

ÖNSÖZ/ SONSÖZ

1986 yılından beri yayınlamaktan büyük bir mutluluk duyduğumuz Geosound/Yerbilimleri dergisinin editörlüğünde yayınlanabilen son sayısını takdim etmekten buruk bir mutluluk duyuyorum. Her şeyin bir sonu vardır. Belki genç arkadaşlarımız bu dergiyi yeniden yayımlayabilecek, belki de gelişen teknolojiye uyarak elektronik ortamda sunabilecektir. Ama **benim için artık bu sayı gerçekten son sayıdır.** 23 yıl boyunca yaşadıklarımız gözümün önünden bir film şeride gibi geçerken acı tatlı çok şeyi hatırlıyorum. 1982–1983 öğretim yılında bir yıllığına doktora sonrası Fransız Hükümeti bursuyla Nancy'ye tekrar dönmüştüm. Madencilik dergisine bir makale gönderdim, makalede büyük düzeltmeler isteniyor ve K.K.T.C. Maden Mühendisleri Odası tarafından Yerbilimcinin Sesi adıyla bir dergi yayınlanmaya başladığı belirtilerek istersem düzeltmelerden sonra oraya makalemi göndermem öneriliyordu. Öneri beş yıl boyunca sınıf arkadaşım olan Asım Kutluata tarafından yapıldığı için hemen gönderdim ve Türkiye'ye döndüm, dergi de Adana'daki adresime gelmişti. Heyecanla dergiyi açtım baktım ve makalem basılmıştı ama mizanpaj çok kötü idi, dergi de bir broşür kadar hacimsizdi. Epeyce üzüldüm. Kıbrıs'a sitem dolu bir mektup yazarak bu baskı hatalarının hoş olmadığını nazik bir dille izah ettim. "Gözden kaçmış, bir dahaki sayı daha düzgün çıkacak" deniyordu. Ancak yılda 4 kez yayınlanan dergide baskı ve mizanpaj bir türlü düzelmedi. Bunun üzerine yüksek lisans tezini yönettiğim Mehmet Necdet için Kıbrıs'a gittim. Orada Oda yetkilileriyle görüştük ve derginin basıma hazırlığını ve baskısını Adana'da yapmanın daha kolay olacağına ikna oldular. Kıbrıs Maden Mühendisleri Odası adına 3–4 sayı yayımlandı. Mizanpaj düzelmiş ve yayın sayısı artmıştı. Büyük bir şevkle dergiyi yayınlamayı sürdürürken bir gün ziyaretime oda başkanı geldi ve bana çok nazik bir üslupla odada bazı konuşmaların yapıldığını ve odanın bundan hiçbir maddi menfaati olmadığını, bu sebeple her sayıdan belli bir miktarın maddi sıkıntı içinde olan odaya gönderilmesini düşünmemi söyledi. Bunun imkânsız olduğunu, zaten şahsi gayretlerimle alınan reklâm sayfalarının derginin basımı için yetmediğini, o zaman çalıştığım Ç.Ü. Jeoloji Bölümü'nün imkânlarıyla yayına hazır hale getirdiğimizi belirterek noktayı koydum.

O zamanki mevcut öğretim üyeleriyle konuşarak neler yapabileceğimizi tartıştık. Rahmetli Servet Yaman bunu bölüm yayını olarak yayınlayalım fikrini attı ve o yıllarda sık sık görüştüğümüz Selim Kapur da ismini değiştirerek yerin sesi anlamına gelen Geosound' u eklememizi tavsiye etti. Daha ihtişamlı ve içerikli 2 sayı daha yayınladık. O zaman Ç.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi'nin Fakülte Kurulu'nda Doçent üye idim. Toplantının öneri ve dilekler bölümünde bir bölüm başkanımız söz alarak "Jeoloji Bölümü adına bir dergi çıkarıyorsunuz, bu 2547 sayılı yasaya aykırı, bölümler dergi çıkaramaz" dedi. Zaten oldukça sert mizaçlı biriyim, tepem attı ve "esrar satmıyoruz, dergi yayınlıyoruz" diye cevap verdim. Aynı hafta Üniversite Senato toplantısı sonunda da bu konunun oraya taşındığını ve üniversitemizin Kurucu Rektörü olan Mithat Özsan'ın "o dergi bana da gönderiliyor çok takdir ediyorum, keşke her bölüm yayımlayabilse" gibi bir cevapla konuyu kapadığını bir üye bana anlatsa da, içimiz rahat değildi. Gerçekten de yeni Yök Yasası tüm yayınlara çeki düzen getirmiş ve önemli sınırlamalar yapmıştı. Bölüm Başkanı'nın dediği doğru idi. Yine rahmetli

Servet Hoca bir öneri yaparak "bir dernek kurup, dergiyi onun yayın organı haline getirelim" dedi. Tam bu sırada Ç.Ü.'de Maden Mühendisliği de kurulmuştu. Biz hemen işe koyulup Ç.Ü. Jeoloji ve Maden Mühendisleri Derneği'ni kurduk. Dergi hep bu dernek adına çıktı ve yasal açıdan hiçbir pürüzle de karşılaşmadık.

17. sayıdan itibaren editörlüğümde yayınlanan bu dergiye çok büyük oranda teveccüh olmuş ve birçoğu rahmete kavuşan değerli hocalarımızdan Ayhan Erler, Önder Öztunalı, Bedri İpekoğlu, Sedat Timur, Servet Yaman, Ahmet Ayhan gibi isimler olumlu katkıları ve gerekli ikazları yaparak derginin yayınlanmasını tavsiye etmişlerdir. Ayrıca Allah'tan daha nice uzun yıllar ömür dilediğim birçok hocamız da yakın ilgi göstererek 23 yıl boyunca bu görevi aralıksız sürdürmemizde pay sahibi olmuştur. Derginin baskı ve mizanpajını üstlenen Nil YAPICI ve kısa bir süre onunla birlikte görev yaptıktan sonra İ.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü'ne geçen Ümit ÖZER'in çabaları olmasa idi bu kadar uzun süre dergi yayınlamamız mümkün olamazdı. Bu kadar uzun süre içinde tüm olumsuzluklara birlikte göğüs gererek benim açımdan sona ulaştık. Editörlüğe son verme kararında bu olumsuzluklar etkili olmamıştır. Yaş haddinden emekli olmama daha 7 yıl kadar bir süre bulunmasına rağmen kendimi oldukça yorgun hissediyorum. Bu yorgunluğumda 18 yaşını doldurmuş bir evladı kaybetmenin üzüntüsü etkili olmuştur. Ancak bu sebeplerin hiçbiri derginin yayın hayatındaki sonu hazırlayan sebepler değildir. Değişen doçentlik yönetmeliğinde ana dilimizde yapılan yayınlara avaraj niteliği ile bakılması, bu sonu hazırlayan en önemli unsurdur. Bu sebeple çok zahmetli bir iş olan dergi yayınlamak karşılığında yalnızca master-doktora diplomalarını hak etmeyi geçmeyen türkçe yayıncılık maalesef sürdürülemez. Müstemleke ülkelerinde gözlenen bu hayranlık ve zorlama korkarım ki, ülkemizdeki bilim üretilmesinin de en büyük engelidir.

Bu son sayımızda toplam 26 makaleye yer verilmiştir. Bunlardan yalnızca 1 adeti yabancı dilde olup, gerisi türkçedir. Bu sayının normal sayılarımızdan daha kalın çıkması, bize makale gönderip de hakem görüşleri olumlu olan hiçbir yazarımızı mağdur etmek istemeyişimizdendir. Bu zamana kadar yayın hayatımızı sürdürebilmemiz için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan Hakan Ofset Kurucusu Murat Er'e, şu an yönetimi devralan ikinci nesil çocuklarına, ayrıca reklam logoları ile bize destek veren bir çok kuruluşa; Bunlar arasında Atakaş Şirketler Grubu, Kömürcüoğlu, Turmet, Çetin Kimya, Nur Kireç, Canoğulları, Özmaya Sanayi A.Ş., Barit Maden Türk A. Ş., Ünal Mühendislik ve Makina Sanayi, İzmir-Demir Çelik gibi ilk aklıma gelenler en sürekli ve en vefakar olanlardır. Bize maddi destek olan bütün şirketlere, kişilere ve ayrıca makale göndererek yayın hayatımızı sürdürmemizi sağlayan herkese teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Saygılarımızla,

Hoşçakalın
Yayın Kurulu Adına
Mesut ANIL
Baş Editör



GEOSOUND



YERBİLİMLERİ

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Determination of Coal Remaining in GOB at GLI Thick Coal Seam Using Physical Modelling <i>Fiziksel Modelleme Kullanarak GLİ Kalın Kömür Damarında Göçükte Kalan Kömürü Belirleme</i> M. Kemal ÖZFIRAT, Ferhan ŞİMŞİR	1
Yahşihan (Kırıkkale) ve Civarının Tektono-Stratigrafisi <i>Tectono-Stratigraphical Investigation of Yahşihan (Kırıkkale) and its Surroundings</i> Ahmet Can AKINCI ve Ulvi Can ÜNLÜGENÇ	15
Hovdu–Hokkadağ–Uğurlubağ (Feke-KD Adana) Alanının Stratigrafisi <i>Stratigraphical Investigation of Hovdu–Hokkadağ–Uğurlubağ Area (Feke-NE Adana)</i> Hasan LAĞAP, Cengiz YETİŞ	41
Yer Bilimlerinde Veri Madenciliği Uygulaması <i>Application of Data Mining on Earth Sciences</i> Mehmet Seval KAYGULU	73
Milas Havzası İçmelerinin Hidrojeokimyasal Özellikleri <i>Hydrogeochemical Characteristics of the Spa Springs in the Milas Basin</i> İpek F. BARUT, Okay EROSKAY, Ali DURMUŞ	87
Baltalı (Uşak) Civa Madenleri ve Çevresinin Hidrojeokimyasal Değerlendirilmesi <i>Hydrogeochemical Assesments of Baltalı (Uşak) Mercury Mines and Surrounding Areas</i> Ünsal GEMİCİ, A. Melis SOMAY, Gültekin TARCAN, Toygar AKAR, Sevda AYATA	107
Cumaovası (İzmir) Yeraltı Sularının Kirlenebilirliğinin AHS- DRASTIC Yöntemi ile Değerlendirilmesi <i>Assesment of Cumaovası Groundwater Vulnerability Using AHP-DRASTIC Method</i> Nesrin BARIŞ, Celalettin ŞİMŞEK, Burhan ERDOĞAN	123

Çanakkale Boğazı-Marmara Denizi-İstanbul Boğazı Bentik Foraminifer Toplulukları: Benzerlik ve Farklar <i>Benthic Foraminiferal Assemblages of Çanakkale Strait-Marmara Sea-Bosphorus: Similarities and Differences</i> Engin MERİÇ, Niyazi AVŞAR, Feyza DİNÇER.....	141
Doğu Pontid Orojenik Kuşağındaki Arhavi Bölgesinin Magmatik Faaliyetleri <i>Magmatic Activities in the Arhavi Region at the Eastern Pontide Orogenic Belt</i> A. Didem KILIÇ, Mahmut PALUTOĞLU, Mehmet TURMUŞ.....	157
Köprübaşı (Manisa) Uranyum Cevherleşmesinin Mineralojik ve Petrografik İncelenmesi <i>Mineralogical and Petrographical Investigation of Köprübaşı (Manisa) Uranium Mineralization</i> Hülya KAÇMAZ ve M. Eran NAKOMAN.....	177
Etili (Çanakkale) Güneyindeki Plütonik ve Volkanik Kayaların Petrografisi ve Jeokimyası <i>Petrography and Geochemistry of the Plutonic and Volcanic Rocks in the South of Etili (Çanakkale)</i> Oya TÜRKDÖNMEZ, Mustafa BOZCU.....	189
Maden (Elazığ) Çevresinde Dere Kumlarında Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe Dağılımı <i>Distribution of Cu, Pb, Zn, As, Cd and Fe in the Stream Sediments in the Maden Vicinity</i> Güllü KIRAT, Cemal BÖLÜCEK, Leyla KALENDER.....	203
Dereyalak Köyü (Eskişehir) Çevresindeki Agat ve Opal Oluşumlarının Jeolojisi ve Ekonomik Önemi <i>Geology of the Agate and Opal Formations Around the Dereyalak Village (Eskişehir) and their Economic Importance</i> Ayten ÇALIK, Uğur ARZOĞULLARI.....	219
Sarıkaya (Yozgat) Demir Cevherleşmelerinin Oluşumu ile İlgili Maden Mikroskobisi Özellikleri <i>Ore Microscopic Properties Concern with Formation of the Sarıkaya (Yozgat) Iron Mineralization</i> Şükrü KOÇ, Nursel ÖKSÜZ.....	233
Ağsaklar Civarı (Göynük/Bolu) Bitümlü Kayaçlarında Organic Karbon ve İz Element Zenginleşmeleri <i>Organic Carbon and Trace Element Enrichments of Bituminous Rocks at the Vicinity of Ağsaklar (Göynük/Bolu)</i> D. Banu KORALAY, Ali SARI.....	247

Adana – İskenderun Neojen Basenlerinde Sıcaklık Gradyanı Dağılımı ve Hidrokarbon Oluşumuna Etkisi <i>Temperature Gradient Distribution in Adana -İskenderun Neogene Basins and its Effects on Hydrocarbon Generation System</i> M. Kaya ÇOBAN	267
Kahramanmaraş -Kavlaklı Organize Sanayi Bölgesinin Jeoteknik Özellikleri ve Yerleşime Uygunluk Açısından Değerlendirilmesi <i>Geotechnical Properties of the Kahramanmaraş -Kavlaklı Industrial Zone and Conformity Assessment at the Point of view of Settlement</i> Sedat CIRIK, Ahmet ÖZBEK	285
Kentsel Gelişim ve Yerleşim Planlamalarında Zemin Dinamik Davranış Özelliklerinin Önemi: Adana İli Örneği <i>Importance of Soil Dynamic Behaviour Properties on Planning of Urbanization Settlement and Development</i> İbrahim ÇOBANOĞLU	305
Elazığ Çevresindeki Kayaçların Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği <i>Possible Use of Rocks in Around of Elazığ as Concrete Aggregate</i> Zülfü GÜROCAK, Selçuk ALEMDAĞ	323
Zonguldak-Sapça Taş Ocağı Agregalarının Kullanılabilirliği <i>Utility of Zonguldak-Sapça Quarry Aggregates</i> Hülya KESKİN ÇİTIROĞLU, Sibel KARACAN DOĞAN, İsa YÜKSEL	345
Mermer Ocaklarından Alınabilecek Ticari Blok Boyutlarının Belirlenmesinde Örnek Bir Uygulama <i>A Case Study in the Determination of Commercial Block Dimensions Extracted Out of Marble Quarries</i> Kerim KÜÇÜK	359
Kireç Söndürme Suyu Özelliklerinin Söndürülmüş Kireç Kalitesine Etkisi <i>The Effect of Lime Slaking Water Properties on Slaked Lime Quality</i> Özen KILIÇ	375

Belen-Soğukoluk-Kömürçukuru (Hatay) Arasındaki Kromit Yataklarının Jeolojik, Metalojenik ve Ekonomik İncelenmesi <i>Geologic, Metalogenic and Economic Investigation of Chrome Seams Between Belen-Soğukoluk-Kömürçukuru (Hatay)</i> Mesut ANIL, Nil YAPICI, Cengiz YETİŞ	385
Bazı Kaya Birimlerinin Nokta Yükleme Dayanımları ve Diğer Malzeme Özellikleri ile İlişkileri <i>Point Load Strength of Some Rock Units and their Relations with Other Material Properties</i> Yavuz GÜL, Atilla CEYLANOĞLU	419
Bergama-Ovacık Cevherinden Altın Kazanımında Knelson Santrifüj Separatörün Kullanımı <i>The Use of Knelson Centrifugal Separator for the Recovery of Gold from Bergama-Ovacık Ore</i> Sezai ŞEN, Tayfun ÇİÇEK, Mehmet TANRIVERDİ Gül AKAR, Üner İPEKOĞLU	431
Kadirli Bölgesi (Osmaniye), Yerleşime Açılması Düşünülen Zeminlerin Jeoteknik Özellikleri ve Uygunluk Açısından Değerlendirilmesi <i>Geotechnical Properties of Soil Investigations for Urbanization of Kadirli (Osmaniye) and Assessment of Settlement Conformity</i> Ahmet Mahmut KILIÇ, Nil YAPICI, Ahmet Şeref AYKAMIŞ	443

**DETERMINATION OF COAL REMAINING IN GOB AT GLI THICK COAL
SEAM USING PHYSICAL MODELLING**

M. Kemal ÖZFIRAT, Ferhan ŞİMŞİR

D.E.U., Department of Mining Engineering, İzmir/Türkiye

ABSTRACT: *Longwall top coal caving method (LTCC) is preferred to slicing methods for thick coal seams of 6 m width or more. This method is used at TKİ-GLİ Ömerler mechanized colliery in Kütahya, where 3 m of the seam is produced by longwall and the remaining 5,5 m is won by caving and drawing through the support frame. Although production organization of the method is quite easy, coal losses occur during caving of top coal, whereby it is assumed that no coal loss occurs in the face operation. Due to the hard working conditions in the mine, investigation of coal recovery is studied by the help of a physical model. Through studies carried out in the mine, coal loss of the complete seam (including the face) is found to be 16,64 %. When coal loss amount is compared only to top coal, it turned out to be 24,73 %. To find the coal loss by the physical model, the amount of material behind the face is collected after operating the model, and weighted. Then, this amount is divided by the total amount of material used in the model. By this method, coal loss is found to be 26,3 %. Loss out of the whole seam is 17,43 %. The procedure followed includes firstly to determine the material used in the model which will simulate Ömerler mine coal best. Then, model frame is built and the model is operated. Finally, coal loss measurements and calculations are carried out.*

**FİZİKSEL MODELLEME KULLANARAK GLİ KALIN KÖMÜR
DAMARINDA GÖÇÜKTE KALAN KÖMÜRÜ BELİRLEME**

ÖZET : *Kalın kömür damarlarında kalınlığın 6 m'yi aşması durumunda dilimli yönetime göre taban ayak (çekme) yöntemi daha fazla tercih edilmektedir. Bu yöntem Kütahya bölgesinde TKİ-GLİ'ye bağlı Ömerler yeraltı mekanize kömür madeninde uygulanmaktadır. İşletme 8,5 m kalınlığında bir kalın kömür damarına sahiptir ve bunun 3 m'lik kısmı damarın tabanında çalışan ayak ile üretilmekte, geriye kalan 5,5 m'lik kısım ise göçertilerek yürüyen tahkimatın penceresinden kazanılmaktadır. Yöntemin üretim organizasyonunun kolay olmasına karşın, tavan kömürünün göçertilerek tahkimat penceresinden çekilmesi sırasında kayıpların oluşması olumsuz taraftır. Damarın taban kısmındaki ayakta kayıpsız üretim yapılırken, ayak üzerindeki kömürün üretimi sırasında kayıp oluşmaktadır. Madende şartların zor olmasından*

dolayı kayıpların hesapları, madende yapılan kayıp hesaplarının dışında fiziksel model ile yapılmıştır. Madende yapılan ayak arkası kayıp hesaplarında kayıp tüm damar için % 16,64 bulunmuştur. Kayıp miktarı sadece tavan kömürü rezervine oranlandığında % 24,73 olmaktadır. Fiziksel model çalıştırıldıktan sonra ayak arkası kaybı bulmak için ayak arkasındaki malzeme toplanmış ve modeldeki tüm malzeme ağırlığına oranlanmıştır. Modelde kayıp, tavan kömürü rezervine göre % 26,3 olarak bulunmuştur. Tüm damar için kayıp ise % 17,43'tür. Bu çalışmada model malzemesinde gözönüne alınan faktörler, model kalıplarının oluşturulması ve modelin çalıştırılması ile kayıp değerinin belirlenmesi anlatılmıştır.

1. INTRODUCTION

In Turkey, caving methods are mostly employed in mining of thick coal seams as long as the roof strata is suitable for their use. Longwall with caving is always preferred to stowing faces because of its simplicity, favorable economics, and high productivity. It is assumed that the upper bound of applying single pass longwall (SPL) method as a mechanized system in thick coal seams is about 6 m (Köse and Tatar, 1997). If the thick coal seam cannot be mined by SPL, then multi-slice longwall (MSL) can be employed. However, for thick seams, MSL is less convenient, less economic, and requires more labor compared to LTCC method. When choosing which method to employ, the features of the seam are needed to be considered.

The coal seam being mined at Ömerler underground mine is a thick coal seam. The location of the study field is given in Figure 1.

Tunçbilek coal basin is made up of old Palaeozoic, metamorphic schist and crystallized limestone on the base layer and discordant Mesozoic old serpentized ultrabasic rock layer over it. The coal

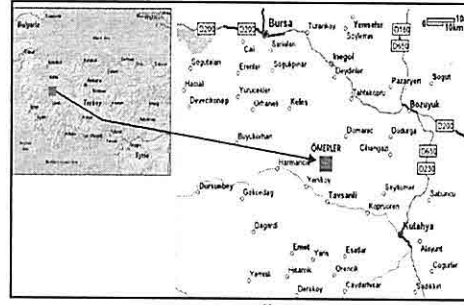


Figure 1. Location of Ömerler colliery

seam under production contains generally black and bright lignite. The lower and top part of the seam is more pure, whereas the middle part of the seam is more mixed.

The clay stone over the seam shows weak character and is therefore called 'soft clay' stone. This dark grey formation lying on the main coal seam, which has a thickness between 30 and 80 cm, is shown in Figure 2.

The 'marn' formation on top of 'soft claystone' is stronger and involves less humidity in terms of natural humidity content. This formation is called 'roof claystone'. It is colored dark grey and shown in Figure 2. The base clay stone lying under the coal seam is even stronger than these layers of claystone. It has light grey color and is denoted in Figure 2. Finally, the main coal seam is denoted in

Figure 2.

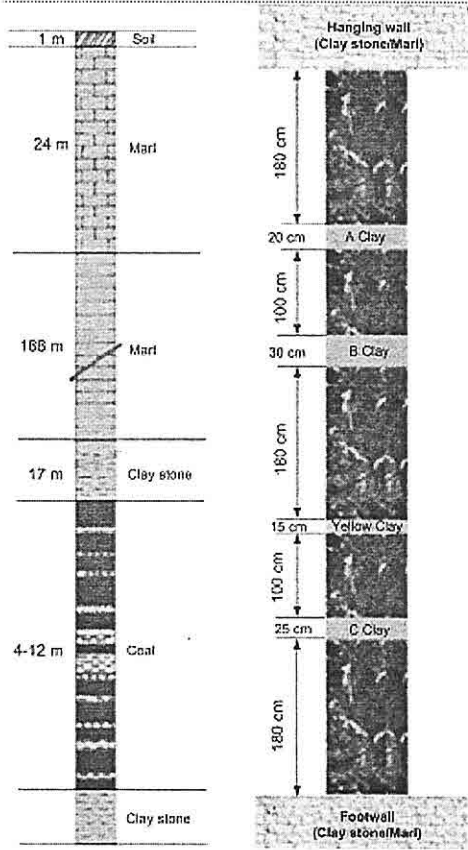


Figure 2. Geology of Ömerler colliery (Çelik, 2005)

Here, the longwall, app. 86 m long, is set up on the floor part of the seam, and, coal left on top is drawn through the roof support (CMEC ZYD 4000/18/32, Chinese manufacture) window onto the face conveyor (SGZ - 730/264, Chinese manufacture). The thickness of the seam is variable due to layer formation, but it is 8.5 m on average. Of this 8.5 m, 3 m is mined from the longwall, the rest 5.5 m caves in. In case the top coal does not cave in, drawing of coal is carried out with the

aid of drilling and blasting. According to the system applied in the mine, the shearer-loader (Eickhoff EDW-150-2L) performs two cuts, 60 cm each, along the face and moves so 1.2 m forward. After roof supports move towards the face, top coal is drawn through the window of each support unit (Destanoğlu et al., 2000). Figure 3 gives the plan (a) and the cross-sectional views (b) of the longwall.

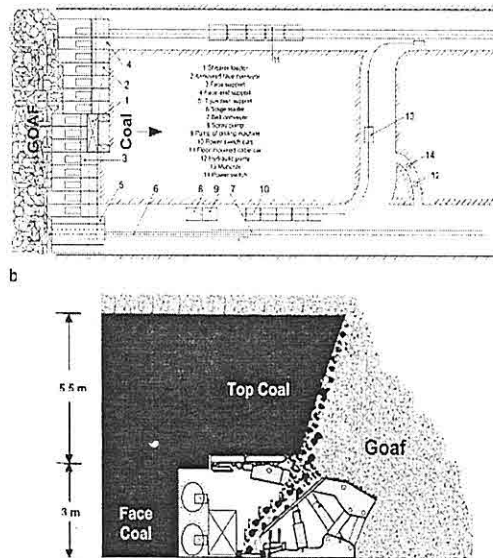


Figure 3. Plan (a), cross-sectional (b) view of the longwall (Destanoğlu et al, 2000).

The most negative side of caving method compared to multi-slice method is the coal loss occurring during production of top coal. Coal recovery in top coal turns out to be around 70 % when a thick slice is caved. The recovery of the whole seam (top coal and face coal) is around 80 %. In multi-slice mining, recovery is around 95-97 %. Therefore, if coal loss can be decreased in LTCC, this method would

become more advantageous (Özfirat and Şimşir, 2005).

In some of the studies in China and Australia, it is stated that coal recovery in LTCC is around 80-85 %. The results from these studies emphasize that roof support operators should have practical experience during the caving of top coal. (Hebblewhite, 2000; Xu, 2001; Hebblewhite & Cai, 2004).

The LTCC method offers a viable means of extracting up to 75 % to 80 % of seams in the 5-9 m thickness range. The LTCC method is increasing to be used in thick seam mining, for example, there are over 70 LTCC faces operating in China (Hebblewhite, 2000). In addition, in Australia, several Chinese companies have successfully used the LTCC method. The initial thickness - typically 3 m - is cut and loaded conventionally with a shearer and front AFC. The remaining top thickness of coal, typically an additional 3-9 m, is allowed to cave into the rear AFC. By this way, coal recovery is increased to 85 % from a 9 m seam (Kelly et al., 2001).

In 1988, Şenkal et al. found the coal loss as 24.3 % in the same colliery. However, at that time, longwall equipment was consisted of hydraulic props, AFC, and drilling-blasting as winning method. The most important disadvantage of the LTCC method is that significant coal losses may appear when drawing the coal through the support window.

In previous studies carried out in the field, five different experiments were performed at the mine to find the coal loss. As a result of these experiments, coal loss

in the whole seam is found to be 16,64 % (Table 1). When coal loss is compared to top coal, the loss value turns out to be 26,3 % (Özfirat and Şimşir, 2007).

The purpose of this study is to simulate the mine by a physical model. Since it is impossible to see the coal behind the face, physical modeling is done to observe the caving of coal into the face and rear face.

Table 1. Coal loss and dilution values

Exp. #	Coal Production	Dilution (%)	Coal Loss (%)
1	Whole Seam	25,58	23,64
	Top Coal	38,59	34,75
2	Whole Seam	20,70	10,83
	Top Coal	35,44	16,48
3	Whole Seam	24,87	15,73
	Top Coal	41,67	23,49
4	Whole Seam	23,76	15,84
	Top Coal	38,24	23,09
5	Whole Seam	29,6	17,16
	Top Coal	52,42	25,83
Average	Whole Seam	24,90	16,64
	Top Coal	41,27	24,73

2. LITERATURE SURVEY

Everling (1964) has set both the geometric scale and the strength scale factor as 1/10. He set these two parameters equal without thinking of any theory. In 1965, Everling and Hobbs has used the " π theorem" to find the strength scale factor. Hobbs (1965) arranged an intensive research programme on the stability of single roadways using the physical

modeling method. Whittaker and Hodgkinson (1971) examined the size effects of arch shaped gate roadways with extraction by longwall advancing coal faces. They arranged models made of sand-plaster mixes and reported that models showed no similarity with field observation.

Jeremic (1985) has calculated failure strength of layers in a coal mine by the help of basic friction model.

In India, a physical model is built for a 7,5 m thick coal seam mine and 210 m long face at 147 m depth. Due to the lack of observations in the mine, current operation of the mine is modeled physically and the failure forms of layers are investigated through the model. The overall dimension of the frame on which the model was constructed was 1,47 m x 2,10 m x 0,15 m. The model was constructed on a 1:100 geometric scale in which the coal measure formation of the mine was simulated.

The model of the panel can be seen in Figure 4a. The points measuring stress and convergence are marked on the figure. Within the first 90 meters, a 2,5 m face adjacent to the head gate is produced. Then, from the beginning of the panel, a 2,5 m face adjacent to the base of the seam is produced. The 2,5 m slice in the middle is produced by caving it. In Figure 4b, the caving layers during the production at the top of the seam can be seen. Here, when face has advanced 35 meters, an immediate roof of 2 to 4 m caves in. The remaining 8-10 m high roof has caved under control in a planar form

(d).

When the face has advanced 55 meters, the caving height has become 33 m from the operation level. At the end of 90 m advance, the total subsidence to the surface has been 0,79 m. In Figure 4c, the caving layers during the caving process of the middle slice can be seen. Since the operation level has increased during this process, caving height has also increased and changed between 20-24 meters (Singh and Singh, 1998).

Physical models in literature are mostly concerned with stress modeling in mines. There are not many physical models dealing with the caving of coal as presented in this study. Therefore, the studies, which are close in concept to this study, are handled in literature review.

Another modeling study is carried out by Yavuz and Fowell (2003). In this research, it is proved that the roof bolts attached into the roof of roadway between adjacent panels are not effective. The pillar dimensions are not big enough. Authors have examined the layer movements both on a physical model and a FLAC computer model. Below are the figures of physical models.

As a result of the models, it is found that 1 m pillar is not enough to keep stable and at least 7,5 or 10 m pillar is necessary. By this way, roof bolts would be more effective. The physical model shows that as the pillar width increases, the stress around the gallery decreases and the gallery becomes more stable (Yavuz and Fowell, 2003).

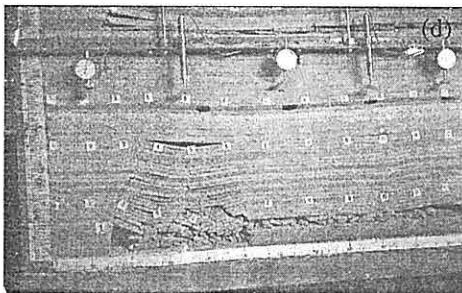
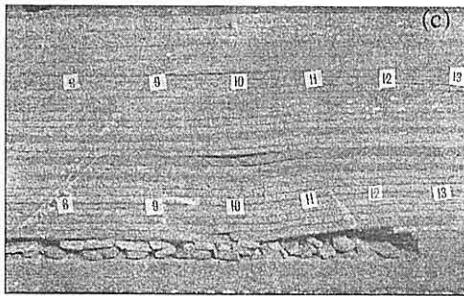
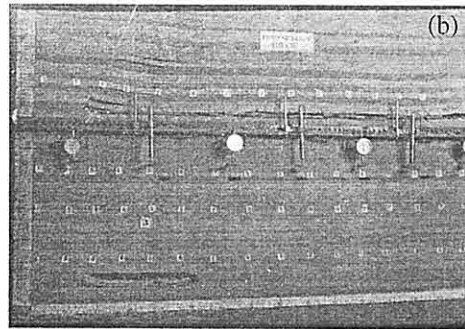
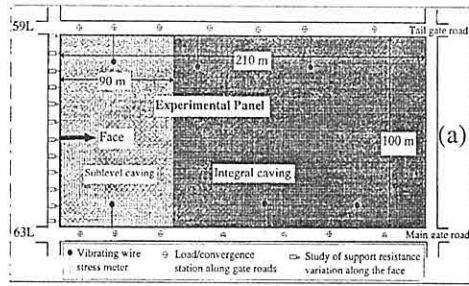


Figure 4. Panel model (a) and models form by production (b,c,d) (Singh and Singh, 1998)

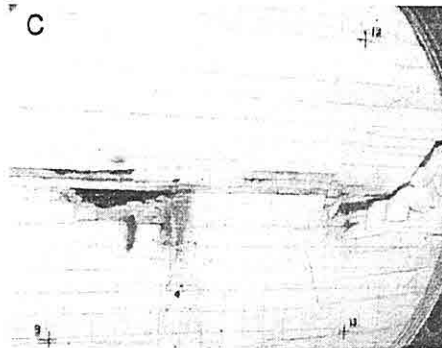
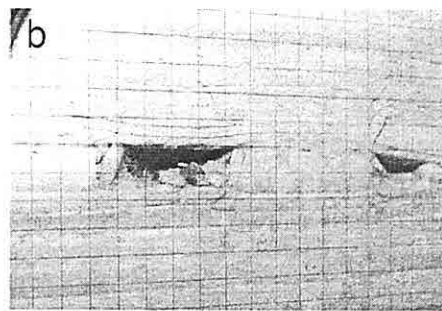
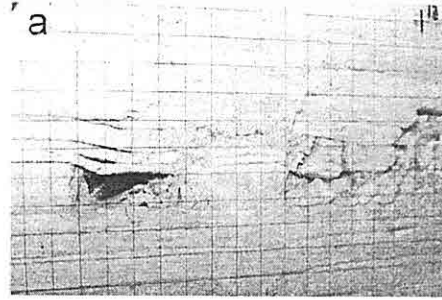


Figure 5. Failure zones in 5 m pillar (a), 7.5 m pillar (b), 10 m pillar (c) models (Yavuz and Fowell, 2003)

3. PHYSICAL MODEL STUDIES

In a coal mine, it is very hard to observe coal losses and the factors affecting coal losses during production in the mine. Therefore, a physical model is prepared by decreasing the dimensions

(according to a certain scale) of the production system of an underground coal mine. Firstly, the scale is determined to be 1/10, so that caving could be observed better. Coal loss is computed by using a single roof support.

The flow diagram of the work for physical modeling is given in Figure 6. This algorithm is applied for the model with 1/10 scale.

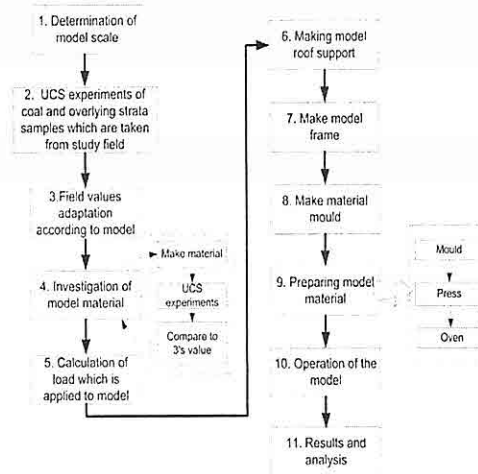


Figure 6. Flow Chart Studies

When preparing the physical model, uniaxial compressive strength (UCS) values of the coal seam and roof strata are tried to be simulated. In order to do so, roof strata and coal samples taken from the field are brought to rock mechanics laboratory of Dokuz Eylul University Mining Engineering Department. Cores are taken from roof strata samples. Since core cannot be taken from coal, according to TS2028 standard, 7x7x7 cm cubes are prepared from coal samples. Uniaxial compressive strength values of the coal and roof strata are found by experiments

carried on the cores and cubes (Figure 7).

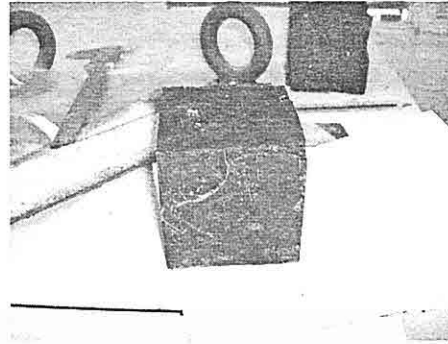


Figure 7. UCS experiments of coal sample (7x7x7 cm)

3.1. Determination of the Model Scale

In order to build a small-size physical model, scaling the geometry and strength of prototype is necessary. The model can only be designed when the effective parameters of the model and the prototype field is related to each other with a function. If the ratio of the functions of the prototype and the model is found, the following relation can be built in equation 1 (m in the equations defines the model).

$$\frac{\pi_i}{\pi_{im}} = \frac{f(\pi_2, \pi_3, \dots, \pi_i, \dots, \pi_p)}{f(\pi_{2m}, \pi_{3m}, \dots, \pi_{im}, \dots, \pi_{pm})} \quad (1)$$

When model design is tested, it should satisfy equation 2.

$$\pi_2 = \pi_{2m}, \pi_3 = \pi_{3m}, \dots, \pi_i = \pi_{im}, \dots, \pi_p = \pi_{pm} \quad (2)$$

When the above conditions hold for all variables in the original dimension analysis, the model can provide a correct

behavior of the prototype.

3.1.1. Geometric Scale Factor

The ratio of the distance between two points in the model (L_m) to the distance between two points in the prototype (L_p) should be constant. This is stated by equation 3. Geometric scale factor (l) is set to 1/10 thinking of laboratory conditions and for visual reasons.

$$\frac{L_m}{L_p} = l \quad (3)$$

3.1.2. Strength Scale Factor

According to π theorem, $\pi_m = \pi_p$. Therefore, the following equalities can be expressed:

$$\frac{E_m}{E_p} = \frac{\gamma_m L_m}{\gamma_p L_p} \Rightarrow S = \gamma l \quad (4)$$

As equation 4 states, if we take the field material, decrease the granular size and use it in the model frame, density would be same and hence, geometric scale factor would be equal to strength scale factor. Since geometric scale factor is 1/10 in this study, strength scale factor would also be 1/10. But, if another material is used in the model, for example, calcite, which has a grain size between 100 and 500 microns (density 2,6 gr/cm³), then strength scale factors for the layers in the model would be;

For the coal layer on top of the roof support with density 1,36 gr/cm³:

$$S = \frac{2,6}{2,5} \times \frac{1}{10} = 0,104$$

For the claystone layer on top of the

coal layer with density 2,5 gr/cm³:

Table 2. Strength of the layers in the model and the field

Layer	UCS (In the field) (MPa)	Strength Scale Factor	(UCS) (In the model) (MPa)
Coal	12,21	0,191	2,33
Claystone (3a)	20,84	0,104	2,17

3.2. Experiments to Determine Suitable Model Material

Material used	: Calcite
Grain size	: -100 micron
Calcite density	: 2,6 g/cm ³
Na ₂ SiO ₃	: 1,41 g/cm ³
Mmixture	: 500 gr
Load	: 200 - 300 kg
Mould diameter	: 54 mm

The proportion of binding material is determined to be 5%, 10%, 20% and 30%, respectively. The amount of binding in 5% mixture is computed as:

$$\begin{aligned} M_{\text{binding}} &= 0,05 \times 500 = 25 \text{ g} \\ V_{\text{binding}} &= 25 \text{ g} / 1,41 \text{ g/cm}^3 \\ &= 17,73 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Material load pressure is computed as:

$$\begin{aligned} \text{Material Load Pressure} \\ &= 200 / 22,89 = 0,87 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Mould and material pictures are given in Figure 8.

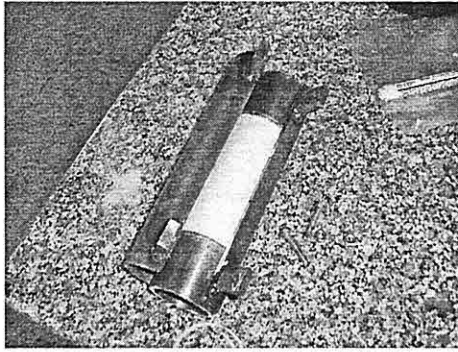


Figure 8. Material mould

According to the results of experiments, the closest values to the field material are obtained by recipe 2. This mixture will be used in the physical model to represent the material in the field (Table 3).

Table 3. Materials and strength parameters

#	Binding %	Grain size μ	Material load, MPa	Time in the oven, h	Average UCS values MPa
1	10	-100	0,87	12	3,28
2	5	-100	0,87	2	2,59
3	5	-100+500	1,31	12	4,27
4	20	-100	1,31	24	7,56
5	20	-100	0,87	24	5,48
6	30	mixed	0,87	4	no value
7	20	mixed	0,87	12	6,05
8	30	-100	0,87	24	no value
9	10	-100	0,87	2	3,29

3.3. Modeling Roof Support Studies

The first step in developing the model of the roof support is making the technical drawing of roof support in 1/25 scale. The roof support model out of cartoon is made

in 1/10 scale (Figure 9). Then the roof support modeled with iron sheet, which has enough thickness resisting the model loads, is made using a lathing machine. All measurements on the roof support model is equal to 1/10th of real values. Dimensions of the roof support frame is 175x80cm in real, so it is 17,5x8cm in the model (Figure 9).

3.4. Operation of the Model

In order to simulate the mine, model frame is built. Also, in order to represent the coal seam, a material mould of 55cm in height is built. Model material is made up according to recipe 2.

The material mould given in Figure 10 is filled with the material prepared

according to recipe 2. When preparing mixture 2, force of 200 kg is applied to 22,89 cm² of cross-sectional area. Therefore, material mould which has a cross-sectional area of 900 cm² is pressed

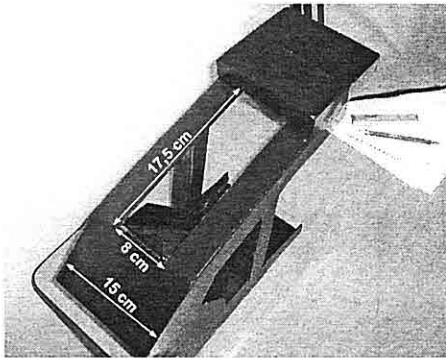
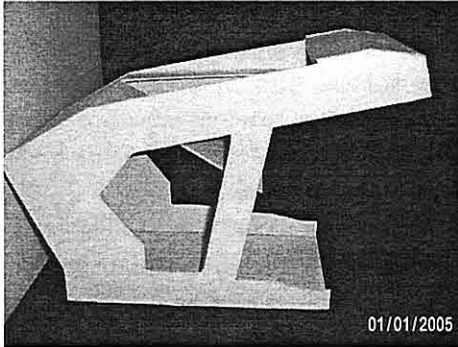
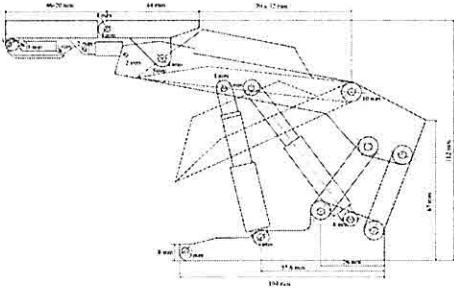


Figure 9. Model views roof support

by 7,8 t of force. Then it is left in the oven for 2 hours as recipe 2 states. As binding material used in the model mixture is 5%, the change in the density of the mixture is negligible. Therefore, the density is accepted to be $2,6 \text{ gr/cm}^3$.

10

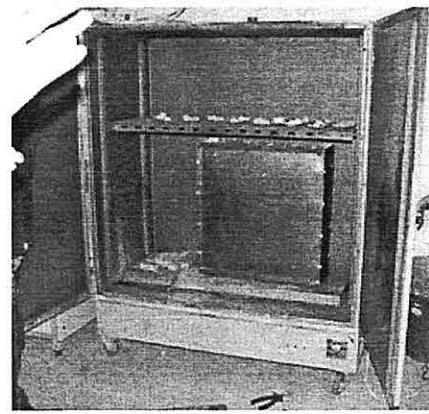
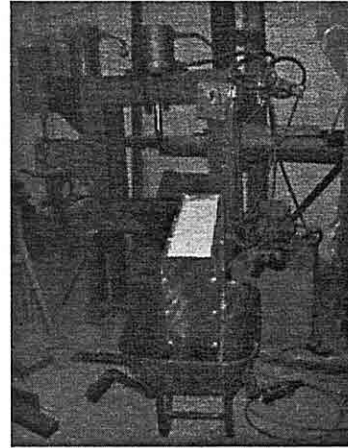


Figure 10. Mould is pressed and dried in the oven

Material and binding amounts in the mould:

Volume of model material $= 60 \times 60 \times 15 = 54000 \text{ cm}^3$

Weight of model material $= 54000 \text{ cm}^3 \times 2,6 \text{ g/cm}^3 = 140,4 \text{ kg}$

Weight of binding (5%) $= 140,4 \times 0,05 = 7,02 \text{ kg}$

Volume of binding $= 7,02 / 1,41 = 4,98 \text{ l}$.

After that, the mould is taken out from the oven, and put into the model frame. Model dimensions are $60 \times 60 \times 15 \text{ cm}$.

Distance of 12 cm, which corresponds to two cuts in the mine, is marked on the base of the model frame. The roof support is pulled 12 cm in the direction of face advance. The material on top of the roof support was expected to cave in. However, at first trial caving did not occur. In fact, first trial turned out to be unsuccessful as the model frame and the loads flipped over. But, at least to see the next step of the experiment, the materials are collected and refilled to the model mould. The mould is placed on top of the roof supports. Then material is caved in from the mould. The materials coming from the frame of the roof support are collected and weighted (Figure 11, Figure 12).

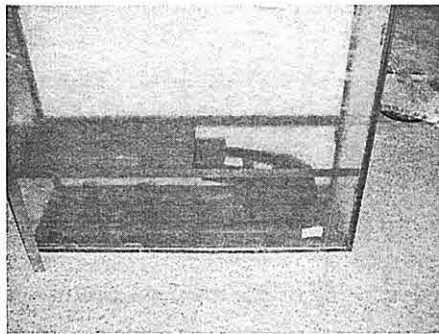


Figure 11. Model frame

The results achieved in the first trial are analyzed. According to the findings, model frame is revised and a second trial is made. Model material is remixed according to the second recipe. Then, the material is placed in the model frame and the roof support is pulled 12 cm. This time, the material caved in as expected. The roof supports are pulled 12 cm at each cut and the material coming from the model frame is calculated at each cut.

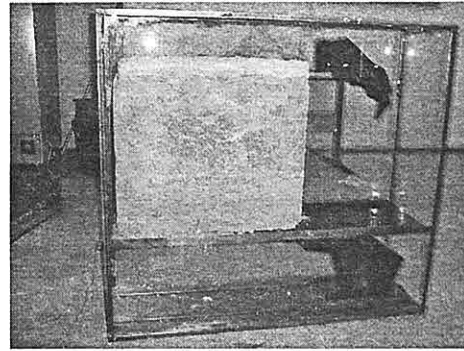


Figure 12. Operation of the physical model

As the time spent in the oven and the percentage of the binding material increases, the strength of model material increases. In addition, when the percentage of binding material is above 20%, the model material could not be removed out of the mould (Table 3). Therefore, the mould is left in the oven for 2 hours. Also, in order to represent the discontinuities in the coal, some holes are bored into the model material before putting it into the oven.

At the beginning of longwall production, a certain distance is required for the first breaking of the roof and the

first caving. In order to represent this situation in the model, a free surface is formed at the back of the mould. After letting the free surface and 12 cm (first cut) out of the mould, the model material caved into the model frame (Figure 11, Figure 12).

After the experiment, it is assumed that face coal production is 100% in the model frame. Coal efficiency is calculated according to the whole seam (Figure 13).

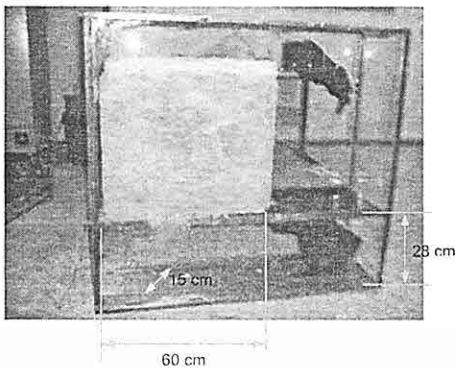


Figure 13. Calculations of material produced in the face

4. CONCLUSIONS

The results obtained from the second experiment are given in Table 4. According to top coal, average coal efficiency is found to be 73,70%. On the other hand, the efficiency is found to be 82,57% when face coal is also included in the calculations.

By field studies, the coal production efficiency is found to be 75,27% in top coal and 83,36% in total coal (Table 1).

Table 4. Coal Recoveries

	Amount of Material (kg)	Amount coming from the window (kg)	Recovery according to top coal (%)	Over all Recovery (%)
1st Cut	25,74	24,70	95,96	97,32
2nd Cut	25,74	16,17	62,83	75,36
3rd Cut	25,74	17,94	69,70	79,92
4th Cut	25,74	13,78	53,54	69,21
5th Cut	25,74	22,26	86,46	91,04
Σ	128,7	94,85	73,70	82,57

Production loss according to the whole seam (2nd experiment);

$$1st\ Cut: 24,70 + 13,10\ kg / (25,74 + 13,10)\ kg = \% 97,32$$

$$2nd\ Cut: 16,17 + 13,10\ kg / (25,74 + 13,10)\ kg = \% 75,36$$

$$3rd\ Cut: 17,94 + 13,10\ kg / (25,74 + 13,10)\ kg = \% 79,92$$

$$4th\ Cut: 13,78 + 13,10\ kg / (25,74 + 13,10)\ kg = \% 69,21$$

$$5th\ Cut: 22,26 + 13,10\ kg / (25,74 + 13,10)\ kg = \% 91,04$$

Five experiments are done with the 1/10 scale model. In the first four of these experiments, the flow of experiment is not interfered at all. Model material caved in but not as much as desired. In the other experiments, discontinuities are formed in the model material and then, caving is observed. The values given in Table 4 belong to the last experiment. The values obtained from the previous experiments also support the results of the study.

After the experiments with 1/10 scale, another physical model with 1/20 scale and 4 roof supports is determined to be used. The time spent in the oven and the percentage of binding material is determined to be same as 1/10 scale model. In the first physical model, discontinuities are formed in the model material. In the second one, model material and the recipes will be similar to the first one. Since the behavior of top coal is very important in this study, field conditions will be simulated even better. In the future studies, geometric scale factor can be 1/100 or 1/200. By this way, layers up to the surface can be simulated through physical modeling.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors present their sincere gratitudes to TKI and GLI employees and engineers for the help they offered during field studies.

6. REFERENCES

Çelik, R., 2005. *Developing of Moving Procedure for Powered Supports in Omerler Coal Mine, Phd Thesis, Osmangazi University, p: 144(In Turkish).*

Destanoğlu, N., Taşkın, F.B., Taştepe, M. & Öğretmen, S., 2000. *Turkey Coal Administrations G.L.İ. Tunçbilek Ömerler Application Underground Mechanization Ankara, p:211(In Turkish).*

Everling, G., 1964. *Model Tests Concerning The Interaction of Ground and Roof Support in Gate Roads, International Journal of Rock Mechanics Mining Science & Geomechanics*

Abstracts, Vol 1, pp. 319-326.

Hebblewhite, B., 2000. *Review of Chinese Thick Seam Underground Coal Mining Practice, The Australian Coal Review.*

Hebblewhite, B. K. & Cai, Y.J., 2004. *Evaluation of the Application of the Longwall Top Coal Caving (LTCC) Method in Australia, UNSW Mining Research Centre School of Mining Engineering, Sydney, Australia.*

Hobbs, D.W., 1965. *Scale Model Studies of Strata Movement around Mine Roadways, Part II: The Effect of Slotting a Solid Rib. National Coal Board, MRDE Report No: 2297.*

Jeremic, M. L., 1985. *Strata Mechanics In Coal Mining, A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands, Paper Edition, pp: 336-342.*

Kelly, M., Balusu, R. and Hainsworth, D., 2001. *Status of Longwall Research in CSIRO. 20th International Conference on Ground Control in Mining, 7-9 August, Morgantown, WV, USA.*

Köse, H., Tatar, Ç., 1997. *Underground Production Methods in Mines, D.E.Ü. Engineering Faculty Publication, No: 014, İzmir.*

Özfirat, M.K. & Şimşir, F., 2005. *Roof Coal Recovery in a Thick Coal Seam Operating by Longwall Method, Mining Rocks Symposium, Poster Representations, Toronto, Canada.*

Özfirat, M.K. & Şimşir, F., 2007. *The Studies of Determination Coal Loss Rear Face in G.L.İ. Thick Coal Seam, Turkey 20th International Mining Congress Proceedings, p:33-38, 6-8 June 2007,*

Ankara (In Turkish).

Singh, R. & Singh, T. N., 1998. *Investigation into the Behavior of a Support System and Roof Strata during Sublevel Caving of a Thick Coal Seam, Geotechnical and Geological Engineering* 17: 21-35, Netherlands.

Şenkal, S., Köse, H., Ermişoğlu, N., 1988. *The study Coal Loss and Dilution of Underground Production Method in G.L.İ. Tunçbilek, Mining, Vol. XXVII, p: 5-12(In Turkish).*

TSE 2028, 1975. *Determination of Uniaxial Compressive Strength, Ankara:Turkish Standarts Institute(In Turkish).*

Xu, B., 2001. *The Longwall Top Coal Caving Method for Maximizing Recovery at Dongtan Mine. 3rd Intl. Underground Coal Conf., UNSW, Sydney, Australia, ISBN: 0 7334 1812 0.*

Whittaker, B. N., Hodgkinson, D.R., 1971. *The Influence of Size on Gate Roadway Stability. The Mining Engineer, Vol. 130, pp.203-213.*

Yavuz, H. & Fowell, R.J., 2003. *A Physical and Numerical Modeling Investigation of the Roadway Stability in Longwall Mining, with and without Narrow Pillar Protection, Institute of Materials, Minerals and Mining, Vol.113, A59-72.*

YAHŞIHAN (KIRIKKALE) VE CİVARININ TEKTONO-STRATİGRAFİSİ

Ahmet Can AKINCI ve Ulvi Can ÜNLÜGENÇ
Ç.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET: Üst Kretase–Tersiyer yaşlı kayaçların yüzeleendiği Kırıkkale sedimanter baseni tektono–stratigrafik amaçlı çalışma için çarpışmalı tektonik rejiminin etkili olduğu ideal bir havzadır. Ankara ilinin yaklaşık 50 km doğusunda yer alan basen İzmir–Ankara– Erzincan kenet zonu üzerinde bulunmaktadır. Bu hat güneyde (Menderes–Torid zonu) Gondvana ile ilgili mikro kıtaların ve kuzeyde Avrasya'ya ait mikro kıtaların eski sınırlarını belirlemektedir. Basen, Kırşehir baseni ile bir katılma (akretasyon) kompleksi olan Ankara melanjına bitişik konumda bulunmaktadır. Ankara melanji, Mesozoyik zamanında kuzey Neo–Tetis okyanusunun kuzey yönlü üzerlemesi sonucu oluşmuş malzemedir. Basen, stratigrafik olarak Paleosen ve Kretase yaşlı sedimanlara karşıt, yerel olarak faylanmış olan Ankara Melanji üzerinde gelişmiştir. Bu, Alt Tersiyer yaşlı karasal sıkışma rejimini izleyen bölgesel büzülmenin bir sonucudur. Daha önceki çalışmalar kırılğan bindirmeli basen modeline dayanmaktadır. Bu çalışma ise yumuşak sedimantasyonla yaşıt kıvrımlanmış deformasyon modelini öngörmektedir. Ardından (Miyosen ve sonrasında), genel olarak GB–KD yönlü oblik faylar baseni kesmiştir. Basendeki sedimantasyon sırasıyla şu şekildedir; 1) Üst Kretase volkano–klastik tane akışı arakatlı ortaç, biyotitli lavlar (Ilıcınar formasyonu); şeyl ve kumtaşı türbiditlerine geçer (Bölükdağ formasyonu); 2) Paleosen volkanoklastik türbiditleri karbonat olistolit (saf kireçtaşı blokları) ve olistostromlar (kireçtaşı debris flow) ile arakatlı olarak Dizilitaşlar formasyonunu oluşturur; 3) Alt Eosen şeyl ve kumtaşı türbiditleri (Bulanıkdere formasyonu) ile yukarda delta ortamında oluşmuş kumtaşlarına (Mahmutlar formasyonu) geçer; ardından akarsu–delta ortamında oluşmuş klastik konglomeralar (Karagüney formasyonu) ve nümülitik kireçtaşları (Bahşili formasyonu) gelir; 4) Oligo–Miyosen'de akarsu ortamında oluşmuş klastik konglomera ve gölsel evaporitler gelmektedir. Bir diğer jeolojik olay; sıkışma ile ilişkili hornblend–phyric granitik Karacaali plütununun Paleosen'de sokulumudur. Bu birimin aşınması sonucu çökemiş sedimanlar granitik parçacıklarca zengin olan Mahmutlar formasyonunu oluşturmaktadır.

