Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 22), x 200

LEVHA II



1



2



3



4



5



6



7



8



9

## LEVHA III



1



2



3



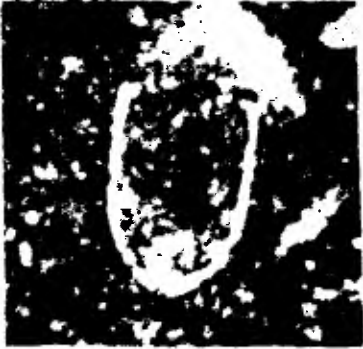
4



5



6



7



8



9

*Remaniella murgeanui* (Pop)

Şekil 1. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 23), x 200

*Remaniella ferasini* (Catalano)

Şekil 2. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 11), x 200

*Calpionellopsis simplex* (Colom)

Şekil 3. Kilise Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 18), x 200

*Calpionellopsis oblonga* Cadisch

Şekil 4. Kırantarla Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 21), x 200

Şekil 5. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 23), x 200

Şekil 6. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 24), x 200

*Calpionellites darderi* (Colom)

Şekil 7. Kırantarla Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 27), x 200

Şekil 8. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 30), x 200

Şekil 9. Çaltepe ölçülü stratigrafi kesiti (Örnek no 32), x 200