TECTONO-STRATIGRAPHICAL INVESTIGATION OF YAHŞIHAN
(KIRIKKALE) AND ITS SURROUNDINGS

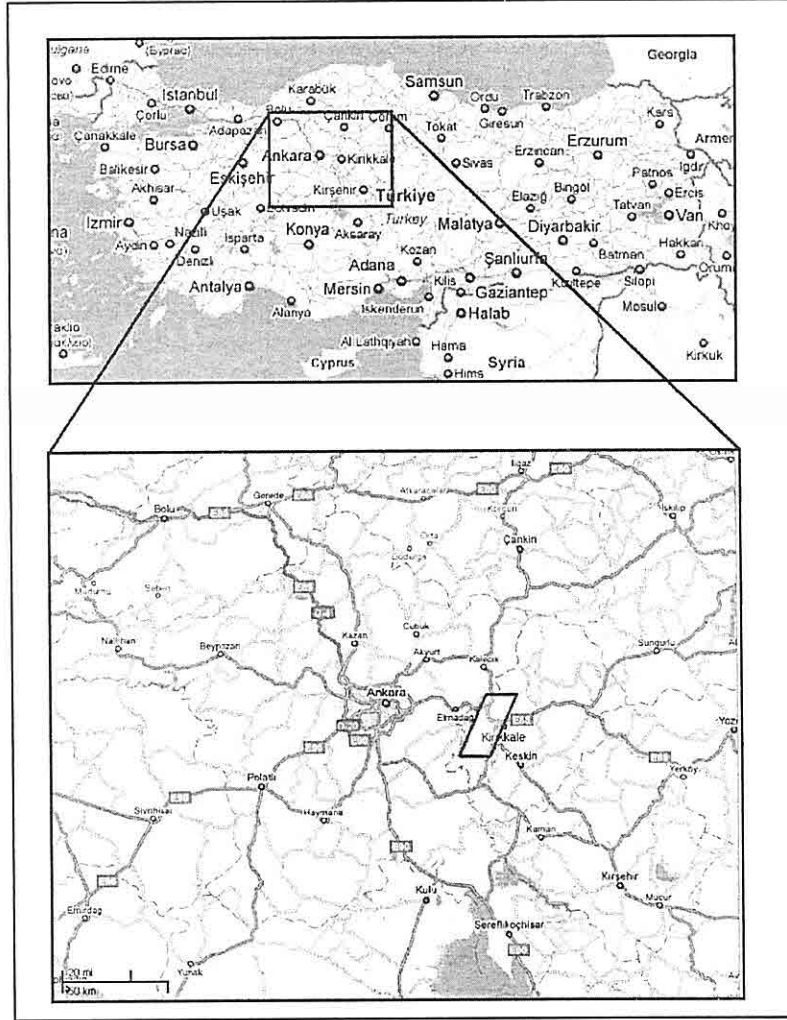
ABSTRACT: The Upper-Cretaceous/Lower-Tertiary Kırıkkale sedimentary basin is an ideal locality to study the tectono-stratigraphic evolution of a basin within a collisional tectonic setting. Located ca. 50 km east of Ankara, the basin lies in the

İzmir-Ankara-Erzincan suture zone. This lineament marks the former boundaries of Gondwana-related microplates to the south (the Menderes-Tauride zone) and Eurasia-related plates to the north (Pontide zone). The basin abuts an inferred microcontinent (the Kırşehir Masif) and an accretionary complex (the classic Ankara Melange)—a product of the northward subduction of the Northern Neo-Tethys Ocean during the Mesozoic. Structurally, the basin developed on the Ankara Melange, which is locally faulted against Palaeocene and Cretaceous basin sediments—a result of regional contraction following Lower Tertiary continental collision. Previous work has modelled brittle thrust-faulting within the basin. This study, however, favours a model of soft syn-sedimentary folded deformation. Later (Miocene and younger) mainly SW-NE trending oblique-slip faults cut the basin. Basin sedimentation is as follows; 1) Upper-Cretaceous volcanoclastic grain flows inter-bedded with biotite-phyric lavas of intermediate composition (the Ilıcınar Formation) pass into shales and sandstone turbidites (the Bölükdağ Formation); 2) Palaeocene volcanoclastic turbidites inter-bedded with carbonate olistostromes (limestone debris flows) and olistoliths (solid limestone blocks) make up the Dizilitaşlar Formation; 3) Lower Eocene shales and sandstone turbidites (Bulanıkdere Formation) pass upwards into deltaic sandstones (Mahmutlar Formation) then into fluvial/deltaic clastic conglomerates (Karagüney Formation) and transgressive nummulitic limestones (Bahşili Formation); 4) Oligo-Miocene clastic fluvial conglomerates and lacustrine evaporites. Further interest is added by the intrusion of a collision-related hornblende-phyric granitic plüton in the basin margin during the Palaeocene. The exhumation and unroofing of which formed the granitic clast-rich Mahmutlar Formation.

1. GİRİŞ

Hazırlanan yüksek lisans çalışmasında Yahşihan (Kırıkkale) ve civarının jeolojik etüdü yapılmıştır. Çalışma bölgesi Ankara'nın yaklaşık 50 km. doğusunda yer almakta olup, yaklaşık 425 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Bölgede yer alan başlıca yerleşim merkezleri; Kırıkkale şehir merkezinin bir bölümü (H7), Yahşihan ilçesi (F7), Bahşili ilçesi (E9), Hacıbalı (F4), Mahmutlar (G4), Karacaali (I6), Kızıldere (İ3), Güzeren (H2), Keçili (I1), Irmak (C3), Bedesten (C9) ve Hodar (C11) köyleridir. Bu çalışmada 1/25000 ölçekli Kırşehir İ30-

b1, b2, b3, b4 ve İ31-a1 topoğrafik paftaları içerisinde yer alan inceleme bölgesinde yüzeyleyen kaya birimleri ve yapısal unsurlar incelenmiş, bu araştırma sonucunda veriler topoğrafik harita üzerine işlenerek, bölgenin jeolojik haritası yapılmıştır. İnceleme bölgesinden toplanan örnekler ince kesit haline getirilip mikroskop altında incelenerek formasyonların fosil formları tanımlanmış ve yaşları belirlenmiştir. Bölge orta dereceli engebeli olup kısıtlı miktarda ağaçlık alan içermektedir. İnceleme alanı içerisinde yaklaşık KB-GD uzanımlı olarak Kızılırmak nehri



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

akmaktadır. Çalışma alanında yer alan bazı yükseltiler; İkiz Tepe (1269 m.), Çorak Tepe (1208 m.), Vezirşafağı Tepe (1300 m.), Deliktaş Tepe (1220 m.), Karagüney Tepe (1331 m.), Büyüktümen Tepe (1176 m.), Koca Tepe (1083 m.), Yığılıtaş Tepe (1013 m.), Topaldede Tepe (1072 m.), Ağıldere Tepe (1054 m.), Sarayözü Tepe (1058 m.), Yaprı Tepe (1139 m.),

Şemeleyin Tepe (1453 m.), Dibeciözü Tepe (1167 m.), Kayıncak Tepe (1266 m.), Kahveciali Tepe (1041 m.), Karaburun Tepe (1087 m.), Korununsivri Tepe (1039 m.), Dikmera Tepe (1108 m.), Çanakçı Tepe (1033 m.), Aparca Tepe (1039 m.), Yeldeğirmeni Tepe (1038 m.), Sivri Tepe (1460 m.), Karagüney Tepe (1280 m.), Kızıltarla

Tepe (1134 m.), İmamharman Tepe (1158 m.)'dir. İnceleme alanında yer alan Çamlıca Dere, Uluyol Dere, Ilıca Dere, Bulanık Dere, Pazar Dere, Kacabağ Dere, Topal Dere ve Ağıl Dere önemli derelerdendir. Bu dereler Kızılırmak nehrine dökülmektedir. İnceleme alanı, Bozkır İkliminin etkisinde olup, yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk olup, gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkı yüksektir. Bölgedeki halk genellikle tarım ve hayvancılıkla uğraşmaktadır. İnceleme alanında yer alan yerleşim birimlerine ulaşımı sağlayan yollar genellikle asfalttır. Bu yollara bağlı çeşitli stabilize yollar, araçların ulaşım için kullanımına uygundur.

Çalışma alanı ve yakın civarlarında değişik amaçlı bazı jeolojik incelemeler yapılmış olup, bu çalışmalar bölgenin jeolojik evrimin ortaya konmasında büyük katkılar sağlamıştır. Çalışma sahasının batı kesiminde yüzlekler veren Ankara melanjininin ofiyolitli üst bölümünü oluşturan Irmak formasyonu bölgede yapılmış çalışmaların büyük bir bölümünün ana konusunu oluşturmaktadır. Bunlardan en önemlileri Bailey ve Mc. Callien (1950), Gannser (1959), Sestini (1971), Çapan ve Buket (1975)'dir. Bu çalışmalarda; Ankara melanjininin oluşum mekanizması ve litolojik özellikleri incelenmiştir.

Çalışma sahasında yapılan en önemli stratigrafik ve tektonik amaçlı olarak yapılan çalışma Norman (1972)'in yaptığı çalışmasıdır. Norman (1972); Ankara-Yahşihan dolayında Üst Kretase-Alt Tersiyer yaşlı birimlerin jeolojisini

çalışmış ve bölgede kuzey-kuzeydoğu, güney-güneybatı doğrultulu bir basenin varlığından bahsetmiştir. Çalışmasında bölgede yüzlek veren kalın sedimanter istifin stratigrafik olarak incelemesini yapmış, bunların tektonik özelliklerini incelemiştir.

Akyürek ve diğerleri (1982, 1984); Bölgede yaptıkları çalışmalarda ayrıntılı stratigrafiyi ortaya koymuşlardır. Liyas öncesi birimleri Ankara grubu adı altında toplayarak Alt Triyas, Orta-Üst Triyas ve Üst Triyas yaşlarını saptamışlardır. Jura yaşlı birimler üzerine dokanağı gözlenemeyen Eldivan ofiyolit karmaşığının üstten eksikli olarak Alt Kretase'de bölgeye yerleştiğini ve bu ofiyolit karmaşığı üzerinde uyumsuz olarak Kılıçlar grubunu oluşturan volkanosedimater, fliş ve volkaniklerden oluşan birimleri ayırtlayarak bölgenin Permiyen-Günümüz arası olası jeotektonik evrimini açıklamaya çalışmışlardır.

Kaymakçı (2000); Çankırı havzası ve çevresindeki jeolojik özellikleri detaylı olarak incelemiştir. Basenin oluşumunu ve yapısal özelliklerini ortaya koymuştur.

2. ARAŞTIRMA BULGULARI

2.1. Stratigrafi

Çalışma alanında Üst Kretase'den Kuvaterner'e kadar değişen zamanlarda çökelmiş birimler yüzeylenmektedir. İnceleme alanındaki birimlerin tabanını tipik bir melanj karakteristiğı sunan Üst Kretase yaşlı Irmak formasyonu ve Yahşihan formasyonu oluşturmaktadır. Irmak formasyonu inceleme alanının batısındaki, Yahşihan formasyonu ise

doğudaki birimlerin tabanını oluşturmaktadır. Doğuda Yahşihan formasyonunu kesen Karacaali plütonunun sokulumu gözlenmektedir. Üst Kretase yaşlı olan ve daha ziyade inceleme alanının merkezinde ve batısında yüzlek veren Ilıcıpınar formasyonu ve Bölükdağ formasyonu, Irmak formasyonu tarafından tektonik olarak üstlenmiş konumda bulunmaktadır. Ardından Paleosen yaşlı Dizilitaşalar formasyonu geçişli dokanakla bu birimlerin üzerine gelmektedir. Paleosen yaşlı Dizilitaşalar formasyonu üzerine sırası ile Eosen yaşlı Bulanıkdere, Karagüney, Mahmutlar ve Bahşili formasyonları gelmektedir. Tüm bu birimler Oligo-Miyosen yaşlı birimler tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir. En üstte ise uyumsuzlukla Kuvaterner yaşlı genç kırıntılılar gelmektedir (Şekil 2).

2.1.1. Irmak Formasyonu (Krür)

Irmak formasyonu ilk kez Norman (1972) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon ismini saha içinde en iyi incelenebildiği yer olan (Arni 1939; Baykal, 1943) Irmak kasabasından (C3) almıştır. Literatürde genellikle "Mesozoyik ofiyolitli filiz" (Mof), "ofiyolitli seri" veya "Ankara Melanjının ofiyolitli kısmı olarak tanınır (Norman, 1972). Çalışma alanının batı ve kuzeybatı kesiminde geniş yüzeyleme vermekte olan birim oldukça geniş yayılıma sahiptir (Şekil 3). İnceleme alanındaki birimlerin temelini teşkil eden birim: yeşil renkli tuf ve çamurtaşı matriksi içinde yüzer görünümde radyolaryalı çört blokları,

kireçtaşı, türbiditik kumtaşı, aglomera, bazaltik yastık lav, serpantin breşi, gabro ve diabazdan oluşmaktadır. 1500 m lik bir kalınlığa sahip olan bu birim basenin tabanını oluşturur ve olistostrom serilerini, çökme, kayma yapılarını ve türbiditleri içermektedir.

Çalışılan tip kesitte; 100 metre kalınlığında, serpantin breşi, ince türbiditik kumtaşı tabakaları ile arakatlı çamurtaşı, kireçtaşı, kumtaşı, radyolaryalı kırmızı çört ve (yoğunluk akıntısı) konglomeralardan ibarettir. Yarı köşeli – yarı yuvarlak taneli konglomeralar 20 cm ye ulaşan radyolarit, kumtaşı ve pelajik kireçtaşı çakılları içermektedir.

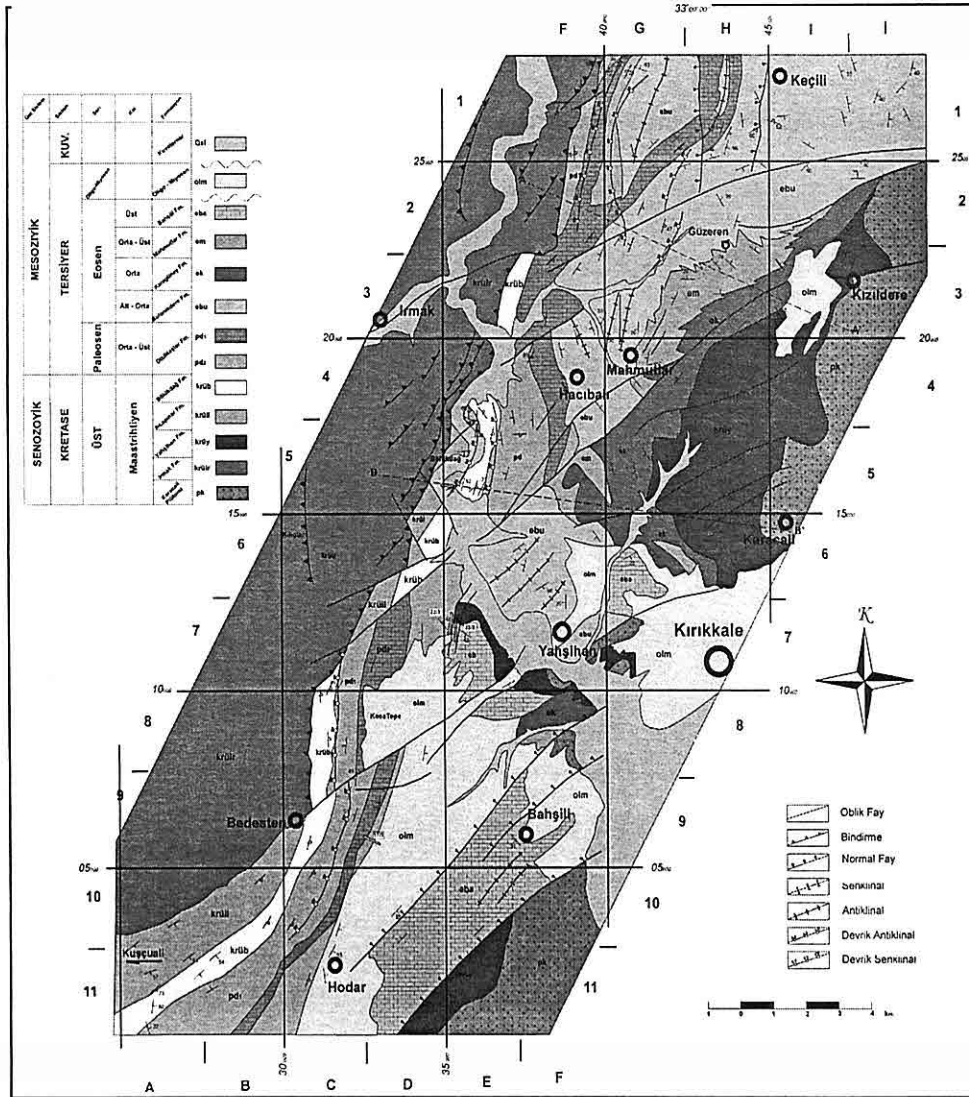
Kuşçuali köyü doğusunda ise esas malzemeyi yeşil tüfitlerin oluşturduğu formasyonda, kırmızı radyolaryalı çört, mavimsi renkte tüfit, ince dokulu açık renkli kireçtaşları, pilov yapıli diabaz, serpantin breşi ile kalkarenit blokları gözlenmektedir (Norman,1972).

Irmak formasyonunun alt sınırı inceleme alanı içinde gözlenememektedir. Üst sınırı ise Kampaniyen yaşlı Ilıcıpınar formasyonu ile genellikle faylıdır. Çalışma alanı Güneyinde Ilıcıpınar mevki civarında bu sınırın faylı olduğu belirtilmektedir (Norman,1972). Fakat, yapılan bu çalışmada fay izine rastlanamamış ve sınırın bu bölgede geçişli olduğu gözlenmiştir.

Çalışma sahasında birim içerisinde bulunan kireçtaşlarında globotruncana fosilleri tayin edilmiştir. Bunun dışında kumtaşları içerisinde birtakım fosillerin bulunduğu incekesit incelemelerinde gözlenmiş fakat yaş ve ortam tayini için

Üst Sistem	Sistem	Seri	Kat	Formasyon	Litoloji	Açıklamalar			
SENOZOYİK	TERSİYER	Kuvaterner				Çapraz tabakalı, kaba kumtaşı ve çakılları.			
						— Diskordans			
		Oligo-Miyosen	Eosen	Üst	Bahşılı fm.		Kireçtaşı		
							Killaşı - Kumtaşı. Kaba taneli ve yer yer çakıllı.		
							Konglomera: Kızılımsı riyoit ve kçt. çakıları içeren		
							Jips: Rekristalize olmuş.		
		Alt - Orta	Orta - Üst	Orta	Mahmutlar fm.		— Diskordans		
							Kireçtaşı: Nummütlü. Nerelik yer yer killi.		
							Kumtaşı: Çamurtaşı: Pembemsi renkli, kalkerli.		
							Konglomera: Matris destekli, kötü boyanmalı, andezit veriyolit çakıllarınca zengin.		
Alt - Orta	Orta	Orta	Karagüney fm.		Çamurtaşı: Soluk sarı renkli.				
					Kumtaşı: Griimsi - Sarımsak renkli, biyotürbasyon izleri içeren, lütlük tanelerce zengin.				
Alt - Orta	Orta - Üst	Orta - Üst	Eblanıkdere fm.		Konglomera: Kızılımsı renkli, lütlük çakıllı, iyi yuvarlaklaşmış. Yaşlıhan formasyonuna alt bazal: kayaların çakıllarını ihiva eder.				
					Çamurtaşı: Koyu renkli, yeniden işlenmiş, ince tabakalı.				
MESOZOYİK	Kretase	Üst	Maastrichtiyen	Orta - Üst	Dizilitaşlar fm.	Kumtaşı: Kalkerli olistolit ve olistostromlar; zaman zaman debrıs flow çökeller şeklinde tezahürat ederler.			
						D ₂			
				Orta - Üst	D ₁				Kumtaşı: Kahverenkli, polijenik, türbiditik, yer yer paralel laminasyon sunmaktadır.
									Çamurtaşı: Koyu gri renkli.
				Orta - Üst	Bölükdağ fm.				Kumtaşı (Granültaş) - çamurtaşı ardalanması; Kaba taneli türbiditik, yanderecelenmiş, ikincil kalsit dolgulu, turuncu ayrışma renkli.
									Çamurtaşı: Koyu renkli, soğan yapıları sunmaktadır.
				Orta - Üst	Ilıcaşınar fm.				Kumtaşı: Yeşilimsi renkli volkanoklastik taneler içerir, yer yer çapraz tabakalanma sunmaktadır, bol kırık ve çatlak içerir.
									Çamurtaşı: Volkanojenik.
				Orta - Üst	Irmak fm.				— Tektonik kontakt
									Yaşlıhan fm.: Yastık lavlar, andezitik doküntü çökelleri, riyoit ve tüfitele arakatıklı kumtaşı, pelajik kireçtaşı ve yeşil çört.
Orta - Üst	Yaşlıhan fm.				Irmak fm.: yeşil renkli tüf ve çamurtaşı matrisi içinde yüzer görünümde radyolaryalı çört blokları, kireçtaşı, türbiditik kumtaşı, aglomera, bazaltik yastık lav, serpantinli breşi, gabro ve diabloz.				
					Karacaallı Plütönu: Granitik intruzif kayalar.				

Şekil 2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz).



Şekil 3. Yahşihan ve yakın civarının jeoloji haritası (Norman 1972'den modifiye edilmiştir).

yeterli veri sağlanamamıştır. Irmak kasabası ile Kızılırmak köprüsü arasındaki bölgedeki tabakalı kalker ve bunların kuzeye doğru olan uzantılarında Arni (1942), Baykal (1943), Erol (1954, 1955) ve Boccaletti et. al. (1966) değişik

seviyelerde; *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica* CADISH, *Orbitoides trochus* (FRITCH) SILVESTRI, *Orbitolina conoidea* grubu; *Praeglobotruncana stephani* GONDOLFI, *Globotruncana sigali* REICHEL,

Globotruncana lapparenti grubu; *Heterohelix* sp. *Globogerinella* sp. ve ayrıca Nowack (1928), Erol (1955) Aptikuslar faunası saptamış, bunlara Üst Jura'dan Turoniyen'e kadar değişen yaşlar vermişlerdir (Norman, 1972).

Irmak formasyonu'nun kıta kenarındaki bir dalma batma sonucu oluşmuş, katılım ürünü (accretionary complex) olabileceği düşünülmektedir. Bazı yazarlar bu kompleksin doğrudan doğruya şiddetli fay tektoniği ile oluştuğunu (Baykal, 1943; Bailey ve Mc Callien, 1953) belirtmişlerdir. Norman (1972) ise bu derece şiddetli bir tektonikten beklenen etkilerin görülmediğini (Egeran ve Lahn, 1951), hatta serpantinitle dışında herhangi bir çatlama dilinimi dahi görülmediğini belirtmiş ve birimin oluşumunun sualtı heyelanları, olistostromlar ve türbid akıntı faaliyetleri ile açıklanabileceğini belirtmiştir.

2.1.2. Yahşihan Formasyonu (krüy)

Birim Kırıkkale'nin Yahşihan ilçesinde tipik mostraları olduğundan ilk kez Norman (1972) tarafından bu ilçenin ismine atfen adlandırılmıştır. Çalışma alanı içerisinde en geniş yüzeylemesini Karacaali köyü batı ve kuzeybatısında vermektedir. Bunun dışında Bahşili güneyinde ve Yahşihan güneybatısında mostra vermektedir. Yahşihan formasyonu, yastık lavlar, andezitik döküntü çökelleri, riyolitler ve tüflerle arakatlı kumtaşı, pelajik kireçtaşı ve yeşil çörtlerden ibaret deniz seviyesinden yükselerek aşınmış bir okyanus tabanı

birlikteliğinin çökellerinden oluşmaktadır.

Norman ve diğ. (1980) Yahşihan formasyonunun Irmak formasyonunun eş değeri olduğunu düşünmesine karşın Kaymakçı (2000) birimi Kuzey Anadolu Ankara Melenjının bir parçası olarak haritalamıştır. Bununla birlikte bu birlikte çalışılan alanın batısındaki Ankara melanji içinde korunmuş olan bindirmeli ve iç kırılmalı yapıdan yoksundur. Yahşihan formasyonu genel görünümü itibarı ile okyanusal taban birimi izlerini taşır görünümündedir.

Karacaali köyü 3-4 km batısında Kabak Tepe civarında yapılan arazi çalışmalarında iyi gelişmemiş yastık lavlar, andezit, riyolit, bazalt ve kireçtaşı olistolitleri gözlenmiştir. Birimler şiddetli ayrışmaya uğramış ve yer yer Karacaali plütönuna ait asidik dayklar tarafından kesilmiş ve kontakt metamorfizmaya uğramış konumdadır.

Birimler muhtemelen Karacaali plütönunun sokulumuna bağlı olarak şiddetli hidrotermal ayrışmaya uğramışlardır ve yer yer metasomatize olmuşlardır. Bu nedenden dolayı taze numune alımında zorluklar yaşanmıştır.

Norman (1972) bölgede yaptığı çalışmada sadece kireçtaşlarında fosile rastlamış olup, Kızıldere doğusunda görülen bir kalkarenit içinde bulunduğu rudist parçası (N. Karacabey) Radiolidae familyasına atfedilmiştir. Diğer kesitlerinde ise Ercüment Sirel tarafından; *Globotruncana tricarinata* (QUE); *Globotruncana* sp. (stuarti grubundan), Siderolitidae, Miliolidae, Radiolaria fosilleri tespit edilerek,

muhtemel olarak Kampaniyen – Maastrichtiyen yaşı verilmiştir.

2.1.3. Karacaali Plütönu (pk)

İlk kez Norman (1972) tarafından Kırıkkale kuzeyindeki Karacaali köyüne atfen adlandırılmıştır. İnceleme alanı içerisinde başlıca Karacaali köyü (I6) ve kuzeyinde mostra vermektedir. Bunun dışında Bahşili kasabası kuzeydoğusunda (F8) ve güneyinde incelenebilmektedir. Formasyon başlıca granitik intrüzif kayaçlardan oluşmaktadır.

Plütönu nispeten iç kısımlarında mağmatik kayaçların iri kristalli oldukları görülmektedir. Buna karşılık, Yahşihan formasyonu ile olan sınıra yakın yerlerde ve Yahşihan formasyonunu kesen dayk ve sillerde, mağmatik kayacın ince dokulu riyolit hatta cam hamurlu felsit olduğu anlaşılmaktadır (Norman, 1972).

Karacaali plütönünün Yahşihan formasyonu ile olan sınırı metasomatizedir. Üstündeki genç formasyonlarla olan dokanağı ise diskordanslıdır.

Üst Kretase yaşlı Yahşihan formasyonunu kesen riyolit, felsit dayklar ve siller ile metasomatizma verileri plütönün Üst Kretase'den (muhtemelen Maastrichtiyen'den) daha genç, İpresiyen'den (Karagüney formasyonu) daha yaşlı olduğunu belirtmektedir (Norman, 1972).

Karacaali plütönünün muhtemelen Paleosen'de yerine yerleştiği ve Yahşihan formasyonunu delen kolların yüzeye ulaştığı düşünülmektedir. Bu sırada plütönün bulunduğu saha da yükselmiş ve

dik yamaçların meydana gelmesine neden olmuştur. Bu şekilde türbid akıntılara, sellere ve denizaltı kaymalarına yol açmış, Paleosen ve Eosen'de farklı denizel sedimater kayaçların çökmesini sağlamıştır (Norman, 1972).

2.1.4. Ilıcapınar Formasyonu (krüil)

Formasyon ilk olarak Norman (1972) tarafından çalışma alanının güneybatısında bulunan Ilıcapınar köyüne (mekii) atfen adlandırılmıştır. Çalışma alanı içerisinde Irmak formasyonunun uzanımına paralel bir şekilde Ilıcapınar mevkii, Bedesten kasabası (C9), Bölükdağ batısı (D5) ve Irmak kasabası kuzeybatısında (C3) gözlenebilmektedir. Birim volkanoklastik kumtaşı, çamurtaşı, konglomera ve çamurlu çakıltaşları (debris flow) ile temsil edilmektedir.

Irmak köyünün 3 km güneydoğusunda Kızılırmak'ın hemen batı tarafında demir yolu civarında yapılan incelemelerde çamurlu çakıltaşları (debris flow), volkanoklastik yeşilimsi renkli kumtaşı - konglomera ardalanması gözlenmiştir. Kumtaşları yer yer çapraz tabakalanma sunmaktadır. Daha üst seviyelerde ise orta–ince tabakalı kumtaşı–çamurtaşı ardalanması gözlenmektedir. Kumtaşları bolca çok yönlü kırık ve çatlak takımları içermektedir. Bu birimler demiryolu yarması boyunca metrelerce kalınlıkta ardalanmalı olarak devam etmektedir. Sahanın batısında tabakalanma oldukça bozulmuştur ve genellikle devriktir. Deformasyon izleri güneybatıya doğru şiddetini yitirmektedir.

Ilıcapınar formasyonu altında bulunan

Irmak formasyonu ile genellikle faylı bir dokanağa sahiptir. Fakat Ilıcapınar mevkiinde fay izine rastlanmamış, bu bölgede sınırın konkordan olduğu gözlenmiştir. Birimin üstünde bulunan Bölükdağ formasyonu ile olan sınırı ise her yerde konkordandır.

Ilıcapınar formasyonu yüksek tüf içeriğine sahip spilit parçaları, volkanik cam, sanidin, piroksen ve biyotit içermektedir. Kloritleşme formasyona yeşilimsi bir renk kazandırmaktadır. Ilıcapınar mevkiinden alınan bir kumtaşı kayaç parçası numunesinin ince kesit incelemesi sonucu bolca, orta boylu volkanik kayaç parçası içerdiği saptanmıştır. Kristallerin çoğunu plajiyoklas mineralleri oluşturmaktadır. Plajiyoklas mineralleri genellikle kırıklı ve parçalanmış olarak görülür. Bazıları ise zonlu yapı gösterir. Amfiboller ise plajiyoklaslardan sonra ikincil hakim mineraldir. Kayaç kristalli litik tüf olarak adlandırılmıştır (Prof. Dr. Fikret İŞLER).

Ilıcapınar formasyonu fosilleri kesin bir yaş tayini için faydalı değilseler de, alttaki Irmak formasyonu (Senoniyen) ve üstteki Bölükdağ formasyonu (Maastrichtiyen) arasındaki konumu dolayısıyla formasyonun yaşının muhtemelen Alt Maastrichtiyen olduğu düşünülmektedir (Norman, 1972).

Ilıcapınar formasyonunun Maastrichtiyen başlarında derin bir basende çökeldiği, normal çamurtaşları çökelirken bölgeye sık sık türbülanslı akıntılar ve bazende olistostromların sediman getirdiği anlaşılmaktadır (Norman, 1972).

2.1.5. Bölükdağ Formasyonu (krüb)

Norman (1972) tarafından, çalışma alanında en iyi şekilde incelenebildiği mevki olan Hacıbalı köyü güneybatısında (F4) bulunan Bölükdağ'ına atfen isimlendirilmiştir. Formasyon, Bölükdağ dışında Ilıcapınar mevki doğusunda, Bedesten kasabası (C9) civarında ve Irmak kasabası (D3) kuzeydoğusunda Ilıcapınar formasyonunun uzanımına paralel bir hat boyunca yüzlekler vermektedir. Birimin hakim litolojisi kumtaşı-çamurtaşı aralanmasıdır. Bölükdağ formasyonunun tip kesiti 560 metrelik bir kalınlığa sahiptir ve ince tabakalı altere kumtaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır. Masif granültaşı, kumtaşı ve andezit içeren mikrokonglomeral kalınlığı 10 metreye ulaşan kanal dolgularından oluşmaktadırlar. Bu kanal dolguları genellikle aşınmış yüzeyler sunarlar. Kaba taneli türbiditler ikincil kalsit dolgu ile çimentolanmış, yarı derecelenmiş, yarı yuvarlak kalsit, ince taneli volkanik taneler, kuvars ve opak oksit mineral taneleri içerirler. Devrik tabakalardaki kaval yapıları yer yer görülür ve eski akış yönünün güneybatıya doğru olduğu bilgisini göstermektedirler.

Bölükdağ ve Ilıcapınar mevkiinde yapılan arazi çalışmalarında Bölükdağ formasyonuna ait turuncu renkli ayrışma rengi gösteren orta kalınlıkta türbiditik kumtaşı ve koyu renkli çamurtaşı tabakaları aralanmalı olarak izlenmiştir. Çamurtaşlarında büyük soğan yapıları dikkat çekmektedir. Alterasyon nedeniyle genellikle birim kahverengi-yeşil renk kazanmıştır. Bölükdağ formasyonu bol

miktarda taban yapıları (oluk ve kaval yapıları) içermektedir.

Bölükdağ formasyonu içerisinde fosil içeriği saptanamamıştır. Norman (1972) bölgede yaptığı çalışmasından derlediği fosillerden N. Karacabey (MTA) tarafından yapılan tayinlerde; *Lapeirousia jouanneti* (DES. MOUL.) BAYLE, fosilini tayin etmiş ve Maastrichtiyen yaşını vermiştir. Mikrofosil olarak da, kumtaşları içerisinde taşınmış halde bulunanlar B. Sözeri (MTA) tarafından; *Orbitoides Media D'ARCH* olarak tayin edilmiş olup, Maastrichtiyen yaşı verilmiştir (M.T.A. Rap. No. BS/68/35).

Bölükdağ formasyonu altındaki Ilıcıpınar formasyonu ve üzerindeki Dizilitaşlar formasyonu ile geçişli dokanağa sahiptir. Norman (1972) tarafından Dizilitaşlar ile olan sınırının faylı olduğu belirtilmiştir. Fakat bu çalışmamızda böyle bir fay izi tespit edilememiştir.

2.1.6. Dizilitaşlar Formasyonu (pd)

Norman (1972) de 5 farklı üyeye ayırarak incelediği Dizilitaşlar formasyonunun yaptığıımız arazi çalışmalarında 2 farklı üye altında incelenebileceği uygun görülmüştür. İnceleme alanı içinde kuzeydoğudan güneybatıya uzanan geniş bir yayılıma sahip Dizilitaşlar formasyonu kumtaşı, çamurtaşı, türbiditlerden ve bu malzeme içinde gömülü kalkerli olistolitlerden oluşmaktadır. Bu birimler içerisinde bulunan kireçtaşı olistostrom ve olistolitleri farklı bir çökeltme mekanizmasına işaret ettiğinden farklı bir

üye sınıfını oluşturmaktadır. Keza Norman (1972) tarafından ayırtlanan 5 farklı üyeden D3 üyesi ayırtladığımız bu birime karşılık gelmektedir. Bu sebepten bu çalışmada Dizilitaşlar formasyonu 2 farklı üye sınıfı altında incelenecektir.

2.1.6.1. D1 Üyesi (pd1)

Bedesten kasabası 3 km doğusunda (C9) incelenen birim kahverengi kumtaşı, grimsi çamurtaşı ve türbiditlerden oluşmaktadır. Kumtaşları çeşitli sedimanter taban yapıları içermekte ve derecelenme göstermektedir. Taban yapılarının çoğu biyotürbasyon izleri olmakla beraber oygu ve oluk izlerine de rastlanmaktadır. Nadiren oldukça yuvarlak, orta – ince taneler içeren konglomera seviyeleri de içermektedir.

Bölükdağ doğusundaki (D5) arazi çalışmalarında ise polijenik türbiditik kumtaşları ve koyu renki çamurtaşları gözlenmiştir. Kumtaşlarında derecelenme alt seviyelerde belirsizken, üst seviyelerde gözlenmektedir. Kumtaşları çatlakları yer yer ikincil kalsit çimento ile dolmuş durumda görülmektedir. Kumtaşlarında sık sık taban yapıları görülmekte olup, bazıları ise paralel laminasyon sunmaktadır.

Paleosen türbiditleri altında bulunan Bölükdağ formasyonu ve üzerindeki Eosen yaşlı birimlerle konkordan sınırlara sahiptir. Çalışma alanı güneyinde sık sık Neojen yaşlı paralel çökellerle örtülmüş olarak bulunmaktadır.

Çalışmamızda birimler içerisinde kesin yaş ve ortam tayini için yeterli fosil içeriği saptanamamıştır. Norman (1972)

bölgedeki çalışmasında kalkarenitler içerisinde; çok sayıda fosil tespit etmiş ve birime Paleosen yaşını vermişlerdir.

2.1.6.2. D2 Üyesi (pd2)

Dizilitaşlar formasyonunun Paleosen yaşlı türbiditleri içerisinde yoğun bir gravitasyonel kütle (akma) kayma fasiyesine işaret eden kalkerli olistolitler ve olistostromlar ayırt edilmiştir. Bunlar; Norman'ın (1972) çalışmasındaki "D3" adlı üye ile benzer özellikler taşımaktadırlar. Çalışma alanında Dizilitaşlar formasyonuna ait türbiditlerin uzanımına paralel olarak KD-GB şeklinde bir uzanım eksenine sahiptirler.

Hacıbalı güneybatısında (F4) yol yarması boyunca metrelerce kalınlıkta uzanan kumtaşı – çamurtaşı aralanması gözlenmektedir. Bu birimler içerisinde sıklıkla büyük boyutlu kanal dolguları izlenmiştir. Kanal dolguları içerisinde yoğunluk akışı karbonatlı volkanoklastik çakıllı konglomeralar, marn ve kalsitürbiditler bulunmaktadır. Arazi çalışmaları esnasında bu kireçtaşları içerisinde yer yer Miliolid fosilleri tespit edilmiştir.

Dizilitaşlar formasyonu içerisinde görülen bu şekildeki olistolit, olisotrom ve bol kanal dolgusu çökelleri içeren birim ortamsal olarak daha yüksek enerji seviyesine işaret etmektedir. Bu bakımdan derin deniz ortamında çökelmekte olan türbiditik çökeller içerisine daha önceden çökelmiş birimlere ait kayalar muhtemelen yüksek tektonik aktivite nedeni ile kütle akımları yolu ile gelmiş ve çökelmiş olmalıdır.

2.1.7. Bulanıkdere Formasyonu (ebu)

Norman (1972)'in çalışmasındaki Bulanıkdere formasyonu ile büyük benzerlik gösteren bu türbiditler için aynı isim kullanılmıştır. Birim çalışma alanı içerisindeki Eosen yaşlı birimlerin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. İnceleme alanı içerisinde Keçili köyünün güneyinde (I1) ve doğusunda, Güzeren köyü kuzeyinde (H2) ve batısında, Hacıbalı (F4) ve Mahmutlar köyleri (G4) civarında ve Yahşihan kuzeyinde (F7) yüzlekler sunmaktadır. Birim başlıca koyu renkli çamurtaşlarından, gri renkli volkanoklastik kumtaşlarından, masif yapıları çakıllı taşlardan, yer yer kanal dolguları ve döküntü çökelleri (debris flow) şeklinde gözlenen granitik, kalkerli veya riyolitik çakıllı konglomerallardan oluşmaktadır.

Kırıkkale baseninin Eosen yaşlı derin deniz fasiyesi olan Bulanıkdere formasyonu yaklaşık 2 km lik bir kalınlığa sahiptir ve basenin batı ucundaki daha yaşlı sedimanlardan daha az deforme olmuştur. Bulanıkdere formasyonu türbiditler, erozyonel aşınma kanalları ve akıntılar tarafından taşınarak yeniden işlenmiş malzeme içinde ince tabakalı koyu renkli çamurtaşlarından oluşmaktadır. Taşınan malzeme genellikle Ankara melanjından türemiş olup, andezit, kireçtaşı ve yeşil çörtlerden oluşmaktadır. Norman (1972) Bulanıkdere formasyonunu 3 farklı formasyon olarak incelemiş olup; Bulanıkdere, Hacıbalı ve Keçili formasyonları; olmak üzere bunlardan Hacıbalı ve Keçili formasyonları aşınıp yeniden taşınan malzemeden oluşmaktadır.

Birim içerisinde derlenen numunelerde ortam ve yaş tayini için yeterli fosil içeriği saptanamamıştır. Norman (1972) bölgedeki çalışmasında, Bahşili Batısında, benzer litolojiye sahip birimler (Bulanıkdere fm.) içerisinde aldığı bir kumtaşı numunesi içerisinde; *Nummulites* sp., *Globorotalia* sp., Gastropod, fosillerini saptadıklarını belirtmiş ve birime Eosen yaşını vermiştir.

Birim altındaki Dizilitaşlar formasyonuna ait türbiditler ve üzerindeki bulunan Eosen yaşlı konglomeralar ile genellikle konkordan ya da geçişlidir. Fakat Yahşihan kuzeyinde sınır faylıdır.

2.1.8. Karagüney Formasyonu (ek)

İlk kez Norman (1972) tarafından incelenen ve birimin yüzelediği Karagüney dağına atfen isimlendirilen kayalara benzer litolojiye sahip olan birimler için aynı şekilde Karagüney formasyonu ismi kullanılmıştır. Çalışma alanı içerisinde Güzeren köyü (H2) güneyinde, Mahmutlar köyü (G4) batı ve güneybatısında yüzelemektedir. Birimin hakim litolojisi kırmızı renkli konglomeralardır.

Güzeren köyü güneybatısında incelenen birime ait tabakalarda oldukça yuvarlak, iri çakıllı volkanoklastik kızılımsı renkli konglomeralar, kumtaşları ve yumuşak çamurtaşları gözlenmiştir. Kumtaşları genellikle kalın tabakalıdır.

Karagüney formasyonuna ait kayalardan derlenen numunelerden ince kesit incelemesi için yeterli fosil kapsamı saptanamamıştır. Norman (1972) bölgedeki çalışmasında, Karagüney dağı

doğu eteklerinden alınan yeşil renkli konglomeralar içerisindeki iyi yuvarlanmış kalker çakıllarında B. Sözeri (M.T.A. Rap. No.S.69/19) tarafından; *Disticoplax biserialis* DIETRICH, *Rotalia* sp., Miliolidae, fosilleri saptanarak birime Paleosen yaşını vermiştir. Aynı yerlerden Norman (1972) tarafından alınan diğer çakıllarda ise N. Karacabey (M.T.A. Rap. No. 1969/249) tarafından; *Lapeirousia jouanneti* (DES. MOUL) BAYLE, *Sabinia* sp. tayin edilmiş ve Maastrichtiyen yaşı verilmiştir. Norman (1972) çalışmasında formasyonun esas itibarıyla İpresiyen yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Karagüney formasyonu alt sınırı Yahşihan formasyonu ile diskordanslıdır. Üst sınır ise Mahmutlar formasyonu ile geçişlidir.

2.1.9. Mahmutlar Formasyonu (em)

Mahmutlar formasyonu ilk kez Norman (1972) tarafından incelenmiş ve tip kesit alanının bulunduğu mevki olan Mahmutlar köyüne atfen isimlendirilmiştir. İnceleme alanında görülen sarımsı renkli kumtaşları ve çamurtaşları ile temsil edilen birim için de litolojik özelliklerinin benzerliğinden dolayı Mahmutlar formasyonu ismi kullanılmıştır. Mahmutlar formasyonuna ait tabakalar Mahmutlar köyü (G4) doğusu ile Güzeren köyü (H2) güneyinde gözlenebilmektedir.

Mahmutlar köyü kuzeydoğusunda kumtaşı-çamurtaşı ardalanması ve kanal dolguları şeklinde konglomeralar izlenmiştir. Bileşimini çoğunlukla çört, bazalt ve riyolit çakılları oluşturmaktadır.

Kumtaşlarında yer yer ripple mark, ve çapraz tabakalanma yapıları izlenmiştir. Çapraz tabakalanma verilerine göre akıntı yönünün KD dan KB' ya olduğu tahmin edilmektedir. Kahverenkli ayrışma rengi gösteren kumtaşları genellikle orta kalınlıkta tabakalanma sunmaktadır.

Mahmutlar formasyonundan alınan örneklerde yaş ve ortam tayini için yeterli fosil içeriği saptanamamıştır. Baykal (1943), Mahmutlar köyü civarında; Alvelina sp. belirleyerek birime genellikle Eosen yaşını vermiştir (Norman, 1972). Norman (1972) Yahşihan kuzeyindeki tepelerden aldığı sarımtırak kumlu kireçtaşları içerisinde E. Sirel ve B. Sözeri (MTA) tarafından yapılan incelemelerde çeşitli fosiller tayin etmişler ve birimin Üst Paleosen – İpresiyen – Alt Lütesiyen yaşta olduğunu belirtmişlerdir.

Mahmutlar formasyonunun alt sınırı Karagüney formasyonu ile tedrici geçişlidir. Üzerinde bulunan Eosen yaşlı numulitik kireçtaşı ve konglomeraları ile olan dokanağı çalışma alanında gözlemlenmemiştir.

2.1.10. Bahşili Formasyonu (eba)

Norman (1972) Bahşili formasyonu adı altında incelenmiştir. Bu birime ait kayaçlar en geniş yüzeylemesini çalışma alanının güney kısmında Bahşili kasabası (F9) ile Hodar (C11) arasındaki alanda vermektedir. Bunun dışında Yahşihan ilçesi (F7) güneybatısında ve kuzeydoğusunda gözlenmektedir. Regresif yapı sunan formasyon köşeli volkanik taneler, çakıllı kırmızı kumtaşları, kalkerli kumtaşları, az taşlaşmış çamurtaşı, kumlu

kireçtaşları ve numulitik kireçtaşları içeren matriks destekli konglomeralar ile temsil edilmektedir.

Yahşihan kuzeydoğusunda yapılan saha çalışmalarında volkanik çakıllı çakıltaşları ile başlayan formasyon yarı yuvarlak dev andezit ve riyolit çakılları içeren konglomeralarla devam etmektedir. Konglomeralar çok kötü boylanmalı olup, çakıl boyu 20 cm çapına ulaşmaktadır. Bunların üzerine bivalvia ve nummulites fosilleri içeren neritik kireçtaşları ve kumlu – siltli kireçtaşları gelmektedir. Daha üst seviyelerde kalkarenitler ve kumtaşları içinde erozyon yüzeyi dolguları şeklinde konglomeralar görülmektedir.

Yapılan arazi çalışmalarında, Yahşihan ilçesi kuzeydoğusundan alınan fosilli bir kireçtaşı numunesinde Prof. Dr. Niyazi AVŞAR tarafından yapılan ince kesit incelenmesi sonucu; *Nummulites* sp., *Assilina* sp., *Discocyclina* sp., Mercan fosilleri saptanmış ve birime Eosen - Lütesiyen yaşı verilmiştir.

Formasyonunun alt sınırı inceleme sahası içerisinde görülememektedir. Üst sınır ise Neojen yaşlı kayaçlar tarafından Bahşili mevkiinde faylı dokanağa, diğer yerlerde ise diskordanslı dokanağa sahiptir.

2.1.11. Oligo–Miyosen (olm)

Formasyonun hakim litolojisi Oligosen ve Miyosen'de oluşmuş jipsler, yumuşak, kaba taneli kumtaşı ve oldukça yuvarlak asidik - bazik magmatik kayaç, kireçtaşı, tuf ve kumtaşı çakılları içeren konglomeralardır. Çalışma alanında Hodar kasabası ile Yahşihan ilçesi arasında kalan

geniş bir hat boyunca altındaki Paleosen ve Eosen yaşlı tortulları uyumsuzlukla örtmektedir. Kırıkkale bölgesinde konglomeraların yapısı tane yöneliminin belirgin (güneye) olması ile farklıdır. Bu nedenle muhtemelen kaynak kayaç Ankara melanjidir ve Norman (1972) de Eosen yaşlı olarak haritalanan birimden daha yaşlı olup Oligo-Miyosen yaşlıdır.

Formasyon genellikle Alpin orojenezinden sonra meydana gelen erozyon çukurlarını dolduran ve erozyon düzlüklerini kapsayan, yatay ve yataya yakın tabakalar halinde bulunmaktadır. Kırıkkale'ye doğru derinleşen bir baseni dolduran akarsu depoları şeklindedir (Norman, 1972).

2.1.12. Alüvyon (Qal)

Genellikle Kızılırmak ve kolları boyunca vadi yamaçlarında görülen, çapraz tabakalı kaba kumtaşı ve çakıllardır. Kırıkkale güneyinde geniş alan kaplar.

3. YAPISAL JEOLJİ VE TEKTONİK

3.1. Bölgesel Tektonik

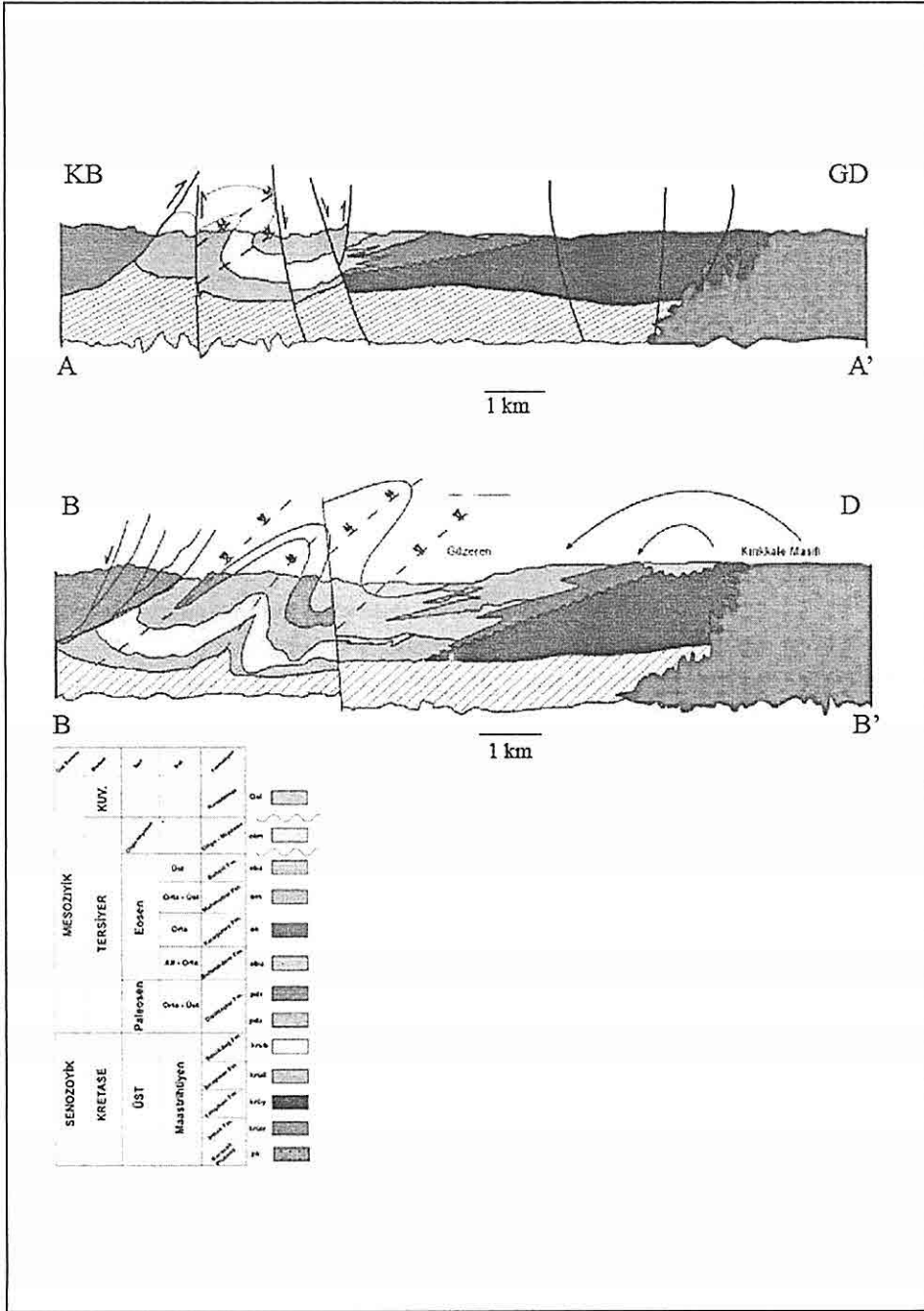
3.1.1. Giriş

Türkiye'nin Neotektonik yapısı esas olarak Atlantik Okyanusunun açılmasına ve Arap-Afrika plakalarının Avrasya plakasına göre saat yönü tersi (kuzeye doğru) hareketine bağlı olarak gelişmiştir. Arap levhasının kuzeye hareketi Anadolu bloğunun batıya ve Kuzeydoğu Anadolu bloğunun doğuya kaçmasına ve bunun sonucu olarak Doğu Anadolu'da bir sıkışmaya neden olmaktadır (Dewey ve

Şengör, 1979).

Alpin kuşağı içinde yer alan Türkiye, değişik araştırmacılar tarafından jeolojik olarak değişik birliklere ayrılmıştır. Tektonik birliklere ayırma denemeleri çok önceleri başlamıştır: İlk olarak Argand (1924) Anadolu'nun orojenik kuşaklarını Alplere benzeterek kuzeyden güneye doğru, Pontidler, Ara Masifler ve Toridler olmak üzere üç birliğe ayırmıştır. Daha sonraları Arni (1939), Blumenthal (1946) ve Egeran (1947) Anadolu'yu üçten fazla birliğe ayırmışlardır. Ketin (1961, 1983) ise tektonik birlik sayısını dört olarak belirlenmiştir. Dağ kuşaklarının orojenik gelişmeleri esasına dayalı olan bu dörtlü birlik kuzeyden güneye doğru; Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları bölgesidir. Jeolojik konumu nedeniyle birkaç levha üzerinde yer alan Türkiye'nin Neotektonik yapısı Afrika ve Arap levhalarının Anadolu levhasını sıkıştırması ve Arap levhası ile Anadolu levhasının çarpışması sonucu şekillenmiştir. Arap levhasının kuzeye hareketi Anadolu bloğunun batıya ve Kuzeydoğu Anadolu bloğunun doğuya kaymasına ve bunun sonucu olarak Doğu Anadolu'da bir sıkışmaya neden olmuştur (McKenzie, 1972). Anadolu levhasının, Karadeniz levhasına göre batıya hareketi, Batı Anadolu'da doğu-batı yönünde sıkışmaya ve kuzey-güney yönünde de açılmaya neden olmaktadır (Alptekin, 1973; McKenzie, 1978; Dewey ve Şengör, 1979).

Bunun bir sonucu olarak deprenselliği



Şekil 4. Çalışma alanının jeolojik enine kesitleri.

ile belirginleşen önemli sismotektonik yapılar Batı Anadolu graben bölgesi, Kuzey Anadolu Fayı, Kuzey Doğu Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı ve Güneydoğu Anadolu bindirmesidir (Bitlis Bindirme Kuşağı).

Türkiye ve civarındaki Neotektonik olaylar ve Anadolu'nun bugünkü deprenselliği Arap, Afrika ve Avrasya levhalarının birbiriyle olan göreceli hareketleri sonucunda oluşmuştur (McKenzie, 1972). Ege levhası, kuzeydeki Kuzey Anadolu Fayı'nın batı uzantısı ile sınırlanmış olup bu sınır Anadolu çöküntüsü ya da hendeği olarak bilinmektedir (McKenzie, 1972). Arap levhasıyla Anadolu levhasının çarpışması sonucu, Kuzey Anadolu Fayı boyunca sağ yönlü, Doğu Anadolu Fayı boyunca sol yönlü hareket, Anadolu levhasını batıya doğru hareket ettirmektedir (Dewey, 1976).

Kuzey Anadolu Fay Zonu 1150 km uzunluğu ile Avrasya levhası ile Anadolu levhacığının veya bloğunun sınırını oluşturur. Bu fay zonu Anadolu levhacığı içerisinde uzanan Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu, Almus Fay Zonu ve Taşova-Tekke çatal (splay) faylarıyla bir balık kılıcı yapıya sunar (Şengör vd., 1985). Kuzey Anadolu Fay Zonu ile Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu arasında kalan kama şekilli alanda ve Kırıkkale-Erbaa Fayına yakın kesimlerde, Eosen'den Geç Pliyosen'e kadar olan kaya-stratigrafi birimlerinde bazı önemli deformasyon yapıları görülmektedir. Bunlar Eosen yaşlı kumtaşı, kireçtaşı ve konglomeralarıyla, Oligosen-Geç Pliyosen yaşlı kumtaşı,

konglomera ve evaporitik kayalarındaki dikçe eğimli tabakalar, ters dönmüş katmanlar ve Genç Pliyosen-Eosen arasındaki bindirmelerdir. Sıkışma kökenli olan bu yapılar Kırıkkale-Erbaa Fay zonuna yakın ve ona paralel olarak kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanırlar. Kama (Çankırı - Çorum tektonik kaması) şeklindeki bölgenin kuzey ve orta kesimlerinde farklı yönelimler sunan sıkışma yapılarının bu faya yakın alanda faya paralel yönelimleri ve ileri deformasyon durumları bunların, bu tektonik kama içerisinde saat yönü bir dönmeye ilgili olduklarını açıklar (Gökten ve Meydan, 2006).

3.1.2. Bölgeye Etki Eden Önemli Tektonik Yapılar

Kuzey Anadolu Fay Zonu ile Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu'nun yamulma hızı farklılığı, tektonik kamanın batıya hareketinin Elmadağ bindirme zonunda durdurulması ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Havza'dan sonra güneybatıya yönelimi bu dönmenin, Kırıkkale-Erbaa Fayı üzerinde meydana getirdiği kuzeybatı-güneydoğu sıkışma etkisi ise faya yakın yer alan yoğun deformasyonların nedenidir (Gökten ve Meydan, 2006).

Çalışma sahasının yapısal birimlerinin analizinde, genellikle KKD-GGB gidişli kıvrımların, tektonik hareketlerin ilk ürünleri olduğu görülmektedir. Kompresyonun arttığı yerlerde meydana gelen bindirme fayları ya kıvrımlardan türemekte veya bunları kesmektedir. Bu fayların hemen arkasından yatık faylar ile,

bütün bu yapıları kesen doğrultu atımlı faylar gelmektedir (Norman, 1972).

Kabaca D-B yönlü ilk sıkışmalardan sonra Kırıkkale masifinin sağ yönlü doğrultu atımlı faylarla üç parçaya ayrıldığı görülmektedir. Kompresyon devam ederken kıvrımlar bindirmelere dönüşmekte veya bunlar tarafından kesilmektedir. Kırıkkale masifinin "çıkıntı" teşkil eden uçlarında yer alan sedimentler batıdan doğuya doğru bindirmelerle birbiri üstüne yığılmakta, "girintili" kısımlarda ise nispeten daha açık yapılar oluşmaktadır (Norman, 1972).

Daha sonra kompresyon çiftinin saat yönünde hareket ederek KB-GD doğrultusunu aldığı görülmektedir. Çapraz kıvrımların oluşumu ve Bedesten-Yahşihan fayının bindirmesi muhtemelen bu evreye aittir. Kompresyon çiftine ilaveten pozitif bir makaslama kuvvet çiftinin varlığının devam ettiği, sağ yönlü ötelenmeli irili ufaklı faylardan anlaşılmaktadır. Bu makaslama çiftinin, kompresyon çiftinin saat dönüşü (pozitif) yönündeki doğrultu değiştirmesinden etkilendikleri anlaşılmaktadır; çünkü D-B yönlü doğrultu atımlı faylar, KD-GB yönlü olanları kesmektedir. Nihayet kompresyon çiftinin de K-G doğrultusunu aldığı görülmektedir (Norman, 1972).

3.2. Yapısal Jeoloji

3.2.1. Tabaka Duruşları

İnceleme alanında yer alan birimler çeşitli yönlerden etki eden gerilme kuvvetleri altında kıvrımlanmış ve eğim kazanmışlardır. Bu birimlere ait ölçülmüş genel tabaka konumları aşağıda

verilmiştir.

İlıcınar formasyonu $160^{\circ}/55^{\circ}$, Bölükdağ formasyonu $115^{\circ}/65^{\circ}$, Dizilitaşlar formasyonu $285^{\circ}/50^{\circ}$, Bulanıkdere formasyonu çok değişken olmakla beraber $75^{\circ}/55^{\circ}$ - $95^{\circ}/85^{\circ}$, Karagüney formasyonu $300^{\circ}/70^{\circ}$, Mahmutlar formasyonu yine oldukça değişkenlik göstermekle beraber $45^{\circ}/25^{\circ}$ - $355^{\circ}/20^{\circ}$, Bahşili formasyonu $225^{\circ}/30^{\circ}$ ve Oligo-Miyosen yaşlı birimler $110^{\circ}/55^{\circ}$ genel tabaka duruşlarına sahiptir.

3.2.2. Uyumsuzluklar

İnceleme alanı içerisinde iki farklı uyumsuzluk yüzeyi saptanmıştır. Bunlardan birincisi altında bulunan tüm Kretase, Paleosen ve Eosen yaşlı birimleri açısız uyumsuzlukla üzerleyen Oligo-Miyosen yaşlı birimlerdir. Diğer uyumsuzluk ise yine altındaki tüm yaşlı birimleri açısız uyumsuzlukla üzerleyen ve özellikle Kızılırmak nehri boyunca uzanan Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

3.2.3. Faylar

Yapılan arazi çalışmalarında çeşitli fay sistemleri tespit edilmiş ve haritalanmıştır. Bu fayları genel olarak 3 farklı grupta incelemek mümkündür. Bunlar Normal faylar, Ters faylar ve Bindirmeler, Doğrultu atımlı faylardır.

3.2.3.1. Normal Faylar

İnceleme alanı içerisinde 2 farklı grup halinde bulunmaktadır. Bunlardan biri basenin güneydoğusunda gelişmiş olan birbiri ile paralel bir uzanımına sahip olan 3 adet normal faydır. Bu faylar aynı

zamanda Eosen yaşlı Bahşili formasyonunun Oligo–Miyosen yaşlı birimlerle ve Maastrichtiyen yaşlı Yahşihan formasyonu ile olan dokanağını kontrol etmektedir. Bu fayların uzanımı KD–GD doğrultulu olmakla beraber düşen blok her zaman doğu taraftadır. Diğer bir normal fay grubu, Keçili köyü batısında Alt Eosen yaşlı Bulanıkdere formasyonunu kesmektedir. Burada bulunan 2 adet normal fay yaklaşık K – G doğrultulu olarak uzanmakta ve düşen bloklar doğu taraftadır. Bu durumda inceleme alanının kuzey ve güney kısımlarında iki farklı çekme gerilmesinin varlığından bahsetmek mümkündür.

3.2.3.2. Ters Faylar ve Bindirmeler

İnceleme alanındaki ters fayların ve bindirmelerin hemen hepsi Ankara melanjininin bir parçası olan Irmak formasyonu ile ilişkilendirilebilir. Bu fayların genel uzanımı KD–GB doğrultusu boyunca gelişmiş olmakla beraber Irmak formasyonunun, üstündeki genç çökellerle olan dokanağını belirler. Bu fay sistemi ile Irmak formasyonu inceleme alanının GB'sında bulunan Bedesten kasabasından başlamak üzere en kuzeye kadar üstündeki Maastrichtiyen yaşlı Ilıcapınar ve Bölükdağ ile Paleosen yaşlı Dizilitaşlar formasyonlarına ait birimleri üzerlemektedir. Bedesten kasabası güneyinde Ilıcapınar mevkiinde yapılan arazi çalışmalarında ise bu dokanağın devamına dair herhangi bir kanıt gözlemlenememiştir. Irmak formasyonunun yine kendisi içinde KD–GB uzanımında bir çok ters fay gelişmiştir.

3.2.3.3. Doğrultu atımlı Faylar

İnceleme alanında birçok doğrultu atımlı fay gelişmiştir. Bedesten kasabası ile Yahşihan ilçesi arasında KD – GB doğrultusunda uzanan sol yönlü doğrultu atımlı bir fay gelişmiştir. Diğer bir önemli fay inceleme alanının yaklaşık merkezinden Hacıbalı ve Mahmutlar köylerinin hemen güneyinden geçmekte ve sahanın KD – GB boyunca oldukça uzun bir hat boyunca uzanmaktadır. Sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olan bu fayın atımı yüzlerce metreyi bulmaktadır. Benzer uzanım ve özellikte diğer bir sağ yönlü doğrultu atımlı fay Güzeren köyü kuzey tarafında KD – GB uzanımlı olarak gelişmiştir. Irmak köyünden başlamak üzere bu fayın doğudaki devamı şeklinde görülen sağ yönlü bir diğer doğrultu atımlı fay da Irmak formasyonu ile Bölükdağ formasyonu arasındaki dokanağı kontrol eden bindirmeyi ötelemiştir. Bu durumda doğrultu atımlı fayları oluşturan mekanizmanın genei olarak daha genç dönemde etki etmeye başladığı söylenebilir.

3.2.4. Kıvrımlar

İnceleme alanındaki birimler farklı zamanlarda değişik gerilme sistemlerinin yoğun etkisi altında kaldıklarından oldukça kıvrımlanmalı yapılar sergilerler. Bunlardan en önemlilerinden biri Bulanıkdere formasyonu içerisinde gelişmiş ve Yahşihan ilçesi kuzeyinde birbirlerine paralel bir şekilde KD–GB doğrultusu boyunca uzanan antiklinal ve senklinallerdir.

Bir diğer kıvrım sistemi Hacıbalı

GB'sında Ilıcapınar ve Bölükdağ formasyonları içerisinde gelişmiş olan yaklaşık K-G yönünde uzanım sunan devrik antiklinal ve senklinallerdir. Bunlar genellikle doğu'ya doğru devrilmişlerdir.

Mahmutlar köyü kuzeyinde gelişmiş olan bir diğer önemli kıvrım sistemi Bulanıkdere formasyonu içerisindeki yaklaşık K-G uzanımlı antiklinal ve senklinallerdir.

Sahanın kuzeyinde Dizilitaşlar formasyonu içerisinde gelişmiş olan K-G uzanımlı devrik antiklinaller ve senklinaller gözlenmiştir. Batıdaki antiklinal doğuya, daha doğuda gelişmiş olan senklinal ise batıya doğru devrik konumlu olarak bulunmaktadır.

4. JEOLojİK EVRİM

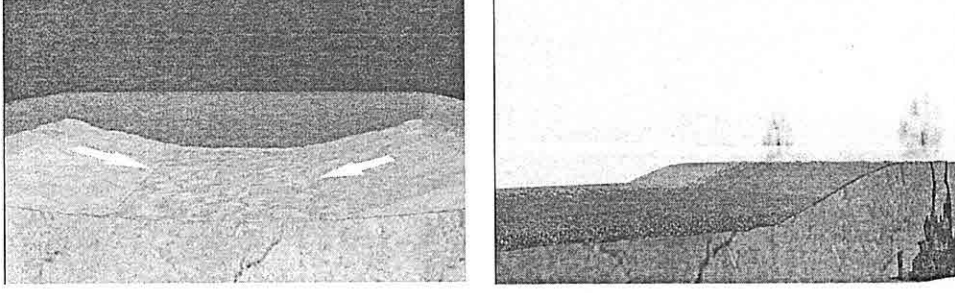
Çalışma sahasında Üst Kretase'den Kuvaterner'e kadar olan zaman dilimi içerisinde birçok birim yüzlek vermektedir. Bu birimlerin tabanını doğuda yaklaşık 75-80 milyon yıl önce (Maastrichtiyen) çökelmiş bulunan Irmak formasyonu (Ankara Melanjı) oluşturmaktadır. Bu sırada, kuzeybatısı çökmekte, güneydoğu yamaçları da yükselmekte olan bu basene, sualtı heyelanları ve kaymalar ile, önceleri başka yerlerde birikmiş olan formasyonlar oluşmakta, türbid akıntılar da kumlu malzemeyi basene getirmektedir. Sakin ve derin bir denizde çökelmiş olması gereken pelajik sedimanlar (mikritik kireçtaşı, radyolaryalı çört) bazen büyük bloklar halinde, bazende ufalanmış breşlerin oluşturduğu olistostromlar halinde derinlere akmaktadır (Norman, 1972).

Maastrichtiyen başlangıcında tektonik hareketler nedeniyle kayma ve heyelanların azalmaya başladığı, kısmen denizaltı orijinli bazik volkanik malzemeli türbiditlerin ise baseni doldurmaya devam ettikleri görülmektedir (Ilıcapınar formasyonu; Norman, 1972). Maastrichtiyen sonlarında çökelmeye başlamış olan Bölükdağ formasyonuna ait sedimanlarda Ilıcapınar formasyonuna oranla daha asidik kırıntıların görülmesi, doğudaki yükselme ve sonucunda yüzeye çıkmış olan Karacaali plütonuna ait asidik kayaların da çökeliye katkıda bulunmaya başladığının bir işareti olabilir.

Paleosen başlangıcında, batıda türbiditler yeşil renkli çamurtaşları ile birlikte çökelmekte, zaman zaman bunlara olistostromlar da katılmaktadır. Paleosen esnasında artık Karacaali plütonunun tamamen yerleştiği, asit-ortaç (intermedier) kayalardan oluşmuş bir "örtü" ile plütonun çevresini saran metamorfik-metasomatik bir "kabuk" zonunun su üzerine yükselerek aşındığı görülmektedir.

Paleosen başlangıcında, batıda türbiditler yeşil renkli çamurtaşları ile birlikte çökelmekte, zaman zaman bunlara olistostromlar da katılmaktadır. Paleosen esnasında artık Karacaali plütonunun tamamen yerleştiği, asit-ortaç (intermedier) kayalardan oluşmuş bir "örtü" ile plütonun çevresini saran metamorfik-metasomatik bir "kabuk" zonunun su üzerine yükselerek aşındığı görülmektedir.

Eosen başlangıcından itibaren doğu kısmında bir çökme ve bununla ilgili bir



Şekil 5. Kampaniyen ve Maastrichtiyen zamanını gösteren 3 boyutlu model çizimler.

transgresyon başlamaktadır (Norman, 1972). Yahşihan formasyonuna ait volkanik kayaç çakıllarının oluşturduğu Karagüney formasyonu bu dönemde çökelmeye başlamıştır. Batı kısımlarda ise özellikle basenin orta kısımlarında daha sakin bir ortamdan dolayı ince taneli sedimanlar çökelmeye devam etmektedir (Bulanıkdere formasyonu). Bu sırada basen hızla dolmakta ve doğu bloğunda Karacaali plütonu da aşınarak sedimantasyona katılmakta ve basendeki asidik malzemeye kaynak oluşturmaktadır. Neritik bölgelerde ise zaman zaman kumlu kireçtaşları oluşmaktadır (Mahmutlar formasyonu). Bu sırada oluşan kırmızı renkli kayaçlarda (Bahşili formasyonu), bol miktarda iyi yuvarlanmış çakılların bulunması, dağların hala yükselmeye devam ettiğine bir işarettir (Norman, 1972).

Oligosen'de Alpin orojenezinin etkisi altında şiddetli bir sıkışmanın başladığı ve bütün çökelme havzasında doğuya doğru devrik kıvrımların ve bindirmelerin meydana geldiği görülmektedir.

Alpin orojenezi etkisi ile meydana gelmiş yükselme ve tekrar aşınma dönemlerinden sonra Oligo-Miyosen'de

çukurda kalan kısımlarda jipslerin ve gösel kalkerlerin ardından çeşitli kırıntılı malzemenin yatay tabakalar halinde bu süreksizlik düzlemi üzerine çökeldiği görülmektedir.

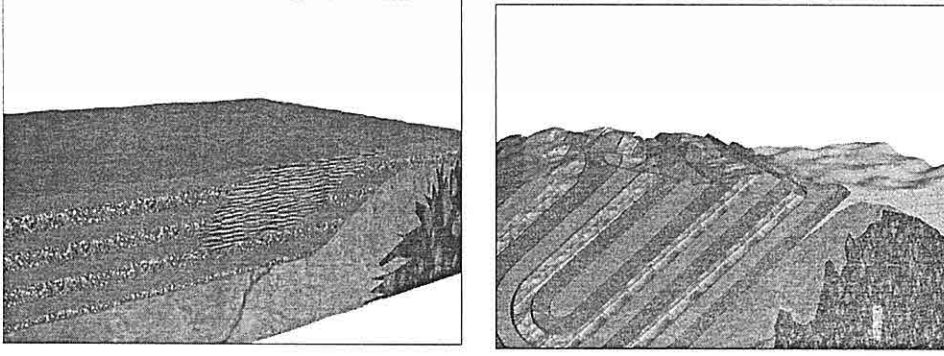
5. SONUÇLAR

1- Çalışma sahası içerisinde yüzeyleme veren 12 farklı birim ayırılarak incelenmiş ve bölgenin 1/25 000 ve 1/50 000 ölçekli jeoloji haritası ve genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti hazırlanmıştır.

2- İnceleme alanında yüzeyleyen birimlere ait kalınlık ölçümleri ile birlikte dataylı sütun kesitler ve jeolojik enine kesitler hazırlanmıştır.

3- Daha önceki çalışmalarda Irmak formasyonu ile Ilıcınar ve Bölükdağ formasyonları arasındaki dokanağın bindirmeli olduğu belirtilirken yapılan bu çalışmada dokanağın çalışma alanının güneyinde, Bedesten kasabasının (C9) güney bölümünde ve devamında (Ilıcınar mevki) geçişli olduğu sonucuna varılmıştır.

4- Dizilitaşlar formasyonu 2 farklı üyeye ayrılarak incelenmiştir. Norman tarafından beş farklı üye incelenen



Şekil 6. İpresiyen ve Oligosen zamanını gösteren 3 boyutlu model çizimler.

birim bu çalışmada Paleosen yaşlı türbiditler (D1) ve kireçtaşı olistolit ve olistostromları (D2) olarak iki farklı üyeye ayrılarak incelenmiş ve haritalanmıştır. Ayırtlanan diğer üyelerin bu materyale ait yeniden işlenmiş malzeme olduğu sonucuna varılmıştır.

5- Daha önceki çalışmalarda Üst Karetase yaşlı sedimanlar içinde ve Paleosen yaşlı birimler arasındaki dokanaklar bindirmeli olarak haritalanmıştır (Norman, 1972). Fakat çalışma alanında belirtilen bölgede bindirmeli fay izlerine rastlanılamamıştır.

6- Çalışma sahası içerisindeki kumtaşları tabanında bulunan çeşitli sediman yapıları ölçülmüş ve basendeki sedimanların akıntı yönleri belirlenmeye çalışılmıştır. Böylece basendeki eski akıntının yönünün KD - GB doğrultusu boyunca olduğu sonucuna varılmıştır.

7- Birimler içerisinde görülen yapısal unsurlara (faylar ve kıvrımlar) ait veriler ölçülmüş ve haritalanmıştır. Bu şekilde güldiyagramları hazırlanarak basende etkili olmuş ana gerilme yönlerinin Alpin

orojenezinin başlarında yaklaşık D-B olduğu, sonlara doğru ise kompresyon kuvvetinin saat yönündeki hareketi ile eksenin KB-GD eksenine geldiği bilgisi edinilmiştir.

8- Tüm bu veriler beraber değerlendirilerek bölgenin Jeolojik evrimi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

6. KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Ç.Ü Araştırma Fonu desteğinde (MMF2007-YL35) Yüksek Lisans Tezinden oluşturulmuştur. Çalışma için destek sağlayan Ç.Ü Araştırma Fonuna, değerli öneriler sunan Prof.Dr. Alastair ROBERTSON, Prof. Dr. Fikret İŞLER, Prof.Dr. Cavit DEMİRKOL'a, Paleontolojik determinasyonları yapan Prof. Dr. Niyazi AVŞAR'a, yapıcı eleştiri ve destek veren Prof. Dr. Kemal GÜRBÜZ, Prof. Dr. Osman PARLAK, Doç. Dr. Erol ÖZER ve Steven NAIRN'e sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

7. KAYNAKLAR

Akyürek , B., Bilginer, E., Çatal, E.,

- Dağer, Z., Soysal, Y. ve Sunu, O., (1980) *Journal of the Geological Society, London*, 159, 529–543.
- Eldivan-Şabanözü (Çankırı) Hasayaz-Çandır (Kalecik-Ankara) dolayının jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap., 6741 (Yayınlanmamış).
- Akyürek, B., (1981) Ankara Melanjının kuzey bölümünün temel jeoloji özellikleri: İç Anadolu'nun jeolojisi Simpozyumu, 41-45 Türkiye Jeol. Kur, 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, Y., Değer, Z., Çatal, E., Sözer, B., Yıldırım, H. ve Hakyemez, Y., (1982) Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap: 7298 (Yayınlanmamış).
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, Y., Değer, Z., Çatal, E., Sözer, B., Yıldırım, H. ve Hakyemez, Y., (1984) Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeoloji özellikleri: Jeoloji Mühendisliği 20,31-46.
- Akyürek, B., Akbaş, B., ve Değer, Z., (1988), 1/100.000 ölçekli açınısama nitelikli Türkiye Jeolojisi Haritaları Serisi, Çankırı E-10 Paftası: MTA yayınları, Ankara.
- Alptekin, Ö., 1973. *Focal Mechanism of Earthquake in Western Turkey and Their Tectonic Implication*, Ph. D. Thesis, New Mexico Inst. of Mining and Tech., Socorro, New Mexico.
- Andrew, T. and Robertson, A.H.F. (2002) *The Beyşehir–Hoyran–Hadim Nappes: genesis and emplacement of Mesozoic marginal and oceanic units of the northern Neotethys in southern Turkey*.
- Argand, E. (1924) *La Tectonique de l'Asie, Compte-rendu du 13e congrès Géologique International, Brussel*, pp. 171-372.
- Arni, P. (1939) : *Doğu Anadolu ve mücavir muntakalarının tektonik ana hatları*. M.T.A. Yayınl., seri B, no. 4, Ankara.
- Bailey, E.B. and McCallien, C. (1950) *The Ankara mélange in central Anatolia. Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) 40*, 12–22.
- Baykal, F., (1943) *Şile Bölgesinin Jeolojisi. Fen Fakültesi Monogr., No:3*, İstanbul.
- Blumenthal, M. M. (1946) : *Die neue geologische Karte der Türkei und einige ihrer stratigraphisch-tektonischen Grundzüge. Eclogae Geol. Helv., vol. 39*, no. 2.
- Boztuğ, D. (1998) *Post-Collisional Central Anatolian Alkaline Plutonism, Turkey. Turkish Journal of Earth Science*, 7, 145-165
- Çapan, U.Z. ve Buket, E., (1975), *Aktepe-Gökdere bölgesinin jeolojisi ve ofiyolitli melanj: Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 18/1, 11-16*.
- Çapan, U.Z. ve Floyd, P.A., (1985), *Geochemical and petrographic features of metabasalts within units of the Ankara melange: Ofioliti, 10/1, 348*.
- Çemen, I., Göncüoğlu, M.C. and Dirik, K. (1999) *Structural evolution of the Tuz Gölü Basin in Central Anatolia, Turkey. Journal of Geology*, 107, 693-706

- Channel, J.E.T., Tüysüz, O., Bektaş, O. and Şengör, A.M.C. (1996). *Jurassic-Cretaceous paleomagnetism and palaeogeography of the Pontides (Turkey)*. *Tectonics*, 15(1), 201-212
- Clark, M. and Robertson, A.H.F. (2002). *The role of the Early Tertiary Ulukışla Basin, southern Turkey, in suturing of the Mesozoic Tethys ocean*. *Journal of the Geological Society, London*, 159, 673-690.
- Dewey, J.F., (1976). *Ophiolite obduction: Tectonophysics*, 31, 93-120.
- Dewey, J.F. ve Şengör, A.M.C., 1979, *Aegean and surrounding regions complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone: Geol. Soc. Am. Bül.*, 90, 84-92..
- Dickinson, W.R. and Suczek, C.A. (1979). *Plate tectonics and sand stone compositions*. *AAPG Bulletin*, 63, 2164-2182
- Dilek, Y. and Thy, P. (2006) *Age and petrogenesis of plagiogranite intrusions in the Ankara mélangé, central Turkey*. *Island Arc*, 15, 44-57
- Dirik, K., Göncüoğlu, M.C. and Kozlu, H. (1999) *Stratigraphy and pre-Miocene tectonic evolution of the southwestern part of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey*. *Geological Journal*, 34, 303-319
- Egeran, N., (1947). *Tectoniqu de la Turquie et Relation Entre Les Unites Tectoniques et Les Gites Metalliferes de la Turquie*, 1, 8, 197p, These, Nancy.
- Erol O., (1954). *Ankara ve civarının jeolojisi hakkında rapor*. M.T.A. Rap. No:2491 (yayınlanmamış), Ankara.
- Erol, O., (1955). *W. Weingarten 56/2, 56/4 (Sivrihisar) ve 57/1, 57/3 (Ankara) paftalarının jeolojik haritası hakkında raporuna ait korelasyon revizyonu raporu*. M.T.A. Rap. no. 2473, (yayınlanmamış), Ankara.
- Gannser, A., (1959). *Ausseralpine Ophiolit probleme*. *Eclog. Geol. Helv.*, v.52, 659-680.
- Gökten, E., Meydan, M., (2006). *Anticlockwise Rotation Related Deformational Structures in a Wedge-Shaped Area Between The North Anatolian Fault and its Kırıkkale-Erbaa Splay (N Turkey)*.
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, I. and Şengör, A.M.C. (1984). *Palaeotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex; Sedimentary record of a Neothethyan closure*. In *The geological evolution of the Eastern Mediterranean* (J.E. Dixon & A.H.F. Robertson eds), p. 467 – 482. *Geological Society of London Special Publication*. No. 17.
- Görür, N., Tüysüz, O. and Şengör, A.M.C. (1998). *Tectonic Evolution of the Central Anatolian Basins*. *International Geology Review*, 40, 831-850.
- Gürer, Ö, F. and Aldanmaz, E. (2002) *Origin of the Upper Cretaceous-Tertiary sedimentary basins within the Tauride-Anatolide platform in Turkey*. *Geol. Mag.* 139, 191-197.
- İlbeyli, N., Pearce, J.A., Thilwall, M.F. and Mitchell, J.G. (2004). *Petrogenesis of collision-related plütonics in Central Anatolia, Turkey*. *Lithos* 72, 163-182
- İlbeyli, N. (2005). *Mineralogical –geochemical constraints on intrusives in central Anatolia, Turkey: tectono-*

- magmatic evolution and characteristics of mantle source. Geological Magazine. 142 (2), 187-207*
- Jaffey, N. and Robertson, A.H.F. (2001) *New sedimentological and structural data from the Ecemiş Fault Zone, southern Turkey: implications for its timing and offset and Cenozoic tectonic escape of Anatolia. Journal of the Geological Society, London, 158, 367-378*
- Kadioğlu, Y.K., Dilek, Y., Güleç, N. and Foland, K. (2003). *Tectonomagmatic Evolution of Bimodal Plutons in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. The Journal of Geology, 111, 671-690*
- Kaymakçı, N. (2000). *Tectono-stratigraphical evolution of the Çankırı basin (Central Anatolia, Turkey). Published Ph.D. Thesis, Utrecht University. Geologica Ultraiectina Publication no. 190.*
- Kazancı, N. and Varol, B. (1990). *Development of a mass flow-dominated fan-delta complex and associated carbonate reefs within a transgressive Palaeocene succession, Central Anatolia, Turkey. Sedimentary Geology, 68, 261-278*
- Keppie, J.D. and Dostal, J. (1994). *Late Silurian-Early Devonian transpressional rift origin of the Quebec reentrant, northern Appalachians: Constraints from geochemistry of volcanic rocks. Tectonics 13 1183 – 1189*
- Ketin, İ. (1961). *Über die magmatischen Erscheinungen in der Türkei. Bull. Geol. Soc. Turkey, vol. VII, no. 2, Ankara.*
- Koçyiğit, A., (1991). *An example of an accretionary forearc basin from North Central Anatolia and its implications for the history of subduction on neotethys in Turkey, Geol. Soc. Am. Bull. 103, 22-36*
- Koçyiğit, A., Özkan, S. and Rojay, B.F. (1998). *Examples from the forearc basin remnants at the active margin of northern Neo-Tethys: Development and emplacement ages of the Anatolian nappe, Turkey. Metu Journal of Pure and Applied Sciences, 21, 183-210*
- Köksal, S., Romer, R.L., Göncüoğlu, M.C, Toksoy- Köksal, F. (2004). *Timing of post-collisional H-Type to A-Type granitic magmatism: U-Pb titanite ages from the Alpine central Anatolian granitoids (Turkey). International Journal of Earth Science, 93, 974-989*
- McKenzie, D., (1972). *Active Tectonics of Mediterranean Region, Geophys. J. R. Astro. Soc., 30, 109-185.*
- Moench, R.H. and Aleinikoff, J.H. (2002) *Stratigraphy, geochronology, and accretionary terrane settings of two Bronson Hill arc sequences, northern New England. Physics and Chemistry of the Earth. 27, 47-95.*
- Norman, T.N. (1972). *Ankara doğusunda Yahşihan bölgesinde Üst Kretase-Alt Tersiyer yaşlı arazinin jeolojisi. MTA yayınları Ankara, 169p.*
- Norman, T.N., Gökçen, S.L. and Şenalp, M. (1980). *Sedimentation pattern in Central Anatolia at the Cretaceous-Tertiary boundary. Cretaceous Research. 1, 61-84.*
- Norman, T.N. (1984). *The role of the Ankara Melange in the development of*

forms the basement. Yukarıya formation which consist of shale and limestones is overlain by Middle Devonian age Şafaktepe formation that comprises dolomites. Upper Devonian age Gümüşali formation consisting of quartzite and limestone and conformably rest on the Şafaktepe formation. Upper Permian age mainly composed of limestone overlies the Gümüşali formation with angular unconformity. Upper Triassic-Cretaceous age Demirkazık formation composed of limestone and dolomite, rest on the Yiğilitepe formation an angular uncoformity.

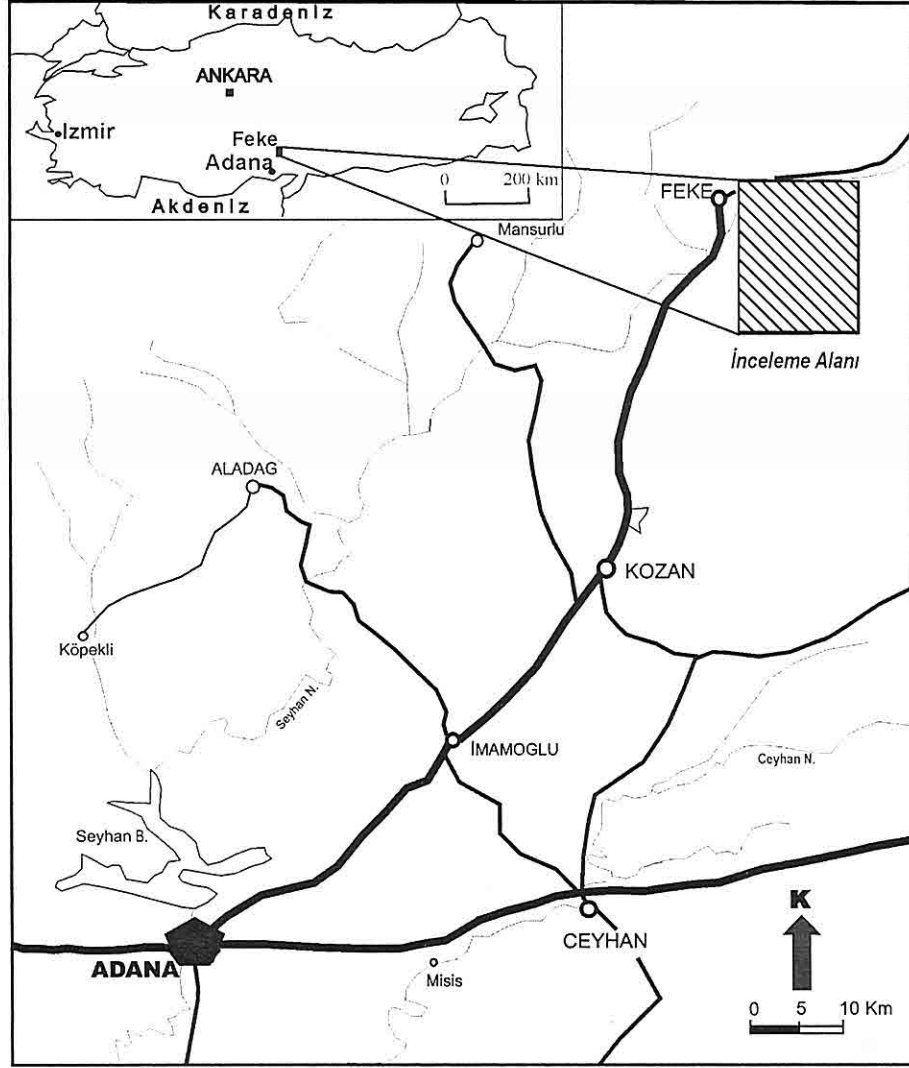
Gildirli formation which is located at the base of Tertiary sequence, overlies the Paleozoic and Mesozoic aged units. Oligocene-Lower Miocene age Gildirli formation consist of conglomerate, sandstone and mudstones is overlain by Lower Miocene age Kaplankaya formation that composed of carbonates and clastics material which deposited shallow marine-beach environment. Lower-Middle Miocene age Karaisalı limestone that consist of reefal limestones, conformably and transitionally rest on the Kaplankaya formation. This unit is transitionally and conformably overlain by Middle Miocene age Güvenç formation that mainly comprises of sandstone interbedded shale. Güvenç formation is transitionally and conformably overlain by the Kuzgun formation, that consist of clastic material of shallow marine environment. The upper part of Middle-Upper Miocene age Kuzgun formation consist mainly of clastics deposited in fluvial and alluvial environments. This unit mainly composed of sandstone interbedded conglomerates. Quaternary period represented by alluviums and slope waste.

1. GİRİŞ

İnceleme alanı; Adana ili Feke ilçesi doğu-güneydoğusunda yer almakta olup, yöresel anlamda "Tapan" olarak adlandırılmaktadır. Bu alan; 1/ 25 000 ölçekli Adana M 35 b3, c2 ile Gaziantep M 36-a4, d1 paftalarının birleşme yerine karşılık gelmektedir (Şekil 1). Kuzeyden güneye doğru; Kazancı, Köleli, Koğukçınar, Kırıküşağı, Paşalı, Tenkerli, İncirci, Akoluk, Hasanlı, Kaşaltı, Esilmek ve Uğurlubağ yerleşim birimlerini kapsamaktadır (Şekil 2).

Adana Baseni'nin kuzeydoğu kesimine düşen inceleme alanı ve yakın dolayında, bu incelemeden önce daha çok Paleozoyik ve Mesozoyik stratigrafisine yönelik birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen

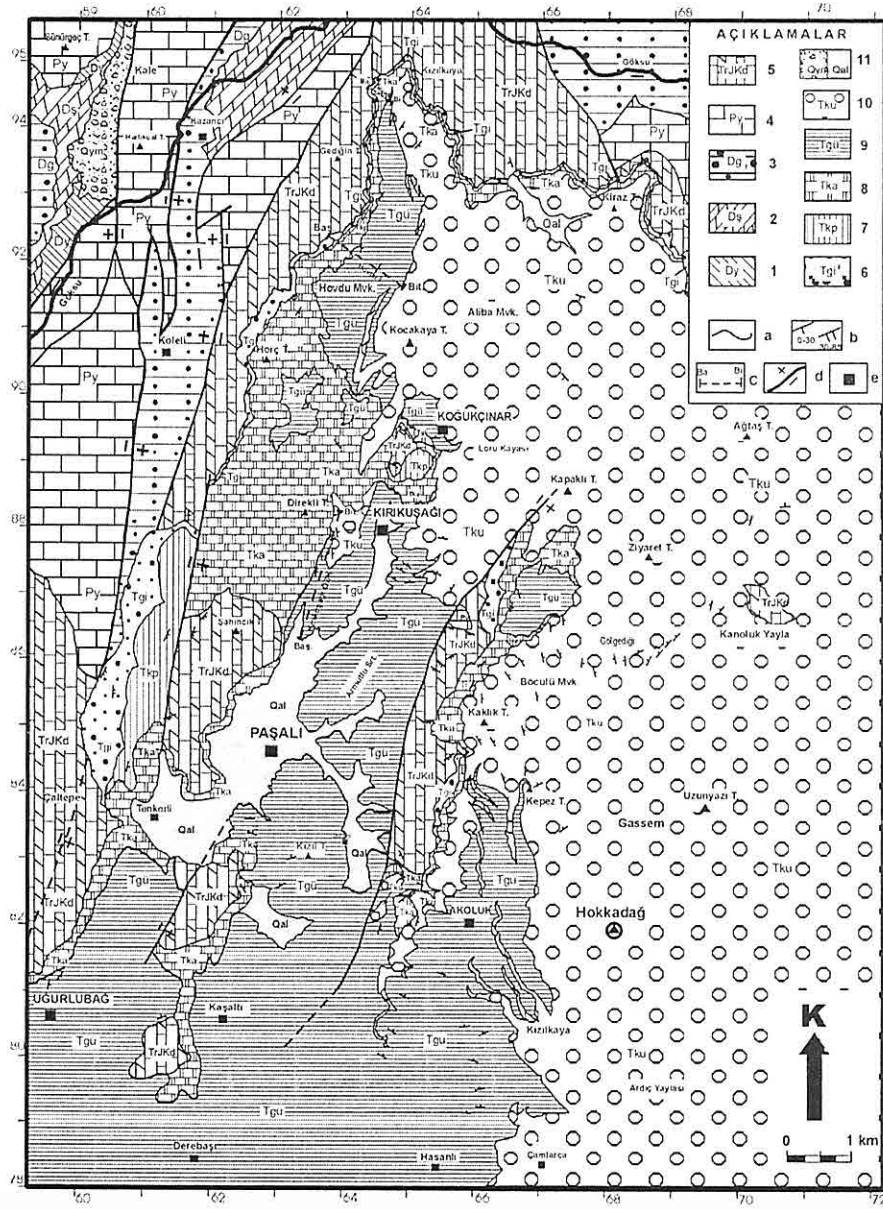
Tersiyer stratigrafisine ilişkin kabul edilebilecek bir ayırt ortaya konmamıştır. Tersiyer'e ait birimler 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'nda denizel Miyosen olarak gösterilmiş olup, MTA Genel Müdürlüğü'nce son yıllarda yapılan çalışmalarında ise Sümbüldağı formasyonu adıyla incelenmiştir. Bu çalışmanın amacı; Doğu Toros Kuşağı'nın batı kesiminde yer alan inceleme alanında yüzeyleyen kaya birimlerinin stratigrafik özelliklerini ortaya çıkarmaktır. Bu amaca yönelik olarak öncelikle söz konusu alanın 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası, stratigrafi kesit ölçümleri yapılmış, seri ve nokta olmak üzere kırıntı, kaya örnekler derlenmiştir. Derlenen bu örneklerin kırıntılı olanları yıkama yöntemi ile



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

paleontolojik; kaya olanları ise ince kesit yapılmak suretiyle hem petrografik, hem de paleontolojik değerlendirmeleri yapılmıştır. İnceleme alanı ve çevresi Özgül ve Kozlu (2002) tarafından tanımlanan Geyikdağı Birliği'nin Feke Birimleri içerisinde yer almaktadır. Bölge;

petrol, kömür, maden, genel jeoloji vb amaçlı olmak üzere birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Daha önce yapılan bu incelemelerin başlıcaları; Schmidt (1961), Demirtaşlı (1967), Özgül ve diğ., (1972, 1973), Özgül (1976), Kozlu ve diğ.. (1978), Tutkun (1984), Yalçın ve



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası: 1. Yukarıyayla formasyonu (Dy), 2. Şafaktepe formasyonu (Dş), 3. Gümüşali formasyonu (Dg), 4. Yığılıtepe formasyonu (Py), 5. Demirkazık formasyonu (TrJKd), 6. Gildirli formasyonu (Tgi), 7. Kaplankaya formasyonu (Tkp), 8. Karaisalı kireçtaşı (Tka), 9. Güvenç formasyonu (Tgü), 10. Kuzgun formasyonu (Tku), 11. Yamaç molozu (Qym) – alüvyon (Qal). a. Dokanak, b. Doğrultu-eğim, c. Ö.S.K güzergahı, d. Eğim atımlı fay, e. Yerleşim birimi.

Görür (1984), Altınar ve diğ. (1986), Metin ve diğ. (1986), Dağlıoğlu (1987), Temur (1987), Yetiş (1988c), Ayhan (1988), Kozlu (1997), Ocakoğlu (2002), Özgül ve Kozlu (2002) tarafından yapılmıştır.

2. STRATİGRAFI

Adana Baseni'nin kuzeydoğusunda yer alan inceleme alanında; Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı kayalar yüzeylenmektedir (Şekil 2). Temeli oluşturan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kaya birimleri; Yukarıyayla formasyonu, Şafaktepe formasyonu, Gümüşali formasyonu, Yiğilitepe formasyonu ile Demirkazık formasyonundan ibaret olup, Adana Baseni Tersiyer istifini tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3). Bölgede Tersiyer istifine ait kaya birimleri tabandan tavana; Gildirli formasyonu, Kaplankaya formasyonu, Karaisalı kireçtaşı, Güvenç formasyonu, Kuzgun formasyonundan ibarettir. Alüvyon ve yamaç molozu ise Kuvaterner'e ait olağan çökellerdir (Şekil 4).

2.1. Yukarıyayla Formasyonu (Dy)

Birim, Demirtaşlı (1967) tarafından adlandırılmıştır. Kireçtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan formasyon, inceleme alanının kuzeybatı kesiminden geçen Göksu vadisi boyunca gözlenmektedir (Şekil 2). Puşçutepe formasyonu üzerinde nodüler kireçtaşı-şeyl ardalanması ile başlayıp yukarı doğru kireçtaşı-şeyl ardalanması ile devam eden birimin üst seviyelerinde tamamen şeyller hakimdir. Nodüler kireçtaşı tabakaları bol

miktarda *Orthoceras* sp. fosilleri içermektedir. Yukarıyayla formasyonunun taban dokanağı inceleme alanı dışında ve Fekedağı doğusunda gözlenmektedir. Formasyon burada Erken Silüriyen yaşlı Puşçutepe formasyonu ile geçişli olup, üzerine uyumlu olarak Orta Devoniyen yaşlı Şafaktepe formasyonu gelmektedir. Yetiş (1988c) tarafından Gedik ölçülmüş stratigrafi kesitinde 104 metre kalınlık bulunmuştur. Demirtaşlı (1967) tarafından tespit edilen kalınlık ise 400 metredir (Şekil 3). İçermiş olduğu, *Orthoceras* sp, *Acrospirifer* sp, *Spirifer* cf. *undiferus* Roemer fosil topluluğuna göre Yukarıyayla formasyonuna Erken Devoniyen yaşı verilmiştir (Yetiş,1988c). Formasyonu oluşturan kaya türü ile içerdiği fosiller dikkate alındığında; çökeltinin sıcak, yüksek enerjili sığ bir deniz ortamında oluştuğu söylenebilir.

2.2. Şafaktepe Formasyonu (Dş)

Formasyon adı ilk defa Demirtaşlı (1967) tarafından kullanılmıştır. Birim; inceleme alanının kuzeybatısındaki eski Feke kalesi batı kesimi, Kazancı Mahallesi civarında ve Göksu vadisinde gözlenmektedir (Şekil 2). Şafaktepe formasyonu; başlıca orta-kalın tabakalı, gri-boz, koyu kahve renkli, yer yer kuvarsit arakatmanlı dolomit, dolomitik kireçtaşından meydana gelir. Dolomit; orta-kalın tabakalı ve breşik görünümlüdür. Şafaktepe formasyonunun taban dokanağı Yukarıyayla formasyonu, tavan dokanağı ise Gümüşali formasyonu ile uyumludur (Şekil 3). Kazancı Mahallesi civarında Gümüşali formasyonu

PALEOZOYİK			MESOZOYİK			ÜST SİSTEM	
DEVONİYEN		PERMIYEN	TRİYAS	JURA	KRETASE	SİSTEM	
ALT	ORTA	ÜST	ÜST	ÜST		SERİ	
YUKARIYAYLA	ŞAFAKTEPE	GÜMÜŞALİ	YİĞİLİTEPE	DEMİRKAZIK			FORMASYON
Dy	Dş	Dg	Py	TrJKd			SİMGE
400	600	500	400	1000			KALINLIK(M)
LİTOLOJİ			AÇIKLAMALAR				
Silttaşı arakatmanlı kireçtaşı			Dolomit				
Dolomit			Dolomitik kireçtaşı				
Kuarsit - Kireçtaşı			Kireçtaşı				
AÇISAL DİSKORDANS			AÇISAL DİSKORDANS				
Kireçtaşı			Kireçtaşı				

Ölçeksizdir

Şekil 3. İnceleme alanının geliştirilmiş stratigrafi kesiti (Paleozoyik-Mezozoyik).

S E N O Z O Y İ K		ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	SİMGE	KALINLIK(M)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
		KUVATERNER									<i>Alüvyon, yamaç molozu</i>
		T E R S İ Y E R									
		M İ Y O S E N									
OLİGOSEN	Akitaniyen-Burdigaliyen		Langhiyen-Serravaliyen		Tortoniyen-Messiniyen		Kuzgun		Tku	100-1000	<i>Kumtaşı arakatmanlı, karbonat çimentolu, polijenik çakıltası</i>
	Gildirli	Kaplankaya	Karaisah kçt	Güvenç							
	Tgi	Tkp	Tka	Tgü				0-400		<i>Kumtaşı arakatmanlı şeyl</i>	
	0-150	0-100	0-100	0-100						<i>Biyoklastik kireçtaşı</i>	
										<i>Çakıltası, çakıllı kumtaşı çakıllı - kumlu kireçtaşı</i>	
										<i>Çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, miltası</i>	
Ölçeksizdir											

Şekil 4. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafisi kesiti (Senozoyik).

tarafından uyumlu olarak üzerlenirken, Geç Permiyen yaşlı Yığılítepe formasyonu ile olan dokanağı tektoniktir. Formasyonun kalınlığının 600 metre ile 1750 metre arasında deđiştíđi önceki araştırmacılar (Tutkun, 1984; Metin ve diğ.; 1986; Ayhan, 1988) tarafından tespit edilmiştir. şafaktepe formasyonunun yaşına ilişkin yapılan paleontolojik tanıtımlar neticesinde bulunan; *Amphipora ramosa*, *Thamnophyllum* sp., *Coenites* sp., *Thamnophyllum trigeme* fosilleri birimin Orta Devoniyen'de çökelmif olduğunu işaret etmektedir (Demirtaşlı, 1967; Metin ve diğ., 1986; Ayhan, 1988). Çökelmanin ise sıcak ve dalgalı bir şelf ortamında oluştuğu söylenebilir.

2.3. Gümüşali Formasyonu (Dg)

İlk defa Demirtaşlı (1967) tarafından tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Birim inceleme alanının kuzeybatı kesiminde Kazancı Mahallesi ile Köleli dolayında, kuzeydoğu kesiminde ise Göksu vadisinde gözlenmektedir. Başlıca; kuvars kumtaşı, şeyl, kireçtaşı ve dolomit aralanmasından oluşmaktadır. Kumtaşları; kahve renkli, ince-orta tabakalı, laminalıdır. şeyler; gri, siyah renkli, ince tabakalı, laminalı ve oldukça yumuşaktır. Kireçtaştaşı ise koyu gri, siyah, ince-orta tabakalı, bol makrofosillidir (şekil 2, 3). Feke-Fekedağ dolayında gerçekteşirdiği araştırmada Yetiş (1988c), Gümüşali formasyonunu iki üyeye ayırarak incelemiştir. Bunlardan ilki formasyonun tabanında kuvarsitin egemen olduğu Çıkak üyesi, ikincisi ise

karbonatlardan oluşan Kızkapan üyesidir. Fekedağ güney yamacında şafaktepe formasyonu üzerinde uyumlu olarak bulunan birim; daha güney kesimlerde Geç Permiyen yaşlı Yığılítepe ve Geç Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık formasyonları ile tektonik dokanaklıdır. İnceleme alanı dışındaki üst dokanağı Yığılítepe formasyonu ile uyumsuzdur. Feke civarında Çıkak üyesi için ölçülen kalınlık 184 metre, Kızkapan üyesi için ölçülen kalınlık ise 172 metredir (Yetiş, 1988c). Gümüşali formasyonunun bölgesel ölçekteki kalınlığı 350-600 metre arasında değişmektedir (şekil 2). Gümüşali formasyonunun yaşına ilişkin olarak yapılmış olan paleontolojik incelemelere göre bazı araştırmacılar (Demirtaşlı, 1967; Tutkun, 1984; Metin ve diğ., 1986; Ayhan, 1988) tarafından bildirilen *Spinatrypa* sp., *Cyrtospirifer* sp., *Cyrtospirifer* cf. *Veruelli* (Murchison), *Hexagonaria* sp., *Disphyllum caespitosum*, *Zaprentis* sp., *Hexagonaria hexagonaria* (Golgfuss), *Fenestella* sp., *Thamnopora* sp., *Alveolites suborbicularis* Lamark, fosillerine göre birimin Geç Devoniyen yaşında olduğu belirlenmiştir. Çökelmanin sıcak ve sığ denizel (gelgit arası-gelgit altı) bir ortamda olduğu söylenebilir.

2.4. Yığılítepe Formasyonu (Py)

Demirtaşlı (1967) tarafından Yığılítepe kireçtaşı olarak adlandırılan birime Özgül ve diğ., (1973) tarafından şeyl aratabakaları da içermesi nedeniyle Yığılítepe formasyonu adı uygulanmıştır. Birim, inceleme alanı batı-kuzeybatısında;

Kazancı Mahallesi dolayında, Göksu vadisinde, Köleli güneybatısında gözlenirken, doğuya doğru gidildiğinde Kiraz Tepe'nin kuzeydoğusunda gözlenmektedir. Formasyon; koyu gri, siyah renkli, ince-orta tabakalı, taban seviyelerinde 20-30 cm kalınlıkta fosilli şeyl aratabakalı kireçtaşıdan ibarettir (Şekil 2). Göksu vadisi dışındaki mostralarda şeyl arakatmanları gözlenmez. *Mizzia* sp.lerin çıplak gözle görülmesi formasyonun ayırtman özelliklerindedir. Yığıltepe formasyonu, daha yaşlı Yukarıyayla, Şafaktepe, Gümüşali formasyonları üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Üzerine ise Geç Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. Kazancı Mahallesi dolayındaki alt ve üst dokanakları tektoniktir. Formasyonun bölgesel ölçekteki kalınlığı 300-800 metre arasındadır (Demirtaşlı, 1967; Tutkun, 1984; Metin ve diğ., 1986; Yetiş, 1988c) (Şekil 3). Yığıltepe formasyonuna önceki araştırmacılar tarafından Geç Permiyen yaşı verilmiştir (Demirtaşlı, 1967; Tutkun, 1984; Metin ve diğ., 1986; Ayhan, 1988; Yetiş, 1988c). Paşalı yerleşim biriminin doğusundaki Gökkaya civarında yüzeyleyen kireçtaşı düzeylerinden alınan örneklerde Dr. C. Okuyucu (MTA), Prof. Dr. Kemal Taslı (ME.Ü.) tarafından aşağıdaki fosiller saptanmıştır: *Hemigordius* sp., *Globivalvulina* sp., *Pachyphloia* sp., *Nankinella* sp., *Kahlerine* ? sp., *Langella* sp., *Pseudovidalina* sp., *Cribrogenerina* sp., *Geinitzina* sp., *Gymnocodium* sp., brakiyod kavkıları, ekinoderm dikenleri

ve kırıntıları. Bu fosil topluluğuna göre inceleme alanı dahilindeki Yığıltepe formasyonunun yaşı Geç Permiyen (muhtemelen Kibergandiyen-Murgabiyen) olarak belirlenmiştir. Formasyonu oluşturan kaya türü özellikleri ile içermiş olduğu fosil topluluğu göz önüne alındığında çökmenin sıg ve sıcak bir denizel lagün ortamında gerçekleştiği söylenebilir.

2.5. Demirkazık Formasyonu (TrJKd)

Formasyon adı ilk defa Yetiş (1978) tarafından Ecemiş Fay Kuşağı doğusunda yüzeyleyen Geç Triyas-Kretase yaşlı karbonatlar için kullanılmıştır. Doğu Toroslarda yaygın olarak gözlenen bu birim, Demirtaşlı, 1967; Özgül ve diğ., 1973; Metin ve diğ., 1986; Tutkun, 1984; Ayhan, 1988 tarafından Köroğlutepesi formasyonu adıyla incelenmiştir. Formasyon inceleme alanında; Hovdu Mevki'si, Şahincik Tepe, Kızılkaya, Koğukçınar güneyi, Kaklık Tepe batı yamacı, Çal Tepe, Tenkerli güneyi ile Ağtaş Tepe kuzeyinde ve Kanoluk Yayla civarında gözlenmektedir. İnceleme alanında Demirkazık formasyonu başlıca; kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomit aralanmasından oluşmaktadır (Şekil 2). Kireçtaşı seviyeleri açık gri, kirli beyaz renkli, ince-orta tabakalı, kalsit damarlı, biyomikrit, fosilli mikrit ve mikrit yapıışlıdır. Dolomit seviyeleri açık bej, boz ve pembemsi renkli, kalın tabakalı, gözenekli, kalsit damarlı, kırı fosilli, sert, sağlam, keskin köşeli ve kırıklıdır. İnceleme alanı dahilindeki yüzleklerden derlenen örneklerin ince kesitlerinin

petrografik tanımlarına göre birimin, Folk (1962)'ye göre mikrit-fosilli mikrit ve biyomikrit ile dolomitlerden ibaret olduğu belirlenmiştir. Demirkazık formasyonunun inceleme alanı içerisinde taban dokanağı gözlenmemektedir. Formasyon, inceleme alanı dışındaki Feke Dağı'nda Erken Devonyen yaşlı Yukarıyayla ve Geç Permiyen yaşlı Yığılítepe formasyonları üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır (Yetiş, 1988c). İnceleme alanının kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde formasyonun Geç Devonyen yaşlı Gümüşali formasyonu ve Geç Permiyen yaşlı Yığılítepe formasyonu ile olan dokanağı tektoniktir. Birimin üzerine Adana Baseni Tersiyer birimleri

açısal uyumsuz olarak gelmektedir. Bu dokanak ilişkisi başta Hovdu Mevkii olmak üzere birçok yerde belirgin olarak gözlenmektedir (Foto 1). Feke Dağı güneybatı yamacında ölçmüş olduğu kesitte Yetiş (1988c), 754 metre kalınlık elde etmiştir. Birimi bölgesel olarak inceleyen bazı araştırmacılar (Metin ve diğ., 1986; Ayhan, 1988, Yetiş ve diğ., 1991) 1000-1500 metre kalınlık sunmakta olduğunu bildirmektedirler (Şekil 3). İnceleme alanı dışında özellikle Aladağların K-KD kesimlerinde Yetiş (1978), Adana baseni batı kesiminde Yetiş ve diğ., (1991), tarafından Demirkazık formasyonunun yaş konağının Geç Triyas-Kretase olduğu bildirilirken, aynı birimi Köroğlutepesi

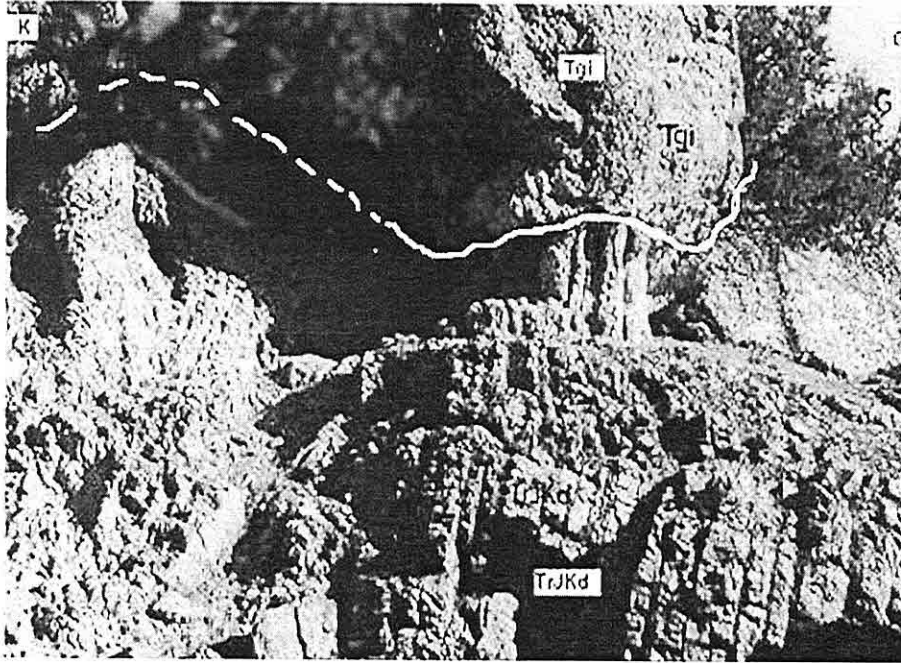


Foto 1. Demirkazık formasyonu (TrJKd) ile Gildirli formasyonu (Tgi) arasındaki açısal diskordanslı dokanak ilişkisi (Hovdu Mevkii).

formasyonu adı altında inceleyen Metin ve diğ., (1986), Tutkun, (1984), Ayhan, (1988) Jura-Kretase yaşını vermişlerdir. İnceleme alanı dahilinde Demirkazık formasyonundan derlenen nokta örneklerden Prof. Dr. K. Taslı (ME. Ü) aşağıdaki fosilleri tanıtmıştır: Nodosaridae, *Valvulina lugeoni* SEPTONTAINE, *Paleopfenderina salernitana* (SARTONI ve CRESCENTI), *Satorina apuliensis* FURCADE ve CHOROWICS, *Kilianina blanchetti* PFENDER, *Prakurnubia* sp., Ostracoda, Miliolidae, *Siphovalvulina* sp., Dasycladacean kırıntıları, *Salpingoporella* sp., Sünger spikülleri, ekinoderm kırıntıları, brakriyopod-pelesyopod kavkı parçaları, rudist kırıntısı, Calcisphaerulidae, *Valvulina* sp., *Thaumatoporella*(alg), *Aeolisaccus* sp., gastropoda, *Favreina* sp. (coprolith), *Pseudocyclamina* sp., Textularidae, *ercorsella scarsellai* (DE CASTRO), *Bacinella irregularis* RADOICIC.

Yukarıdaki fosil topluluğuna göre Demirkazık formasyonuna Geç Triyas-Kretase yaşı verilmiştir. Bol miktarda alg ve foraminifer içeren Demirkazık formasyonunun kaya türü de göz önünde bulundurulduğunda, ılg ve sıcak bir şelf ortamında çökelmiş olduğu söylenebilir. Mikrit; ılg, sakin, korumalı veya düşük enerjili ortamlarda gelişmekte, alg ve miliolidaeler 80 -100 m derinlikte yaşamaktadır. *Thaumatoporella* ise 40 metreden daha ılgda yaşamıştır. Algli, foraminiferli, yer yer kısmen dolomitleşmiş çamurtaşı ise oldukça ılg bir deniz ortamını karakterize etmektedir.

2.6. Gildirli Formasyonu (Tgi)

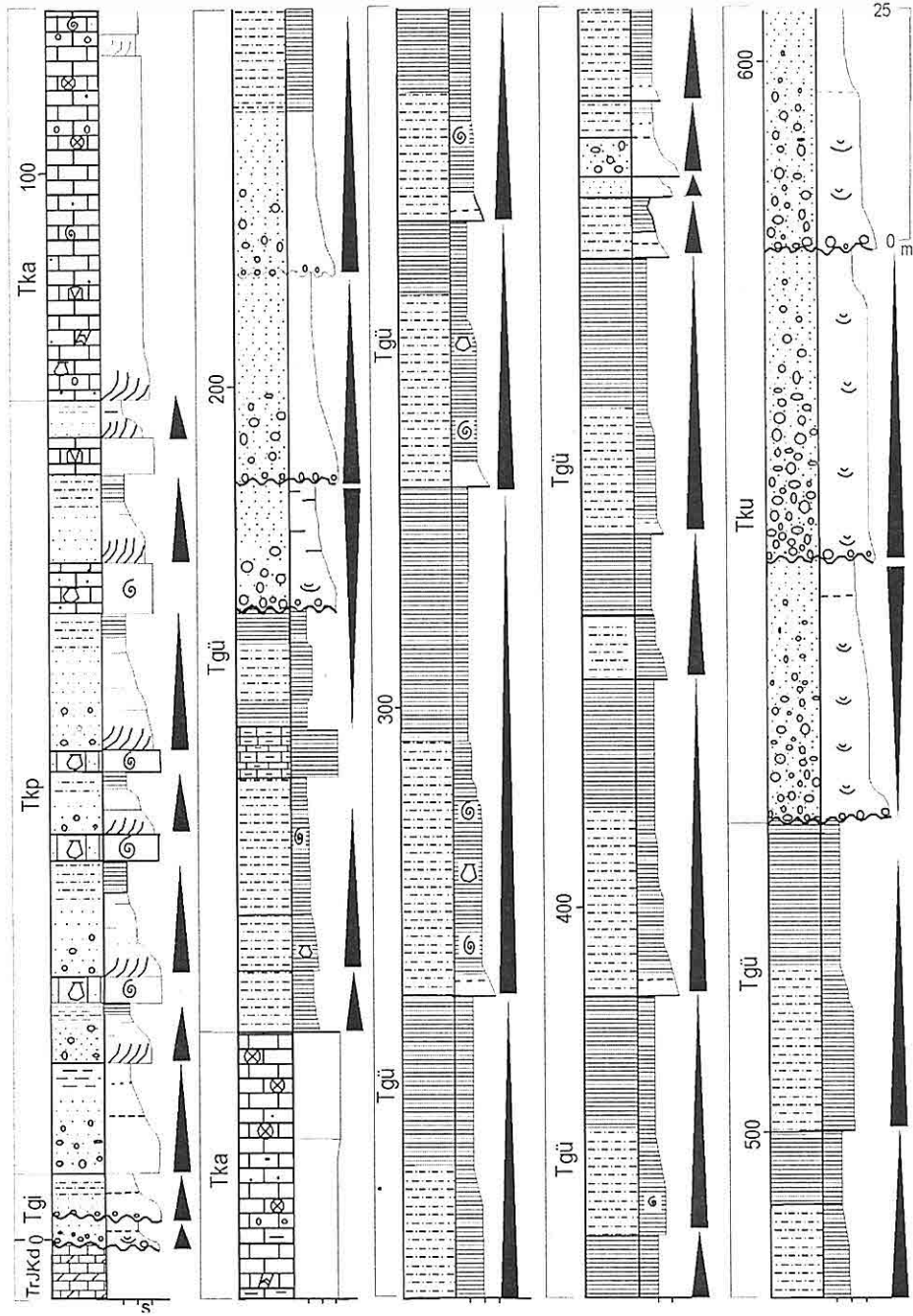
Adana Baseni kuzey-kuzeybatı kesiminde yüzeylemekte olan kırmızı renkli çakıltası, kumtaşı, şeyl ve miltaşı tabakalarından ibaret birime, Schmidt (1961) tarafından Gildirli formasyonu adı uygulanmıştır. Bu inceleme kapsamında Tersiyer istifin tabanını oluşturan, karasal ortam ürünü ve çoğunlukla kaba kırıntılardan oluşan çökeller Gildirli formasyonu inceleme alanının daha çok batı, kuzey, kuzeybatı kesimlerinde gözlenmektedir. Formasyon; Kiraz Tepe'nin kuzey ve kuzeydoğu yamaçlarında, Kızılkaya Mevki'sinin kuzeybatı kesimlerinde, Hovdu Mevki'sinde, Hörc Tepe batı yamacında, Çal Tepe ile Tenkerli arasında, Koğukçınar köyü civarında, yüzlekler sunmaktadır (Şekil 2). Gildirli formasyonu; kırmızı, kahve renkli, çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan dönemlerden meydana gelmiştir (Şekil 4). Çakıltası düzeyleri belirgin teknemsi çapraz tabakalanmalı, çamurtaşı düzeyleri yer yer paralel laminalanmalıdır. Kötu boylanmalı, çakıltasını oluşturan öğeler; yuvarlak, yarı yuvarlak, kireçtaşı, serpantin, kuvars, radyolarit ve metamorfik kaya parçalarından oluşmuş ve gevşek karbonat çimentoludur. Tabakalanma tabanda belirsiz veya kalın, üste doğru orta-inedir. Çakıltası düzeyleri aşınmalı bir tabanla alttaki birimleri üzerlemektedir. Tane boyunun yukarıya doğru incilmesiyle çakıltası düzeyleri tedrici olarak çakıllı kumtaşı, kumtaşı

düzeylerine geçmektedir. Kötü boylanmalı kırmızimsı renkli çakıllı kumtaşı, kumtaşı seviyeleri az yuvarlak kireçtaşı, çört, kuvarsit vb.den türeme taneli ve gevşek çimentoludur.

Hovdu Mevkii'ndeki Kocakaya Tepe'nin batısında ölçülen Hovdu I Ölçülmüş Stratigrafi Kesitinde (Başlangıç: K 92 275, D 62 950; Bitiş: K 91 500, D 64 150); gri-boz, mikritik kireçtaşı yapıışlı, çok kalın-som katmanlı Demirkazık formasyonu (Geç Triyas-Kretase) üzerine açısız uyumsuzlukla Adana Baseni Tersiyer istifine ait Gildirli, Kaplankaya formasyonları ile Karaisalı kireçtaşı, Güvenç ve Kuzgun formasyonları gelmektedir. Bu kesitte 6,48 metrelik bir kalınlık sunan Gildirli formasyonu başlıca; çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı yapıışlıdır (Şekil 5). Maksimum 5-6 cm'ye erişen as yuvarlak-uzunca taneler kireçtaşından türeme olup seyrek kuvars taneleri vardır. Çok kötü boylanmalı çakıltaşları kumlu matriks ve karbonat çimento ile tutturulmuştur. Ayrıışmış yüzeyi bozca pembemsi-gri, taze kırık yüzeyi açık pembesi renklidir. Genellikle sıkı tutturulmuş, çok kalın-som katmanlı birim; çoğunlukla tane, yer yer matriks desteklidir. Kaba çakıltaşı ile başlayan dönem yukarıya doğru tane boyu incelererek çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı arıalanmalıdır (Şekil 6).

Hovdu Mevkii kuzeyinde yer alan Hovdu II Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde (Başlangıç: K 94 600, D 63 450; Bitiş: K 94 350, D 63 925) Mesozoyik temel üzerinde 23,1 metre kalın Gildirli formasyonu pembemsi renkli, başlıca

kireçtaşı, seyrek kuvars yapıışlı, maksimum 3-4 cm boya erişen oldukça yuvarlak taneli, tekne şeklinde çapraz katmanlı çakıltaşı ile başlamaktadır. Orta boylanmalı, tane destekli çakıltaşı, taneleri ile eşitli bileşenli matriks ve karbonat çimento ile tutturulmuştur. Üzerleyen kalın katmanlı, 8-10 cm boya erişen, çoğu kireçtaşından türeme taneler ile seyrek silisli taneler, taneler ile eşit bileşimli matriks ve karbonat çimento ile tutturulmuş karbonat konglomerası uzaktan çakıllı kireçtaşı görünümündür. Bunun üzerine gelen tekne şeklinde çapraz katmanlı, maksimum 10 cm boya erişen kaba çakıltaşında tane boyu yukarıya doğru küçülmekte, birim tabanda tane destekli, yukarıya doğru matriks destekli çakıllı kireçtaşına geçmektedir (4 m). Üzerleyen orta-kalın katmanlı çakıltaşı-çakıllı kireçtaşı düzeyleri aşınmalı tabanlı, çapraz katmanlıdır. Daha üstte karbonatlı bir matriks ile tutturulmuş, som katmanlı, ince çakıllı kireçtaşı yer almaktadır. Bunun üzerine gelen ayrıışmış yüzeyi gri, taze kırık yüzeyi pembemsi gri renkli, seyrek çakıllı kireçtaşı koğuk gözeneklidir. Üzerleyen aşınmalı taban üzerinde ince bir çakıltaşı seviyesi ile başlayıp yukarıya doğru kumlu, ince katmanlı kireçtaşına geçen dönemler pembemsi gri renkli, keskin köşeli kırıklıdır. Karbonat çakıllı düzeylerde oldukça yuvarlak taneler maksimum 1-2 cm boya erişmektedir. Bileşen tanelerin büyük çoğunluğu karbonatlardan türeme olup, az bir yüzdesi silis bileşimlidir. Tane destekli dönemler aşınmalı bir taban üzerinde başlayıp tane boyu yukarıya doğru incelmekte ve tane



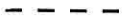


Şekil 5. Hovdu I ölçülmüş stratigrafi kesiti.

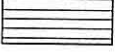
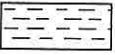

BİRİMLER

Tku: Kuzgun m.
 Tgü: Güvenç fm.
 Tka: Karaisalı kçt.
 Tkp: Kaplankaya fm.
 Tgi: Gildirli fm.
 TrJKd: Demirkazuk fm.


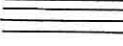


KATMAN DOKANAĞI

 Keskin / aşınmalı veya düzensiz
 Düzlemsel
 Geçişli






KATMANLANMA


 Laminalı
 Az belirgin laminalı
 Laminasız


SEDİMANTER YAPILAR

 Aşınma yüzeyi
 Yatay laminalanım
 Tekne şeklinde çapraz katmanlanım
 Düşük açılı çapraz katmanlanım

BİYOTA

 Lamellibrans
 Alg
 Ekinid
 Mercan
 Gastropod

 Yukarı doğru tane boyu incelen dönem

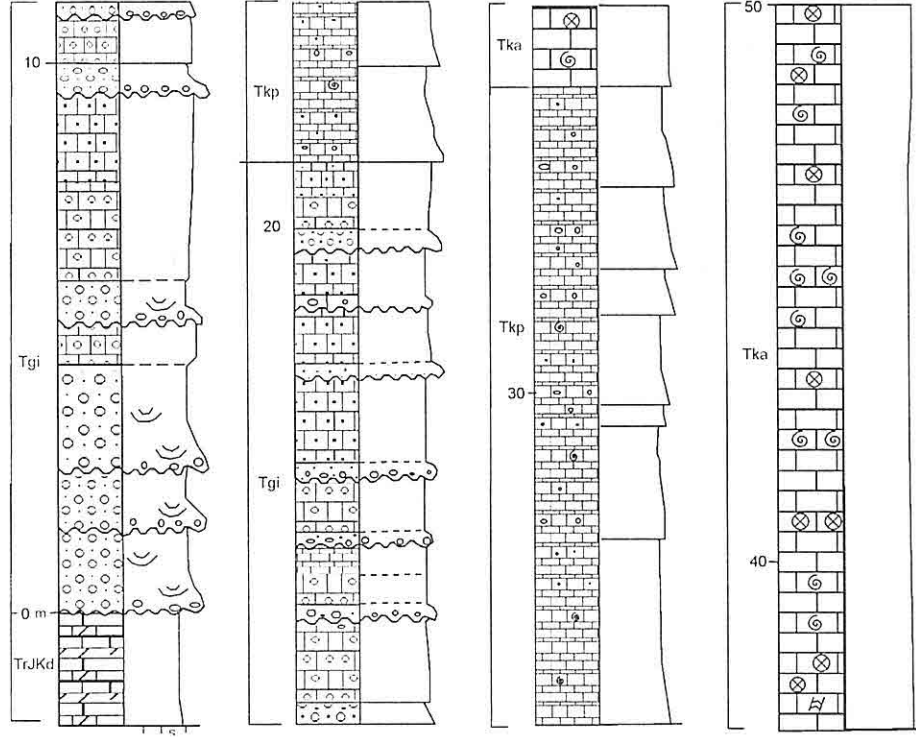
 Yukarı doğru tane boyu kabalaşan dönem

Şekil 6. Ölçülen kesitlerde kullanılan işaretler

oranı azalarak yukarıda matriks destekli düzeylere geçmektedir. Bu seviyeler seyrek koçuk gözeneklidir (Şekil 7).

Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kaya birimleri üzerinde diskordanslı olarak bulunan Gildirli formasyonunun üzerine, inceleme alanı kuzeybatı-batı kesimlerinde yer yer Kaplankaya formasyonu, yer yer Karaisalı kireçtaşı, diğer kesimlerde ise yalnızca Karaisalı kireçtaşı uyumlu olarak gelmektedir. İnceleme alanında Tersiyer istifin tabanını oluşturan Gildirli formasyonu, düzensiz bir paleotopoğrafyanın çukur alanlarında çökelmiştir. Bu nedenle yer yer yanal devamlılığı olmayan ve sıfırlanan bir geometriye sahiptir. Adana Baseni'ndeki

kalınlığını değişken olarak yorumlayan önceki araştırmacılar bu kalınlığın en fazla 300 - 350 metre olabileceğini belirtmişlerdir (Schmidt, 1961; İlker, 1975; Yalçın ve Görür, 1984; Yetiş ve diğ., 1991). Bu incelemede Gildirli formasyonuna kesin yaş verebilecek paleontolojik bir bulguya rastlanmamıştır. Bu durumda birimin stratigrafik konumu ile daha önce yapılmış olan çalışmalara ait bulgular önem kazanmaktadır. Yukarıda da bahsedildiği gibi inceleme alanında Gildirli formasyonu Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimleri açısal uyumsuzlukla üzerlemektedir. Altında bulunan en genç kayastratigrafi birimi Geç Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık



Şekil 7. Hovdu II ölçülmüş stratigrafi kesiti

formasyonu olup, üzerine ise Burdigaliyen-Langhiyen yaşı ile Kaplankaya formasyonu ve Karaisalı kireçtaşı gelmektedir (Foto 2).

Bölgesel ölçekte düşünüldüğünde inceleme alanı çevresinde Eosen dönemine ait bir çökmenin oluştuğu söylenebilir (Schmidt, 1961; İlker, 1975; Ayhan, 1978; Yetiş, 1978; Pampal, 1983; Tutkun, 1984; Kozlu, 1997). Lütesiyen'den sonra denizin çekilmesiyle, bölge Burdigaliyen'e kadar bir aşınma süreci geçirmiştir. Böylece Tersiyer sedimanter istifinin tabanında bulunan Gildirli formasyonu; Oligosen-Erken Miyosen zaman aralığında basenin paleotopografik çukurluklarında çökelmiş

olmalıdır (Yetiş ve Demirkol, 1984; Gökçen ve Gökçen, 1984; Yetiş ve diğ., 1986; Yetiş, 1988a; Yetiş ve diğ., 1991). Gildirli formasyonu; aşınmalı bir taban üzerinde çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ile başlayıp yukarı doğru tane boyu incelerek ince kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşan dönemler ile temsil edilmektedir (Şekil 4, 7). Bu dönemler içerisinde denizel herhangi bir fosil tespit edilmemiştir. Dönem tabanında bulunan çakıltası düzeyleri teknemsi çapraz tabakalanmalı, genellikle mercekse geometriye sahiptir. Formasyona hakim olan kırmızımsı rengi de yukarıdaki ipuçlarına eklediğimizde söz konusu



Foto 2. Gildirli formasyonu (Tgi) ile Karaisali kireçtaşı (Tka) arasındaki uyumlu ve geçişli dokanak ilişkisi (Koğukçınar güneyi).

birime ait dönemlerin bir akarsu ortamında çökelmiş olduğu söylenebilir.

2.7. Kaplankaya Formasyonu (Tkp)

Formasyon adı ilk defa Yetiş ve diğ., (1991), tarafından Adana Baseni kuzey-kuzeybatı kesiminde yüzeyleyen, boz renkli, makro fosilli, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, killi-kumlu kireçtaşlarından oluşan, ince-orta tabakalı birim için kullanılmıştır. Formasyon başlıca; Hovdu Mevki'sinde, Şahincik Tepe batısında, Tenkerli kuzey kesimlerinde, Kırıküşağı ve Koğukçınar arasında gözlenmektedir (Şekil 2). Kaplankaya formasyonu başlıca; gri, boz, yer yer sarımsı kahve renkli, çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, kumlu-killi, yer yer çakıllı kireçtaşı aralanmasından ibarettir. Çakıltası-çakıllı kumtaşı; koyu gri, boz renkli, belirgin

tabakalanmasız, taneleri iyi yuvarlaklaşmış başlıca; ofiyolit, kuvars, çört ve karbonat kökenlidir. Kumtaşı; gri, boz renkli, ince-orta tabakalanmalı, başlıca ofiyolit, kuvars, çört, kireçtaşı vb. den türeme yuvarlak taneli, orta-iyi boylanmalı, küresel ayrışmalı, bol denizel lamellibrans ve gastropod'ludur. Kumtaşı-silttaşı; gri, sarımsı kahve renkli, gevşek tutturulmuş, dağılgan, ince-orta tabakalanmalı, bol makro fosillidir. Üst seviyelere doğru karbonat ve kil oranının artmasıyla sarımsı gri, kirli sarı renkli, kalın tabakalı, bol makro fosilli, dayanımlı marn ile killi-kumlu, yer yer çakıllı kireçtaşı hakim olmaktadır.

Hovdu I Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde (Başlangıç: K 92 275, D 62 950; Bitiş: K 91 500, D 64 150); Gildirli formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen

Kaplankaya formasyonu 71,14 metre kalınlığa sahiptir. Birim, Gildirli formasyonu üzerinde çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumlu çakıllı kireçtaşı ile başlamaktadır. Gildirli formasyonuna göre tane boyu daha ince ve matriks desteklidir. Çok kaba katmanlı birim, seyrek lamellibrans ve gastropodlu olup üst düzeyleri kireçtaşı görünümlüdür. Kaba kırıntılı seviyeler yukarıya doğru tane boyu incelerken ince çakıltası, çok ince kumtaşı ve üstte silttaşına geçmektedir. Bozca gri renkli ince kırıntılılar gevşek tutturulmuş, dağılgandır. Bunun üzerine gelen dönemler, istifin tabana yakın kesiminde tane boyu 6-7 cm'ye erişen çakıltası ile başlayıp tane boyu yukarıya doğru incelen dönemler halindedir. İstifin tavanına doğru çakıllı seviyeler azalırken dayanımlı karbonatlı, kumlu karbonatlı seviyeler belirgin şekilde kalınlaşmaktadır. Bu düzeyler sığ denizel lamellibrans, ostrea, vb. kapsamakta olup çok kalın-som katmanlıdır (Şekil 5).

Hovdu II Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde (Başlangıç: K 94 600, D 63 450; Bitiş: K 94 350, D 63 925); Gildirli formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Kaplankaya formasyonu 12,4 metre kalın olup, başlıca; çakıllı-kumlu fosilli kireçtaşı yapılarıdır. İstifin tabanında açık pembemsi renkli birim, seyrek çakıllı kireçtaşı ile başlayıp yukarıya doğru kumlu kireçtaşı, kireçtaşı ve fosilli kireçtaşına geçmektedir. İstifin taban ve tavanına yakın kesimindeki karbonat çakılları maksimum 10-12 cm boya erişmekte yukarıya doğru tane boyu incelerken 1 cm boya düşmektedir. İstifin

bozca-gri renkli, matriks destekli tavanına yakın kesimlerindeki dönemler seyrek çakıllı kireçtaşı, kumlu kireçtaşından oluşmaktadır (Şekil 7).

İnceleme alanında Kaplankaya formasyonu; tabanda Gildirli formasyonu, tavanda ise Karaisalı kireçtaşı ile geçişlidir. Birim yer yer Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimler üzerine açılmal uyumsuzlukla gelen üstteki Karaisalı kireçtaşı ve Güvenç formasyonu ile yanal ve düşey geçişler sunmaktadır. Adana Baseni'nde birimin kalınlığı ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda 36-259 metre arasında değişen değerler bulunmuştur (Lağap, 1985, 1986a,b; Ünlügenç, 1986; Özalp, 1992; Usta, 1993; Uçar, 1997). Bu çalışmada ise; Hovdu I Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde 71,14 metre, Hovdu II Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde ise 12,4 metre kalınlık sunduğu saptanmıştır.

Kaplankaya formasyonunun yaşına ilişkin olarak Yetiş ve diğ., (1991) kumlu ve çakıllı kireçtaşı düzeylerinden derledikleri numunelerin paleontolojik incelemesi neticesinde şu fosilleri bildirmişlerdir: *Borelis melo* Fichtel ve Moll, *Quinqueloculina* sp., *Globorotalia* sp., *Globigerina* sp., *Elphidium* cf. *crispum* Linne, *Victoriella* sp., *Miogypsinoidea* sp., *Asterigerina* sp., *Heterostegina* sp., *Lenticulina* sp., *Acervulina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Lithothamnium* sp., *Turritella* (*Turritella*) *terebrali* cf. *gradata* Menke, *Lutaria cblonga* Chemnitz, *Pitaria* (*Callistra*) cf. *erycynoides* Lamarck, *Anadara* (*Anadara*) cf. *diluvii* Lamarck, *Conus* sp., *Gypsina* sp., *Elphidium* sp. Bu fosil

topluluğuna göre Kaplankaya formasyonuna Erken–Orta Miyosen (Burdigaliyen–Langhiyen(?)) yaşı uygulanmıştır. Kaplankaya formasyonu akarsu çökellerinden oluşan Gildirli formasyonu üzerine gelmektedir. Üzerine ise resifal karbonatlardan oluşan Karaisalı kireçtaşı gelmektedir. Formasyon; tabanda kaba kırıntılılar ile başlayıp yukarı doğru kırıntılı karbonatların hakim olduğu bir istif şeklindedir (Şekil 4, 5, 7). Özellikle ince kırıntılı, karbonatlı seviyeler bol miktarda denizel ekinid, lamellibrans, gastropod, ile çeşitli türden Foraminifer fosilleri içermektedir. Böylece birim, sahip olduğu litolojik özellikleri, fosil içeriği, kendine özgü geometrisi ile plaj-sığ deniz ortamını karakterize etmektedir. Kaplankaya formasyonu aynı zamanda Adana Baseni Miyosen denizi transgresyonunun ilk ürünüdür.

2.8. Karaisalı Kireçtaşı (Tka)

Adana Baseni'ndeki beyaz, bej renkli algal, yer yer mercan içeren, sıkı dokulu, mikro kriptokristalen, genellikle tabakalanmasız, biyoklastik kireçtaşına Schmidt (1961) Karaisalı kalkerini adını uygulamıştır. İnceleme alanı dahilinde benzer özellikler sunan birim için sadece kireçtaşlarından oluşması nedeniyle bu çalışmada eşitli ad kullanılmıştır. İnceleme alanının büyük bir bölümünde dağınık da olsa yüzlekleri gözlenmektedir. Kuzey–kuzeybatıda; Kazankaya ile Kiraz Tepe arasında, Hovdu Mevki'sinde, batı ve güneybatıda; Hörç Tepe ve Direkli Tepe'de, Tenkerli köyü batısında, Uğurlubağ kuzey ve doğusunda, orta

kesimlerde; Kapaklık Tepe güneyi ve Kaklık Tepede, Akoluk-İncirci arasında Karaisalı kireçtaşı bazen şerit, bazen de yama şeklinde yüzlekler sunmaktadır (Şekil 2). Koğukçınar ile Kırıkkuşağı köyleri arasındaki yüzlekleri yama şeklindedir. Karaisalı kireçtaşı; başlıca sarımsı gri, bej renkli, sert, kötü boylanmalı, biyoklastik kireçtaşından oluşmaktadır. Genellikle masif olmasına karşın, yer yer girift halde oldukça iyi orta-kalın tabakalı düzeylerine de rastlanmaktadır. Birim, sıkı dokulu, kriptokristalen, keskin köşeli kırıklı, erime boşluklu olup bol alg, mercan, ekinid, gastropod ve lamellibrans içeren biyoklastik kireçtaşından ibarettir. Karstik erime ile gelişmiş dolin, düden kokurdan gibi yüzey şekilleri olağandır. Formasyondan derlenen seri numunelerin sedimanter petrografik tanımları sonucunda Folk (1962)'ye göre birimin; intraklastlı biyomikrit, algli-mercanlı biyomikritten oluştuğu belirlenmiştir.

Hovdu I Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde (Başlangıç: K 92 275, D 62 950; Bitiş: K 91 500, D 64 150); Kaplankaya formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen başlıca alg, mercan, ekinid fosilli kireçtaşlarından ibaret Karaisalı kireçtaşı 61,68 metre kalınlık sunmaktadır. Birim, tabanında ayrılmış yüzeyi kirli beyaz, taze kırık yüzeyi bej, kalın katmanlı bol fosilli, seyrek çakıllı ve kumlu algli fosilli biyomikrit yapılıdır. Üzerine ayrılmış yüzeyi bozca-gri, taze kırık yüzeyi bej, kalın katmanlı, algli kireçtaşı gelmektedir. Karstik erimeli bu düzey üzerine gelen algli kireçtaşı seyrek çakıllı-

kumlu ve oldukça kalın katmanlıdır. Daha üstte masif-som mercanlı kireçtaşı yer alır. Üzerleyen çakıllı-kumlu kireçtaşı çok kalın mercekssel çapraz katmanlıdır. İstifin tavanında ayrılmış yüzeyi boz-gri, taze kırık yüzeyi bej, kalın katmanlı, alglimercanlı kireçtaşı yer alır (Şekil 5).

Hovdu II Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde (Başlangıç: K 94 600, D 63 450; Bitiş: K 94 350, D 63 925); Karaisalı kireçtaşı, ayrılmış yüzeyi ve taze kırık yüzeyi açık gri renkli, seyrek kumlu, algli, fosilli kireçtaşı ile başlamaktadır. Ayrılmış yüzeyi bozca gri, taze kırık yüzeyi bej, fosilli kireçtaşı ile devam eden istif genellikle fosilli biyomikrit yapıllı olup kalın katmanlıdır (Şekil 7).

Çökelmiş olduğu paleotopoğrafik konum, deniz seviyesindeki değişimler, çökme basenine gelen/taşınan sediman miktarı, Karaisalı kireçtaşı'nın eş zamanlı

olarak çökelmiş olduğu birimler ile yanal ve düşey fasiyes ilişkileri sunmasına neden olmuştur. Esas olarak Karaisalı kireçtaşı, altta Kaplankaya formasyonu, üstte ise Güvenç formasyonu ile yanal ve düşey geçişli bir dokanak ilişkisine sahiptir (Şekil 4). İnceleme alanında Kaplankaya formasyonunun çökelmediği yerlerde Karaisalı kireçtaşı uyumlu olarak Gildirli formasyonu üzerine, Gildirli formasyonunun çökelmediği yerlerde ise açısal diskordansla Demirkazık formasyonu üzerine gelmektedir (Foto 3). Üzerine ise Güvenç ve Kuzgun formasyonları gelmektedir. Karaisalı kireçtaşı'nın kalınlığı inceleme alanı dahilinde ve bölgesel ölçekte oldukça büyük değişkenlikler göstermektedir. Birimin kalınlığı, birkaç metreden 350 metreye kadar değişmektedir (Schmidt, 1961; Görür, 1979; Uçar, 1997; Özalp,

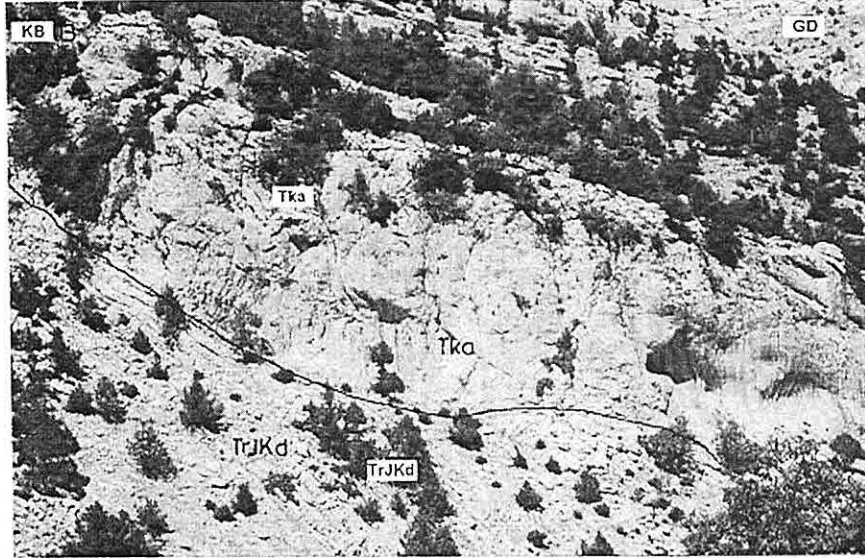


Foto 3. Demirkazık formasyonu (TrJKd) ile Karaisalı kireçtaşı (Tka) arasındaki açısal diskordanslı dokanak ilişkisi (Kaklık Tepe güney yamacı).

1992; Usta, 1993). Bu inceleme kapsamında; Hovdu I Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde 61,68 metre, Hovdu II Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde 16,3 metre kalınlık elde edilmiştir.

Adana Baseni dahilinde Karaisalı kireçtaşının yaş konağına ilişkin olarak çok sayıda paleontolojik tanıtlar yapılmıştır. Basenin batı kesiminde Körlü-Tarsus civarındaki paleontolojik çalışması ile Tanar (1985), formasyona Burdigaliyen yaşını uygulamıştır. Aynı birime Yetiş ve diğ., (1991) tarafından ise Burdigaliyen-Langhiyen yaşı verilmiştir. Bu incelemede Karaisalı kireçtaşından derlenen seri ve nokta numunelerin paleontolojik tanıtları Prof. Dr. N. Aşar (Ç.Ü.) tarafından yapılmış ve Miliolidae, *Rotalia* sp., *Amphistegina* sp., *Globorotalia* sp., *Borelis* sp., *Globigerina* sp., Rotaliidae, *Lepidocyclina* sp., *Textularia* sp., *Heterostegina* sp., *Sphaerogypsina* sp., *Gypsina* sp., *Borelis melo curdica*, *Sphaerogypsina globula* (Reuss) belirlenmiştir. Bu fosil içeriğine göre birime Erken Miyosen yaşı verilmiştir. Karaisalı kireçtaşı; kaya türü özellikleri, kapsadığı fauna, sunduğu geometri ile sığ, sıcak/ılık, berrak ve çalkantılı bir ortamı işaret etmektedir. Bu veriler ışığında birim; sığ deniz-plaj ortamında çökelmiş olan Kaplankaya formasyonu üzerine gelen resifal özellikli karbonat çökelleri ile resif ortamını karakterize etmektedir.

2.9. Güvenç Formasyonu (Tgü)

Adana Baseni'nde; silttaşı, kumtaşı arakatmanlı, bol mikrofauna ile kısmen

pirit içeren, büyük oranda mavimsi gri, gri renkli şeyllerden oluşan birime Schmidt (1961) tarafından Güvenç şeyli adı verilmiştir. Daha sonra Özer ve diğ., (1974), Schmidt'in bu adlamasını Güvenç marnı olarak değiştirmiştir. İlker (1975), Görür (1979), Yalçın ve Görür (1984), Yetiş ve Demirkol (1984), Nazik ve Toker (1986), ise Güvenç formasyonu adını uygulamışlardır. Bu incelemede; sarımsı kahve renkli kumtaşı, gri, bej, sarımsı renkli silttaşı-marn ile mavimsi-yeşilimsi gri renkli şeyl aralanmasından oluşan, inceleme alanının güneyine doğru çok geniş yayılımı olan birime Güvenç formasyonu adı uygulanmıştır. Güvenç formasyonu inceleme alanı dahilinde bir çok yerde geniş yüzleklere sahiptir. Bunlardan birincisi kuzey-kuzeybatıdaki Hovdu Mevkisi'dir (Şekil 2). Birim ince kırıntılılardan oluştuğundan diğer birimlere göre daha kolay aşınarak eğimi düşük bir topografya sunmaktadır. Koğukçınar dolayından başlamak üzere güneye doğru Kırıküşağı, Paşalı, Armutlu Sırtı, İncirci, Gölgediği kuzeybatı kesimi ile Akoluk, Hasanlı, Kaşaltı, Derebaşı ve Uğurlubağ dolayında geniş bir yayılıma sahiptir. İnceleme alanında Güvenç formasyonu başlıca; mavimsi gri-yeşilimsi gri renkli silttaşı-çamurtaşı, sarımsı kahve renkli kumtaşı aralanmasından oluşmaktadır. Bu istif yer yer koyu kahve, gri renkli, ince taneli, ince-orta tabakalı çakıltaşı arakatmanlıdır.

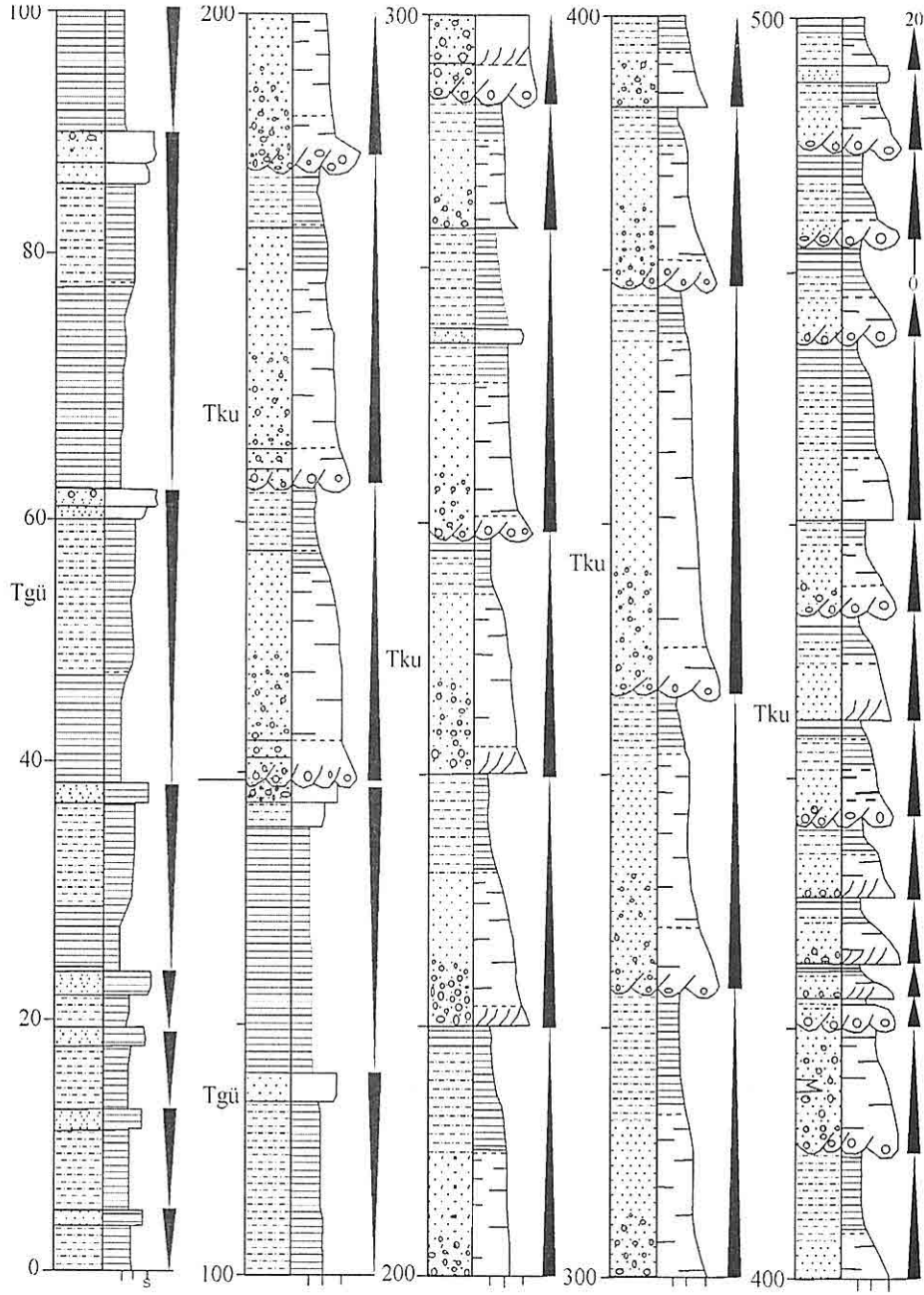
Hovdu I Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde (Başlangıç: K 92 275, D 62 950; Bitiş: K 91 500, D 64 150); Karaisalı kireçtaşı üzerine uyumlu ve geçişli olarak

başlıca silttaşı çamurtaşı yapıllı Güvenç formasyonu gelmektedir. Birim, tabanında ayrılmış ve taze kırık yüzeyi gri renkli, seyrek-çok seyrek kumlu, belirgin katmanlanmasız, yer yer laminalı küçük lamellibranslı, gastropodlu silttaşı ile başlamaktadır. Üzerleyen silttaşı marn ardağını bej, kahverengimsi gri, sarımsı renkli, gevşek tutturulmuş-dağılgan olup belirgin katmansızdır. Bunun üzerine gelen gevşek tutturulmuş silttaşı-kiltaşı ardağınası gri-açık gri renkli olup, müreks, lamellibrans, gastropod kapsamaktadır. Daha üstte 46 metre kalın çakıltaşı ile başlayıp yukarıya doğru tane boyu inceliş kumtaşı-silttaşına geçen dönemler bulunmaktadır. Bozca gri renkli, kötü boylanmalı çakıltaşlarında başlıca, kireçtaşı, kuvarsit vb.den türeme as yuvarlak, köşeli çakıllar 7-8 cm boya erişmekte olup, çökel taneler ile eşitli bileşenli matriks ve karbonat çimento ile tutturulmuştur. Alt iki dönemin tavanını kumtaşı oluştururken, en üst dönemde kumtaşları paralel laminalı, fosilli silttaşı-çamurtaşına geçmektedir. İstifin bundan sonraki kesimi değişik kalınlıkta dönemler halinde, paralel laminalı, ince kavkılı lamellibranslı, gastropodlu, foraminiferli silttaşı-çamurtaşı ardağınasından oluşmaktadır. Seyrek merceksel geometrili, çok ince çakıllı kumtaşı-ince kumtaşı arakatmanları sarımsı gri renkli, gevşek tutturulmuştur (Şekil 5).

Kırıküşağı Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti (Başlangıç: K 85 800, D 62 975 ; Bitiş K 87 900, D 63 425), Kırıküşağı köyü batısındaki Dönmeyol sırtı boyunca ölçülmüştür. Bu kesitte, Güvenç

fomasyonu, üzerinde Kuzgun formasyonu bulunmaktadır. Kırıküşağı Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti toplam 500 metre kalın olup, bunun 140 metresi Güvenç formasyonuna aittir. Güvenç formasyonunun tabanı alüvyon örtüden dolayı kesit güzergahında gözlenememiştir. Birim, grimsi kahve renkli kumtaşı arakatmanlı silttaşı ile başlamaktadır. Silttaşı bozca gri, laminalı ve dağılgandır. Bunun üzerine silttaşı-çamurtaşı ardağınasından oluşan dönemler gelmektedir. Bu dönemlerin tavanında tane boyu ve tabaka kalınlığı artmakta, kumtaşı, çakıllı kumtaşına geçmektedir. İstifin en üst düzeyleri ise paralel laminalanma sunan silttaşı ve çamurtaşı yapıllı olup, kumtaşı arakatmanları içermektedir (Şekil 8).

Güvenç formasyonunda; çökelenin resif ilerisi fasiyesi ile başlaması sebebiyle inceleme alanında Karaisalı kireçtaşını uyumlu ve geçişli olarak üzerlemektedir. Bu dokanak ilişkisini başta Hovdu Mevki'si, Koğukçınar, Kırıküşağı, İncirci ve Uğurlubağ civarında gözlemek olanaklıdır (Foto 4). İnceleme alanı içerisindeki Hovdu Mevkisi'ndeki Kocakaya Tepe'den kuzeye doğru, Kırıküşağı-Hovdu güzergahında, Akoluk civarında, Güvenç formasyonu tavana doğru kaba seviyeler sunarak Kuzgun formasyonuna geçmektedir. Paşalı köyü civarında alüvyon, inceleme alanı dışındaki Akçaluşağı dolayında ise taraça tarafından örtülmektedir. İnceleme alanı dahilinde Güvenç formasyonunun kalınlığı kuzeye doğru azalmakta, Hovdu Mevki'si kuzeyine doğru kamalanarak



Şekil 8. Kırkuşağı ölçülmüş stratigrafi kesiti.

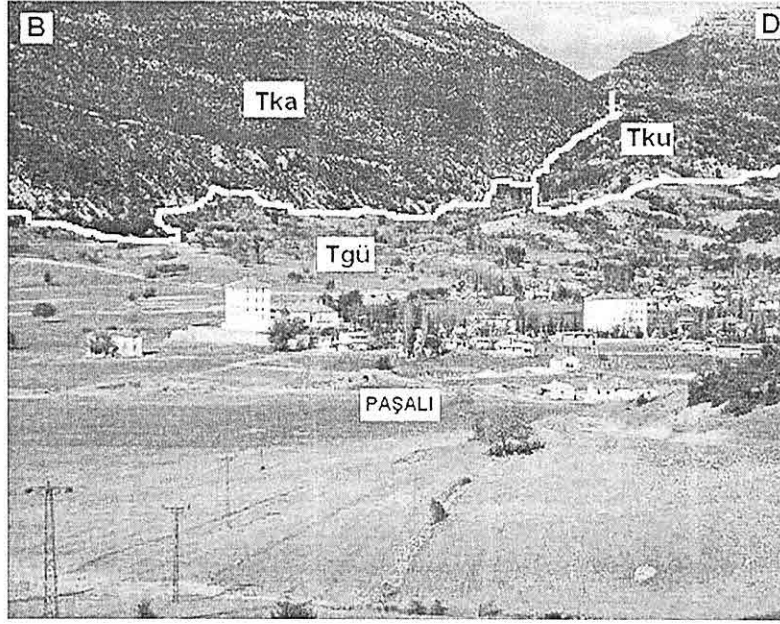


Foto 4. Karaisalı kireçtaşı (Tka) ile Güvenç formasyonu (Tgü) arasındaki geçişli dokanak ilişkisi (Paşalı köyü) (Tku: Kuzgun formasyonu).

sıfırlanmaktadır. Birimin, inceleme alanı güneyine doğru kalınlığı ve yayılımı artmaktadır. Formasyonun fasiyes ve ortamsal nitelikleri üzerine yaptıkları çalışmada Özçelik ve Yetiş (1994), Karaisalı–Güvenç–Kuzgun kesitinde 2113 metrelik kalınlık ölçmüştür. Bu inceleme kapsamında yapılan ölçümlerde Güvenç formasyonunun; Hovdu I ölçülü kesitinde 388 metre, Kırıküşağı ölçülü kesitinde ise 140 metre kalınlık sunduğu tespit edilmiştir.

Adana Baseninde oldukça geniş bir yayılıma ve kalınlığa sahip Güvenç formasyonunun içerdiği fosil topluluğu ile yaşı üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Bunlardan İlker (1975) Orta Miyosen,

Nazik (1983) Langhiyen-Serravaliyen, Yetiş ve diğ., (1991) ile Özçelik ve Yetiş (1994) ise Burdigaliyen-Serravaliyen yaşını uygulamıştır. Bu incelemede; Güvenç formasyonundan derlenen nokta numunelerinden Prof. Dr. A. Nazik (Ç.Ü.) ve Yrd. Doç. Dr. G. Öğrünç (Darbaş) (K.S.Ü.) tarafından aşağıda sunulan ostrakod ve planktik foraminifer türleri belirlenmiştir. *Globigerinoides trilobus trilobus*, *Orbulina bilobata*, *Orbulina suturalis*, *Globigerina venezuelena*, *Aurila albicans*, *Orbulina universa*, *Globigerina venezuelen* *Aurila albicans*, *Orbulina universa*, *talia obesa*, *Hermanites haidingeri minor*, *Cytherella vulga*, *Pokornoyella deformis minor*,

Globoquadrina dehiscens, *Globigerinoides ruber*, *Globoquadrina altispira*, *Cytheretta orthozensis*, *Henryhowella asperima* (?), *Globigrinoide trilobus*, *Paracypris polita*, *Bairdia subdeltoidea*, *Ruggieria tetraptera taraptera*, *Ruggieria tetraptera tetraptera*, *Globorotalia mayeri*. Bu faunaya göre Güvenç formasyonuna Orta Miyosen (Langhiyen–Serravaliyen) yaşı verilmiştir. Güvenç formasyonu inceleme alanının genelinde resifal nitelikli Karaisalı kireçtaşı üzerine yanal ve düşey geçişlidir. Karaisalı kireçtaşının resif ilerisi fasiyesini oluşturan Güvenç formasyonu başlıca; mavimsi gri renkli kumtaşı arakatmanlı silttaşı-çamurtaşı ardalanmasından meydana gelmesi, bol miktarda pelajik foraminifer içermesi, sedimanter yapı olarak paralel, konvolüt laminalanma, tavana yakın kesimlerde kaval yapıları sunması ile derin denize geçiş ve derin deniz ortamını karakterize etmektedir.

2.10. Kuzgun Formasyonu (Tku)

Kuzgun formasyonu ilk defa Schmidt (1961) tarafından adlanmış ve altı ayrı üyeye ayrılarak incelenmiştir. Bu incelemede; Güvenç formasyonu üzerine geçişli olarak gelen, sığ deniz (?) geçiş ortamı kırıntılıları ile karasal kırıntılılardan oluşan birim Kuzgun formasyonu olarak incelenmiştir. Kuzgun formasyonu; inceleme alanının kuzey–kuzeybatı kesimindeki Hovdu Mevkisi'nden başlayarak doğu ve güneydoğu yönüne doğru uzayan geniş, oldukça kalın yüzlekler sunmaktadır.

Kuzeydeki Hovdu Mevkisi doğusundaki Kocakaya Tepe, Kiraz Tepe, Ağtaş Tepe, Aliba Mevkisi, orta kesimlerdeki Koğukçınar, Kırıküşağı, Loru Kayası, Kapaklı Tepe, Ziyaret Tepe, Kaklık Tepe, Bökülü Mevkisi, Gölgediği, Kanoluk Yayla dolayları formasyonun belirgin olarak gözleendiği alanlardır. Bunun yanı sıra Kepez Tepe, Gasse, Uzunyazı Tepe, Hakkadağ ve güneyinde yer alan Kızılkaya, Ardıç Yaylası ve civarında oldukça geniş ve kalın yüzlekler sunmaktadır. (Şekil 2). İnceleme alanında Kuzgun formasyonu; tabanda alacalı, kahve, yukarı doğru gri–boz renkli, taze kırık yüzeyi açık gri renkli, kalın–çok kalın tabakalanmalı, kumtaşı aratabakalı çakıtaşı, kaba kumtaşı, kumtaşı ve/veya çamurtaşı ile temsil edilmektedir. Formasyonda egemen olan kötü boylanmalı çakıtaşı; kireçtaşı, kuvarsit, radyolarit, kumtaşı, şeyl vb.den türeme, orta–iyi yuvarlaklaşmış, sert, sıkı, karbonat çimentolu, çok kalın tabakalı, aşınmalı tabanlıdır. Çakıtaşlarında blok boyu (yer yer 1 metreye varan, ofiyolit ve metamorfik kayalardan türeme) taneler olağandır. Karbonat çimentolu olmalarından dolayı bu durum onların uzaktan kireçtaşı gibi algılanmalarına neden olmaktadır. Birim üzerinde karstik oluşumlarla (lapye, obruk, düden vb.) fiziksel aşınmaya bağlı ilginç morfolojiler yaygın olarak gözlenmektedir (Foto 5). Çakıtaşı yukarı doğru tane boyu incelerek çakıllı kumtaşı, kumtaşına geçmektedir. Birim, taneler ile eşit bileşenli matriks ile bağlanmış olup, büyük ölçekte teknesi çapraz tabakalanma sunmaktadır.



Foto 5. Kuzgun formasyonuna (Tku) ait çakıltaşlarında çeşitli dış etkiler sonucunda oluşan ilginç aşınma yapıları (Hokkadağ zirvesi).

Hovdu I Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde (Başlangıç: K 92 275, D 62 950; Bitiş: K 91 500, D 64 150); istifin görünür tavanında Güvenç formasyonu, Kuzgun formasyonu tarafından üzerlenir. Kuzgun formasyonuna ait dönemler, tabanında aşınmalı bir yüzey üzerinde açık kahverengimsi-kırmızımsı, tekne şeklinde çapraz katmanlanmalı çakıltaşı ile başlar. Başlıca kireçtaşı, kuvarsit vb.den türeme çakıllar 5-7 cm boya erişip küt köşeli-as yuvarlaktır. Çok kötü boylanmalı çökelde, tane boyu yukarıya doğru incelik kırmızımsı renkli, kaba kumtaşı-kumtaşına geçmektedir (Şekil 5).

Kırıküşağı Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'nde (Başlangıç: K 85 800, D 62 975 ; Bitiş K 87 900, D 63 425), Güvenç

formasyonu Kuzgun formasyonu tarafından üzerlenir. Kuzgun formasyonuna ait dönemler tabanda aşınmalı bir yüzey üzerinde kahverengikırmızımsı renkli, teknemsi çapraz katmanlanmalı çakıltaşı ile başlamaktadır. Başlıca kireçtaşı, kuvarsit, metamorfik kayalardan türeme taneli, kötü boylanmalı, çakıltaşları yukarı doğru tane boyu incelerek çakıllı kumtaşı, kaba kumtaşı-kumtaşına, en üstte ise siltaşına geçmektedir. Kuzgun formasyonunun Kırıküşağı Ölçülmüş Stratigrafi Kesiti'ndeki kalınlığı 360 metredir (Şekil 8).

İnceleme alanında Kuzgun formasyonu, üzerine geldiği Güvenç formasyonu ile geçişli bir dokanak ilişkisine sahiptir. Bu

ilişkiyi kuzeyde Hovdu Mevki'si, Koğukçınar, Akoluk ile Esilmek dolaylarında gözlemek mümkündür. Güvenç formasyonunun çökmediği yerlerde ise Kuzgun formasyonunun, Karaisalı kireçtaşı üzerine uyumlu olarak geldiği gözlenmektedir. Bu dokanak ilişkisi Kırıküşağı köyü kuzeyinde, Kızılkaya batısında, Kapaklı Tepe güneyinde ve Kaklık Tepe'de gözlenmektedir (Foto 6, 7). Karaisalı kireçtaşı'nın çökmediği (Ağtaş Tepe kuzeyi gibi) yerlerde ise formasyon, direkt olarak Gildirli formasyonu üzerine gelmektedir. Kuzgun formasyonu, inceleme alanında, Tersiyer istifinin en genç birimi olup kuzey-kuzeybatıdan doğu-güneydoğu istikametindeki tüm topoğrafik yükseklikleri oluşturmaktadır.

Karbonat elemanlı ve çimentolu olması

nedeniyle üzerinde terra rosa türü kırmızı topraklar gelişmiştir. Adana Baseni'nin batı kesiminde formasyonu üç üyeye ayırarak inceleyen Yetiş ve diğ., (1986), toplam 885 metre kalınlık belirlemişlerdir. İnceleme alanında daha önceki araştırmacılar tarafından Hakkadağ konglomerası veya Hakkadağ çakıltası (Schmidt, 1961; Kozlu, 1997) adıyla incelenen birimin aynı araştırmacılar tarafından 1000 metrenin üzerinde bir kalınlığa sahip olduğu bildirilmiştir. Bu incelemede; Hovdu I Ölçülmüş Stratigrafi Kesitinde tabandan itibaren olmak üzere 80 metre, Kırıküşağı Ölçülmüş Stratigrafi Kesitinde 360 metre kalınlık ölçülmüş olup, bu kesitler istifin tabanını yansıtmaktadır.

Ancak, bölgesel ölçekte birimin 1000 metrenin üzerinde kalınlığa sahip olduğu

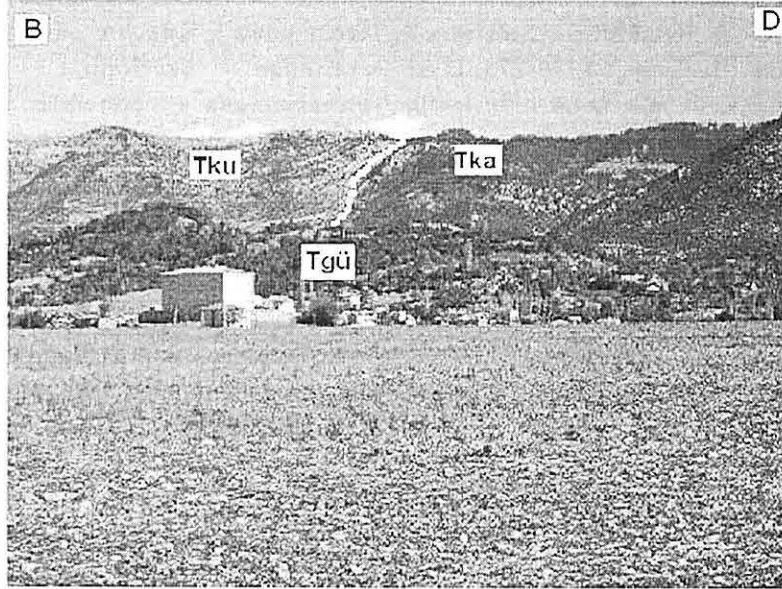


Foto 6. İncirci'den Kapaklı Tepe (KKD) yönüne bakış. Arka planda Karaisalı kireçtaşı (Tka) ve Kuzgun formasyonu (Tku), önde ise Güvenç formasyonu (Tgü).

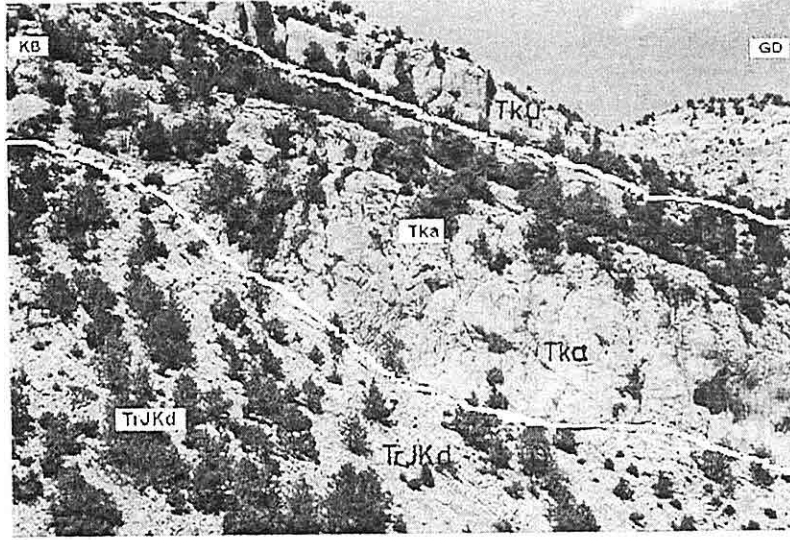


Foto 7. Kaklık Tepe güney yamacında gözlenen kaya stratigrafi birimlerinin dokanak ilişkisi. Alttaki Demirkazık formasyonu (TrJKd), üzerinde açılmalı uyumsuz olarak Karaisalı kireçtaşı (Tka), onun da üzerinde uyumlu olarak Kuzgun formasyonu (Tku) bulunmaktadır.

düşünülmektedir.

Adana Baseninde daha önce çalışan bazı araştırmacılar (İlker, 1975; Tanar, 1985) Kuzgun formasyonuna Tortoniyen yaşını vermiştir. Adana Baseninde detaylı incelemeler yapan Yetiş ve Demirkol, 1986; Yetiş ve diğ., (1991), formasyonun Kuzgun üyesinden derlemiş oldukları örneklerin paleontolojik incelemeleri sonucunda Kuzgun formasyonu Kuzgun üyesinin Serravaliyen-Tortoniyen evresinde çökelmiş olduğunu belirtmişlerdir. Kuzgun formasyonunun kömür damarlı kiltası-silttaşı fasiyesi bol miktarda gastropod ve lamellibrans kavkuları içermektedir. Bunlardan karakteristik bir gastropod olan *Cerithum lignitarum*'un kavkı kalıntısına göre birime Orta-Geç Miyosen (Tortoniyen-

Sarmasiyen) yaşı verilmiştir. Adana Baseni batı kesiminin detay jeoloji incelemesini yapan Yetiş ve diğ., (1986), Tortoniyen'de basenin batısına doğru karbonatlı birimlerin çökelişiminin arttığını, buna karşın basenin doğusuna doğru (Kozan-Kadirli alanında) ise kıvrımlıların hakim olarak çökeldiğini vurgulamışlardır. Adana Baseni'nin kuzeydoğu kenarında bulunan inceleme alanında çoğunlukla çakıltası, çakıllı kumtaşları ile kaba kumtaşlarından meydana gelen Kuzgun formasyonunun sığ deniz-delta (kıyı yelpazesi) (?) -alüvyal fan ortamında çökelmiş olabileceği düşünülmektedir.

2.11. Yamaç Molozu (Qym) ve Alüvyon (Qal)

İnceleme alanında; Kuvaterner'e ait

yamaç molozu çökelleri çok az tutturulmuş, daha çok köşeli taneli, kötü boylanmalıdır. Bu birimin tek gözlendiği yer eski Feke kalesi civarındır. Çakıl, kum ve kil boyu taneler içeren alüvyon ise Paşalı köyü dolayında belirgindir. Buradaki birimin kalınlığı yaklaşık 30 metredir.

3. SONUÇLAR

Adananın 120 kilometre kuzeydoğusundaki Feke – Hovdu – Hokkadağ - Uğurlubağ alanında gerçekleştirilmiş olan bu çalışma ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Adana Baseni Tersiyer istifi ile benzerli olarak transgresyon öncesi döneme ait Gildirli formasyonu (Tgi), transgresyon dönemine ait Kaplankaya formasyonu (Tkp), Karaisalı kireçtaşı (Tka) ve Güvenç formasyonu (Tgü), regresyon dönemine ait Güvenç formasyonu, Kuzgun formasyonu (Tku)'nun inceleme alanında da çökelmiş olduğu ve Tersiyer istifinin Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimler üzerine açılmal uyumsuzlukla geldiği belirlenmiştir.

Önceki araştırmacılar tarafından Hokkadağ konglomerası/çakıltaşı olarak adlandırılan birimin; transgresyon sonrası oluşan sığ deniz ve karasal ortam kırıntılılarından oluşması nedeniyle Adana Basenindeki Kuzgun formasyonu ile eşdeğer olduğu, Dinger formasyonunun ise transgresif döneme ait Karaisalı kireçtaşının resif ilerisi ve basen fasiyelerini karakterize etmesi sebebiyle Güvenç formasyonu ile eşdeğer olduğu belirlenmiştir.

Tersiyer birimlerinin kalınlık, kaya türü

özellikleri ile çökelme yaşının belirlenebilmesi amacıyla 3 adet güzergah boyunca gerçekleştirilen stratigrafi kesiti ölçümleri sonucunda; Oligosen-Erken Miyosen yaşlı, karasal kırıntılılarla temsil edilen Gildirli formasyonunun 6,48-23,5 metre kalın, Erken Miyosen yaşlı sığ deniz-plaj ortamı kırıntılı-kırıntılı karbonatlarından oluşma Kaplankaya formasyonunun 12,4-71,4 metre kalın, Erken Miyosen yaşlı resifal kireçtaşı ile temsil olunan Karaisalı kireçtaşının 14,0-61,68 metre kalın, Orta Miyosen yaşlı resif ilerisi ve derin deniz fasiyesi ince kırıntılılarının oluşturduğu Güvenç formasyonunun 140,0-370,70 metre kalın, Orta-Üst Miyosen yaşlı sığ deniz- karasal kırıntılılarından oluşma Kuzgun formasyonunun ise 88-360 metre kalın olduğu belirlenmiştir.

Karbonatlı kayalardan derlenen örneklerin ince kesitlerinin Folk (1962)'ye göre yapılan tanımları sonucunda; Geç Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık formasyonunun fosilli mikrit ve dolomit yapıllı, Karaisalı kireçtaşının ise algli-mercanlı biyomikrit yapıllı olduğu belirlenmiştir.

4. KATKI BELİRTME

Yazarlar Ç.Ü Araştırma Fonu desteğinde Doktora Tez çalışması olarak gerçekleştirilen bu inceleme ile ilgili olarak Ç.Ü. Araştırma Birimi'ne; paleontolojik tanımlamalar nedeniyle Prof. Dr. Atike NAZİK (Ç.Ü.), Prof. Dr. Niyazi AVŞAR (Ç.Ü.), Prof. Dr. Kemal TASLI (ME.Ü.), Yrd. Doç. Dr. Güldemin ÖĞRÜNÇ (DARBAŞ) (K.S.Ü.), Dr. C.

OKUYUCU (MTA)'ya teşekkür ederler.

5. KAYNAKLAR

Altınır, D., Okan, Y., Varol, B., Kazancı, N., 1986, Sarız-Tufanbeyli (Doğu-Toroslar) yöresi Mesozoyik karbonatlarının foraminifer ve alg biyostratigrafisi-kronostratigrafisi. 40. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, s.60 Ankara.

Ayhan, A., 1988, 1/100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kozan-J 21 paftası. MTA yayını, 12s. Ankara.

Dağlıoğlu, C., 1987, Doğu Toroslar Otokton Geyikdağ Birliğinde Alt Kambriyen detritiklerinde kromit bulgusu. 41. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, s.24, Ankara.

Demirtaşlı, E., 1967, Pınarbaşı-Sarız-Mağara ilçeleri arasındaki sahanın litostratigrafi birimleri ve petrol imkanları. MTA Derleme No: 4389, Ankara (yayımlanmamış).

Folk, R.L., 1962, Spectral subdivision of limestone types: In Ham, W. E., (Ed) Classification of limestones, A.A.P.G. Mem., 1, 62-84.

Gökçen, S.L. and Gökçen, N., 1984, The Eocene-Oligocene boundary events in Turkey. Newsletter no: 8, 11-15.

Görür, N., 1979, Karaisalı kireçtaşının (Miyosen) sedimantolojisi. TJK Bülteni, 22(2), 227-234, Ankara.

İlker, S., 1975, Adana Baseni kuzeybatısının jeoloji ve petrol olanakları. T.P.A.O. Arama Arşiv No: 973, 63s., Ankara (yayımlanmamış).

Kozlu, H., 1997, Doğu Akdeniz Bölgesinde Yeralan Neojen Basenlerinin

(İskenderun, Misis-Andırın) Tektono-stratigrafi Birimleri ve Bunların Tektonik Gelişimi. Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 189s., Adana (yayımlanmamış).

Kozlu, H., Sarıdaş, B., Gül, M.A., 1978, Kadirli-Andırın dolayının jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Rapor No:1257, Ankara (yayımlanmamış).

Lağap, H., 1985, Kırılan-Karakılıç-Karaisalı (NW Adana) Alanının Litostratigrafik-Kronostratigrafik İncelemesi. Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 77s., Adana (yayımlanmamış)

Lağap, H., Yetiş, C., 1986a, Kırılan-Karaisalı (NW Adana) alanının stratigrafisi. Ç. Ü., Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(1), 103-116, Adana.

Lağap, H., Yetiş, C., Demirkol, C., 1986b, Aşağı Beledik-Kırılan (KB Adana) dolayının stratigrafisi. 40. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, s.52, Ankara.

Metin, S., Ayhan, A., Papak, İ., 1986, Doğu Torosların batı kesiminin jeolojisi (GGD Türkiye). MTA Dergisi, 107, 1-12. Ankara.

Nazik, A., 1983, Güvenç Formasyonu Stratigrafik Kesitinin (KB Adana) Planktonik foraminiferalarla Biyostratigrafik İncelemesi. A.Ü., Fen Fak. Yüksek Mühendislik Tezi, 35s., Ankara (yayımlanmamış).

Nazik, A. ve Toker, V., 1986, Karaisalı yöresi Orta Miyosen istifinin foraminifer biyostratigrafisi. MTA Dergisi, 103/104, 139-150, Ankara.

Ocakoğlu, F., 2002, Dikme havzasının

- (KD Aladağlar) sedimantolojik incelemesi. *Türkiye Jeoloji Bült.*, 45(1), 59-83, Ankara.
- Özalp, S., 1992, Gülek-Çamalan (Tarsus) Alanının Stratigrafisi. Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 100s., Adana.(yayımlanmamış).
- Özçelik, N., Yetiş, C., 1994, Adana Baseni Güvenç formasyonunun (Tersiyer) fasiyes ve ortamsal nitelikleri. *Türkiye Jeoloji Bült.*, 37(2), 73-85, Ankara
- Özer, B., Biju-Duval, B., Courrier, P., Letouzey, J., 1974, Antalya-Mut-Adana havzaları jeolojisi. *Türkiye 2. Petrol Kongresi, Tebliğleri*, 7-84, Ankara.
- Özgül, N., Metin, S., Dean, W.T., 1972, Doğu Toroslarda Tufanbeyli ilçesi (Adana) dolayının Alt Paleozoyik stratigrafisi ve faunası. *MTA Dergisi*, 79, 9-17, Ankara.
- Özgül, N., Metin, S., Göger, E., Bingöl, İ., Baydar, O., Erdoğan, B., 1973. Tufanbeyli dolayının (Doğu Toroslar-Adana) Kambriyen-Tersiyer kayaları. *TJK Bülteni*, 16(1), 82-100, Ankara.
- Özgül, N., 1976, Torosların bazı temel özellikleri. *TJK Bülteni*, 19(1); 65-78, Ankara.
- Özgül, N. ve Kozlu, H., 2002, Kozan-Feke (Doğu Toroslar) yöresinin stratigrafisi ve yapısal konumu ile ilgili bulgular. *TPJ Derneği Bülteni*, 14(1), 1-36, Ankara.
- Pampal, S., 1983, Doğu Toroslarda Kadirli-Kozan-Feke (Adana) ile Çokak (K:Maras) Arasındaki Bölgenin Stratigrafisi ve Tektonik Özellikleri. S.Ü., Müh.-Mim. Fakültesi, Doktora Tezi, 133s., Konya (yayımlanmamış).
- Schmidt, G.C., 1961, Stratigraphic nomenclature for the Adana region petroleum district VII: Petroleum Administration Bulletin, 6, 47-63.
- Tanar, Ü., 1985, Körlü (Tarsus-Mersin) bölgesi Karaisaltı, Kuzgun, Memişli, formasyonlarının mollusca faunası. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 24, 17-31, Ankara.
- Temur, S., 1987, Horzum (Kozan-Adana) yöresi piritli çinko-kurşun yataklarının kökenselel incelemesi. 41. *Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri*, s.28, Ankara.
- Tutkun, S.Z., 1984, Saimbeyli (Adana) yöresinin stratigrafisi, C.Ü., Müh. Fakültesi, *Yerbilimleri Dergisi*, 1(1), 31-40, Sivas.
- Uçar, L., 1997, Gülek-Pozantı-Kamışlı (KB Adana) Alanının Stratigrafik ve Sedimanter Petrografik İncelemesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 472s. Adana (yayımlanmamış).
- Usta, D., 1993, Kuşçular-Belemedik Alanının Stratigrafisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Terzi, 103s. Adana (yayımlanmamış).
- Ünlügenç, U.C., 1986. Kızıldağ Yayla (Adana) Dolayının Jeolojik İncelenmesi. Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 77s. Adana (yayımlanmamış).
- Yalçın, M. N., ve Görür, N., 1984, Sedimentological evolution of the Adana Basin. *International Symposium on the Geology of the Taurus Belt. O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu (Ed.)*, 165-172, Ankara.
- Yetiş, C., 1978, Çamardı (Niğde İli) Yakın ve Uzak Dolayının Jeoloji İncelemesi ve Ecemiş Yarılım Kuşağının Maden Boğazı-Kamışlı Arasındaki

- Özellikleri. İ.Ü. Fen Fakültesi, Doktora Tezi, 164s. İstanbul (yayımlanmamış).
- Yetiş, C., 1988a, Reorganization of the Tertiary stratigraphy in the Adana Basin, Southern Turkey. Newsletter Stratigraphy, 20(1), 43-58.
- Yetiş, C., 1988b, Akdenizin kuruma zamanı üzerine bazı görüşler. 42. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 43-44, Ankara.
- Yetiş, C., 1988c, Paleozoic-Mesozoic stratigraphy of the Feke- Fekedağ (Adana) area. Geosound-Yerbilimcinin Sesi, 16, 29-51, Adana.
- Yetiş, C., Demirkol, C., 1984, Adana Baseni kuzey-kuzeybatı kesiminin temel stratigrafisine ilişkin bazı gözlemler. Türkiye 38. Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, 59-61, Ankara.
- Yetiş, C., Demirkol, C., 1986, Adana Baseninin Batı Kesiminin Detay Jeoloji Etüdü. MTA Raporu, No:8037, 187s., Ankara.
- Yetiş, C., Demirkol, C., Kerey, İ. E., 1986, Adana havzası Kuzgun formasyonunun (Üst Miyosen) fasiyes ve ortamsal nitelikleri. TJK Bülteni, 29(1), 81-97, Ankara
- Yetiş, C., Demirkol, C., Lağap, H., Ünlügenç, U.C., 1991. 1/ 100 000 Ölçekli Açınısama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kozan-K 20 Paftası. MTA yayını, 19s., Ankara.

YER BİLİMLERİNDE VERİ MADENCİLİĞİ UYGULAMASI

Mehmet Seval KAYGULU

Celal Bayar Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Manisa/Türkiye

ÖZET: *Bu makalede Seyitömer Kömür Havzası'ndan elde edilen verilerin kullanıldığı bir veri madenciliği uygulaması sunulmaktadır. Veri madenciliği çıplak gözle görülemeyen ve klasik yöntemlerle ulaştırılması uzun zaman alan bilgilerin bilgisayar yardımı ile elde edilmesini sağlayan yöntemler bütünüdür. YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde bulunan tezler incelendiğinde özellikle tıp ve ticaret alanlarında çalışmaların bulunduğu ancak yer bilimleri ile ilgili bir teze rastlanılmamıştır. Seyitömer Kömür Havzası'nda geçmiş yıllarda yapılan sondajlarda elde edilen veriler, sondaj stampında gösterilen formasyonların cinsi, derinliği ve kalınlığıdır. Bu verilerin bilgisayar ortamında yapılacak araştırmalarda kolaylık sağlayabilecek biçimde düzenlenmesi gerekmektedir. Seyitömer verilerinin ön incelemesi formasyonların isimlendirilmesinde bir standardın bulunmadığını göstermiştir. Ancak, araştırmacıların isteklerinin ne olabileceğini saptamak amacı ile konunun uzmanları tarafından yazılmış olan makaleler incelenmiş ve bazı uzmanlarla görüşmeler yapılmıştır. Bu çalışmalar amacın belirlenmesine yardımcı olmuştur. Litoloji adlandırmasının standartlaştırılmasına yardımcı olmak, açılan sondajların derinliklerinin ve sondaj sayısının azaltılmasını sağlamak birer hedef olarak seçilmiştir. Bu hedeflere ulaşabilmek için özetleme ve özellikle koşulların kullanıcı tarafından belirlendiği, sınıflandırılmaları yer verilmiştir. Bu işlemler, veri girişinin herhangi bir aşamasında uygulanabilecek şekilde düzenlenmiştir. Her yeni sondaj bilgisi girildiğinde gizelge velyeya şekiller biçiminde elde edilen sonuçlara bakarak arazideki çalışmaların bir sonraki aşamasında yapılması gerekenler konusunda daha tutarlı kararlar almak mümkün olabilecektir. Sonuçlar bize, son kömürlü düzeyden sonra çoğunlukla görülen formasyonların bilinmesi sondaj derinliklerinin, seçilen bir formasyonun sondajlarda ilk rastlanılma derinliğine göre sondajların sınıflandırılması tabakalaşmanın eğilimini göstererek sondaj sayılarının azaltılmasına yardımcı olabileceğini göstermiştir.*

APPLICATION OF DATA MINING ON EARTH SCIENCES

ABSTRACT: *In this article, data mining application, where the data obtained from Seyitömer Coal Basin is used, is being represented. Datamining is a combination of methods where the knowledge, which can not be seen or takes long time to retrieve with classical procedures, can be obtained by using computers. In spite of widely use at commercial and medical areas, no application has been encountered in earth sciences. The data obtained from the previous boring in the Seyitömer Coal Basin is the kind,*

depth and thickness of formation which shown at vertical cross sections. This data have to be arranged in order to ease the computer searches. In the pre-searches of Seyitömer Coal Basin's data, it is observed that there is no standard in naming the formations. How ever, in order to define the wishes of researchers, the articles written by the experts have been observed, and some discussions have been made with some experts. These studies have helped to define the aim. In this project, our aim is to standard the lithology naming and reduce the depth and number of bore-holes. So as to reach the aim, summarization and classification where conditions are specified by users especially, are included. These methods have been organized for the usage of data applications in any stage.

When each new bore-hole information is entered to the computer, it would be possible to have more consistent decisions about future studies on basin by using the results of tables and/or drawings. The results shows us;

a) Knowing the formation which is occasionally seen below the last coal layer reduces the depth of bore-holes.

b) The classification of the bone-hole which depends on the first seen depth of the chosen formation reduces the boring number by showing the slope of the formation.

1. GİRİŞ

Elektronik ve bilgisayar teknolojilerinin birbirlerini tetikleyerek ulaştıkları gelişmişlik, bellek birimlerinin kapasitelerinin artmasını, buna karşın fiyatlarının düşmesini sağlamıştır. Bu sayede elde edilen her bilgiyi depolamak mümkün hale gelmiştir. Hatta daha önce gereksiz olarak kabul edilen bazı bilgiler de son 15 yıldan beri veri depolarına eklenmeye başlanmıştır. Bu süreç içinde veri depolarının büyüklüğü "terabyte" lar düzeyine yükselmiştir. Yapılan gözlemlerden elde edilen bazı sonuçlara göre, veriler, her iki yılda, hatta her 18 ayda iki katına çıkmaktadır.

Veri toplamada amaç, sadece arşivleme olabilir. Bu durumda tek problem veri depolama aygıtlarının kapasitelerinin yeterli olup olmadığıdır. Ancak, firma yöneticileri ve araştırmacılar bu verileri

inceleyerek geçmişi anlamak, bugün ile karşılaştırmak ve gelecek ile ilgili daha tutarlı tahminler yaparak, çalışmalarını ileriye yönelik planlamak isteyebileceklerdir. Verilerin çok büyük miktarda olması, verilerin klasik yöntemler kullanılarak incelenmesini ve tutarlı sonuçlar çıkarılmasını zorlaştıracaktır.

Geleneksel olarak, araştırmacılar analiz ile ilgili işlemleri el ile yönetirler. İstatistiksel metotlarda da kullanılan veriler sınırlı sayıdadırlar ve çoğunlukla rasgele seçilerek elde edilmişlerdir. Ayrıca, araştırmacı incelediği konuyu ve verileri iyi tanıyor olmalıdır. Günümüzde verilerin çok büyük miktarlarda ve çeşitli tiplerde olması ve araştırmacıların konunun uzmanı olması gerekliliği nedenleri ile, klasik yöntemler yeterli olamamaktadır. Veri miktarında ve

verileri tanımlayan özelliklerin yani sahalara sayısındaki hızlı artışlar nedeni ile analizler çok zor, pahalı ve yavaş olmaktadır. Ayrıca, analiz sonuçları araştırmacıya göre değişebilmekte, bir başka deyişle, araştırmalar subjektif olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı yeni araştırma yöntemlerine gereksinim duyulmuştur. Günümüzde bu yöntemler veri madenciliği adı altında toplanmıştır. Bu çalışma Seyitömer Kömür Havzası'nda 1974-1975 yıllarında açılan sondajlardan elde edilen veriler üzerinde yönlendirilmiş veri madenciliği tekniklerinin uygulanmasını içermektedir.

2. VERİ MADENCİLİĞİNİN GELİŞİMİ VE TANITIMI

80'li yıllarda sınıflandırma ve salkımlama teknikleri üzerinde yoğunlaşan çalışmalar 90'lı yılların başında "Veri Madenciliği" adı altında daha düzenli bir hale getirilmiştir. Başlangıçta "Veri Tırmıklama", "Veri Tırmalama" gibi adlarda kullanılmış ise de "Veri Madenciliği" adı kabul görmüştür. 90'lı yılların ortalarında ise "Veri Tabanlarından Bilgi Keşfetme" kavramı ortaya atılmıştır. Bu kavram, çok miktarda, çeşitli tiplerde (metin, çizelge, resim, video ve ses) ve çeşitli veri depolarında dağınık olarak bulunan verilerin üzerinde bir ön inceleme yapmanın gerekliliğini ortaya koymuştur. "Veri Madenciliği" (VM), "Veri Tabanlarından Bilgi Keşfetme" (VTBK) işlemler zincirinin bir halkası olarak tanımlanmıştır. Buna rağmen VM ismi daha yaygın olarak ve bazen VTBK yerine

de kullanılmaktadır.

1996 yılında Fayyad, U. Ve arkadaşları VTBK için yapılması gereken işlemleri dokuz madde halinde gruplamışlardır (Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G. & Smyth, P. 1996). Yapılan çalışmaların ışığında, 2000'li yıllarda bu konuda yazılan kitaplarda işlemlerin gruplandırılması bazı farklılıklar göstermiştir. Ancak farklılıklar bazı işlemlerin birleştirilmesi veya basamaklara ayrıştırılması şeklinde olmuştur. Aşağıda VTBK işlemleri dört başlık altında özetlenerek verilmektedir.

A- Uygulamanın Yapılacağı Konunun Tanınması;

VM uygulamasını hazırlayacak olanlar, ilgili konu ve veriler hakkında bir ön araştırma yaparak bilgi edinmelidirler. Bu konuda geçmişte yapılmış araştırmaları incelemek gerekebilir.

B- Üzerinde VM Uygulamasının Yapılacağı Örnek Veri Tabanının Seçilmesi;

Kullanılan verilerin en önemli farkı gerçek dünyadan alınan veriler olmasıdır. Dolayısıyla, VM işleminde bir değer taşıyan veri temel özelliklerinden bir veya bir kaç eksik olabilir. Mümkünse, bu özellikler veri tabanına eklenmelidir. Ayrıca bazı elemanların bazı özellikleri yanlış yazılmış veya hiç yazılmamış olabilir. Bu tip hatalara veri kirliliği veya parazit denilebilir.

Bu aşamada verilerin sunum yapısının (ilişkisel veri tabanı, veri küpü gibi) ve "Veri Tabanı Yönetim Sistemi"nin

(VTYS) seçilmesi gerekir. Elde edilecek sınıfların ve bunları oluşturan kalıpların sayısını incelenebilir düzeyde tutmak ve anlamsız oluşumları baştan engellemek için veri tabanındaki değişkenler azaltılmalıdır (eğer mümkün ise). Bu işlemle birlikte verileri temsil edebilecek özellikler de saptanır. Eğer veriler birden çok kaynaktan elde ediliyorsa, verilerden analiz ile ilgili olanlar alınarak birleştirilmelidir.

C- Veri Madenciliği;

Araştırmacı özetleme, sınıflandırma ve gruplama gibi modellerden bir veya birkaçını kullanmaya karar vermelidir. Karar mekanizmalarında kullanılacak model ve parametreler seçilir. Bunlara göre VM algoritmaları hazırlanır. Böylece "Veri Madenciliği Motoru" oluşturulur. VM de kullanıcı ile program arasında bir etkileşim ortamı bulunur. Bunun için uygun bir kullanıcı arayüzü oluşturulmalıdır. Araştırma sırasında önceki işlemlere geri dönmek de gerekebilir. Bu kullanıcının çeşitli olası talepleri için gereklidir de. VM'de temel amaç, karar kalıplarının elde edilmesidir.

VM, bilgiye ulaşmak için kullanılan başka alanlarla da ilişkilidir. İlgili kaynaklarda adları kısmi olarak yer alan bu alanları toplu halde şöyle sıralayabiliriz:

- i) Bulanık kümeler
- ii) Mantık
- iii) Bilgilerin yeniden elde edilmesi
- iv) Veritabanı işletim sistemleri ve/veya "OnLine Transaction Processing" sistemleri

- v) Boyutlu modelleme
 - vi) Veri depoları kullanımı
 - vii) OLAP (OnLine Analytical Processing)
 - viii) İstatistik
 - ix) Makine öğrenimi
 - x) Yapay sinir ağları
 - xi) Model eşleme
- D- Elde Edilen Yapıların Sunumu Ve Yorumlanması

VM sonucunda elde edilen kalıplar kullanıcıların anlayabileceği bir şekle dönüştürülerek sunulmalıdır. Mümkünse sonuçların yorumları da kullanıcıya sunulur. Ayrıca, kullanıcı kendi bilgisi çerçevesinde yorum yaparak kendi sonuçlarını elde edebilir.

3. VERİ MADENCİLİĞİNDE BİR UYGULAMANIN AŞAMA VE YÖNTEMLERİ

Üzerinde işlem yapılacak veriler seçildikten sonra, bu verilerin gösteriminde kullanılacak mantıksal veri yapısı, bir başka deyişle Veri Tabanı Yönetim Sistemi seçilir. Kullanılan verilerin tipine ve uygulanacak işlemlere göre değişik yapılar tanımlanmıştır. Bunlar ilişkisel veri tabanı, veri deposu, işlemsel veri tabanı, nesne yönelimli veritabanı ve uzaysal veri tabanı gibi yapılarıdır. Veriler, seçilen veri tabanı yapısına uygun olarak, daha yukarıda anlatılmış olan, gereksiz özelliklerin - niteliklerin- atılması, veri kirliliğinin giderilmesi gibi işlemleri de içerecek şekilde düzenlenir. Böylece, üzerinde veri madenciliği işlemlerinin uygulanacağı hedef veri tabanı elde edilmiş olur.

Veri madenciliğinin temel hedefi bilgilere ulaşmamızı sağlayacak uygun, kullanılabilir, anlamlı karar kalıplarının elde edilmesidir. Bu işlem için kullanılan VM yöntemleri, genel olarak, tanımsal ve tahminsel diye ikiye ayrılır. Her yöntem, kendi içinde, kullanılan algoritmalara bağlı olarak sınıflara ayrılabilir. Salkımlama veya kümeleme, özetleme, eşleştirme -ilişkilendirme, bağlantı kurma-kuralı ve ardılık keşfi VM'nin tanımsal yöntemleri olarak sıralanabilir. Sınıflandırma, zaman serileri analizi ve tahminleme ise tahminsel yöntemler içinde yer alır.

Yukarıda isimleri verilen algoritmaların bazılarında sınır şartları ve eşik değerleri kullanıcı tarafından belirlenir. Ayrıca, kullanıcı verilerin hangi temel özelliklerini kullanacağına karar vermek isteyebilir. Bu durumda bir kullanıcı arayüzü oluşturarak kullanıcı ile program -bilgisayar- arasında etkileşim veya iletişim sağlanmalıdır. Bu tip yapıları yönlendirilmiş VM olarak adlandırabiliriz.

4.YÖNLENDİRİLMİŞ VERİ MADENCİLİĞİ TEKNİKLERİ İLE BİR UYGULAMA

Amaç

VM uygulamaları, bir süredir hayatın çeşitli alanlarında ve bilimde kullanılmaktadır. Özellikle Türkiye'de yapılan lisansüstü tez çalışmalarında ticaret ve tıp alanlarında uygulamalar bulunmaktadır. Ancak, jeoloji ve maden mühendisliği dallarında örneklerle rastlanılamamaktadır.

Yer bilimlerinde verilerin elde edilmesi

için genellikle sondajlar açılmaktadır. Karotlarla sondajlardan alınan örnekler incelenerek zeminin yapısı öğrenilmeye çalışılır. Yer altındaki tabakaları oluşturan formasyonların cinsi ve kalınlığı öğrenilerek sondajların düşey kesitleri çizilir. Rastlanılan formasyonların, amaca bağlı olarak, gereken fiziksel ve kimyasal özellikleri saptanır. Araştırmacılar, bazen yüzlerce sayfa tutan bu verilerden, genellikle klasik yöntemleri kullanarak, sonuçlar çıkarmaya çalışırlar.

Yaptığımız çalışmanın amaçlarından ilki VM tekniklerini kullanarak, araştırmaların daha kısa sürede, daha kolay ve daha objektif olarak yapılabileceğini göstermektedir.

İkinci amacı ise açılması gereken sondaj sayısını azaltmaktır. Çünkü sondaj açılması çalışmaları önemli ölçüde parasal kaynak gerektirmektedir. Bazı sondajlarda hedef formasyona (örneğin kömüre) rastlanılmamaktadır. Eğer bu tip sondajların açılması engellenebilirse ve genel olarak açılması gereken sondaj sayısı azaltılabilirse önemli kazançlar sağlanabilir.

Üçüncü ve son amaç ise gelecekte yapılacak benzer çalışmalar için bir öngörü sağlamaktır. Bu sayede, verilerin depolanması ile ilgili sorunların çözülebilmesi için çalışmalar yapılabilir, yapılanlara bakılarak, başka nelerin yapılabileceği saptanabilir. Bu çalışmada - çalışmayı yapan kişinin yer bilimleri konusunda çok kısıtlı bilgisi olduğu göz önüne alınırsa- mutlaka bulunabilecek eksikliklerin giderilmesi için de konunun uzmanları tarafından çalışmalar

Çizelge 1. Formasyon bilgilerinin yer aldığı çizelgenin sahaları.

MALZEME KOD	MALZEME ADI	GORÜNÜM RENGİ	TARAMA SEKLİ	TARAMA RENGİ

numaraları, hem de formasyon isimleri tekildir. "Malzeme Kod" sahası anahtar saha olarak seçilmiştir.

Sondajın yeri ile ilgili bilgilerin bulunduğu "Kuyu" isimli çizelge Çizelge 2 'de verilmiştir. "Kuyu No" sondaj ekibi tarafından verilen ve her sondaj için tekil olan bir sayıdır. Bu nedenle anahtar saha olarak seçilmiştir. "Sağa Değeri", "Yukarı Değeri" ve "Kot Değeri" dik koordinat eksen sisteminde, sırasıyla Y, X ve Z eksenlerine karşılık gelmektedir. "Kalınlık" değeri sondaj derinliğini vermektedir. Bu bilgi ile sondaj sonunun kotu hesaplanabilir. Kalınlık, aynı zamanda, formasyonların kalınlıklarının toplamına eşittir. Diğer bilgiler bu çalışma özelinde, sadece arşivsel niteliktedir. Bilgilerin girilebilmesi için "Kuyular" isimli bir arayüz oluşturulmuştur.

"Kuyular" arayüzünün bulunduğu pencerede, ikinci bir sekme olan "Katmanlar" arayüzü ile her sondajda formasyonların kod numaraları ve kalınlıkları bilgileri girilebilir. Kod numarası girilen formasyonun adı hemen yanda görüntülenecektir. Kod numarasının hatırlanamaması durumunda, bir düğme yardımı ile formasyonların kod numaralarının ve isimlerinin bulunduğu listeye ulaşılır. Bitiş kotu program tarafından hesaplanacaktır. Bu bilgilerin

yer aldığı "Katman" isimli çizelgenin sahaları Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Kömür ve kömürlü formasyonlar için yapılan analizlerin sonuçları, "Katmanlar" arayüzünde yer alan bölümdeki uygun alanlara girilecektir. Bu verilerin oluşturduğu "Analiz" çizelgesi Çizelge 4'de verilmiştir. "Kuyu No" ve "Katman No" bilinen değerler olduğundan, kullanıcı sadece diğer dört sahanın içeriklerini girecektir. Bu çizelgede anahtar saha olarak "Kuyu No" ve "Katman No" sahaları ile bir üstün anahtar (Super Key) oluşturulmuştur.

Aynı pencerenin solunda, "Kuyular" sekmesinde seçilmiş olan sondajın kesiti, formasyonlar için daha önce belirlenmiş olan renk ve desenler kullanılarak gösterilmiştir. "Kuyu Çizim Yazdır" düğmesi ile sondajın kesit alanının çizimi (Şekil 2) görüntülenebilir. Çizim, Şekil 1'de verilmiş olan örneğe göre hazırlanmış ve bazı çizelgeler de eklenmiştir. Bu çizimin bir yazıcı ile kağıda aktarılması olanağı da sağlanmıştır.

İşlemler

Özgün veriler ile yapılan çalışmalar

Ana penceredeki "İşlemler" sekmesi ile yapılabilecek araştırmalara bazı örnekler verilmiştir. Bu sekmede üç seçenek

Çizelge 2. Sondaj bilgilerinin bulunduğu çizelgenin sahaları.

KUYU NO	SAGA DEGERİ	YUKARI DEGERİ	KOT DEGERİ	KALINLIK	PAFTA NO	MEVKİ	MAKİNE MARKASI	BASLAMA TARİHİ	BİTİŞ TARİHİ

Çizelge 3. Sondajda rastlanılan formasyon bilgilerinin çizelgesi.

KUYU NO	KATMAN NO	MALZEME KOD	BİTİŞ KOTU	KALINLIK

Çizelge 4. Analiz sonuçlarını yer aldığı çizelgenin sahaları.

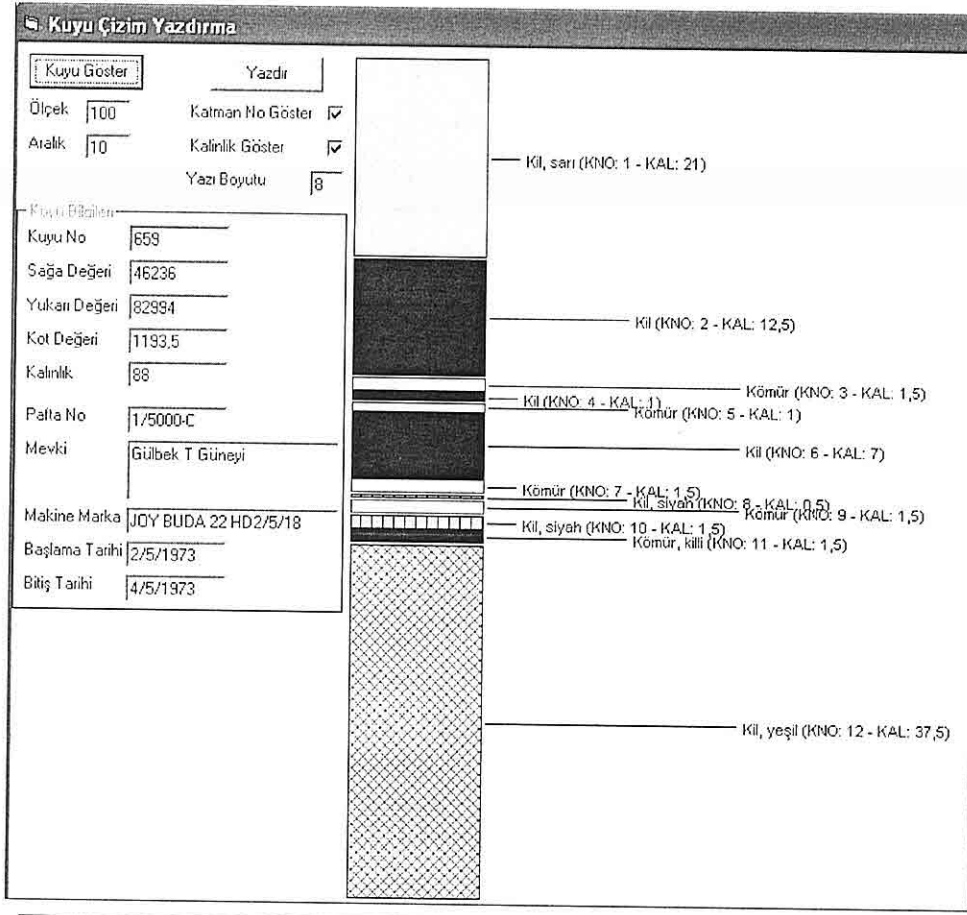
KUYU NO	KATMAN NO	KAROT YÜZDESİ	RUTUBET YÜZDESİ	KUL YUZDESİ	KALORİ

bulunmaktadır. İlk seçenek olan "Malzeme Yüzdeleri" ile daha önce "Malzeme Tanımlama" kısmında adı ve kod numarası belirlenmiş olan zemin formasyonlarının rastlandığı sondaj sayıları ve rastlanma yüzdeleri elde edilebilmektedir. Bu çizelgeler ile araştırmacı, yapacağı araştırmalarda, hangi formasyonun ne kadar önemli olduğu konusunda bir fikir edinebilir. Böylece, sondajlarda rastlanma yüzdesi, kullanıcı tarafından belirlenecek olan bir eşik değerinden az olan formasyonları araştırma dışında tutabilir.

"Malzeme Üstündeki ve Altındaki Malzemeler" seçeneğinde kod numarası kullanıcı tarafından seçilen formasyonun, her sondajda yukarıdan aşağı doğru ilk rastlandığı formasyonun hemen üstünde

yer alan formasyonun bilgileri verilmektedir. Aynı pencerede, seçili formasyonun rastlandığı son formasyonun hemen altında yer alan formasyonun adı da verilmektedir. Bu bilgiler, hem tek tek sondaj numaraları, hem de toplam sondaj sayısı olarak sunulmaktadır. Böylece, hakkında araştırma yapılan formasyonun, genel olarak hangi cins formasyonların altında ve sondaj sonu olarak da hangi formasyonun üstünde rastlandığı hakkında fikir verir.

Bu incelemelerin her ikisi de girilmiş olan verilerin özgün halini kullanır. Amaç, veri madenciliği çalışmaları sırasında oluşturulacak sınıfların sayısını azaltabilmek için veri tabanında yapılabilecek düzenlemeler hakkında fikir edinmektir. Farklı isimli formasyonların



Şekil 2. Sondajın düşey kesitinin çizimi.

bazılarını tek isim altında toplamak gerekebilir. Bu çizelgeler yardımı ile birleştirilebilecek formasyonları saptamak mümkündür.

Verilerin düzenlenmesi ve yapılan incelemeler

"İşlemler" sekmesinde üçüncü ve son seçenek "İnceleme"dir. Bu seçenekte ekrana gelen arayüzde araştırmacıya birden çok inceleme yapabilme,

istendiğinde önceki incelemelerine ulaşabilme ve bu incelemelerde değişiklik yapabilme olanağı sağlanmaktadır. Araştırmacı, incelemelerini bir veri tabanında saklayabilir ve saklanması gereksiz olanları silebilir. Yapılabilecek inceleme sayısında da bir sınırlama bulunmamaktadır.

Bu penceredeki "Malzeme Birleştirme" arayüzü kullanılarak, "Özgül Veriler ile Yapılan Çalışmalar" bölümünde anlatılan

özetleme ve sınıflandırma işlemlerinden elde edilen sonuçlara göre benzer nitelikli formasyonlar tek isim altında toplanabilir. Bu aşamada formasyonlar için yeni isimler verilebileceği gibi var olanlardan biri de kullanılabilir. Bu işlem bittikten sonra, yeni seçimlere uygun olarak yeni veri tabanı oluşturulur. Yeni veri tabanında, formasyonların yeni kod numaraları, isimleri, formasyonların başlangıç ve bitiş kodları ile birleştirilmiş kalınlıkları bir çizelge yardımı ile görülebilir.

Araştırmacı formasyonların sondajlarda rastlanma oranlarını ve seçilen bir formasyonun bir sondajda rastlandığı en üst ve alt konumunun hemen üstünde ve altında yer alan formasyonların oranlarını bulma işlemini yeni oluşturulan düzenlenmiş veritabanında da uygulayabilir. Bu veri tabanı üzerinde uygulanan yeni bir işlem de tanımlanmıştır. Kod numarası kullanıcı tarafından seçilen bir formasyonun sondajlarda ilk rastlandığı formasyonun kotuna göre sondajlar sınıflandırılmaktadır. Önce en büyük ve en küçük kot değerleri bulunarak, bu aralık kullanıcının belirlediği sayıda aralıklara ayrılmaktadır. Bulunan kot aralıkları farklı renklerle simgelenmiştir. Bir sınıfın elemanı olan bir sondaj, o sınıfın rengindeki bir nokta ile gösterilmiştir. Bu noktalar, sondajın özgün veri tabanında bulunan sağa(Y) ve yukarı(X) değerleri kullanılarak, karelere ayrılmış bir düzlem üzerinde gösterilir. Böylece formasyonun, arazinin hangi bölgelerinde ne kadar derinlikte rastlandığını, sürekliliğini ve meyil durumunu görmek mümkün

olmaktadır. Beyaz noktalar, seçilen formasyonun hiç rastlanmadığı sondajları göstermektedir (Şekil 3).

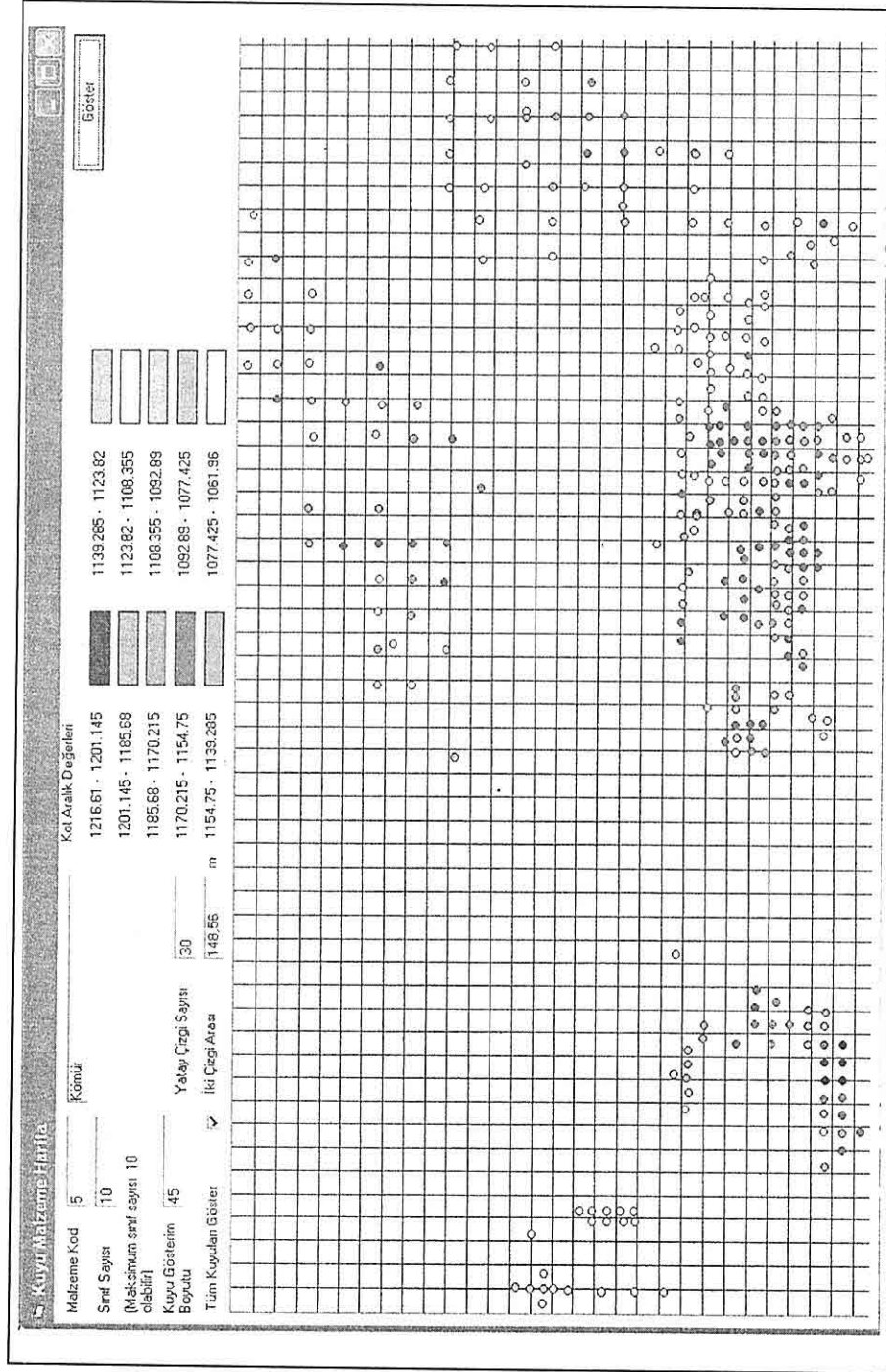
Bu incelemede, belirlenecek sınıf sayısı en fazla on olarak saptanmıştır. Sınıf sayısının çok arttırılması haritanın daha karmaşık olmasına sebep olabilecektir. Bu da haritanın anlaşılabilirliğini azaltacak ve sonuç çıkarmayı güçleştirecektir.

Son olarak, kullanıcı bir eşik değeri seçerek sondajlarda rastlanılma oranı bu değerden küçük olan formasyonları inceleme dışında tutabilir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Verilerin elde edilme aşamasında oluşan karışıklığın giderilmesi için bir isimlendirme standardına ihtiyaç vardır. Tanıtılan uygulama böyle bir standardı oluşturma iddiasında değildir. Ancak, ekipler arası uyum sağlanmasına yardımcı olabileceği görülmüştür. Sondajlardan elde edilen karotlardan hareketle litolojik bilgilerinin gösterildiği sondaj kesit çizimlerinin bilgisayar yardımı ile elde edilebilmesi ekiplerin işlerini kolaylaştıracak, işlerin daha çabuk bitirilmesini sağlayacaktır.

Sondaj jeologları ve/veya diğer ilgili kişiler programın veriler üzerinde uygulanmasına izin verdiği incelemeleri kullanarak hedef cevherin zemindeki durumu ve eğilimi konusunda bir görüşe sahip olabileceklerdir. Bu sayede, açılacak yeni sondajların yerini daha doğru olarak saptayabilirler. İşletme aşamasında da, özellikle Şekil 3'te gösterilmiş olan belirlenmiş bir formasyonun sondajlarda ilk rastlandığı kotları veren haritanın



Şekil 3. Kod numarası verilen formasyonun sondajda ilk rastlandığı kotlara göre simflandırılmasının haritası.

işletme yöntemini belirlemede yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Yukarıda sayılanlar uygulamayı hazırlayanın görebildiği sonuçlardır. Konunun uzmanları başka sonuçlara da ulaşabilirler. Ayrıca, aynı kişilerin bilgisayar programcıları ile ortak çalışmaları, yapılabilen incelemelerin sonuçlarının daha yararlı ve anlaşılabilir hale gelmesini sağlayabilir.

Uygulamada ilk bakışta eksik olarak görülebilecek noktalar vardır. Örneğin havzanın kömür rezerv hesaplamaları yapılmamıştır. Ancak program bu ve benzeri hesaplamaların eklenebilmesine ve geliştirilmeye uygundur. Programın temel amacı veri madenciliğinin yer bilimlerindeki bir örneğini oluşturmak ve bir yarar sağlanabileceğini göstermektir. Bu nedenle konu tüm yönleri ile programa aktarılmaya çalışılmamıştır. Diğer yandan, zaman sınırlamaları da bir engel oluşturmuştur. Ancak, çalışmaların yapılanlarla sınırlı kalmaması gerektiği açıkça görülebilmektedir.

6. KATKI BELİRTME

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği doktora programı kapsamında gerçekleştirilmiştir. Öncelikle beni veri madenciliği ile tanıştıran teşvik eden müteveffa Prof.Dr. Esen Özkarahan hocamı saygı ile anarım. Çalışmaları yöneten Alp Kut'a, görüş ve uyarıları ile yönlendiren, verileri bulmamda yardımcı olan Hülya İnaner ve Yalçın Çebi'ye, verileri kullanabilmem için izin vererek görüşleri ile yardımcı olan Prof.Dr. Eran

Nakoman'a çok teşekkür ederim.

7. KAYNAKLAR

Brachman, R.J., Khabaza, T., Kloesgen, W., Piatetsky-Shapiro, G. & Simoudis, E. (1996). *Mining business databases. Communication of the Acm.* 39, 42-48.

Chen, M.S., Han, J. & Yu, P.S. (1996). *Data mining: An overview from a database perspective. IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering.* 8, 866-883.

Dunham, M. (2002). *Data mining: Introductory and advanced topics.* NJ, USA: Prentice Hall.

Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2004). *Fundamentals of database systems.* United States of America: Addison-Wesley.

Fayyad, U., Hausler, D. & Stolorz, P. (1996). *Mining scientific data. Communication of the Acm.* 39, 51-57.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G. & Smyth, P. (1996). *The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data. Communication of the Acm.* 39, 27-34.

Fayyad, U. & Uthurusamy, R. (1996). *Data mining and knowledge discovery in databases. Communication of the Acm.* 39, 24-26.

Glymour, C., Madigan, D., Pregibon, D. & Smyth, P. (1996). *Statistical inference and data mining. Communication of the Acm.* 39, 35-41.

Han, J., & Kamber, M. (2001). *Data mining concepts and techniques.* United States of America: Morgan Kaufmann Publishers.

Hand, D., Mannila, H., & Smyth, P.

- (2001). *Principles of data mining*. United States of America: The MIT Press.
- Holsheimer, M. & Siebes, A. (1991). *Data mining: The search for knowledge in databases*. Amsterdam: CWI.
- Imielinski, T. & Mannila, H. (1996). A database perspective on knowledge discovery. *Communication of the Acm.* 39, 58-64.
- Inmon, W.H. (1996). *The data warehouse and data mining*. *Communication of the Acm.* 39, 49-50.
- Jain, A.K. & Dubes, R.C. (1988). *Algorithms for clustering data*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Knorr, E.M. & Ng, R.T. (1996). Finding aggregate proximity relationships and commonalities in spatial data mining. *IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering.* 8, 884-897.
- Özkarahan, E. (1997). *Database Management : Concepts, Design, and Practise (2nd ed)*. İzmir: Saray Medical Publication.
- Tan, P., Steinbach, M., & Kumar, V. (2005). *Introduction to data mining*. USA: Addison Wesley.
- Rud, O. P. (2001). *Data mining cookbook*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Westphal, C., & Blaxton, T. (1998). *Data mining solutions*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

MİLAS HAVZASI İÇMELERİNİN HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

İpek F. BARUT

İ.Ü., Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul/Türkiye

Okay EROSKAY

İstanbul Kültür Üniversitesi, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, İstanbul/Türkiye

Ali DURMUŞ

İ.Ü., Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye

Kapsül: Bilimsel merak; araştırmacıların, kanıtların geçerliliğini ve ilgili yorumları sorgulamalarını gerektirir ve araştırma böylece ortaya çıkar.

Watson, W.G. (Day, A.R., 1997)

ÖZET: *Birçok uygarlığın doğduğu Anadolu topraklarındaki arkeolojik çalışmalarda, mineralli suların kullanımına ilişkin elde edilen bulgular zengin bir kaplıca tedavisi geleneğine işaret etmektedir. Batı Anadolu bölgesinde çok sayıda termomineralli suyun bulunuşu ve kaplıca merkezlerinde kullanılması kaynakların balneolojik yönden değerlendirilmesini gerektirmiştir. Milas havzasında tuzlu karst kaynakları ile çok sayıda tatlı su kaynakları da bulunmaktadır. Bu çalışmada, bölgede sosyal ve ekonomik boyutta önem taşıyan Milas İçmeleri'nin [Bahçeburun (Atahırı), Sepetçiler (İçme), Asin (Kıyıkışlacık), Çınarkaynak (Güvercinlik), Kepezhayrat (Beçin)] hidrokimyasal özellikleri, tuzlanma modeli ile beslenme-boşalım ilişkisi ve kaynakların çıkış mekanizmaları açıklanmaya çalışılmıştır. Asin (Kıyıkışlacık-Kurin-Iassos) ve Sepetçiler içmeleri tuzlu (klorürlü), Bahçeburun içmesi ve çamurları karbondioksitli ve radyoaktif özelliktedir. Kepezhayrat kaynağı bikarbonatlı, Çınarkaynak ise florürlüdür. Güncel olarak Asin ve Sepetçiler içmeleri su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılırken, Bahçeburun içmesi ve Sepetçiler'in diğer kaynağı ile Çınarkaynak (Güvercinlik) ise içme olarak geleneksel kullanımdaki yerini korumaktadır. İnceleme alanında yeraltısularının hareketini tektonizma kontrol etmektedir. Doğuda otokton ve allokton birimlere olan beslenimden yeraltısuları batıya, KB'ya Savranköy ve Sepetçiler kaynaklarına doğru hareket etmektedir. Batıdaki karbonatlı kayalıklara olan beslenim ise alüvyon ile GD'daki kaynaklara doğru akışa geçmektedir. Dolayısı ile allokton istifin geçirimsiz birimleri bir perde oluşturmakta ve tektonik aktivite ile meydana gelen süreksizlikler sonucunda denizsuyu girişimi meydana gelmektedir.*

HYDROGEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SPA SPRINGS IN THE MILAS BASIN

ABSTRACT: *Archeological studies conducted in Anatolia, which is the cradle of*

Katyon analizlerinden Na, K, Sr analizleri atomik absorpsiyon, B^{3+} , I^- analizleri spektrofotometrik yöntemlerle, F^- analizi iyon seçici prob, Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} analizleri volumetrik veya titrimetrik yöntemlerle yapılmıştır (Çizelge 1).

Otokton istif çeşitli gnays ve migmatitlerin oluşturduğu çekirdek ile çeşitli şist ve Permiyen-Paleosen kireçtaşı çökellerinden oluşmuş örtü istiflerinden oluşmuştur. Güneyden kuzeye hareket eden Likya Napları, güneydeki otokton istifin kayaçları üzerine yaslanmıştır.

Çizelge 1. Su örneklerinde bulunan çeşitli bileşenlerin yerinde ve laboratuardaki ölçümlerinde kullanılan yöntemler.

Parametre	Yöntem	Duyarlılığı (\pm)
T	NEL PH900 Model pH metre ve su termometresi	0,1 °C
pH	NEL PH900 Model pH metre	0,01 den küçük
EC	ORION Model 105 SCT metre	% 1
S(‰)	ORION Model 105 SCT metre	% 1
Sr	Atomik Absorpsiyon Spektrometre (Rank Hilger Atomspek H1550)	0,001 mg/l
B, I	Spektrofotometre (ATI-UNICAM UV/VIS SpetrometreUV2)	0,001 mg/l
F	İyon seçici prob (Jenway 3040 Ion Analysör)	0,1mg/l
Na, K	Alev fotometresi (DRB-Lange Berlin M6a)	1 mg/l
Ca, Mg, HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl	Titrasyon	1 mg/l
Toplam Sertlik	Titrasyon	1 mg/l $CaCO_3$

3. BULGULAR

3.1. Havzanın Jeolojisi

İnceleme alanının içinde bulunduğu GB Anadolu'nun büyük bölümünde Menderes masifi yayılım göstermektedir. Bölgenin jeolojisi, temeli oluşturan otokton istif, temel üzerine yerleşmiş allokton istif ile otokton ve allokton istif üzerini örten kalın ve geniş yayılım gösteren neotokton istif olarak üç ana bölümde incelenmiştir.

Bölgenin jeolojisi ayrıntılı olarak çeşitli araştırmacılar (Graciansky, 1965; 1972; Eroskay vd., 1992) tarafından çalışılmıştır.

Paleozoyik-Mesozoyik çökellerden oluşmuş olan bu allokton istif, Toros Kuşağı ismiyle de anılmaktadır. Bu allokton istif, otokton Menderes masifinin üzerine ekaylı bir yapı ile yürümüştür (Akat vd., 1975). Bölgede bazı yerlerde otokton ve allokton istife ait birimler birbirine benzer özelliktedir. Ancak bölgede otokton ile allokton istifi ayıran kılavuz seviye olarak Milas-Muğla çevresindeki Geç Paleosen kızıl kireçtaşları kabul edilmiştir (Akat vd., 1975). Kalın ve geniş yayılım gösteren

Tersiyer neotokton istif, otokton ve alloktonları örtmektedir. Bölgede genç tektonizma ile kırık sistemleri gelişmiş ve birikinti konileri ile grabenlerde kalın alüvyal çökellerden meydana gelmiştir.

Gökova bölgesindeki yapısal oluşumlar, farklı ve sürekli tektonizmanın kontrolünde gelişmiştir. İki farklı (Muğla-Yatağan ve Milas-Ören) rift sistemi, KB-GD doğrultulu Orta-Geç Miyosen çökellerinden oluşmuş 1. rift sistemi, D-B doğrultulu ve Pliyo-Kuvaterner kayaçlar ile kaplanmış 2. rift sistemi bulunmaktadır. Yapısal ve paleomagnetik verilerle 1. sistemin kökeninin K-G yönelimli olduğu ve günümüz doğrultusunu Geç Miyosen öncesinde kütlelinin saat yönünün tersinde dönmesiyle kazandığı Görür vd. (1995) tarafından belirtilmiştir.

3.2. Havzanın Hidrojeolojik Özellikleri

Bölgenin hidrojeolojisi Eroskay vd., (1992) ve Önhon vd., (1998) tarafından incelenmiştir. Bölgede hidrojeolojinin belirlenmesinde otokton ve allokton kayaçların istiflenmesi, jeolojik ve hidrojeolojik evrim ile geçirimsiz sınırların etkisinde belirgin farklar meydana gelmiştir. Karstik kireçtaşlarının yayıldığı alanlarda, yüzeysel yağış alanı sınırı, yeraltısularının beslenme alanı ile farklılık göstermektedir. Bu nedenle beslenme alanının belirlenmesi için otokton ve allokton istifteki birimler; geçirimsiz (bariyer), geçirimli (akifer), yerel geçirimli ve geçirimli örtü olarak ayrılmış ve incelenmiştir (Barut, 2001) (Şekil 2).

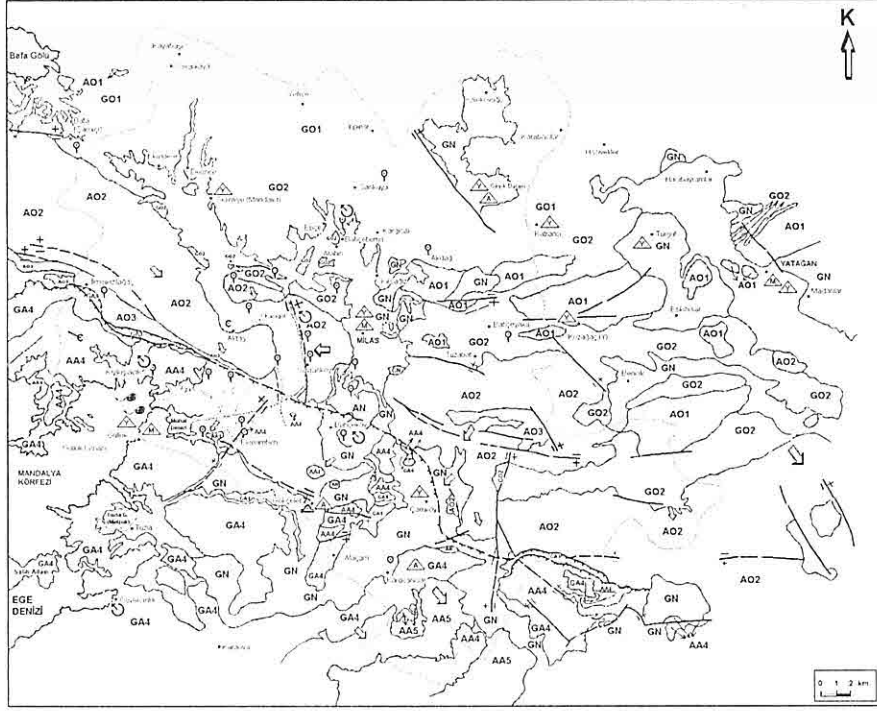
3.2.1. Geçirimsiz Birimler

Gnayslar ve mikrognayslar; Menderes masifi gnaysları en alt düzeylerde genellikle geçirimsizdir. Ancak kırık, eklem, foliyasyon, şistozite ve fay düzlemleri ile ikincil gözeneklilik ve geçirgenlik kazandıkları yerler bulunmaktadır. Yüzeğe yakın ayrılmış kesimlerde birbiri ile bağlantılı kırık ve çatlaklardan beslenen kaynaklar yer almaktadır. Milas'ın KD'ndaki Labranda kaynakları ile Bahçeburun kaynağı, bu gnays ve şist grubu boşalmaları olup, yüzeğe yakın ayrılmış zonda yer almaktadır. Yeraltısularının beslenmesi anlamında gnayslar genel olarak geçirimsiz olarak kabul edilmiştir.

Şistler ve Kuvarsitler; bölgenin güneyine doğru yüzeylemiş şistleri gnayslar çevrelemiştir. Killi şist, mika şist kloritli şist, fillat, kuvarsit, kalk şist ve mermer mercceklerinden oluşmuş olup, geçirimsizdir. Arazi çalışması sırasında Sodra Dağı kuzeyinde Sodra ve Mahuf sırtlarında karstlaşma gözlenmiştir. Mermerlerin şistlerle geçişli olduğu büyük alanlar yerel karstik akiferler olarak değerlendirilmiştir. Ancak genel olarak şist ve kuvarsitler geçirimsiz temeldir.

Tektonik Melanj; allokton istifte yer yer ofiyolit grubu kayaçlarla karışan geçirimsiz bariyer olarak sınır oluşturmaktadır.

Güllük Formasyonu; inceleme alanında allokton istifin en altındadır. Litolojik özellikleri nedeniyle genel olarak geçirimsizdir. Formasyonun içinde yerel kireçtaşı merccekleri karstik akifer özelliği



OTOKTON İSTİFİN HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ		ALLOKTON İSTİFİN HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ	
Aluvyon(Qal) ve Yamaç Molozu(Qym)		- Karstik Olmayan Geçirimsiz Örtü	
GN	Yatağan Formasyonu -Yerel Geçirimsiz Kumlu çakıllı düzeylen geçirimsiz Kilitli marulı kumlu düzeylen geçirimsiz	AN	Çirkan Formasyonu-Geçirimsiz-Çok Karstik Volkanik tüf katkılı pembe kireçtaşı
AO3	Kalıngül Formasyonu	GA5	Oliyolit
AO2	Milas Formasyonu	AA5	Gökova Formasyonu
AO1	Mermer Üyesi	AA4	Allokton Kireçtaşları
GO2	Şist ve Kuvarsitler	GA4	Güllük Formasyonu
GO1	Günays ve Mikrogünayslar	GA3	Tektonik Melanj
			Geçirimsiz Bariyer Söpmantül peridoti
			Geçirimsiz-karstik Dolomit, dolomik Kireçtaşları ve mermer düzeyleri içindir.
			Geçirimsiz-karstik Karstik Kireçtaşları
			Geçirimsiz Konglomera, kumtaşı, yeşil az metamorfik kireçtaşları
			Geçirimsiz Temel Yerel olibyolit karstı .

AÇIKLAMALAR	
	Yaklaşık yeraltısuyu akım
	Hidrojeolojik ortam sınırı
	Beslenme alanı sınırı
	Kaynak grubu
	Sürekli karst kaynağı
	Şifalısu kaynağı, içme
	Kaynak
	Denizliçi ve kırık kaynağı
	Dolin
	Düden
	Magara
	Sürekli-sizlik düzeyleri
	Drenaj kanalı
	Yaygın İstasyonu (YGI)
	Akım Gözlem İstasyonu (AGI)
	Meteorolojik İstasyonu (DMI)

Şekil 2. İnceleme alanının hidrojeoloji haritası (Barut (2001) ve Eroskay vd. (1992)'den yararlanılarak ek çalışma yapılmış ve geliştirilmiştir).

gösterse de bindirme zonuna yakın yerlerde geçirimsiz özelliktedir. Bölgede yeraltısuyu hareketi bakımından bariyer oluşturur. Formasyonun tabanına yakın kesimlerdeki kumtaşı ve şeyllerin altındaki kireçtaşları karstik özelliktedir. İnceleme alanında Kıyıkışlacık, Ekinambarı ve Yaygın kaynakları karstik kireçtaşlarından çıkmaktadır.

Ofiyolit; ofiyolit grubu kayaları serpantinit, peridotit, gabro, dunit ve harzburgit'tir. İnceleme alanının doğu ve güneydoğusunu sınırlayan bu birim hidrojeolojik bir bariyeri oluşturmaktadır.

3.2.2. Geçirimli Birimler

Milas Formasyonu; otokton istifte geçirimsiz şistlerin üzerinde geçirimli rekristalize kireçtaşları, dolomitik kireçtaşı ve mermer düzeylerden oluşmuştur. Faylarla kesilmiş ve blok dağlar oluşmuştur. Genel olarak geçirimli ve karstik özelliktedir. Formasyonun tabanındaki geçirimsiz şist dokanaklarından karstik kaynaklar çıkmaktadır.

Allokton Kireçtaşları; allokton istifte Güllük formasyonu üzerindeki geçirimli kireçtaşlarıdır. Güllük formasyonu ile geçişli yüzeyleri geçirimsizdir. Çeşitli büyüklükte bloklar içermektedir. Gri, yeşilimsi ve rekristalize kireçtaşları içinde süreksizlik düzlemleri gelişmiştir. Dolomitik ve kalsite dönüşmüş düzeyleri geçirimli ve karstik özelliktedir.

Gökova Formasyonu; allokton kireçtaşları üzerinde bulunmaktadır. Başlıca dolomit, dolomitik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşları ve mermer

düzeylerinden oluşmuştur. Kırık, eklem ve diğer süreksizlik düzlemleriyle çok sık kesilmiş ve yer yer parçalanmış görünümde tipik bir karstik akiferdir.

Çırkan Formasyonu; neotokton istifte Yatağan formasyonunun kireçtaşı düzeyleri geçirimlidir. Bu geçirimli düzeyleri ileri derecede karstiktir. Yerel olarak gözlenen karbonat çimentolu kireçtaşı, çakıllı konglomera ve tuf geçişli düzeylerinde ikincil gözeneklilik kazanmış ve karstik oluşum gelişmiştir.

3.2.3. Yerel Geçirimli Birimler

Kalınığıl Formasyonu; otokton istifin en üstünde bulunmaktadır. Breşik yapılı kırmızı kireçtaşları, çörtlü, mikritik kireçtaşları düzeyleri karstik geçirimlidir. Daha üst düzeylerinde bulunan şeyl, marn ve siltaşı düzeyleri geçirimsizdir. Alt düzeylerindeki kireçtaşının yüzeylendiği bölgeler karstiktir. Bu nedenle hidrojeolojik açıdan yerel geçirimli olarak kabul edilmiştir.

Yatağan Formasyonu; neotokton istifte bu çökellerin killi, marnlı ve kömürlü düzeyleri geçirimsizdir. Kumlu ve çakıllı ayrılmış düzeyleri geçirimli olup, genel olarak yerel geçirimsiz örtü çökelleridir.

3.2.4. Geçirimli Örtü

Alüvyon ve Yamaç Molozu; kıyı ovalarında, vadi tabanlarında ve polye düzlüklerinde bulunan alüvyal örtü genellikle geçirimlidir. Ancak alüvyal çökellerin kil içeren üst düzeyleri geçirimsiz özellik taşımaktadır. Karbonat çimentolu yamaç molozları içinde

karstlaşma görülmektedir. Milas-Bodrum yolunda yerel olarak gözlenmiştir. Bu nedenle hidrojeolojik bakımdan alüvyon ve yamaç molozları genel olarak geçirimli kabul edilmiştir.

3.3. Havzanın Hidrojeolojik Dolaşım Modeli

Havza içindeki yüksek debili karstik kaynaklardan, yeraltısuyu belirli lokasyonlardan boşalmaktadır. Otokton ve allokton istifin konumu ve yayılımı nedeniyle yeraltısuyu beslenmesi, yağışlardan süzülme ile olmaktadır. Yeraltısuyu hareketini geçirimli karbonatlı kayaları sınırlayan geçirimsiz otokton ve allokton istif ile tektonizma kontrol etmektedir. Havzanın kuzeyinde şistler içinde mercekler halinde bulunan mermerler, yağışların süzüldüğü beslenme alanlarıdır. Boşalım ise küçük debili kaynaklarla, şist ve gnaysların çeşitli lokasyonlarından olmaktadır (Şekil 3). Milas'ın kuzeyinde Akçeşmeüstü Tepe'de şistlerle geçişli bulunan Mesozoyik kireçtaşlarından çıkan ve debisi 4-6 lt/s arasında olan Bahçeburun kaynakları bulunmaktadır. Kırcağız köyünde birbirine 100-250 m uzaklıkta, debisi 2-4 lt/s arasında değişen kaynak grubu gözlenmiştir. Günümüzdeki Bahçeburun kaynakları ile Sarıkaya Köyü doğusunda Alkaya ve Değirmencik kaynakları ile Labranda kaynakları ve Milas'ta Gümüşkesen kaynaklarının çıkış sistemleri aynıdır.

İnceleme alanının potansiyel gerçek akiferini oluşturan Milas kireçtaşları havzanın batısında, ortasında ve havzanın

dışında, doğuda geniş dağılımlıdır. İnceleme alanının doğusundaki Milas kireçtaşlarının karstik oluşumlar içermesi nedeniyle ve sınırlı da olsa bitki örtüsü yağışın yüksek oranda süzülmesini sağlamaktadır. Havzanın kuzeyinde Selimiye ovasından alüvyon ile Ovakışlacık ovasında bulunan Karagöl'de düdenlerden giren suların, bu Mesozoyik kireçtaşlarını beslediği dikkate alınmıştır. Dolayısıyla, Milas Havzası ile Milas kireçtaşlarındaki polye sistemleri arasında bir yeraltısuyu bölümü olduğu açıklaması yapılabilir. Havza içinde KB'ya doğru, Kocadağ-Ortadağ-Bozdağ-Sodradağ'ın oluşturduğu drenaj alanını meydana getiren kireçtaşları Milas ve Savranköy'de K-G doğrultulu grabenlerle kesilmiştir. Milas kireçtaşlarının Bozdağ'dan olan besleniminin bir kısmı KB yönünde hareket ederek Kaymakkavağı mevkiinden Milas ovasına ve batıda Savran ve Sepetçiler kaynaklarına ulaştığı düşünülmektedir. Ancak Sodra Dağı-Bozdağ arası yaklaşık 3 km'dir. Sondaj kuyusu verilerinden K-G doğrultulu paleojeolojik bir çukurluk 400-600 m arası derinlikte, Neojen örtü çökelleri ile doldurulmuştur. Bu örtü çökelleri dikkate alındığında Bozdağ'dan olan yeraltısuyu akımı, Milas ovasının doğu kesimlerinde sınırlanmıştır (Barut ve Gürpınar, 2005).

Bölgede araştırma yapan kamu kuruluşlarına ait teknik çalışmaların sınırlı olması nedeniyle bu alanda gerçek derinlikler saptanamamıştır. Ancak, Sepetçiler (İçme) ve Savranköy kaynaklarının boşalımı dikkate alındığında, neotokton istif altında

dağılım gösteren Milas kireçtaşlarının birbirleriyle bağlantılı olması ile yüksek boşalmalar bu şekilde açıklanabilir. Bunun sonucunda, Milas kireçtaşlarında yeraltısuyu hareketi doğudan batıya doğrudur (Şekil 3).

İnceleme alanında diğer önemli akifer allokton kireçtaşlarıdır ve KB-GD yönünde dağılım göstermektedir. Kireçtaşlarının GD'ya doğru yayılımı ve yoğun karstik oluşumlarından dolayı yağıştan süzülme ile beslenmektedir. Havzanın jeoloji incelemesine göre tabanda geçirimsiz ofiyolitler bulunmasına rağmen, düşey faylar ile Milas kireçtaşları ile yer yer dokanak halindedir. Allokton kireçtaşlarında yeraltısuyunun hareketini KB-GD yönlü kırık ve eklem sistemleri kontrol etmektedir. Her ne kadar Yatağan Formasyonu yaygın olarak kireçtaşı düzeyleri içerse de yeraltısuyu bakımından yetersizdir. Kıyıkışlacık kaynak grubu yerel yapı ile bağlantılı allokton kireçtaşlarından boşalmaktadır. Bu kaynakların beslenme alanı allokton kireçtaşlarındandır. Ancak yeraltısuyu hareketi KB-GD yönlü bindirme kuşağı ile otokton ve allokton geçirimsiz kayaçların kontrolünde gelişmiştir (Şekil 3).

3.4. İçmelerin Hidrojeolojik Özellikleri

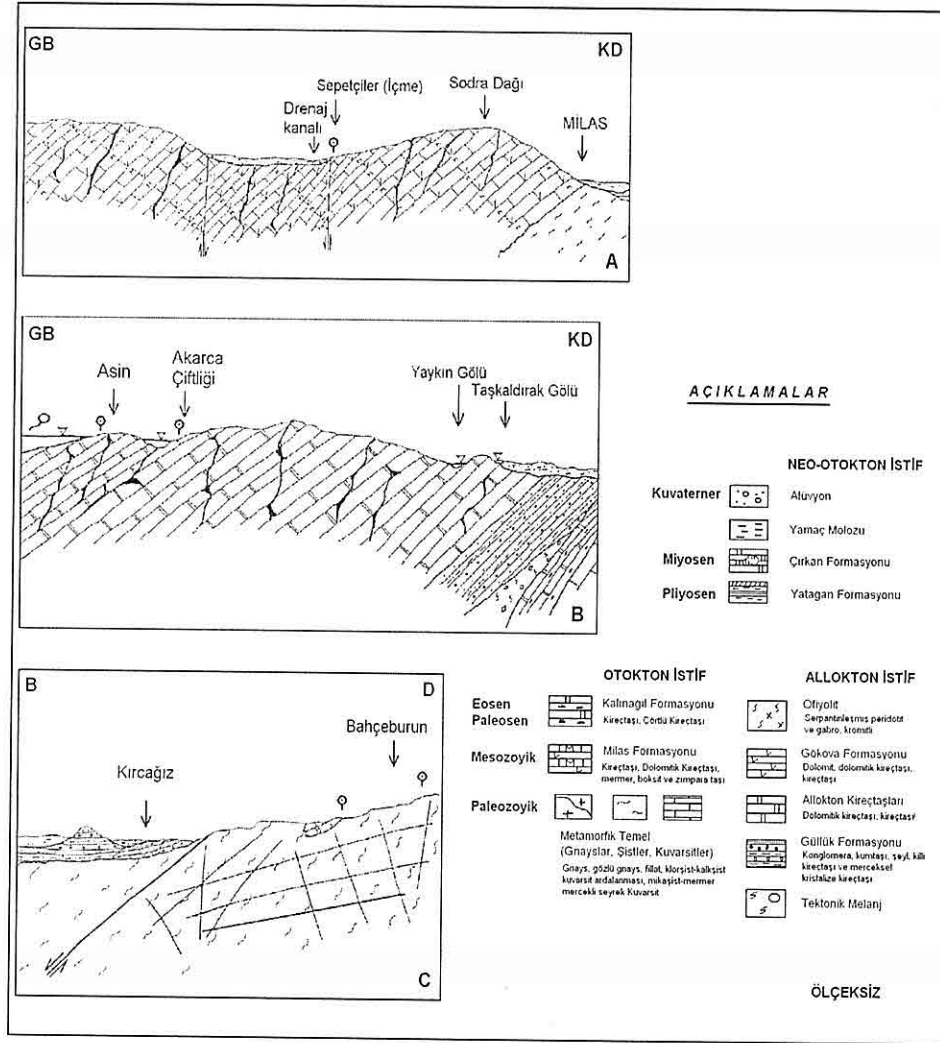
Bahçeburun Kaynakları (Eski kaynak ve Yeni Kaynak); Milas'ın yaklaşık 10 km K-KD'sundadır. Bahçeburun (Atahırı) köyünden stabilize yol ile yaklaşık 3 km uzaklıkta bulunan karbondioksitli kaynaklarda, arazi çalışmasında yoğun

kükürt kokusu algılanmıştır. Gnays-şist katmanlarının çatlaklarından boşalan kaynağın çıktığı yerde çamur oluşumu dikkat çekmiş olup eski kaynak 200 m yükseltide iken yeni kaynak 1000 m'dedir. Kaynağın debisi yaklaşık 2 l/s ve sıcaklığı 18.4 °C dir (Çizelge 2).

Sepetçiler Kaynak Grubu; Milas'ın yaklaşık 5 km G-GB'sındadır. Soda Dağı'nın batısında Sepetçiler-Savranköy'den geçen K-G doğrultulu olası fay kaynaklarıdır. Kaynaklar K-G doğrultusunda Milas kireçtaşları-alüvyon birleşimi boyunca değişik noktalardan farklı debilerle boşalmaktadır. Beslenmesi Soda Dağı'nda Milas kireçtaşları ile oadaki alüvyondandır. Tuzlu olan kaynakların yükseltisi 20-50 m, ortalama debileri 3-5 l/s arasında, sıcaklığı ise 18-20 °C'dir.

Asin Kaynak Grubu (Kıyıkışlacık-İassos); Kıyıkışlacık kuzeyinde, deniz düzeyinde ve denize uzaklıkları 0-10 m arasında değişen kaynaklardır. Kaynakların beslenme alanı allokton kireçtaşları ile kaynakların kuzeyinde yüzeylenmiş olan geniş yayımlı otokton kireçtaşlarındandır. Allokton kireçtaşları ve alüvyondan çıkan bu tuzlu kaynakların debileri 5-10 l/s, sıcaklığı ise 12-18 °C arasındadır.

Çınarkaynak (Güvercinlik): Güvercinlik Koyu'nda Güllük Formasyonu'nun kireçtaşı seviyelerinden boşalan kaynak, geçmişte deniz içinden boşalırken günümüzde kıyı alanı doldurulduğundan kıyıdan içeride yer almaktadır. Debisi 2-4 l/s arasında değişmektedir.



Şekil 3. İçmelerin çıkış sistemlerinin modeli. (A) Sepetçiler kaynakları, (B) Kıyıkışlacık kaynakları, (C) Bahçeburun kaynakları (Barut, 2001).

Kepezhayrat (Beçin) Kaynakları; Milas'ın güneyinde Beçin Kalesi içinde ve Denizcik Gölü kuzeyinde 200 m yükseltide karstik kireçtaşı ile kırıntılı Neojen çökellerin dokanağından çıkan kaynaklardır. Arazi çalışması sırasında Denizcik uvalası'nda su düzeyinin, yaz

aylarında yüzeyden 8-10 m düştüğü, kış aylarında ise su düzeyinin yükseldiği ve bulanıklaştığı gözlenmiştir. Kaynaktan Şubat 1998'de su örnekleri alındığı sırada suyun çamurlu aktığı görülmüştür. Karstik kireçtaşının orta kesimlerinde yer alan Denizcik uvalası'ndan beslenen

Çizelge 2. Milas Havzası içmelerinin hidroloji özellikleri.

Kaynak	Yükseklik (m)	Debi ¹ (l/s)	Tort (°C)	EC _{ort} (µSiemens/cm)	%o Sort	pH	Tipi: Soğuk yeraltı suları
Sepetçiler	20-50	3-5	20	18 000	18	7.6	Na, Cl, HCO ₃
Asin (Kıyıkışlacık)	0-10	5-10	16	7000-14 000	25	7.0	Ca, Cl, SO ₄
Kepezhayrat (Beçin)	200	0.5-1	19.4	3200	0.6	7.0	Mg, HCO ₃
Bahçeburun	200-1000	2-4	18.4	500	1.1	7.2	Mg, HCO ₃
Çınarkaynak	0	2-4	19.5	239	0.9	7.6	Cl, F

(¹DSİ, 1996; Barut, 2001)

kaynaklarda kış aylarında debi artmaktadır.

3.5. İçmelerin Hidrojeokimyasal Özellikleri

1- Asin ve Sepetçiler kaynaklarının özelliği $Na^+ + K^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+}$; $Cl^- > SO_4^{2-} > HCO_3^-$; Bahçeburun kaynaklarının ise $Na^+ + K^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$; $HCO_3^- > Cl^- > SO_4^{2-}$ şeklindedir. Çınarkaynak ve Kepezhayrat kaynaklarının kation özelliği $Ca^{2+} > Na^+ + K^+ > Mg^{2+}$ şeklinde olup, anyon özellikleri farklılık göstermektedir ve Çınarkaynak $Cl^- > HCO_3^- > SO_4^{2-}$ özelliğinde, Kepezhayrat ise $HCO_3^- > Cl^- > SO_4^{2-}$ 'dır.

2- Asin ve Sepetçiler kaynakları tuzlu (klorürlü) sular, Bahçeburun kaynağı karbondioksitli ve bikarbonatlı, sülfatlı sular sınıfındadır. Çınarkaynak klorür ve florürlü, Kepezhayrat kaynağı ise bikarbonatlı sulardır (Çizelge 3, Şekil 4). Piper diyagramına (Piper, 1953), göre (Şekil 5), kaynaklar tuzlu ve sodalı sular sınıfında yer almaktadır. Bahçeburun kaynağı kalsiyum- sodyum-bikarbonatlı-

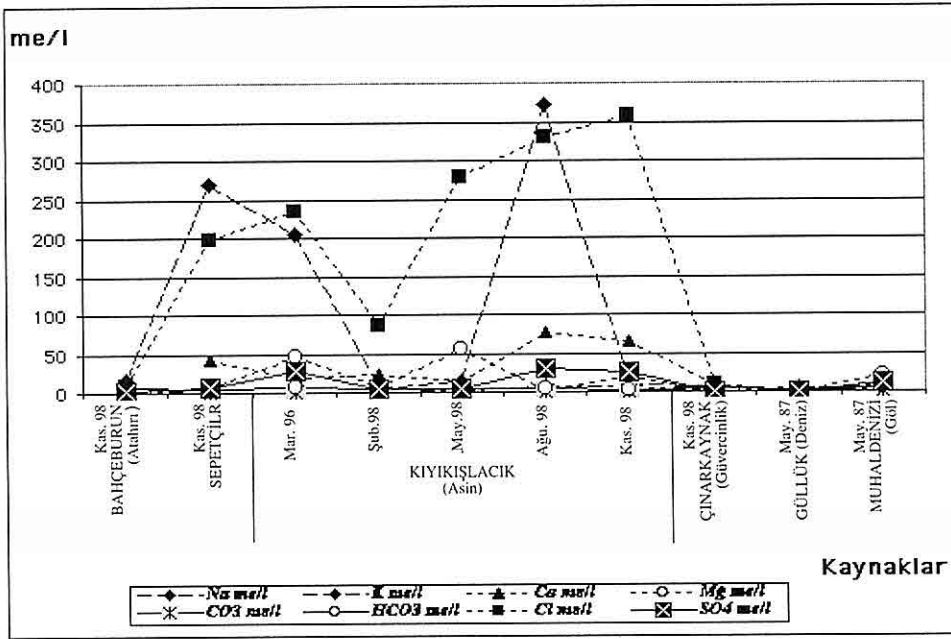
klorürlü-sülfatlı ve iyonların hiçbirisi %50'yi geçmeyen karışık sular sınıfında yer alırken, Asin ve Sepetçiler kaynakları ise sodyum-klorürlü, alkalinitesi %50'den fazla olan ve deniz/acı sular sınıfında bulunmaktadır. Schoeller diyagramı (Schoeller, 1962) (Şekil 6) değerlendirildiğinde,

*Asin ve Sepetçiler kaynakları aynı tür formasyon sularıdır ve kireçtaşı formasyonlarından gelmektedir. Mg>Ca değeri suyun denizel kökenli kireçtaşlarından geldiğini göstermektedir.

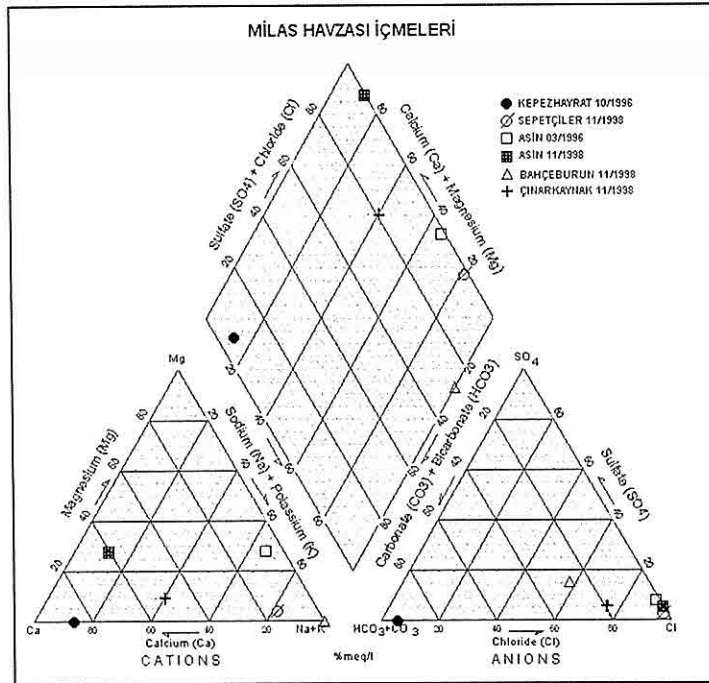
* Bahçeburun ve Kepezhayrat kaynaklarında SO_4^{2-} değerinin düşük olması suyun sülfat indirgemesine uğradığını göstermektedir.

* Asin ve Sepetçiler kaynakları klorürce zengin, olağan karbonatlı, Bahçeburun ve Kepezhayrat kaynakları olağan klorürlü, hiperkarbonatlı sular sınıfındadır.

3- İçmelerin kimyasal özellikleri incelendiğinde toplam erimiş madde miktarı, en yüksek olarak Sepetçiler'de 13000 mg/l ve Asin'de 7540 mg/l



Şekil 4. İçmelere ait kimyasal parametrelerin değişimi.



Şekil 5. İçmelere ait kimyasal verilerin Piper diyagramında değerlendirilmesi.

**BALTALI (UŞAK) CİVA MADENLERİ VE ÇEVRESİNİN
HİDROJEOKİMYASAL DEĞERLENDİRMESİ****Ünsal GEMİCİ, A. Melis SOMAY, Gültekin TARCAN, Toygar AKAR***D.E.Ü., Jeoloji Müh. Bölümü, İzmir/ Türkiye***Sevda AYATA***D.E.Ü., Kimya Bölümü, İzmir/Türkiye*

ÖZET: *Batı Anadolu'da terkedilmiş civa madenlerinden olan Uşak İli'ne bağlı Baltalı madenleri çevresi hidrojeokimyasal açıdan incelenip, bölgedeki yeraltı sularına etkileri araştırılmıştır. Silisifiye serpantin, çakıtaşı, riyolitik veya dasitik tüfler ve silisifiye kireçtaşında oluşmuş civa cevherleri ve eski civa madenlerine sahip olan bölgedeki kaynaklardan ve yüzey sularından örnekler alınmıştır. Suların kimyasal analizleri yaptırılmıştır. Suların pH değerleri genelde (11 numaralı örnek hariç) 6.36 ile 7.95 arasında değişmektedir. Asidik drenaj suyu olan 11 numaralı örneğin 2.7 pH değerine sahip olması bölgedeki sülfürlü (S^{2-}) minerallerin oksidasyonundan kaynaklanmaktadır. Bölgedeki yeraltı suları Mg-Ca-HCO ve Ca-Mg-HCO su tipindedir. Asidik maden drenaj suyu ise Fe-SO su tipindedir. Bölgedeki yeraltı sularında SO_2^{-4} iyon içeriği 27 mg/l ortalama ile düşük değerlerdedir. Ancak maden alanlarına yaklaştıkça SO_2^{-4} değerleri artmakta ve galeri suyunda 1727 mg/l değerine ulaşmaktadır. Demir iyonu ise yeraltı sularında 0.0085-0.932 mg/l iken maden drenajının olduğu bölgede 327 mg/l değeri vermektedir. Çalışma alanındaki kayalar içerisindeki alüminosilikatların çözülmesi sonucu suların silis ve alüminyum değerlerinde artış gözlenmiştir. Suların büyük çoğunluğu Al, Na, K, Ca, Fe ve Li silikatlara; Al, Si, Cr, Cu, Fe oksitlere doygundur. Asit drenaj suyu ise sadece barit, kalkosit, kuvars ve zinover minerallerine doygunluk göstermektedir. Al, Cr, Cu, Pb, Zn, Hg, As, Fe, Mn ve Ni gibi eser elementler Çakırız Tepe eski civa madeni çevresinde yoğunlaşmasına karşın madenden uzaklaştıkça yeraltı sularında standartların altında değerler vermektedir.*

**HYDROGEOCHEMICAL ASSESMENTS OF BALTALI(UŞAK) MERCURY
MINES AND SURROUNDING AREAS**

ABSTRACT: *Baltalı mines of which are abandoned Hg mines of Uşak province were studied to determine the hydrogeologic and hydrogeochemical purposes and the impacts on ground waters. Water samples have taken from the silicified rocks (serpentinite, conglomerata, tuffs and limestone) which has Hg ores and abandoned Hg mines and chemical analyses have been carried out. pH value of the waters varies between 6.36 and 7.95 except the sample number 11. The reason why sample 11 which is an acidic mine drainage water has a pH value of 2.7 is because of the oxidation of the*

sulfide minerals. The ground waters in this area are mainly Mg-Ca-HCO₃ and Ca-Mg-HCO₃ type. Acidic mine drainage water is Fe-SO₄ type. SO₂⁻⁴ ion content of ground waters are low with an average value of 27 mg/L. However SO₂⁻⁴ values increase towards the mines and reaches to the value of 1727 mg/L in the mine area. While Fe ion values vary between 0.0085-0.932 mg/L in ground waters, it has a value of 327 mg/L in the acid mine drainage water. Greater contents of silica and aluminium were observed in the rocks as a result of dissolution of aluminosilicates in the study area. Most of the ground water samples were saturated to Al, Na, K, Ca, Fe and Li silicates and Al, Si, Cr, Cu, Fe oxides. Acid drainage water was saturated to barite, calcosite, quartz and cinnabar minerals. In spite of the trace elements such as Al, Cr, Cu, Pb, Zn, Hg, As, Fe, Mn and Ni are become concentrated around the abandoned Hg mine in Çakırz Tepe, it gives values below the standards in the opposite direction of the mine.

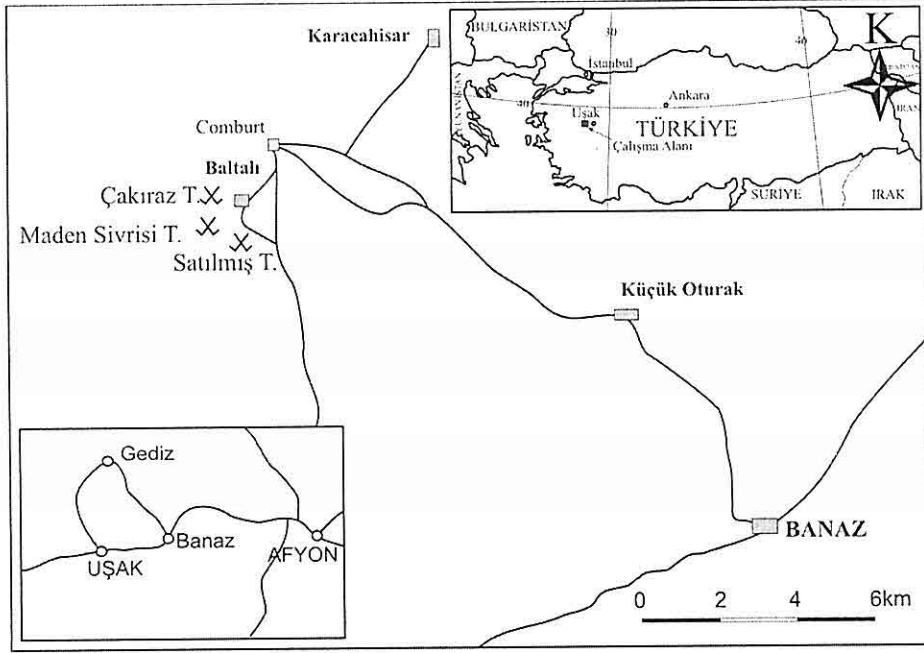
1. GİRİŞ

Türkiye'nin batısında terkedilmiş çok sayıda civa madenleri yer almaktadır. Civanın düşük fiyatlı olması, az talep edilmesi ve artan çevresel endişelerden dolayı 1990 yılının başına kadar kademeli olarak madenler terkedilmiştir (Gemici ve Oyman, 2003). Ancak günümüzde işletilmiyor olmalarına karşın galerilerden gelen asidik drenaj suları ve maden atıkları, bu madenlerin civarında potansiyel çevre problemleri oluşturmaya devam etmektedirler. 1960-1990 yılları arasında Batı Anadolu'nun çeşitli bölgelerde (Karaburun, Karareis, Halıköy, Tire-İzmir, Alaşehir-Manisa, Baltalı-Murat Dağı-Uşak) civa işletmeleri faaliyette göstermiştir. Çalışma alanı Uşak İli'nin kuzeyinde Murat Dağı bölgesinde yer alan Baltalı ve çevresindeki eski civa yataklarını kapsamaktadır (Şekil 1).

Bu terkedilmiş civa işletmelerinden biri olan Baltalı eski civa madeninin ve çevresinin hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal incelemeleri ile yeraltısuyu üzerindeki çevresel etkilerinin

belirlenmesi bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

1965 yılından sonra M.T.A. Enstitüsü tarafından bölgede çalışmalara başlanmış ve Baltalı civa sahasında bazı sondajlar yapılmıştır. 1968 yılında Etibank, Baltalı sahasını alarak yeraltı çalışmaları yapmıştır. 1969 yılından sonra Murat Dağı bölgesindeki önemli zuhurların Türk Civa Şirketi'ne geçmesi ve D.P.T. nin yardımıyla 1973 yılında Banaz yakınında kurulan döner fırın üretime başlamıştır. İlk modern üretim Baltalı madeninden gelmiş ve diğer yataklar civanın en yüksek fiyata sahip olduğu 1960'lardan önce devreye girmiştir. 1972'de 150-tpd rotary ocağı Banaz yakınında Türk Civa Şirketi tarafından açılmıştır. 1975 yılında üretim durmuş ve şirket Etibank'a devredilmiştir. Bölgedeki toplam üretimin 2000 şişeden fazla olduğu düşünülmektedir (Yıldız & Bailey 1978). Bu çalışma kapsamında belirlenen su noktalarında Şubat 2004 ile Ağustos 2005 tarihleri arasında su örnekleme yapılmıştır. Kimyasal analizlerden Eh, sıcaklık, pH ve



Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası.

elektriksel iletkenlik ölçümleri ile alkalinite analizleri arazide portatif araçlarla yapılmıştır. Suların kimyasal özelliklerini belirlenmesi için gerekli analizler ACME Analitik Laboratuvarında (Kanada) ICP-MS ile yaptırılmıştır. Civa analizleri ise Kanada da başka bir laboratuvarında (ACT Lab.) atomik absorpsiyon cihazında soğuk buhar yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Analizi yapılan su örnekleri hidrojeokimyasal programlar (Aquachem, Calmbach, 1997; PhreeqC version2-Parkhurst & Appelo, 1999) ile değerlendirilerek yorumlanmıştır.

2. JEOLJİ

Baltalı civa yatağını da kapsayan Murat

dağı bölgesi; baskın olarak kuvarsit ve mermerlerden oluşan Üst Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar, Paleojen ve Neojen yaşlı sedimanter kayalar, serpantinit, granit, riyolit, dasit, traki-andezit ve piroklastik kayalar ile bu kayaların bir kısmının değişmesi sonucu meydana gelen silisleşmiş kayalardan ibarettir (Yıldız, 1978).

Metamorfik kayalar Paleojen sedimenter serpantinit kütlesi ile kesilmişlerdir. Bazı serpantinitler silika-karbonat kayalarına altere olmuşlardır. Bunlar bazı bölgelerde zinober cevherinin ana kayasıdır. Serpantinli çakıltası genellikle serpantinit, şist ve kireçtaşı parçalarından oluşmuş karbonat çimentolu metamorfik kayalarla serpantinit kütleleri

üzerinde veya yanında yer almaktadır. Neojen formasyonları; çakıltası, kumtaşı, marn, ve şeylden ibarettir.

Çakıltası elemanları kireçtaşı, şist ve çört parçalarının çimentolanmalarıyla meydana gelmiştir. Civa zuhurları civarında silisleşerek daha sıkı bir şekilde çimentolanmış ve sertleşmişlerdir. Cevherleşmeden uzakta ve silisleşmenin olmadığı yerlerde daha gevşek bir hamurla bağlanmışlardır (Yıldız 1978). Ultrabazik kayalar; dünit, harzburjit, serpantinit ve bazik kayalar da metagabro ve metadiyabazdan ibarettir (Mariko, 1970; Bingöl, 1974). Tersiyer öncesi kayalar, Erken Tersiyer yaşlı serpantinitçe zengin çakıltası ile başlayan ve üste doğru çakıltası, kumtaşı ve siltaşı ile devam eden ve geniş kıvrımlanmaya sahip seri tarafından örtülmüştür. Bu seri tuf, şeyl, kumtaşı, çakıltası ve kireçtaşından oluşan geç Tersiyer kayalarla örtülür. Riyolit, dasit ve trakit bölgenin batı bölgesinde oluşmuştur (Yıldız ve Bailey, 1978). Baltalı sahası (Şekil 2), Banaz İlçesi'nin 23 km KB'sinde ve Baltalı Köyü'nün 1 km batısında birkaç zuhurdan oluşan bir sahadır. Baltalı grubu; Maden Sivrisi Tepe, Çakırtaz Tepe ve Satılmış Tepe madenleri saçılımından oluşmuştur ve Baltalı Köyü'nün batısına ve güneyine 2 km uzaklıktadır. Birçok civa yatağı silisifiye kayalar içindedir: silisifiye serpantinit, çakıltası, riyolitik veya dasitik tüfler (opalit) ve silisifiye kireçtaşı. Mineralizasyon, silisleşme ve ikincil kırıklanmayı izler. Başlıca faylar boyunca açılmalar genellikle silis ile dolmakta ve civa minerali içermemektedir.

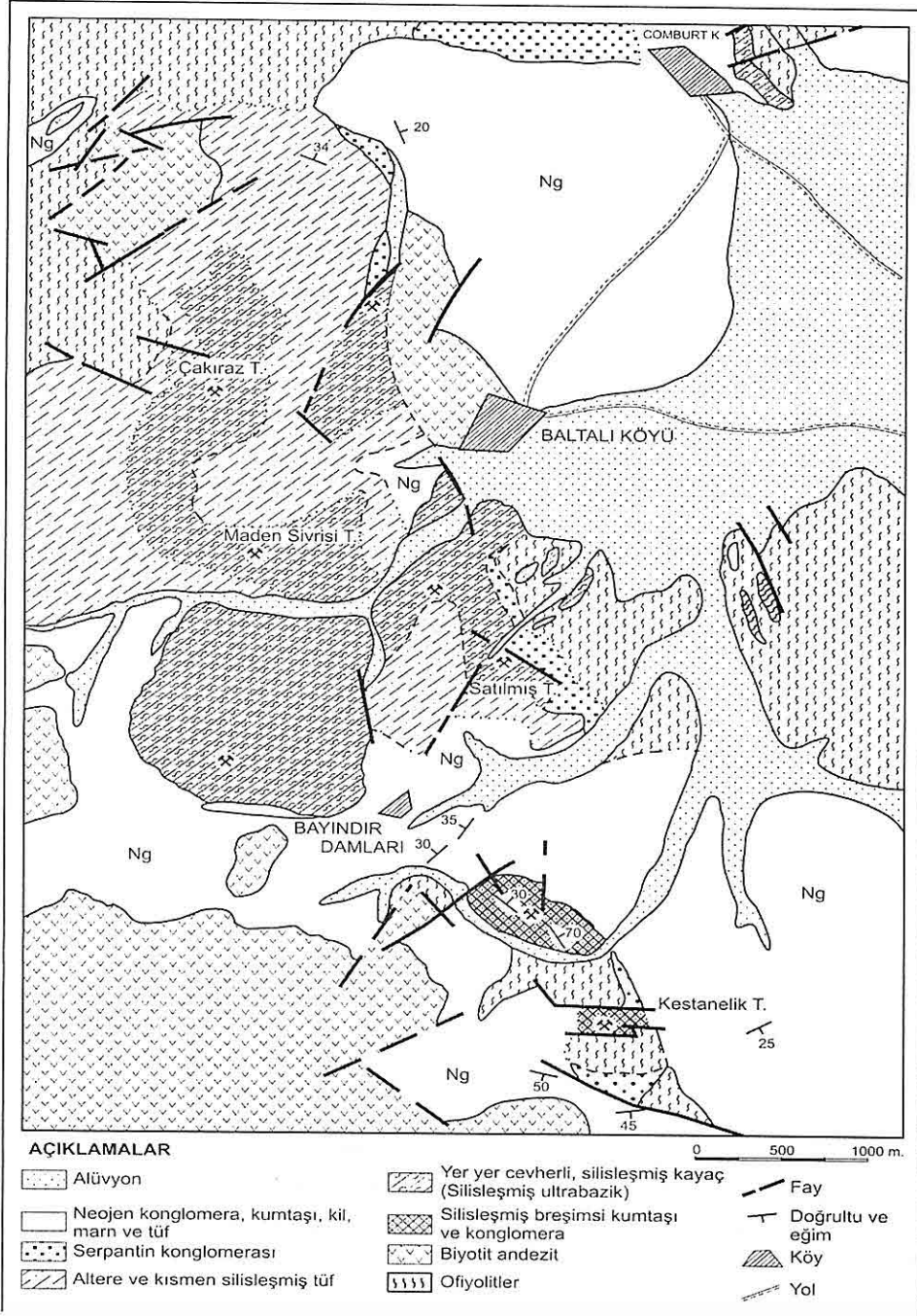
110

Cevherleşme, genellikle Alp Orojenezi'nin görüldüğü silisleşmiş zonlar boyuncadır. Zengin damarcıklar dışında bölgede, bol silisli oldukça monoton ve fakir bir cevherleşme hâkimdir. Ekonomik cevher minerali zinoberdir. Silisleşmiş kireçtaşlarındaki cevher, genellikle zinober ve silis minerallerinden oluşmuştur. Demir mineralleri çok az veya hiç yoktur. Cevher silisle beraber gelmiş ve beraber çökelmiştir, bu durum silisleşmenin son safhasına kadar devam etmiştir. Silisleşmiş serpantinitteki cevherleşmede zinober, kuvarsla beraberdir (Yıldız, 1978).

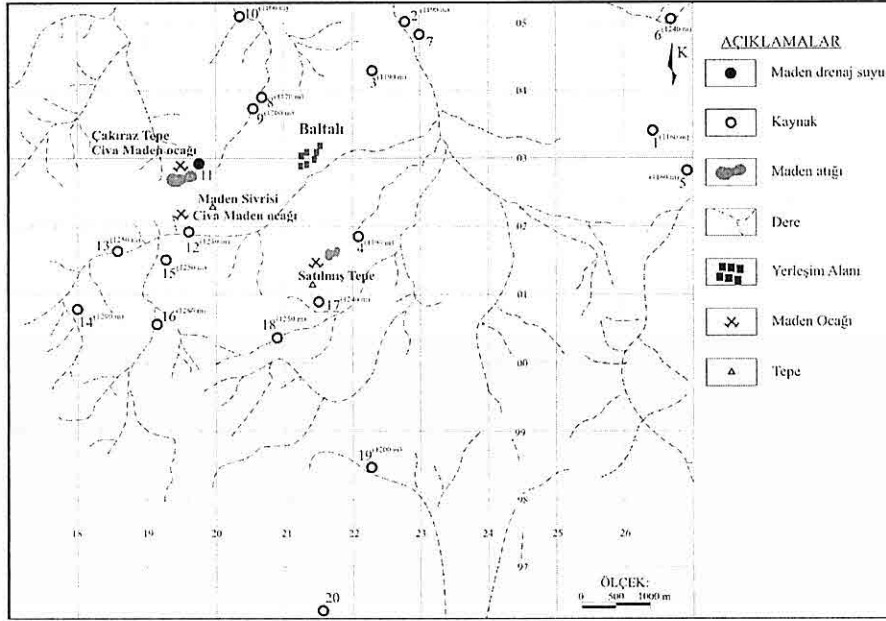
3. HİDROJEOKİMYA

İnceleme alanından örneklenen suların büyük bir çoğunluğunu kaynak suları oluşturmaktadır. 7 nolu örnek, drene eden dere üzerinden alınmıştır. Alanda başlıca iki adet eski civa işletmesi mevcuttur. Bu işletmelerden sadece Çakırtaz Tepe maden sahasındaki eski ocaktan asit maden drenaj suyu örneği (11) alınabilmıştır. Diğer alanlarda yüzeyde asit drenaja rastlanmamıştır. Diğer su örnekleri inceleme alanında yer alan kaynaklardan alınmıştır (Şekil 3).

İnceleme alanında yeraltı sularının hidrojeokimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla örneklerin kimyasal analizleri yapılmıştır. Suların başlıca çözünmüş bileşenleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Yeraltı sularının çoğunluğunun pH değerleri 7'nin üzerindedir. Sadece 12, 13 ve 20 nolu kaynak sularının pH değerleri 7'nin altında, asidik karakterdedirler. Maden



Şekil 2. İnceleme alanı ve çevresinin jeoloji haritası (Yıldız, 1978).

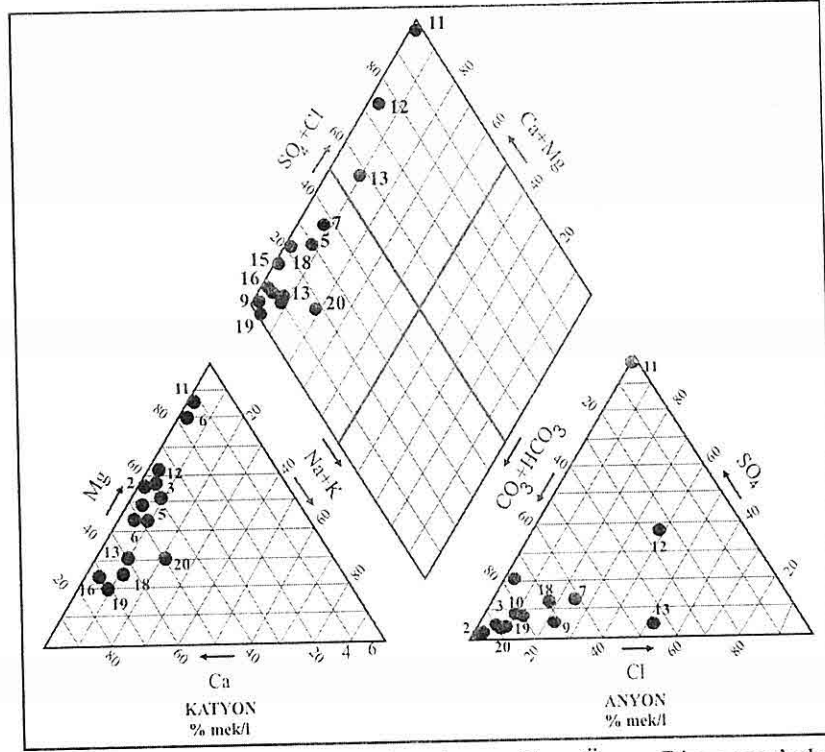


Şekil 3. İnceleme alanında örneklenen su örneklerinin dağılımları ve kaynak çıkış kotları.

drenaj suyu olan 11 nolu örnek ise pH değeri 2.7 ile yüksek asitliğe sahiptir. Maden drenaj suyundaki yüksek asitlik sülfitlerin özellikle piritin oksidasyonundan ileri gelmektedir. 11 nolu örneğin alındığı eski civa yatağında sülfürün açığa çıkarak oksidasyonu sonucunda asidik maden drenaj suları meydana gelmektedir.

Yeraltı sularının elektriksel iletkenli (EC) değerleri 11 (maden drenajı) hariç 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ den azdır. Yeraltı sularının EC değerleri 233-694 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmekte ve ortalama 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerine sahiptir. Maden drenaj suyunda ise çözülmüş madde miktarı daha

yüksektir ve bunun sonucunda EC değerleri 2450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ye ulaşmaktadır. Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (IAH, 1979) sınıflamasına göre inceleme alanındaki yeraltı suları çoğunlukla Mg-Ca-HCO₃, diğer bir kısmı da Ca-Mg-HCO₃ tipinde sulardır. Mg²⁺ soğuk yeraltı sularında baskın katyon olabilmektedir. 11 nolu örnek olan maden drenaj suyu ise bölgedeki diğer sulardan çok farklı bir özellik sunmaktadır. Demir içeriği açısından çok zenginleşmiş olan bu su örneği Fe-SO₄ tipindedir. İnceleme alanındaki sulara ait Piper Diyagramı Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. İnceleme alanındaki yeraltı sularının Piper Üçgen Diyagramı'ndaki dağılımları.

Piper (üçgen) diyagramı gerek iyonların topluca tek bir diyagramda görüntüleme kolaylığı açısından, gerekse benzer ve farklı kökenli suların karşılaştırılması kolaylığı açısından hidrojeolojide oldukça sık kullanılan diyagramlardır. Üçgen diyagramlar suların hidrokimyasal fasiyes tiplerinin görülmesinde, dörtgen ise suların sınıflamasında ve karşılaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır. Bu diyagrama göre, inceleme alanındaki yeraltı suları karbonat sertliği % 50'den fazla olan sular sınıfındadır. Bu sular, Ca-Mg-HCO'lü sulardır. İnceleme alanındaki maden drenaj suyu ise diğer sulardan çok farklı

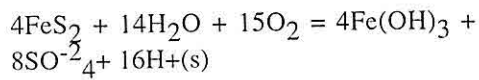
bir alanda yer almaktadır.

Karbonat olmayan sertliği % 50'den fazla olan sular sınıfına girmekte ve baskın iyon olarak SO_4^{2-} ile temsil edilmektedir. İnceleme alanında kaynaklardan elde edilen yeraltı suyu örneklerinde Ca^{2+} miktarı ortalama 17-88 mg/L arasında değişiklik sunar ve ortalama 54 mg/L değere sahiptir. Yeraltı suları için diğer baskın katyon olan Mg^{2+} 9-140 mg/L arasında gözlenmektedir. Na^+ , K^+ ve Cl^- iyonlarının konsantrasyonları oldukça düşüktür. Benzer şekilde SO_4^{2-} iyon konsantrasyonları da beklenenin aksine bölgedeki yeraltı suları için düşük

Çizelge 1. İnceleme alanındaki suların kimyasal özellikleri

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
EC	483	524	528	475	780	974	496	641	630	678	2450	369	255	411	373	365	573	694	603	233
T	17	19	22	15	15	15	14	15	13	13	14	15	12	13	12	12	15	13	12	14
Na	4.5	3.2	3.3	1.4	17.2	1.3	10.6	2.2	2.3	2.4	2.8	2.5	6.6	8.8	2.8	8.6	1.8	1.8	6.2	12.3
K	0.461	0.4	0.422	0.673	1.1	0.234	2.422	0.441	0.504	0.238	1.515	0.555	0.384	0.986	0.321	0.93	3.208	0.535	1.334	1.202
Ca	49.3	48.7	48.2	17.6	85.8	37.1	63.2	50.3	63.1	79.2	67.3	40	40.1	75.4	67.5	58.8	29.2	49.3	88.6	28.6
Mg	41.8	50.4	50.5	59.9	65.2	141.1	33.9	67.3	60.5	60.6	54.1	24.6	8.9	11.8	13.3	17.1	73.9	78.6	44.7	10
Cl	3	3.0	3	2	62.0	6	54	23	8	8	<10	54	57	18	38	10	13	12	12	11
HCO ₃	330	355	365	290	425.0	740	235	380	365	470	1	60	80	300	215	250	410	195	425	130
SO ₄	3	3	3	81	60.0	6	39	82	78	6	1737	72	6	9	12	9	15	15	18	9
Al	46	44	43	46	35.0	19	36	13	79	14	86223	19	10	64	140	63	21	45	20	64
As	2.2	0.9	1	0.5	8.2	1.3	4.4	11.8	2.1	0.7	<5	0.8	0.6	1.4	0.9	0.6	1.6	1.1	2.8	2.1
B	<20	<20	<20	<20	24.0	7	16	13	14	7	<50	5	6	7	<5	6	8	22	12	10
Ba	101.5	37.6	37.5	6.19	174.6	6.21	96.22	44.03	42.14	16.16	15.21	11.88	16.47	27.71	15.7	42.12	26.97	82.62	102.77	118.95
Cr	13.7	19.5	19	14.8	2.3	21	1.6	0.9	3	1	463.5	6.2	1.2	0.9	2.4	1.3	3.6	19.3	4.4	1.5
Cu	4.8	0.7	0.9	1.3	2.3	0.6	1.6	1.2	1.6	1.8	13.2	0.7	3.2	2.3	1.4	1.2	1	0.8	0.9	1.2
Fe	85	172	120	149	413	244	329	202	475	269	327270	199	141	281	418	441	240	372	932	189
Hg	<1	<1	<1	<1	0.006	0.017	0.019	0.01	0.021	0.009	2.41	0.029	<1	0.008	0.016	0.007	0.008	<1	0.013	0.024
Li	5.6	1.7	2	1	19.8	1.5	1.5	3.2	2.8	2.1	48.2	2.8	1	4.7	3.3	3.5	2.5	1.9	3.8	0.9
Mn	1.12	4.37	3.92	4.44	61.7	1.93	42.88	3.01	72.98	9.84	2860.1	2.59	0.72	10.57	31.53	2.87	5.03	3.58	18.6	36.35
Ni	2.2	10.4	10.5	0.9	18.3	3.7	7.8	24.9	33.5	11.8	14815.3	670.4	<2	0.2	4	2.3	29.6	2.6	4.1	1.2
P	<20	45	45	88	61.0	41	189	30	32	29	<200	27	69	34	43	37	119	34	53	266
Pb	0.6	0.3	0.4	0.4	0.5	0.2	0.5	0.4	0.6	0.3	6.5	0.5	0.4	0.4	0.8	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2
Si	19887	16668	16620	19009	11641	31978	7936	13174	9853	18676	56318	9092	10032	6734	8306	9380	18339	17280	15518	25900
U	2.02	0.56	0.56	0.23	16.7	0.25	2.62	0.7	0.72	0.64	2.1	0.2	1.22	9.54	1.62	6.37	0.75	1.11	2.23	0.39
Zn	3.6	3.2	3.6	4.7	2.3	1.2	2.3	1.6	2.1	2.9	535.9	4.2	1.3	3.8	11.5	2.3	2.3	1.5	2	1.3

değerlerdedir. Ortalama 27 mg/L olan sülfat değerleri eski civa madenlerinin yakınındaki yeraltı sularında 80 mg/L değerine ulaşmaktadır. Maden drenaj suyunda ise SO_2^{-4} iyonu için belirgin bir artış gözlenir. SO_2^{-4} baskın anyondur ve 1727 mg/L değerine ulaşır. Bölgedeki yeraltı sularında çok yüksek konsantrasyonlarda olmamasına karşın maden drenaj suyunda çok yüksek değerlere ulaşan diğer bir element demirdir. Soğuk yeraltı sularında 0.085 mg/L – 0.932 mg/L arasında değişen demir değerleri 11 nolu örnekte 327 mg/L gibi çok yüksek değerlere ulaşmıştır (Çizelge 1). Asitliğin kökeni, başta pirit olmak üzere demir sülfürlerin oksidasyonundan kaynaklanmaktadır. Demir ve alüminyum oksihidroksitlerin çökmesi de sudan hidroksitin ayrılmasına ve pH'nın düşmesine sebep olmaktadır (Gal, 2000). Madencilik çalışmaları (açık işletmeler, galeriler, kuyular ve maden atıkları) aşırı miktarda sülfidi açığa çıkararak oksidasyon sürecini hızlandırır ve asit drenajına sebep olur (Milu ve diğ., 2002). Aşağıdaki tepkime tüm bu süreci tanımlamaktadır (Banks ve diğ., 1997). Pirit mineralinin oksidasyonu sonucunda pH'nın azalması SO_2^{-4} ve demir iyonlarının suda çözünmesine neden olmuştur.



Çalışma alanında yer alan kayalar içindeki aluminosilikatların çözülmesi sonucunda suların silis ve alüminyum

değerlerinde de artış gözlenir. Yeraltı sularındaki Al^{3+} değerleri 10-140 $\mu\text{g/L}$ arasında değişirken asit drenaj suyunda Al^{3+} değerleri demir değerine benzer şekilde belirgin bir artış göstererek 86000 $\mu\text{g/L}$ değerine ulaşır. Benzer şekilde 2-26 mg/L olan Si değerleri de asit drenaj suyunda 56 mg/L değerine ulaşır.

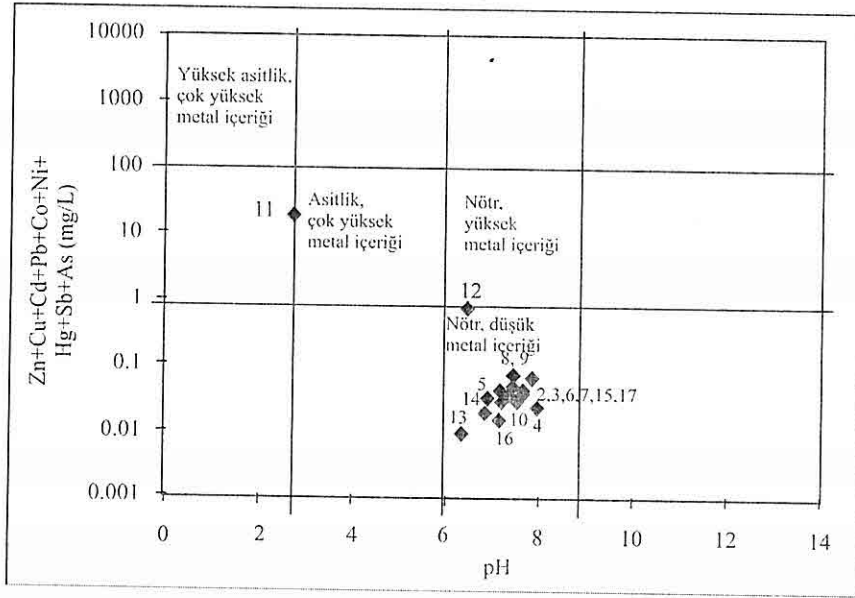
Su örneklerinin kimyasal analizleri, maden arazisi civarındaki suların bazı iyon ve elementler bakımından zenginleştiğini göstermektedir. Ancak Çizelge 1 incelendiğinde kaynakların çoğunluğunda eser element değerlerinde yüksek artışlar gözlenmemektedir. Ancak Hg değerlerindeki artış diğer metallerinkine göre daha fazla görülmektedir. Civa madenindeki eski bir galeriden süzülen 11 nolu örnekteki civa içeriği (2.4 $\mu\text{g/L}$), Batı Anadolu'da incelenmiş olan diğer civa madenleri çevresindeki asit drenaj veya yeraltı sularında saptanmış olan değerlerin (Gemici & Oyman, 2003; Gemici 2004; Gemici & Tarcan 2007) çok üzerindedir. Asit maden drenaj örneğinde analizi yapılmış olan hemen hemen tüm metallerde az veya çok artışlar gözlenmektedir. Ancak As değerleri beklenenin aksine çok düşük değerlerde kalmıştır (Çizelge 1). Batı Anadolu'daki diğer bazı eski civa yataklarında ise As değerler özellikle asit maden drenaj sularında kayda değer miktarlarda oldukları gözlenmiştir. 11 nolu örnekte Fe, Mn, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni ve Zn değerlerinde bölgedeki soğuk yeraltı sularına göre belirgin artışlar gözlenmiştir.

Su örneklerindeki metal içerikleri pH

değerleri ile ilişkilidir. Bu durum özellikle asit drenaj sularında daha belirgin olmaktadır. Bu ilişki Şekil 5'de sunulmuştur. Soğuk yeraltı sularının tamamı düşük metal içerikli nötr sular bölümünde yer almaktadır. Eski maden ocağından sızan 11 nolu örnek ise asidik karakterde yüksek metal içerikli su sınıfına girmektedir.

değerleri ile bazı örneklerin eser element değerleri kullanılarak oluşabilecek bozuşma minerallerinin doygunluk indeksi değerleri saptanmıştır (Şekil 6).

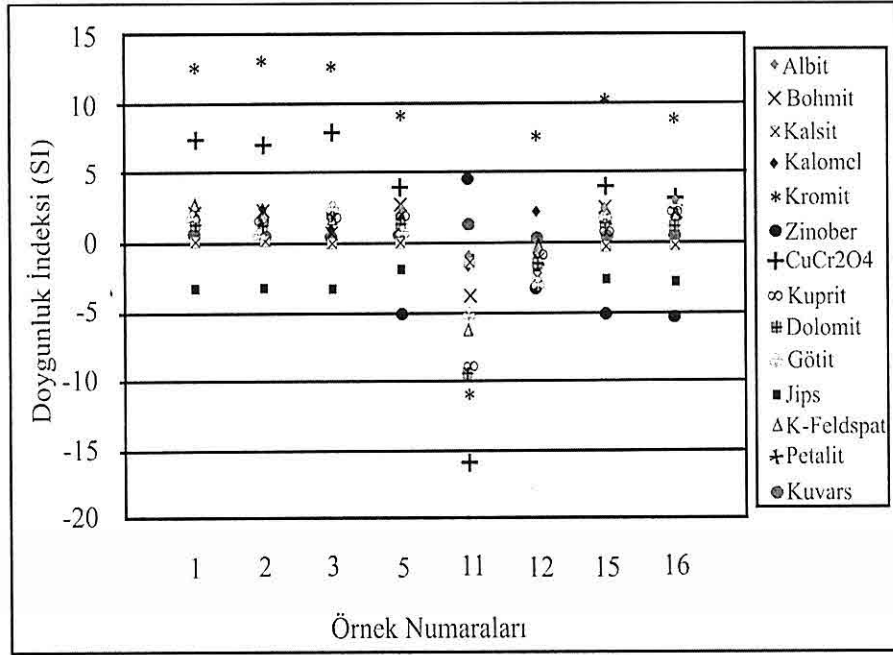
Çakıraz Tepe mevkiindeki eski civa madeninden alınmış 11 nolu asidik maden drenaj suyu örneği sadece kalsedon, kuvars, kalkosin ve zinober minerallerine göre doygunudur.



Şekil 5. Yeraltı sularında bazı metaller ile pH arasındaki ilişki (Gray vd 2000'den değiştirilerek).

Çalışma alanındaki suların kimyasal bileşimlerini kontrol eden seçilmiş bazı minerallerin doygunluk durumları PhreeqC bilgisayar programı ile hesaplanmıştır. Yeraltı sularının doygunluk indeksi değerlerinin hesaplanmasında yüzeyde ölçülen pH ve sıcaklık değerleri dikkate alınmıştır. Analiz edilen su örneklerinin başlıca iyon

Albit, montmorillonit, kaolinit ve illit gibi kil mineralleri ile jips, kalsit ve dolomit, pirit, sölestin mineralleri için doygunluk indeksi değerleri eksidir. Drenaj suyundaki demirin yüzeye çıktuktan sonra çökmesinden dolayı hematit minerali için doygunluk değerleri eksi olmaktadır. Örneklenen yeraltı sularının büyük çoğunluğu için Al, Na, K,

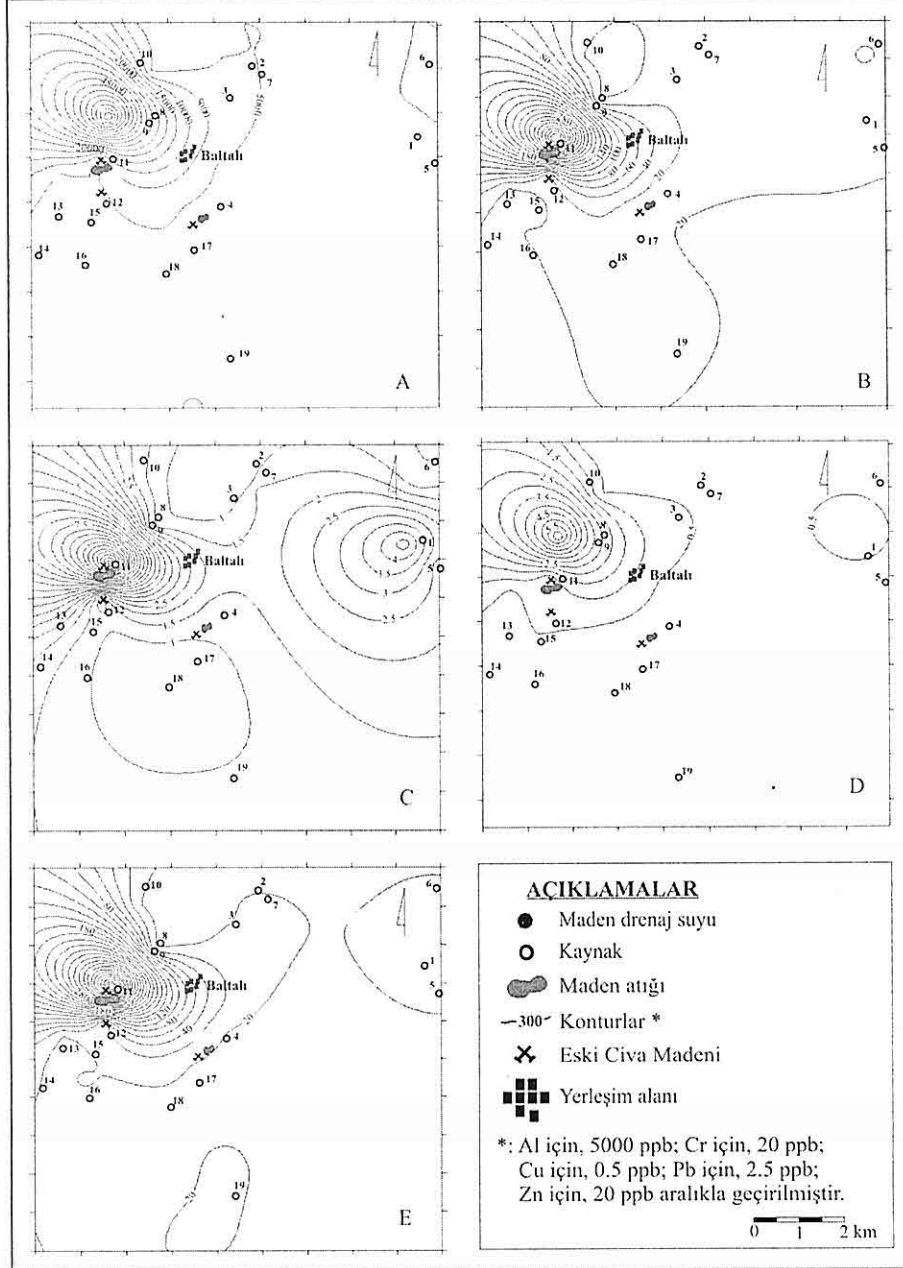


Şekil 6. Bazı su örneklerine ait seçilmiş minerallerin doygunluk değerleri.

Ca, Fe ve Li silikatlar; Ba ve Ca karbonatlar; Al, Si, Mg-Cr, Cu, Cu-Cr, Fe, Cu-Fe, U ve Fe-Cr oksitler; Pb-Al fosfat, ve civa değeri tespit edilen örneklerde Hg_2Cl_2 için doygunluk indeksi değerleri pozitif değerlerde olup bahsedilen bileşiklerin mineralleri çöktürücü özelliktedirler. Tüm yeraltı suyu örnekleri için zinober, albit, jips ve bazı örnekler içinde kalsit ve dolomit negatif değerler vermektedir.

İnceleme alanındaki kaynak suları yöre halkı tarafından içme amaçlı olarak kullanılmaktadır. Kaynak suları, farklı litolojilerden gelmelerinden ve bölgedeki eski civa madenlerine farklı mesafelerde bulunmalarından dolayı değişik kimyasal

özellikler sunabilmektedirler. Yeraltı suları az veya çok ağır metaller açısından zenginleşmiştir. Alandaki madenlere bağlı olarak gelişen en önemli kirlenici kaynak 11 nolu örneğin alındığı Çakıraz tepe eski civa yatağından geçen asit drenajı suyudur. Yüksek asitlik ve elektriksel iletkenlik değerlerine sahip su örneğinde birçok metalin yüksek oranlarda yer aldıkları ve içme suyu standartlarının aşıldığı gözlenmiştir. Bu örneğin pH ve elektriksel iletkenlik değerleri içme suyu standartlarına uygun değildir. Asidik maden drenaj suyunda ağır metal içindeki en önemli artış cıvada gözlenmiştir. 2.41 $\mu g/L$ olarak ölçülen Hg değeri içme suyu



Şekil 8. İnceleme alanındaki sulara ait: A: Al ($\mu\text{g/L}$); B: Cr ($\mu\text{g/L}$); C: Cu ($\mu\text{g/L}$); D: Pb ($\mu\text{g/L}$); E: Zn ($\mu\text{g/L}$) dağılımları.

zenginleşmiştir. Alandaki madenlere bağlı olarak gelişen en önemli kirlenici kaynak 11 nolu örneğin alındığı Çakıraz tepe eski cıva yatağından geçen asit drenajı suyudur. Yüksek asitlik ve elektriksel iletkenlik değerlerine sahip su örneğinde birçok metalin yüksek oranlarda yer aldıkları ve içme suyu standartlarının aşıldığı (TSE 266, 1997) gözlenmiştir. Bu örneğin pH ve elektriksel iletkenlik değerleri de içme suyu standartlarına uygun değildir. 11 nolu örnekteki ağır metal içindeki en önemli artış cıvada gözlenmiştir. 2.41 µg/L olarak ölçülen Hg değeri içme suyu standartlarının üzerindedir (Hg: 1µg/L). 11 nolu su örneği SO₂⁻⁴, Al, Cr, Fe, Mn, Ni açısından TSE 266 (1997) standardının çok üzerinde değerler sunmaktadır. Bu özellikler nedeniyle 11 nolu su örneği içme ve sulama suyu olarak kullanıma uygun değildir.

Örneklerin alındığı kaynakların hepsi eski cıva madeni tarafından doğrudan etkilenmemektedir. Ancak bölgede bu işletilmiş ocakların yanı sıra ekonomik olmayan zuhurların varlığı nedeniyle yeraltı suları özellikle Hg açısından az oranda da olsa zenginleşmiş durumdadır. Bu tür madenlerin çevresindeki yeraltı sularında gözlenen en önemli kirlenicilerden birisi olan As, Baltalı sahasında beklenen değerlerin çok altındadır. Özellikle asit maden drenaj suyu olan 11 nolu örnekte As içeriği ölçümlerin yapıldığı laboratuvarında ölçüm limitlerin altında çıkmıştır. Asit drenaj suyunda çok yüksek bir değer veren demir değeri, yeraltı sularında da yüksektir.

Yeraltı sularındaki Al, Cr, Cu, Pb, Zn ve SO₂⁻⁴ dağılımları elementlerin hepsinin Çakıraz Tepe eski cıva madeni çevresinde yoğunlaşmış olduğu gözlenmektedir. Madenden uzak alanlarda belirtilen ağır metaller Baltalı bölgesi yeraltı sularında içme suyu standartlarının altında değerler vermektedirler. Çakıraz Tepe Mevkii'nde yer alan eski maden atıkları bölgede kirlenici kaynak konumundadır. Ancak asit drenaj suyunun düşük debili olması kirlenicilerin geniş alanlara yüksek konsantrasyonlarda yayılmasını engellemektedir. Günümüzde Baltalı ve çevresindeki yeraltı suları içme ve kullanıma uygun olan sular konumundadır.

6. KATKI BELİRTME

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen YDABAG- 103Y115 nolu projenin bir kısmını kapsamaktadır.

7. KAYNAKLAR

Banks, D., Younger PL, Arnesen RT, Iversen E R, Banks SB, 1997. *Mine-water chemistry: the good, the bad and the ugly*, *Environmental Geology*, 32/3: 157-174.

Başkan, M.E. ve Canik, B., 1983. *AİH Türkiye sıcak ve mineralli sular haritası*, *MTA No:189, 80p.*, Ankara.

Bingöl, E., 1974. *Muratdağı merkezi kesiminin jeolojisi, magmatik metamorfik kayaların petrolojisi ve jeokronolojisi*, *Doçentlik Tezi*.

Calmbach, L., 1997. *Aquachem Computer Code-Version 3.7.42, waterloo hydrogeologic, Waterloo, Ontario*,

aquifer that control the groundwater pollution potential. Based upon data from variables such as depth to water, net recharge, soil permeability, aquifer media, impact of vadose zone subjective numerical values have been assigned to each variable according to its relative importance to affect groundwater vulnerability. It was decided to use AHP process as the model parameter ranges have been modified and for derivation of ratings and weights of parameter, because of simple hierarchical structure, widespread usage and ability to measure consistency in judgment. These values are assigned based upon the DRASTIC criteria and Analytic Hierarchy Process (AHP). Firstly the values assign for each variable, the data for that variable comprise a GIS map layer. Then layer have been combined or overlain using the GIS system to formulate the final groundwater pollution potential map. The obtained database is processed within a Geographic Information System (GIS) for producing thematic maps of seven DRASTIC parameters and AHP-DRASTIC potential vulnerability map. Finally, the NO₃ map and land use map have presented to determine the human effects on groundwater vulnerability. According to the land use and groundwater NO₃ concentration demonstrate that the human activities are intensified on vulnerable zone.

1. GİRİŞ

Akifer sistemlerinin kirlenebilirliği doğal ve insan aktiviteleri kaynaklı kirleticilerden etkilenme derecesi olarak tanımlanabilir. Doğal kirlenebilirlik kayaç-su ilişkisi içerisindeki dolaşım döngüsü sırasında yeraltı sularının kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerinin farklılaşması esasına dayanır ve önlenmesi genellikle mümkün değildir. İnsan aktiviteleri kaynaklı kirlenebilirlik ise bilinçli veya bilinçsiz olarak ortaya çıkabilmekte, gerekli önlemler sonucu ortadan kaldırılabilir. Bu önlemlerin en başında, yeraltı suyu bulunduran akiferlerin yüzeysel beslenme alanlarının belirlenmesi ve bu alanların kirleticilerinden korunması gelmektedir. Önlemlerin alınmadığı durumlarda yeraltı sularının beslenme alanlarından kirleticiler hızla yeraltı suyuna ulaşmakta

ve önemli oranda yeraltı suyu kirliliğine yol açmaktadır. Akifer kirlenebilirliği üzerinde son yıllarda önemli çalışmalar yapılmakta ve bu haritalar arazi kullanımı ve diğer insan kaynaklı faaliyetlerden kaynaklanan kirleticilerin depolama alanlarının yer seçiminde bir ön çalışma olarak kullanılabilir. (Kim ve Hamm, 1998; Dai vd, 2001; Al-Zabet, 2002; Lee, 2003; Şimşek vd, 2006).

Sürekli artan nüfusu, gelişmeye devam eden endüstriyel ve tarımsal etkinlikleri ile İzmir su gereksinimi giderek artan bir ildir. Bu nedenle var olan kaynakların korunması yanında, yeni su kaynaklarının bulunması büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, İzmir'e farklı kesimlerden içme ve kullanma suyu temin edilmektedir. Bunların başında ise İzmir çevresine yapılmış olan barajlar gelmektedir. En önemli su havzalarından biri olan Cumaovası, İzmir iline önemli

oranda içme suyu sağlamaktadır. Havza içerisinde yer alan ve sularını bu havzadan toplayan Tahtalı Barajı'nın İzmir'in su gereksiniminin % 34'ünü karşılayan en önemli içme ve kullanma suyu kaynağı olduğu düşünülürse bölgenin kirliliğe karşı duyarlılığının belirlenmesi, sanayi, yerleşim ve arazi kullanım alanlarının planlamasının önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Havzada önemli oranda koruma tedbirleri alınmasına karşın yerleşim ve tarım alanlarında faaliyetlerin sürmesi nedeniyle bu alanların etkilerinin ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, İzmir'in en önemli havzalarından biri olan ve farklı litolojilere sahip Cumaovası havzasının yeraltı suyu kirlenebilirliğinin DRASTIC yöntem ile belirlenmesi, güncel yeraltı suyu nitrat konsantrasyonu ve arazi kullanım haritası ile karşılaştırılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. DRASTIC yöntemde ele alınan hidrojeolojik parametrelerin ağırlık ve oran katsayıları ise Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak yeniden belirlenmiş ve bu çalışmada DRASTIC yöntem modifiye edilmiştir.

2. ÇALIŞMA ALANININ GENEL ÖZELLİKLERİ

Çalışma alanı, İzmir'in 40 kilometre güneyinde, Gümüldür Beldesi'nin 5 kilometre doğusundaki Tahtalı Barajı'nın koruma alanlarını içine alan 550 km²'lik alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Bu alanın yaklaşık olarak % 60'ı ormanlık, %18'i ise tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Yerleşim alanları ise çalışma alanının

yaklaşık olarak % 2'sini oluşturur (Boyacıoğlu 2007). Havza yüzeysel hidrolik akaçlama sınırlarına göre belirlenmiş ve havza içerisinde İzmir iline %34 oranında içme suyu sağlayan Tahtalı Barajı bulunmaktadır. Çalışma alanı L18-a3, L18-a4, L18-d1, L18-d2, L18-d3, L18-d4 paftalarının içinde kalmakta ve çalışma alanı içerisinde 38 yerleşim yeri bulunmaktadır. Yerleşim yerlerinde 2000 yılı nüfus sayımına göre 60.000 kişi yaşamaktadır. Çalışma alanında temel kayasını Paleozoyik yaşlı Menderes Metamorfikleri oluşturmakta ve temel üzerine tektonik uyumsuzlukla Mesozoyik yaşlı Bornova Karmaşığı gelmektedir. Bu iki seriyi açısız uyumsuzlukla Neojen yaşlı seriler örtmektedir. En üst kesimde ise Kuvaterner yaşlı alüvyon yer almaktadır. Yeraltı suyu potansiyeli açısından, Neojen yaşlı seriler ve Kuvaterner yaşlı alüvyon büyük önem taşımaktadır. İçme ve sulama suyunun büyük çoğunluğu bu iki birime açılan kuyulardan sağlanmaktadır. Yüzeysel drenajı KD-GB ve KB-GD doğrultulu dereler sağlamak ve bu dereler sonunda Tahtalı Barajı'na ulaşmaktadır (Şekil 1).

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

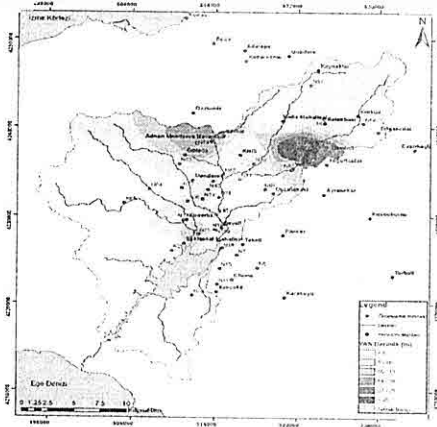
3.1. Verilerin Derlenmesi

Çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli 11 adet jeoloji haritası MTA'dan sağlanmış ve arazi gözlemlerinden de yararlanılarak sayısal formata dönüştürülmüştür. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) verisinden yararlanılarak Cumaovası havzasına ait 20 m aralıklı topografik harita MapInfo programında

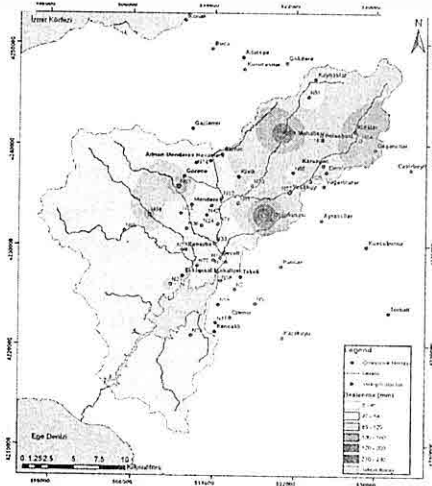
önemde olduklarını göstermektedir.

Hiyerarşinin belirlenen düzeyi n sayıda eleman içeriyorsa toplam $n(n-1)/2$ adet

0,10'un üstünde ise yargıların tutarsız olduğu kabul edilir. Bu çalışmada, ikili karşılaştırmaların yapılmasında son

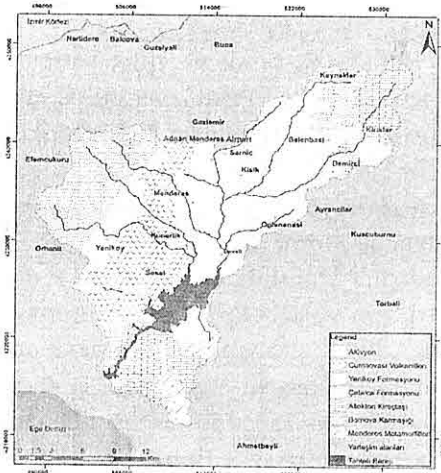


Şekil 2. Cumaovası havzası yeraltı suyu seviye haritası



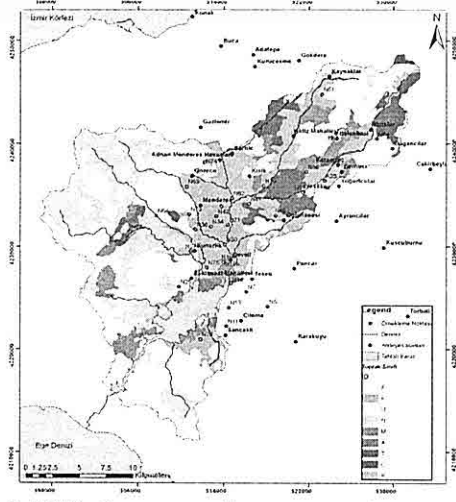
Şekil 3. Cumaovası havzası yağıştan beslenme haritası

Toprak bünyesi (S): Toprak bünyesi yeraltı suyunun beslenme miktarını etkilemesi, kimyasal ve biyolojik kirlenmeleri filtre etmesi bakımından önemlidir. Toprağın organik ve mineralojik madde içeriği, biyolojik ve



Şekil 4. Cumaovası havzası jeoloji haritası

kimyasal reaksiyonları etkileyerek kirlenici miktarının azalmasını sağlarken filtreleme ile de sızma oranını düşürerek etkinlik göstermektedir. Zemin ile ilgili yorum yapılırken kirliliğe en önemli etken, zeminin yapısı ve her tabakanın kalınlığıdır. AHP ile en çok dokuz parametrenin ikili karşılaştırması yapılabildiğinden havzada ~%0,0 yer kaplayan ve büyük toprak grubunda alan kırmızımsı kestane rengi topraklar (D), %0,9 yer kaplayan (CK) çıplak kayalar ve %0,4 yer kaplayan dere taşkın yatakları (IY) kireçsiz kahverengi orman topraklarına (N) dahil edilerek değerlendirilmiştir (Şekil 5). Cumaovası Havzası'nda en büyük alanı %28 ile kırmızı kahverengi Akdeniz toprakları (E) ve %20,2 ile kolüvyal topraklar (K) kaplamaktadır. Alüvyal topraklar (A) %2,6, kahverengi orman toprakları (M) %6,4, kireçsiz kahverengi topraklar (U) %17,5, tuzlu alkali karışığı topraklar (C)

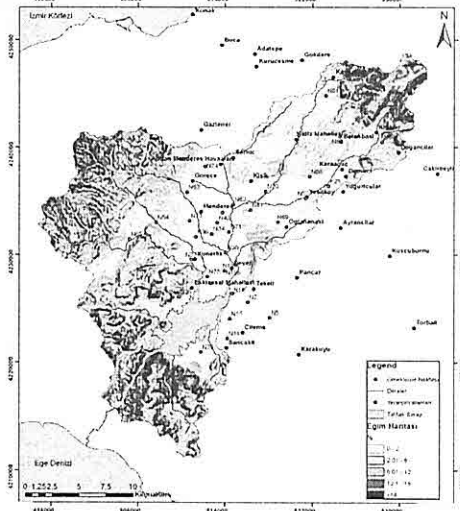


Şekil 5. Cumaovası havzası toprak bünyesi haritası

%5, kırmızı Akdeniz topraklar (T) %3,3, redzinalar (R) %2,9'luk alanda yayılım gösterir.

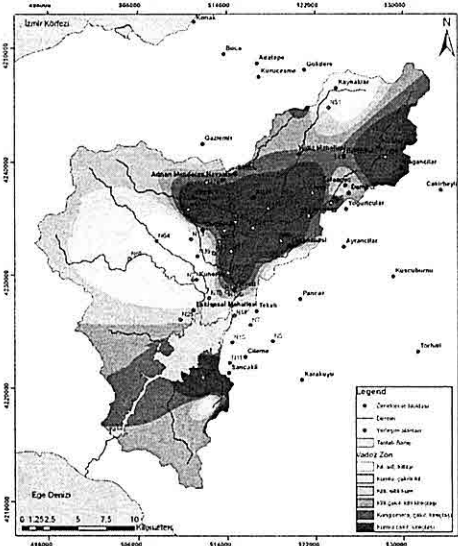
Topografik eğim (T): Topografya kirleticilerin yüzeyden derinlere sızmasında kontrol gücüne sahiptir. Eğim az ise kirleticilerin yüzey akışı yavaş olacak ve yeraltına sızma potansiyeli yüksek olacaktır. Eğim fazla ise sızma kapasitesi azalacağından yeraltı su kirliliği düşecektir. Eğim aralıklarına ait ağırlık katsayıları AHS ile elde edilmiştir (Çizelge 1). AHS-DRASTIC indeks değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Eğim parametresine ait sayısal arazi modeli Şekil 6'da verilmiştir.

Vadoz zon etkisi (I): Vadoz zon su tablasının üzerindeki doygun olmayan bölümdür. Vadoz zona ait bölgede birimlere ait değerleri belirlemede kayaçların lito-mineralojik özellikleri, porozite ve permeabilite gibi hidrojeolojik



Şekil 6. Cumaovası havzası eğim haritası

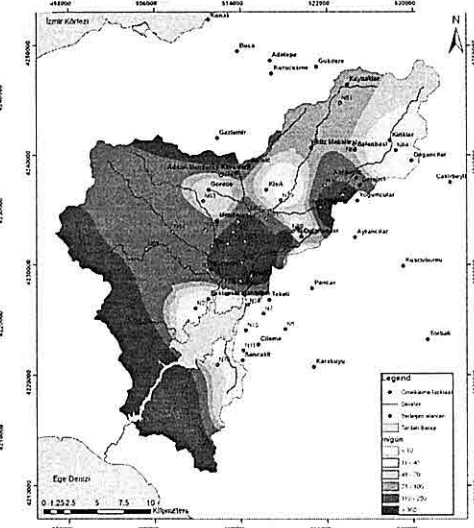
özellikleri gözetilerek DRASTIC modelin bu parametre için sunduğu değişebilir ağırlık oranlarına objektif yaklaşılarak uygun ağırlıklandırmaların elde edilmesine çalışılmıştır. Bu amaçla alüvyon birim ve kristalin kayalar üzerinde açılmış 46 sondaj kuyusuna ait veri yorumlanarak DRASTIC yönteme ait ağırlıklar bulunmuştur. Verilerin yorumlanmasında su tablasının derinliği ve toprak kalınlığı da dikkate alınmıştır. Daha sonra AHS de bu aralıklara ait karşılıklar elde edilmiştir. Kum, kumlu çakıl gibi malzemelerin ağırlıkta olduğu alüvyona 0,423 değerliği, siltli kum malzemelerin geçildiği bölgelere 0,250 değerliği, şist, masif kireçtaşı geçilen bölümlere ise 0,032 gibi düşük bir değer atanarak kontrol kuyularına ait AHS-DRASTIC İndeks değerleri bulunmuş olup değerler Çizelge 4'de ve tematik harita Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 7. Cumaovası havzası vadoz zon haritası

Hidrolik iletkenlik (C): Hidrolik iletkenlik yeraltı suyunun hareketini kontrol etmesi bakımından önemlidir. Yüksek iletkenlik kirlenebilirliği yüksek bir akiferi gösterir. Bu parametre pompaj deneyleri ve akiferin yapısal ve hidrolitolojik özelliklerine göre belirlenir. Hidrolik iletkenlik değerleri, Yazıcıgil vd (2000)'den ve özel şahıslara ait 46 artezyen kuyusuna ait verilerden elde edilen değerler kullanılarak oluşturulan tematik haritadan sağlanan verilerin çalışma alanına ait kontrol kuyularına uyarlanmasından sonra DRASTIC yöntemdeki sınır değerler AHS ile ağırlıklandırılmıştır. Çalışma alanına ait hidrolik iletkenlik değerleri 0.1- 515.4 m/gün aralığında değişim göstermektedir. Seçili parametrelerin kriterlerine ve alt kriterlerine ait ağırlıklandırma ve derecelendirme AHS ile yapılarak Çizelge

3'deki ağırlık ve önceliklerle haritalanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Cumaovası havzası hidrolik iletkenlik haritası

4. CUMA OVASI HAVZASI AHS-DRASTIC HARİTASI

Her bir parametre önem derecesine göre anlamlandırılmış ve her bir parametre için Çizelge 1'de belirtilen parametre ağırlıkları ve göreceli önceliklere eşitlik 1 uygulanarak AHS-DRASTIC haritası için noktasal veriler kullanılarak sayısal indeks değeri oluşturulmuştur (Çizelge 5). Kontrol kuyularına ait AHS-DRASTIC İndeks değerleri ArcGIS 9.1 programında 50x50 m grid boyutunda yapılandırılarak havzaya ait AHS-DRASTIC potansiyel kirlenebilirlik haritası elde edilmiştir (Şekil 9). Elde edilen AHS-DRASTIC İndeks değerlerinin 0.109–0.340 değerleri arasında değiştiği saptanmış ve beş farklı sınıflandırma aralığı oluşturulmuştur. Elde

Çizelge 5. Örnekleme noktalarına ait AHS- DRASTIC indeks değerleri

DRASTIC				0.326	0.208	0.120	0.070	0.050	0.109	0.120	AHS-
Parametre Ağırlık Değerleri (ri)				Dwi	Rwi	Awi	Swi	Twi	Iwi	Cwi	DRASTIC
Örnek	x	y	z								İndeksi
N05	518110	4224127	50	0.443	0.046	0.053	0.300	0.481	0.05	0.049	0.217
N07	516097	4225548	58	0.033	0.076	0.250	0.300	0.481	0.05	0.049	0.113
N11	514234	4222207	70	0.443	0.076	0.151	0.300	0.481	0.242	0.049	0.256
N15	514467	4224023	55	0.240	0.046	0.151	0.300	0.481	0.139	0.049	0.172
N18	514666	4226385	66	0.443	0.076	0.423	0.300	0.481	0.05	0.049	0.267
N19	513962	4228481	71	0.240	0.076	0.250	0.300	0.481	0.139	0.425	0.235
N20	513962	4228481	71	0.443	0.076	0.053	0.300	0.481	0.087	0.425	0.272
N21	512716	4227294	78	0.144	0.046	0.053	0.300	0.481	0.087	0.089	0.128
N25	509807	4226045	93	0.443	0.076	0.053	0.032	0.266	0.087	0.031	0.195
N27	510902	4229536	92	0.144	0.046	0.250	0.143	0.481	0.039	0.259	0.156
N30	514089	4230198	84	0.443	0.046	0.250	0.143	0.481	0.444	0.425	0.317
N34	512792	4231945	91	0.240	0.046	0.250	0.143	0.481	0.444	0.425	0.251
N36	511326	4231667	99	0.144	0.076	0.423	0.143	0.481	0.039	0.259	0.183
N42	513289	4232957	100	0.240	0.076	0.032	0.143	0.481	0.444	0.425	0.231
N51	523234	4244791	265	0.240	0.076	0.032	0.130	0.145	0.05	0.147	0.137
N57	521407	4235258	171	0.144	0.076	0.151	0.130	0.481	0.444	0.425	0.213
N62	514755	4234711	100	0.443	0.076	0.032	0.143	0.481	0.444	0.259	0.278
N63	510522	4235833	142	0.144	0.135	0.032	0.143	0.481	0.444	0.089	0.172
N64	507675	4233002	147	0.443	0.135	0.053	0.022	0.481	0.039	0.259	0.240
N65	505242	4231435	176	0.443	0.046	0.053	0.143	0.266	0.05	0.259	0.220
N67	524514	4240998	362	0.240	0.135	0.053	0.130	0.145	0.242	0.089	0.166
N69	518859	4233037	129	0.443	0.270	0.423	0.143	0.481	0.444	0.049	0.340
N70	517731	4235913	130	0.240	0.076	0.032	0.143	0.481	0.444	0.031	0.184
N71	514386	4232121	91	0.443	0.076	0.151	0.143	0.481	0.444	0.425	0.312
N72	513757	4233929	105	0.240	0.076	0.423	0.143	0.481	0.444	0.425	0.278
N73	510753	4233153	109	0.443	0.046	0.053	0.143	0.481	0.039	0.259	0.230
N74	512179	4238200	125	0.033	0.046	0.032	0.143	0.481	0.444	0.147	0.124
N75	512391	4227942	83	0.086	0.135	0.053	0.143	0.481	0.087	0.259	0.137
N76	514985	4229060	71	0.240	0.046	0.423	0.143	0.481	0.242	0.425	0.250
N79	511832	4220924	79	0.443	0.076	0.250	0.143	0.481	0.444	0.089	0.283
N81	516368	4234174	107	0.443	0.135	0.053	0.143	0.481	0.444	0.259	0.292
N84	528392	4240473	336	0.443	0.135	0.032	0.130	0.145	0.444	0.049	0.247
N86	521756	4237257	199	0.033	0.076	0.053	0.143	0.145	0.444	0.089	0.109
N87	520763	4241086	183	0.443	0.270	0.053	0.130	0.145	0.242	0.147	0.267
K25	523465	4236389	149	0.033	0.135	0.250	0.143	0.481	0.242	0.425	0.180

groundwater contamination using the DRASTIC/EGIS technique, Cheongju area, South Korea; *Hydrogeology Journal*, 7:227-235.

Lee, S.2003. Evaluation of waste disposal site using the DRASTIC system in Southern Korea, *Environmental Geology*, 44:654-664.

Satty, L. T. 1980 *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Comp., U.S.A.

Scanlon, R. B., 2000. Uncertainties in estimating water fluxes and residence times using environmental tracers in an arid unsaturated zone. *Water Resources Research* 36 (2), 395-409.

Simsek C, Kincal. C. ve Gunduz, O. 2006. A Solid Waste Disposal Site Selection Procedure Based on Groundwater Vulnerability Mapping., *Environmental Geology*, 49:620-633.

Thirumalaivasan D, Karmegam M, Venuopal K, 2003. AHP-DRASTIC: software for specific aquifer vulnerability assessment using DRASTIC model and GIS. *Env. Modelling and Software*, 18: 645-656

TSE266 (1997). *Türk Standartları Enstitüsü İçme Suyu Standartları TSE266*, Ankara.

Yazıcıgil H, Doyuran V, Karahanoglu N, Camur Z, Toprak V, Rojay B, Yılmaz K.K, Sakiyan J, Süzen M.L, Yesilnacar E, 2000. *Revize Hidrojeolojik Etüdler Kapsamında Küçük Menderes Havzası Yeraltısularının İncelenmesi ve Yönetimi Projesi*, T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı.

WHO (2004). *World Health Organization Guidelines for Drinking Water Quality Third Edition, Vol. 1.*, Geneva.

**ÇANAKKALE BOĞAZI-MARMARA DENİZİ-İSTANBUL BOĞAZI
BENTİK FORAMİNİFER TOPLULUKLARI:
BENZERLİK VE FARKLAR**

Engin MERİÇ

Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4, 34710 Kadıköy-İstanbul/Türkiye

Niyazi AVŞAR ve Feyza DİNÇER

Ç.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET: Çalışma Çanakkale Boğazı, Kuzey Marmara Denizi, Erdek, Gemlik, İzmit körfezleri ile Haliç ve İstanbul Boğazı'nın farklı derinliklerinden derlenmiş olan 184 genç çökel örneği ile daha önce yapılmış bazı çalışmalarla ilgili 12 örnekten elde edilmiş olan sonuçlar üzerinde yürütülmüştür. Değerlenen alanlardaki foraminifer cins ve tür çeşitliliği belirlenerek, Akdeniz suyunun baskın olduğu Çanakkale Boğazı ile Marmara Denizi'nin farklı alanları ve Karadeniz suyunun etkisinde kalan İstanbul Boğazı bentik foraminifer toplulukları arasındaki benzerlik ve farkların ortaya konması amaçlanmıştır. Sonuç olarak Çanakkale Boğazı bentik foraminifer topluluğunun diğer alanlara nazaran çok zengin olduğu belirlenmiştir.

**BENTHIC FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES OF ÇANAKKALE STRAIT-
MARMARA SEA-BOSPHORUS: SIMILARITIES AND DIFFERENCES**

ABSTRACT: The study has been carried on the 184 sediment samples, gathered from the various depths of the Bosphorus, Golden Horn, Erdek, Gemlik and İzmit bays, northern Marmara Sea and Çanakkale Strait, and the results of the 12 samples dealing with the previous studies. The purpose of this study is to indicate the diversity of foraminiferal genera and species in the studies area, and to show the similarity and difference between the benthic foraminiferal assemblages of Bosphorus effected from Black Sea water, and in various regions of the Marmara Sea and Çanakkale Strait which Mediterranean water dominates. As a result, it is indicated that the benthic foraminiferal assemblages of Çanakkale Strait are richer than the other areas.

Ayrıca, foraminiferlerin sınıflandırılmasında Loeblich ve Tappan (1988) esas alınmıştır.

2.1. Çanakkale Boğazı (ÇB)

Çanakkale Boğazı'nın Ege girişi, boğaz ve Marmara çıkışı alanlarında 10.00-83.00 m arası derinliklerden derlenen 36 örnek üzerinde yürütülen çalışma sonunda bentik foraminiferlerden 84 cins ve 141 tür tanımlanmıştır (Avşar ve Ergin, 2001; Avşar, 2002; Meriç ve diğ., 2009). Bu türlerin sistematik tanım ve dağılımları Çizelge 1'de verilmiştir.

2.2. Kuzey Marmara (KM)

Marmara Denizi kuzey alanının kıta yamacında 13.00-111.00 m arası farklı nokta ve derinliklerinden alınmış olan 26 örnekten bentik foraminifere ait 70 cins ve 115 tür gözlenmiştir (Avşar, 2009) (Çizelge 1).

2.3. Silivri-Ahırkapı arası (SAK)

Silivri-Ahırkapı arasında muhtemelen 50.00-100.00 m arası derinliklerden (çalışmada korların alınmış olduğu derinlikler belirtilmemiştir) alınmış olan 5, 8, 9, 11, 18, 22, 26, 29 ve 78 no'lu korların üst bölümüne ait genç çökellerin içermiş olduğu bentik foraminiferlerden 45 cins ve 65 türden oluşan bir topluluk bulunmuştur (Ongan, 1997) (Çizelge 1).

2.4. Erdek Körfezi (EK)

Erdek Körfezi'nde 28.00-57.00 m derinliklerden derlenen ve genel olarak çamur, kum ve çakıl litolojileriyle temsil edilmiş olan 15 çökel örneğinde bentik

foraminiferlerden 48 cins ve 74 tür tanımlanmıştır (Avşar ve diğ., 2006). Bu tür ve cinslerin tanım ve dağılımı Çizelge 1'de görülmektedir.

2.5. Gemlik Körfezi (GK)

Gemlik Körfezi'nde 6.00-96.00 m derinliklerden alınan ve foraminifer içeren 62 örnekte; 61 cins ve 93 tür belirlenmiştir (Meriç ve diğ., 2005). Körfez bentik foraminifer topluluğunu oluşturan bu cins ve türler Çizelge 1'de belirtilmiştir.

2.6. Güney Marmara (GM)

İmralı Adası KB'sında 111.00 m derinlikten alınmış olan MAR97-11 korunun ilk 10 cm'lik bölümünde fazla zengin sayılamıyacak bentik foraminifer topluluğu gözlenmiştir. Bu topluluk içerisinden 20 cins ve 36 bentik foraminifer türü tayin edilmiştir (Kaminski ve diğ., 2002) (Çizelge 1).

2.7. İzmit Körfezi (İK)

İzmit Körfezi'nde, körfezi katedecek bir köprü inşası nedeniyle denizde 7.25-54.00 m arası derinliklerde yapılmış olan 8 sondajdan elde edilen yüzey örneklerinin değerlendirilmesi sonucunda bentik foraminiferlerden 40 cins ve 67 tür bulunmuştur (Meriç ve diğ., 1995) (Çizelge 1).

2.8. KD Marmara (KDM)

İstanbul Boğazı güneyinde 64.00 m derinlikten alınmış olan MAR98-09 ile Adalar güneybatısında 95.00 m'den alınan MAR98-07 korlarının yine ilk 10 cm'den alınan çökel örneklerinden 31 cins ve 47

Çizelge 1. Tanımlanmış olan cins ve türlerin taksonomik sıralanması ve bölgelere göre dağılımı. ÇB: Çanakkale Boğazı, KM: Kuzey Marmara. SAK: Silivri-Ahırkapı, EK: Erdek Körfezi, GK: Gemlik Körfezi, GM: Güney Marmara, İK: İzmit Körfezi, KDM: Kuzeydoğu Marmara, H: Haliç, İB: İstanbul Boğazı, ED: Ege Denizi, DA: Doğu Akdeniz, AD: Adriyatik Denizi, BA: Batı Akdeniz.

FORAMINIFERLER	ÇALIŞMA ALANLARI										Karşılaştırılan Bölgeler			
	ÇB	KM	SAK	EK	GK	GM	İK	KDM	H	İB	ED	DA	AD	BA
<i>Rhabdammina abyssorum</i> Sars	*				*						*			*
<i>Laenammina fusiformis</i> (Williamson)	*										*		*	
<i>Haplophragmoides canariensis</i> (d'Orbigny)		*			*					*	*		*	
<i>Labrospira subglobosa</i> (Sars)	*										*		*	
<i>Discammina compressa</i> (Goes)	*				*					*	*		*	
<i>Alveophragmium scitulum</i> (Brady)	*										*		*	
<i>Ammoscalaria runiana</i> (Heron-Alen ve Earland)			*										*	
<i>Spiroplectinella sagittula</i> (d'Orbigny)	*	*		*	*		*		*	*	*	*	*	*
<i>Trochammina inflata</i> (Montagu)	*										*		*	*
<i>Eggerelloides advenus</i> (Cushman)	*									*	*		*	
<i>Eggerelloides scabrus</i> (Williamson)	*	*	*		*				*	*	*		*	*
<i>Bigenerina nodosaria</i> d'Orbigny	*	*	*			*		*		*	*	*	*	*
<i>Textularia agglutinans</i> d'Orbigny	*	*			*		*			*	*	*	*	*
<i>Textularia bocki</i> Höglund	*	*	*		*	*		*		*	*	*	*	*
<i>Textularia conica</i> d'Orbigny			*			*		*		*		*	*	*
<i>Textularia goesii</i> Cushman										*				
<i>Textularia porrecta</i> Brady										*			*	
<i>Textularia pseudorugosa</i> Lacroix	*									*	*	*	*	*
<i>Textularia sagittula</i> DeFrance							*		*	*				
<i>Textularia truncata</i> Höglund	*	*			*	*	*			*	*	*	*	*
<i>Siphotextularia concava</i> (Karrer)	*	*	*		*					*	*	*	*	*
<i>Connemarella rudis</i> (Wright)	*									*		*	*	*
<i>Spirillina vivipara</i> Ehrenberg	*	*	*							*	*	*	*	*
<i>Patellina corrugata</i> Williamson		*								*		*	*	*
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss)	*	*								*		*	*	*
<i>Vertebralina striata</i> d'Orbigny	*									*	*	*	*	*
<i>Adelosina cliarensis</i> (Heron-Alen ve Earland)	*	*		*	*	*	*			*	*	*	*	*
<i>Adelosina duthiersi</i> Schlumberger	*									*	*	*	*	*
<i>Adelosina longirostra</i> (d'Orbigny)										*			*	*
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (le Calvez, J. ve Y.)	*	*			*		*		*	*	*	*	*	*

Çanakkale Boğazı-Marmara Denizi-İstanbul Boğazı Bentik Foraminifer Toplulukları

Çizelge 1'in devamı

FORAMINIFERLER	ÇALIŞMA ALANLARI										Karşılaştırılan Bölgeler			
	ÇB	KM	SAK	EK	GK	GM	İK	KDM	H	İB	ED	DA	AD	BA
<i>Adelosina partschi</i> (d'Orbigny)	*	*		*						*	*	*	*	
<i>Adelosina pulchella</i> d'Orbigny	*	*		*	*		*			*	*	*	*	*
<i>Spiroloculina angulata</i> d'Orbigny					*						*	*		
<i>Spiroloculina angulosa</i> Terquem	*	*		*	*		*			*	*	*	*	
<i>Spiroloculina antillarum</i> d'Orbigny	*										*	*		
<i>Spiroloculina cymbium</i> d'Orbigny						*		*					*	
<i>Spiroloculina depressa</i> d'Orbigny	*				*		*			*	*	*	*	
<i>Spiroloculina dilatata</i> d'Orbigny	*	*	*			*				*	*	*	*	
<i>Spiroloculina excavata</i> d'Orbigny	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Spiroloculina ornata</i> d'Orbigny					*		*				*	*	*	
<i>Spiroloculina rostrata</i> Reuss	*										*			*
<i>Spiroloculina tenuiseptata</i> Brady	*	*		*	*	*	*	*			*	*	*	*
<i>Agglutinella arenata</i> (Said)								*						
<i>Siphonaperta agglutinans</i> (d'Orbigny)	*										*		*	
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny)	*	*			*		*				*	*	*	*
<i>Siphonaperta irregularis</i> (d'Orbigny)							*				*		*	
<i>Cycloforina colomi</i> (le calvez J. ve Y.)							*		*		*		*	*
<i>Cycloforina contorta</i> (d'Orbigny)	*	*		*	*		*			*	*	*	*	*
<i>Cycloforina juleana</i> (d'Orbigny)							*						*	
<i>Cycloforina rugosa</i> (d'Orbigny)			*				*		*	*	*	*	*	
<i>Cycloforina tenuicollis</i> (Wiesner)	*		*		*					*	*		*	*
<i>Cycloforina villafranca</i> (le Calvez J. ve Y.)	*	*			*					*	*	*	*	*
<i>Lachlanella bicornis</i> (Walker ve Jacob)	*	*		*			*			*	*	*	*	
<i>Lachlanella undulata</i> (d'Orbigny)	*	*			*		*			*	*	*	*	*
<i>Massilina gualteriana</i> (d'Orbigny)		*			*	*			*	*	*	*	*	
<i>Massilina secans</i> (d'Orbigny)	*						*			*	*	*	*	*
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i> d'Orbigny	*			*			*		*		*	*	*	*
<i>Quinqueloculina bidentata</i> d'Orbigny	*	*	*	*	*				*	*	*	*	*	*

Çizelge 1'in devamı

FORAMİNİFERLER	ÇALIŞMA ALANLARI										Karşılaştırılan Bölgeler			
	ÇB	KM	SAK	EK	GK	GM	İK	KDM	H	İB	ED	DA	AD	BA
<i>Quinqueloculina eburnea</i> (d'Orbigny)	*													
<i>Quinqueloculina jugosa</i> Cushman	*	*						*		*	*	*	*	*
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny	*	*		*			*		*	*	*	*	*	*
<i>Quinqueloculina lamarkiana</i> d'Orbigny	*	*								*	*	*	*	*
<i>Quinqueloculina limbata</i> d'Orbigny	*	*					*				*		*	
<i>Quinqueloculina parvula</i> Schlumberger			*										*	*
<i>Quinqueloculina patagonica</i> d'Orbigny						*		*						
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné)	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Quinqueloculina stelligera</i> Schlumberger	*		*								*	*	*	*
<i>Quinqueloculina undosa</i> Karrer le Calvez J. ve Y.		*			*				*		*			*
<i>Biloculinella depressa</i> (Wiesner)	*			*	*				*		*	*	*	*
<i>Biloculinella globula</i> (Bornemann)	*	*		*	*			*			*	*	*	*
<i>Biloculinella inflata</i> (d'Orbigny)				*							*			*
<i>Biloculinella labiata</i> (Schlumberger)	*										*	*	*	*
<i>Biloculinella wiesneri</i> le Calvez J. ve Y.			*										*	
<i>Miliolinella dilatata</i> (d'Orbigny)			*						*				*	
<i>Miliolinella elongata</i> Kruit	*										*	*	*	
<i>Miliolinella labiosa</i> (d'Orbigny)							*		*		*	*	*	
<i>Miliolinella semicostata</i> (Wiesner)		*	*						*		*	*	*	*
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Miliolinella webbiana</i> (d'Orbigny)	*	*		*					*		*	*	*	*
<i>Pseudotriloculina laevigata</i> (d'Orbigny)	*	*		*			*		*		*	*	*	
<i>Pseudotriloculina oblonga</i> (Montagu)	*	*		*					*		*	*	*	*
<i>Pseudotriloculina rotunda</i> (d'Orbigny)	*	*		*	*				*		*	*	*	
<i>Pyrgo anomala</i> (Schlumberger)		*		*	*						*		*	*
<i>Pyrgo elongata</i> (d'Orbigny)	*	*	*	*					*		*	*	*	*
<i>Pyrgo inornata</i> (d'Orbigny)				*					*		*	*	*	*
<i>Triloculina adriatica</i> (le Calvez, J. ve Y.)				*					*		*	*	*	

Çanakkale Boğazi-Marmara Denizi-İstanbul Boğazi Bentik Foraminifer Toplulukları

Çizelge 1'in devamı

FORAMINIFERLER	ÇALIŞMA ALANLARI											Karşılaştırılan Bölgeler			
	ÇB	KM	SAK	EK	GK	GM	İK	KDM	H	İB	ED	DA	AD	BA	
<i>Triloculina marioni</i> Schlumberger	*	*			*		*			*	*	*	*	*	
<i>Triloculina plicata</i> Terquem	*	*		*								*	*	*	
<i>Triloculina planciana</i> d'Orbigny										*					
<i>Triloculina schreiberiana</i> d'Orbigny	*	*									*	*	*	*	
<i>Triloculina serrulata</i> McCulloch	*										*	*	*	*	
<i>Triloculina tricarinata</i> d'Orbigny				*					*		*	*	*	*	
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck)										*				*	
<i>Nummuloculina contraria</i> (d'Orbigny)					*									*	
<i>Sigmoilina sigmoidea</i> (Brady)	*			*							*			*	
<i>Sigmoilinita costata</i> (Schlumberger)	*	*	*		*		*			*	*	*	*	*	
<i>Sigmoilinita edwardsi</i> (Schlumberger)	*			*							*	*		*	
<i>Sigmoilinita grata</i> (Terquem)			*									*	*	*	
<i>Sigmoilinita tenuis</i> (Czjek)		*		*	*	*		*			*	*	*	*	
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i> (Silvestri)	*	*	*		*	*				*	*	*	*	*	
<i>Articulina carinata</i> Wiesner	*										*	*	*	*	
<i>Peneroplis pertusus</i> (Forskal)	*				*						*	*	*	*	
<i>Peneroplis planatus</i> (Fichtel ve Moll)	*				*						*	*	*	*	
<i>Sorites orbiculus</i> Ehrenberg	*										*	*	*	*	
<i>Dentalina flintii</i> (Cushman)	*				*						*	*	*	*	
<i>Dentalina guttifera</i> d'Orbigny	*										*	*	*	*	
<i>Dentalina inornata</i> d'Orbigny				*							*	*	*	*	
<i>Laevidentalina inflexa</i> (Reuss)	*			*							*	*	*	*	
<i>Laevidentalina leguminiformis</i> (Batsch)							*	*		*					
<i>Laevidentalina sidebottomi</i> (Cushman)								*							
<i>Lenticulina cultrata</i> (Montfort)	*	*	*		*		*			*	*	*	*	*	
<i>Lenticulina gibba</i> (d'Orbigny)					*			*		*	*	*	*	*	
<i>Lenticulina orbicularis</i> (d'Orbigny)				*							*	*	*	*	
<i>Neolenticulina peregrina</i> (Schwager)	*	*	*								*	*	*	*	
<i>Amphicoryna scalaris</i> (Batsch)	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	
<i>Astacolus crepidolus</i> (Fichtel ve Moll)	*										*	*	*	*	
<i>Hyalinonetrion gracillimum</i> (Seguenza)			*								*	*			
<i>Lagena doveyensis</i> Haynes	*	*			*			*				*			
<i>Lagena laevis</i> (Montagu)	*												*	*	
<i>Lagena striata</i> d'Orbigny	*							*			*	*	*	*	
<i>Lagena semistriata</i> Williamson		*									*	*	*	*	
<i>Lagena strumosa</i> Reuss	*	*									*				
<i>Pygmaeosestron islandicum</i> (W. R. Jones)							*								
<i>Globulina myristiformis</i> (Williamson)		*									*	*			

Çizelge 1'in devamı

FORAMINIFERLER	ÇALIŞMA ALANLARI										Karşılaştırılan Bölgeler			
	ÇB	KM	SAK	EK	GK	GM	İK	KDM	H	İB	ED	DA	AD	BA
<i>Polymorphina</i> sp. 1	*										*	*	*	
<i>Polymorphina</i> sp. 3	*	*			*						*	*	*	
<i>Polymorphina</i> sp. 5		*									*	*	*	
<i>Polymorphina</i> sp. 6	*												*	
<i>Cushmanina striatopunctata</i> (Parker ve Jones)	*													
<i>Favulina hexagona</i> (Montagu)	*	*	*			*	*	*			*		*	*
<i>Oolina acuticosta</i> (Reuss)				*										*
<i>Fissurina eburnea</i> (Buchner)	*													*
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson)				*							*	*	*	
<i>Fissurina neptunii</i> (Buchner)		*									*			*
<i>Fissurina sidebottomi</i> (Buchner)				*							*			*
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza	*	*			*						*			*
<i>Parafissurina lateralis</i> (Cushman)	*										*			*
<i>Parafissurina staphylearia</i> (Schwager)	*	*		*							*			*
<i>Bolivina pseudoelliptica</i> Heron-Allen ve Earland			*											
<i>Brizalina alata</i> (Seguenza)	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*
<i>Brizalina catanensis</i> (Seguenza)						*		*						*
<i>Brizalina dilatata</i> (Reuss)			*			*		*					*	
<i>Brizalina earlandi</i> (Parr)		*											*	
<i>Brizalina spathulata</i> (Williamson)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Brizalina striatula</i> (Cushman)	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cassidulina carinata</i> Silvestri	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cassidulina crassa</i> d'Orbigny			*		*			*						*
<i>Cassidulina laevigata</i> d'Orbigny			*									*		
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady)	*	*	*	*	*			*			*	*	*	*
<i>Stainforthia complanata</i> (Egger)	*				*						*			*
<i>Rectuvigerina phlegeri</i> le Calvez	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*			*
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny	*	*	*			*		*			*	*	*	*
<i>Bulimina costata</i> d'Orbigny	*	*			*			*	*	*	*	*	*	*
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bulimina inflata</i> (d'Orbigny)		*	*		*			*						*
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globobulimina affinis</i> (d'Orbigny)	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*
<i>Globobulimina pseudospinescens</i> (Emiliani)	*				*						*	*	*	*
<i>Protoglobulimina pupoides</i> (d'Orbigny)							*					*		
<i>Uvigerina bradyana</i> Fornasini						*							*	
<i>Uvigerina mediterranea</i> Hofker	*	*		*	*			*			*	*	*	*
<i>Uvigerina peregrina</i> Cushman		*					*				*			*
<i>Angulogerina angulosa</i> (Williamson)	*	*	*								*		*	*
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss)	*	*	*	*	*		*			*	*	*	*	*
<i>Fursenkoina acuta</i> (d'Orbigny)	*	*		*	*	*				*	*	*	*	*
<i>Fursenkoina complanata</i> Egger	*			*	*	*				*	*	*	*	*
<i>Valvulineria bradyana</i> (Fornasini)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Çizelge 1'in devamı

FORAMİNİFERLER	ÇALIŞMA ALANLARI										Karşılaştırılan Bölgeler			
	ÇB	KM	SAK	EK	GK	GM	İK	KDM	H	İB	ED	DA	AD	BA
<i>Valvulinera minuta</i> Parker								*						*
<i>Eponides concameratus</i> (Williamson)	*	*			*		*		*	*	*	*	*	*
<i>Stomatorbina concentrica</i> (Parker ve Jones)	*	*					*				*		*	*
<i>Neoeponides bradyi</i> le Calvez	*	*		*	*					*	*	*		
<i>Gavelinopsis praegeri</i> (Heron-Allen ve Earland)	*	*		*	*				*		*	*	*	*
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak)	*	*	*	*	*						*	*	*	*
<i>Rosalina bradyi</i> Cushman	*	*		*	*		*		*	*	*	*	*	*
<i>Rosalina floridensis</i> (Cushman)	*	*	*	*	*				*	*	*	*	*	*
<i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*
<i>Rosalina macropora</i> (Hofker)										*			*	
<i>Rosalina obtusa</i> d'Orbigny			*								*			*
<i>Conorbella erecta</i> (Sidebottom)		*									*		*	*
<i>Conorbella imperatoria</i> (d'Orbigny)		*									*	*	*	*
<i>Planoglabratella opercularis</i> (d'Orbigny)	*										*	*		*
<i>Siphonina reticulata</i> (Czjzek)	*	*									*	*	*	*
<i>Discorbinella bertheloti</i> (d'Orbigny)	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
<i>Hyalinea bathica</i> (Schroter)	*	*	*	*	*	*		*			*	*	*	*
<i>Cibicides advenum</i> (d'Orbigny)	*	*	*	*	*				*	*	*	*	*	*
<i>Cibicides floridanus</i> (Cushman)							*		*		*	*	*	*
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker ve Jacob)	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Planorbulina mediterraneensis</i> (d'Orbigny)	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*
<i>Cibicidella variabilis</i> (d'Orbigny)									*		*	*	*	*
<i>Sphaerogypsina globula</i> (Reuss)	*	*	*		*		*			*	*	*	*	*
<i>Asterigerinata adriatica</i> Haake		*	*	*							*	*	*	*
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson)	*	*		*	*		*		*	*	*	*	*	*
<i>Amphistegina lobifera</i> Larsen					*				*		*	*	*	*
<i>Nonion depressulum</i> (Walker ve Jacob)	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*
<i>Nonionella opima</i> Cushman							*	*			*	*	*	*
<i>Nonionella turgida</i> (Williamson)	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*
<i>Astrononion stelligerum</i> (d'Orbigny)	*	*	*	*	*				*	*	*	*	*	*
<i>Melonis barleanum</i> (Fichtel ve Moll)		*												*
<i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel ve Moll)	*		*	*	*				*		*	*	*	
<i>Chilostomella mediterraneensis</i> (Cushman ve Todd)	*	*	*	*	*					*	*			*
<i>Gyroidinoides lamarckiana</i> (d'Orbigny)			*			*							*	
<i>Gyroidinoides soldanii</i> (d'Orbigny)						*					*	*	*	

baskın hale getirmekte, zengin cins ve tür çeşitliliğine neden olmaktadır. Marmara Denizi'nde batıdan doğuya ve güneyden kuzeye doğru cins ile tür çeşitliliği açısından bir azalma dikkati çeker (Çizelge 2).

1.51-1.63 mg/l değerlerdedir. Güney kesimde ise yüzeyde 7.26-7.56 ve 40-80 m derinliklerde 1.18-3.03 mg/l arasındadır. İzmit Körfezi'nde yüzey değerleri 7.50-8.51, 50-75 m arası derinliklerde 1.08-1.36 mg/l dir.

Çizelge 2. İncelenen alanlarda gözlenen toplam cins ve tür sayısı.

Çalışma alanları	Foraminiferler	
	Cins Sayısı	Tür Sayısı
Çanakkale Boğazı (ÇB)	84	141
Kuzey Marmara (KM)	70	115
Silivri-Ahırkapı (SAK)	45	65
Erdek Körfezi (EK)	48	74
Gemlik Körfezi (GK)	61	93
Güney Marmara (GM)	20	36
İzmit Körfezi (İK)	40	67
KD Marmara (KDM)	31	47
Haliç (H)	28	46
İstanbul Boğazı (IB)	43	85

Cins düzeyindeki bu özellik gerek İzmit Körfezi, gerek Haliç ve gerekse İstanbul Boğazı'nda belirgindir ve birey sayısında da önemli olarak nitelendirilebilecek bir azalma gözlenir. Haliç'de çeşitlilik ve birey sayısının azalmasının nedeni olarak 20. yüzyılın başından itibaren oluşan antropojenik kirlilik gösterilebilir. Aynı koşullar İzmit Körfezi için de geçerlidir.

Çalışılan alanlarda deniz suyu oksijen içeriği değerlendirildiğinde Çanakkale Boğazı yüzey sularında çözülmüş ortalama oksijen değerleri (DO) yüzeyde 7.39-7.98, 40-50 m derinliklerde 6.24-6.35 mg/l arasında değişmektedir. Marmara Denizi'nin kuzey alanlarında yüzeyde 7.19-7.76, yaklaşık 200 m derinliklerde

İstanbul Boğazı kuzey çıkışında yüzeyde 8.52, Yeniköy'de 9.86 ve Ahırkapı açıklarında 10.14 mg/l olarak belirlenmiş olup, bu değerler 25-50 m derinliklerde 3.51-8.84 mg/l olarak ölçülmüştür (Eryılmaz, 1990; Eryılmaz ve diğ., 1995; Eryılmaz ve Yücesoy-Eryılmaz, 2003; Yücesoy-Eryılmaz ve diğ., 2003). Bu verilere göre Çanakkale Boğazı ile kuzey ve güney Marmara'da deniz suyu oksijen içeriği benzerlik sunarken, İstanbul Boğazı'nda gerek yüzey ve gerekse derin sularda oksijen miktarı daha fazladır. Fakat, buna karşın foraminifer cins ve tür çeşitliliğini oksijen değerlerinin uyumluluğu etkilememektedir.

Geçmiş yıllarda yapılmış olan çalışmalarda İstanbul Boğazı bentik foraminifer çeşitliliğinin ve birey sayısının azlığına neden olarak akıntıların varlığı belirtilmiş ise de (Meriç ve Sakıncı, 1990; Sakıncı, 1998; Meriç ve diğ., 2000), tuzluluk ve sıcaklık gibi fiziksel koşulların Çanakkale Boğazı'nda, İstanbul Boğazı'na karşı farklılık sunması ve bu özelliklerin bentik foraminiferlerin yaşam koşullarını olumlu yönde etkilemesi nedeniyle Çanakkale Boğazı'ndaki zengin çeşitlilik ve birey sayısı fazlalığının gerçekleştiği söylenebilir.

4. KAYNAKLAR

- Aksu, A., 2006, *Erdek Körfezi (GB Marmara Denizi) güncel sedimanlarında bulunan bentik foraminiferlerin taksonomik incelenmesi*. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 96 s., Adana.
- Avşar, N., 1997, *Doğu Akdeniz kıyı bölgesi bentik foraminiferleri*. Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound), 31, 67-81, Adana.
- Avşar, N., 2002, *Gökçeada, Bozcaada ve Çanakkale üçgeni Kıta Sahaneliği (KD Ege Denizi) bentik foraminifer dağılımı ve taksonomisi*. H. Ü. Yerbilimleri, 26, 53-75, Ankara.
- Avşar, N., 2009, *Distribution, ecology and taxonomy of benthic foraminifera in the coastal environment of the northern Marmara Shelf (NW Turkey)*, (in press).
- Avşar, N., Meriç, E., Alramazanoğlu, A., Dinçer, F., 2008, *Antalya Körfezi (GB Türkiye) kıyı bölgesi bentik foraminifer toplulukları*, H.Ü. Yerbilimleri, 29 (3), 111-136, Ankara.
- Avşar, N. and Ergin, M., 2001, *Spatial distribution of Holocene benthic foraminifera, Northeastern Aegean Sea*. *International Geology Review*, 43, 754-770.
- Avşar, N. ve Meriç, E., 2001, *Çeşmeliç Koyu (İzmir) termal bölgesi güncel bentik foraminiferlerinin sistematik dağılımı*. H. Ü. Yerbilimleri, 24, 12-22, Ankara.
- Avşar, N., Meriç, E. ve Ergin, M., 2001, *İskenderun Körfezi'ndeki bentojenik sedimanların foraminifer içeriği*. H. Ü. Yerbilimleri, 24, 97-112, Ankara.
- Avşar, N., Aksu, A., Dinçer, F., 2006, *Erdek Körfezi (GB Marmara Denizi) bentik foraminifer toplulukları*. H. Ü. Yerbilimleri, 27 (3), 125-141, Ankara.
- Cimerman, F. and Langer, M. R., 1991, *Mediterranean Foraminifera*. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti. Academia Scientiarum et Artium Slovenica. 118 p., 93 pls., Ljubljana.
- Eryılmaz, M., 1990, *Denizsel verilerin ortak bir harita bazında gösterilmesinde İzmit Körfezi örneği*, İ. Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125 s., İstanbul.
- Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Kırca, Z. ve Doğan, E., 1995, *İzmit Körfezi'nin çökel dağılımı ve buna etki eden faktörler*. Ed. E. Meriç, İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi, 26-43, İstanbul.
- Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Aydın, Ş., Türker, A. ve Kırca, Z., 2001, *Çanakkale Boğazı'nın güncel çökel dağılımı*. 54. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 7-10 Mayıs, 2001, CD file-no: 54-28,

Ankara.

Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., 2003, Recent sediment distribution of the southwest Black Sea. Ed. A Yılmaz, *Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea (Similarities and differences of two interconnected basins)*, 944-947, Ankara.

Hatta, A. and Ujiie, H., 1992. Benthic foraminifera from Coral Sea between Ishigaki and Iriomote Islands. Southern Ryukyu Island Arc, north-western Pacific. *Bulletin College of Science, University of the Ryukyus*, 54, 163-287.

Hottinger, L., Halicz, E. and Reiss, Z., 1993. Recent foraminifera from the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Academia Scieniarum et Artium Slovenica*, 179 p., 230 pls., Ljubljana.

Kaminski, M. A., Aksu, A., Box, M., Hiscot, R. N., Filipescu, S. and Al-Salemeen, M., 2002. Late Glacial to Holocene benthic foraminifera in the Marmara Sea: implication for Black Sea-Mediterranean Sea connections following the last deglaciation. *Marine Geology*, 190, 165-202.

Loeblich, A. R. Jr. and Tappan, H., 1988. *Foraminiferal genera and their classification*. New York, Van Nostrand Reinhold Company, 2 vols. 1182 p.

Loeblich, A. R. Jr. and Tappan, H., 1994. *Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea*. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication, No. 31, 661 p.

Meriç, E. ve Sakıncı, M., 1990, *Foraminifera*. İstanbul Boğazi güneyi ve

Haliç'in Geç Kuvaterner (Holosen) dip tortulları (Ed. E. Meriç). 13-41, İ.T.Ü. Vakfı, İstanbul.

Meriç, E., Yanko, V. ve Avşar, N., 1995. *İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin foraminifer faunası*. (Ed. E. Meriç), *İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi 105-151*, İstanbul.

Meriç, E., Kerey, İ. E., Avşar, N., Tunoğlu, C., Taner, G., Kapan-Yeşilyurt, S., Ünsal, İ. ve Rosso, A., 2000, *Geç Kuvaterner (Holosen)'de İstanbul Boğazi yolu ile Marmara Denizi-Karadeniz bağlantısı hakkında yeni bulgular*. *T.J.Bült.*, 43 (1), 73-118, Ankara.

Meriç, E., Avşar, N., Eryılmaz, M. ve Yücesoy-Eryılmaz, F., 2001, *İstanbul Boğazi'nin güncel bentik foraminifer topluluğu ve çökel dağılımı*. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 38, 93-108, Adana.

Meriç, E. and Avşar, N., 2001. Benthic foraminiferal fauna of Gökçeada Island (Northern Aegean Sea) and its local variations. *Acta Adriatica*, 42 (1), 125-150.

Meriç, E., Avşar, N. ve Bergin, F., 2002a. *Midilli Adası (Yunanistan-Kuzeydoğu Ege Denizi) bentik foraminifer faunası ve bu toplulukta gözlenen yerel değişimler*. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 40-41, 177-193, Adana.

Meriç, E., Avşar, N. ve Nazik, A., 2002b. *Bozcaada (Kuzey Ege Denizi) bentik foraminifer ve ostrakod faunası ile bu toplulukta gözlenen yerel değişimler*. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 40-41, 97-119, Adana.

Meriç, E., Kerey, İ. E., Avşar, N.,

- Tuğrul, A. B., Suner, F. ve Sayar, A., 2003a, Haliç (İstanbul) kıyı alanlarında (Unkapanı-Azapkapı) gözlenen Holosen çökelleri hakkında yeni bulgular. *H. Ü. Yerbilimleri*, 28, 9-32, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F. ve Barut, İ. F., 2003b. Edremit Körfezi (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) güncel çökellerindeki bentik foraminifer topluluğu ile ekolojik koşulların incelenmesi. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 43, 169-182, Adana.
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F. ve Barut, İ. F., 2003c. Dikili Körfezi'nde (Kuzeydoğu Ege Denizi) bulunan üç anormal bentik foraminifer örneği: *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll), *Rosalina* sp. ve *Elphidium crispum* (Linné) hakkında. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 127, 67-81, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N. and Bergin, F., 2004a, Benthic foraminifera of Eastern Aegean Sea (Turkey) systematics and autoecology. *Chamber of Geological Engineers of Turkey and Turkish Marine Research Foundation. Publication No. 18, 306 p., İstanbul.*
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Eryılmaz, M. ve Yücesoy-Eryılmaz, F., 2004b. Saros Körfezi'nin (Kuzey Ege Denizi) güncel bentik ve planktik foraminifer toplulukları ile çökel dağılımı. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 44-45, 1-44, Adana.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Alpar, B., Yokeş, B., Barut, İ. F. ve Ünlü, S., 2005. Gemlik Körfezi yüzey çökellerinin foraminifer, ostrakod ve mollusk faunası, foraminifer kavkılarında gözlenen morfolojik anomaliler ile bölgenin sedimentolojik, hidrojeokimyasal ve biyokimyasal özellikleri. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 131, 21-48, Ankara.
- Meriç, E., Görmüş, M. ve Avşar, N., 2007. Holocene geologic history of the Golden Horn (Istanbul, NW Turkey) based on foraminiferal data. *Journal of Asian Earth Sciences*, 30, 353-363.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Yokeş, B. ve Dinçer, F., 2008, A review of benthic foraminifers and ostracodes of the Antalya coast. *Micropaleontology*, 54(3-4), 199-240.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Yokeş, B., Ergin, M., Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Gökaşan, E., Tur, H., Aydın, Ş. ve Dinçer, F., 2009, Çanakkale Boğazi'nin güncel bentik foraminifer, ostrakod ve mollusk topluluğu ile çökel dağılımı (Yayında)
- Ongan, D., 1997, Kuzey Marmara Şelfi'nin (Silivri-Ahurkapı, İstanbul) bentik foraminifer sistematiği ve ekolojisi. *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.*
- Önal, B. C., 2004. Haliç (Unkapanı-Azapkapı) Holosen çökellerinin foraminifer faunası. *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi 80 s., İstanbul.*
- Sakınç, M., 1998, İstanbul Boğazi 'Haliç-Sarayburnu-Üsküdar) bentik foraminifer (Holosen) Paleobiyofasiyesleri: Akdeniz-Karadeniz su geçişi üzerine yeni bir yaklaşım. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 120, 223-232, Ankara.

- Samir, A.M., Abdou, H.F., Zazou, S.M. ve El-Menhawey, W.H., 2003, Cluster analysis of recent benthic foraminifera from the northwestern Mediterranean coast of Egypt. *Revue de Micropaleontologie* 46, 111-130.
- Sgarrella, F. and Moncharmont-Zei, M., 1993, Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy), systematic and autoecology. *Bulletino della Societa Paleontologica Italiana*, 32 (2), 145-264.
- Şamlı, A. C., 1995, Haliç güncel çökellerinin mikropaleontolojik incelemesi. İstanbul Üniversitesi. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 69 s., 4 levha, İstanbul.
- Şamlı, A. C., 1996, Haliç (İstanbul) Holosen dip çökellerinin bentik foraminifer faunası. *T.J. Bült.*, 39 (2), 87-102, Ankara.
- Yanko, V. and Troitskaja, T., 1987, Late Quaternary foraminifera of the Black Sea. Moscow, Nauka, 118 p.
- Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz, M. and Özdemir, Z., 2003, Sedimentology and Geochemistry of the Bosphorus, Junction of the Marmara Sea and Black Sea with the Bosphorus surface sediments. Ed. A Yılmaz *Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea (Similarities and differences of two interconnected basins)*, 948-952, Ankara.

DOĞU PONTİD OROJENİK KUŞAĞINDAKİ ARHAVİ BÖLGESİNİN MAGMATİK FAALİYETLERİ

A. Didem KILIÇ, Mahmut PALUTOĞLU

Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ/Türkiye

Mehmet TURMUŞ

Fırat Üniversitesi, Keban Meslek Yüksekokulu, Elazığ/Türkiye

ÖZET : *Bir bütün olarak Arhavi bölgesinin magmatik faaliyetlerini anlamak için bölge Pontid Orojenik Kuşağı çerçevesinde ele alınmalıdır. Kuzeyden güneye, a-Volkanik sedimenter kayalar, b-Sokulum kayaları c-Ofiyolitik kayalar*

Arhavi bölgesinde stratigrafik birimler dasitik formasyonla başlar. Bu formasyon bazik volkanik sedimenter formasyonla üzerlenir. Bu formasyonun üzerine volkanik sedimenter riyodasitik formasyon gelir.

Mestrişiyen-Paleosen boyunca çökelen filiş sedimentleri bu birimleri örter. Tersiyer magmatizması genç bazalt ve andezitleri meydana getirmiştir. Toplanan kaya numuneleri kimyasal analiz değerleri jeokimyasal değişim diyagramlarına yerleştirilmiştir. Çoğunun kalkalkalin tali kısmının toleytik çok az, bir kısmının ise alkali alana düştüğü görülmüştür. Petrolojik özellikleri göz önüne alındığında, volkanizmanın bölgede etkin olan tansiyon rejimi sonucu oluşan kıtasal riftleşme ürünü olarak meydana geldiği düşünülmektedir.

MAGMATIC ACTIVITIES IN THE ARHAVİ REGION AT THE EASTEREN PONTIDE OROGENIC BELT

ABSTRACT: *To understand magmatic activities of Arhavi region the area must be considered in the context of geolical evolution of East Pontide Orogenic Belt as a whole from the North to the South as follows a) The Volcanic sedimentary rocks b)Intrusive rocks c)Ophiolitic rocks.*

In Arhavi region the units starts with the dacitic formation.Dacitic formation is comfortable overlain by Basic Volcanic Sedimentary formation. The basic formation has been concordantly overlane by Volcanic Sedimentary Rhyodacitic formation.

During Maestrichtian-Paleocene in the existed geosyncliine Flysch Sediments were deposited.

Alpine orogenic activity is characterized by fresh andesites and bazalts.The rock samples collected in Arhavi vicinity were analyzed chemically and determined values plotted into geochemical disciriminant diagrams.They mostly show a calc-alkaline affinity with subordinate tholeitic and minor alkaline character. Their petrological characteristics indicate that they have been formed by continental rifting due to tensional forces acting on this sector of the Western Anatolia.

kireçtaşı merccekleridir (Şengör, Yılmaz ve Ketin 1980).

2.2.1. Andezit

Geniş bir yayılım göstermektedir. En iyi yüzeylemeleri, Kale mahallesi civarındadır. Ayırışmamış, ender olarak ayırışmış ve feldispatları kaolinize olmuştur. Düzgün olmayan tabakalanma göstermektedir. Bazı yüzeylemelerinde soğuma eklemeleri görülmektedir. Andezit, spilit, bazalt, birimlerini kesen değişik boyutta pek çok andezit daykları mevcuttur. Mikrolitik-porfiritik dokuludur.

Örneklerde plajyoklas fenokristalleri kaolinleşmiş, serizitleşmiş ve albit ikizli (zonlu) büyüme göstermektedir. Anortit %34 dolayındadır. Hamurda albit mikrolitleri mevcuttur. Bazı örneklerde klinopiroksenlerin kenar kısımları ve dilinimleri boyunca epidot oluşumlarına rastlanmaktadır. Yer yer klorit ve kalsit de mevcuttur. Hornblendler oldukça altere olup ve kenarlarından itibaren demiroksit oluşumları gelişmiştir. Az miktarda opak mineral gelişmiştir (Taylor, Arçulus, Perfit ve Johnson 1981, Peccerillo ve Taylor 1975, Kuno 1960).

2.2.2. Spilit

Spilit yüzeylenmeleri en güzel olarak Sivrikaya tepe kuzeyinde görülmektedir. Yeşil renkli ince taneli ve gevrek yapılıdır. Çoğunlukla altere olmuş, düzgün tabakalı yer yer eksfoliyasyon göstermektedir. Bazı yerlerde çok bariz olarak kalsit oluşumlarını görmek mümkündür. Diğer birimlerle yanal

geçişli durumdadır. Çoğu kez spilitler breşik bir yapı göstermektedir. Spilitler yer yer andezit, bazalt, diyabaz, granit, granadiorit tarafından kesilmiştir. Petrografik açıdan camsı bir hamur maddesi içinde yer alan kısmen epidotlaşmış albit fenokristalleri ve kalsit psödomorfları ile albit mikrolitlerinden meydana gelmiştir. Boşluklar klorit-zeolit ile doldurulmuştur (Irvine ve Baragar 1971).

2.2.3. Bazalt

İnceleme alanında yayılımı en az olan kayaç türüdür. Hopa ve güney kesiminde, ojitli bazaltlar görülmektedir. Gri, yeşilimsi ve koyu yeşil renklerde, yer yer soğan zarı şeklinde küresel ayırışma gösteren bir yapı sunarlar. Bazı kesimlerde spilitik bazaltların da görülmüş olması, aynı volkanizma ürünü olduğu işaret etmektedir. Ayrıca, bazaltlarda yer yer breşik yapılara da rastlamak mümkündür. Camsı bir hamur maddesi içinde kısmen albitleşmiş labradorit fenokristalleri, labradorit ve ojit mikrolitleri ayrıca, opak mineral içermektedir. Küçük boşluklar kuvars ve zeolitle dolmuştur. Ojitli bazalt örneğinde kil mineralleşmesi gösteren labradorit fenokristali, ojit ve az miktarda zonlu büyüme gösteren andezinden ibarettir. Hamur maddesi olarak mikrolit ve mikrokristalin feldispat, az miktarda klorit, kil mineralleşmesi ve ksenomorf oluşumlar halinde opak mineral izlenmiştir (Gedik, Ercan, Korkmaz ve Karataş 1992).

2.2.4. Diyabaz

Çalışma alanında en iyi yüzeyleme verdiği yerler Kale mahallesi ve Kavak mahallesi civarlarıdır. Diyabaz daha çok dayklar halinde olup, diğer birimleri kesmektedir. Makro özelliği masif dokulu ve koyu yeşil renktedir. Ofitik doku belirgindir. Plajiyoklas türü, %58 anortitli olan labradorittir. Plajiyoklas lataları arasındaki boşluklar ojitle doldurmuştur. Kloritleşme yaygındır. Kayacın boşluklarında sferolitik klorit vardır (Eğin, Hirst ve Phililips 1979).

2.2.5. Piroklastlar

Aglomeralar spilit, bazalt ve andezite ait çakıllardan oluşup, oldukça büyük bloksu yapılar sunmaktadır. Diğer tüm birimlerin üzerinde yer alıp, bazı alanlarda bu birimlerle yanal geçişlidir. Alanındaki aglomeraları iki kısma ayırmak mümkündür (Tokel 1972).

2.2.5.1. Gevşek yapıtlı aglomera:

Toprağımsı, gri renkte ve çakılları birbirine tutturucu çimento çok gevşek ve ince tanelidir. İçerisindeki çakılların boyutu 25-30 cm civarındadır. Ayırışma nedeni ile düzgün olmayan tabakalanma gösterir. Yer yer diyabaz daykları ile kesilmiştir. Örnekte plajiyoklaslar arasında yer yer camlı çimento görülmektedir. Bazı örneklerde ise parçaların arasını dolduran bol miktarda ferromagnezyen mineraller mevcuttur ve ayrıca silişleşmiş kayaç parçaları görülmektedir (Yılmaz ve Tüysüz 1988).

2.2.5.2. Masif Mikro Aglomera

Çakıllar çimento maddesi ile çok sıkı şekilde birbirlerine bağlanmış olup masif bir kütle görünümündedir. Kalın ve düzgün tabakalanma gösterirler. Kayaç parçalı, plajiyoklas mikrolitleri arasında camlı hamur maddesi ve kloritleşme çoktur. Fenokristaller halindeki plajiyoklaslarda anortit miktarı %50 dolayındadır. Ayrıca örnek içinde plajiyoklas parçaları da vardır ve bunlar kısmen serizitleşmişlerdir. Bağlayıcı madde içinde yer yer akma yapısı, kalsitleşme, silisleşme ve kloritleşme görülmektedir (Genç 1994, Peccerillo ve Taylor 1975).

2.2.6. Gri ve Kırmızı Kireçtaşı

Mercekleri

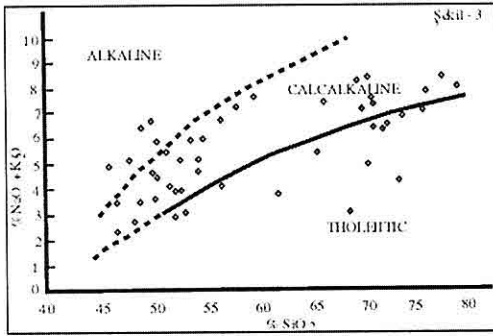
Bölgenin gerek stratigrafik ve gerekse paleontolojik yönden önemli bir litolojisidir. Haritaya aktarılmayacak kadar küçük mercekler halindedir. Sert kırıklı, çatlaklı ve orta tabakalıdır. Yüzeylemelerini Arhavi-Hopa yolu üzerinde görmek mümkündür. İnce kesitlerinde bol miktarda kalsit kristalleri görülmektedir. Ayrıca sekonder kalsit kayacın çatlaklarını doldurmuştur. Yer yer kuvars ve feldispat tanelerine rastlanmaktadır ve silislenmiş kısımlar mevcuttur. Kireçtaşlarından derlenen örneklerde şu fosiller bulunmuştur; *Globotruncana cf. Stuardi*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana fornicata*, *Globotruncana coronata*, *Globotruncana sp.*, *Gumbelina sp.*

Bunlara göre birimin yaşı Kampaniyen-Maestrihtien olarak belirlenmiştir. Kaya

Çizelge 2 Arhavi bölgesinin esas ve iz element analizleri

Taş Örnekleri	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
SiO ₂	75.15	76.24	69.95	49.00	48.50	66.30	74.22	52.60	60.50	71.02	47.10	70.74	66.90	53.50	49.60	49.80
TiO ₂	0.40	0.40	0.50	0.90	0.70	0.30	0.30	1.00	0.80	0.40	0.70	0.30	0.50	0.40	0.70	0.80
Al ₂ O ₃	10.40	11.20	12.20	17.00	17.50	16.30	11.40	16.90	15.00	13.50	16.00	12.40	12.70	13.80	16.00	15.90
Fe ₂ O ₃	9.92	9.17	12.16	5.98	2.96	10.67	3.45	7.45	8.49	2.87	5.33	10.13	8.07	3.20	2.07	2.03
MnO	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20
MgO	0.46	0.03	1.04	6.36	3.35	1.12	0.78	3.42	2.12	0.85	9.70	1.20	2.85	4.52	7.32	7.80
CaO	1.15	0.33	1.65	9.10	8.14	0.71	1.75	7.55	9.15	1.63	4.53	1.35	1.46	5.93	7.57	8.63
Na ₂ O	5.70	6.58	5.47	2.59	2.66	7.63	3.90	3.43	1.64	5.50	2.13	4.48	5.13	3.75	4.10	3.33
K ₂ O	0.31	0.15	0.85	1.23	1.43	0.16	0.86	1.56	0.05	0.84	2.62	1.38	0.23	1.05	0.46	0.51
P ₂ O ₅	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
H ₂ O	1.58	0.87	1.56	3.09	3.75	1.27	1.90	1.02	0.87	1.32	1.57	1.65	1.06	0.78	0.85	1.83
Toplam	97.40	98.07	96.62	97.54	96.46	99.32	98.19	95.97	97.88	98.71	95.32	96.66	97.01	97.10	96.07	98.82
Rb	1200	67	141	17	37	30	250	25	23	237	13	211	90	26	20	22
Sr	120	416	347	656	355	284	150	350	250	85	490	142	350	632	410	386
Zr	300	97	72	63	186	80	340	133	90	282	67	357	360	124	100	67
Y	50	17	21	30	19	28	70	24	25	65	21	68	17	30	25	21

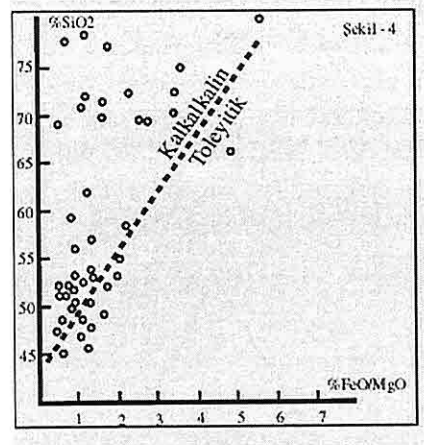
yani uralitizasyonda alkali malzeme alış verişinin söz konusu olmadığı aşıkardır. Gabrolar, kalkalkali bir magmadan türemişlerdir, daha sonra sokulumun neden olduğu metasomatizma ile kimyasal bileşimleri değişmiş, az veya çok, ama genelde yaygın olarak alkali bir karakter kazanmışlardır. Bu diyagramda silis bakımından aşırı derecede doymuş olan kayaların varlığı ve bilinen karaktere uymayan bir alanda toplanmış olmaları hibrid bir magmanın varlığının sonucudur (Irvine ve Baragar 1971).



Şekil 3. Alkali-SiO₂ diyagramı

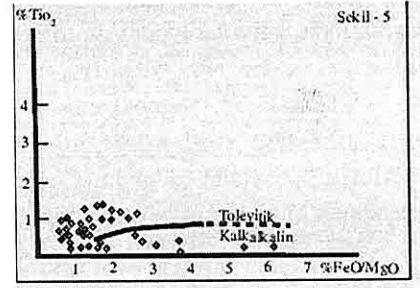
Melez kayaların varlığından dolayı noktalar dağınıktır. FeO/MgO değerlerinin 2' den yüksek olduğunu düşünürsek, toleyitik örnekler mevcut olsa da çoğu örneklerin kalkalin karaktere sahip olduğunu söyleyebiliriz (Jakes ve White 1970) (Şekil 4).

Şekil 4' te volkanitlerin dar bir alanda toplandığını görmekteyiz. Volkanitler dar bir çizgide sıralanmadığı için kayaların tek bir karaktere sahip olduğunu söylemek güçtür. Bu özellik için değişik sebepler olabilir. Kayalar birbirine paralel olan farklı karakterlere ait olabilirler. Kayalar



Şekil 4. SiO₂-FeO/MgO diyagramları

çokca altere olmuş olabilirler. Diyagramda yer alan değerler, yukarıda tartışılan aynı gerçeği gösterirler. Aynı analiz sonuçları TiO₂ - FeO/MgO diyagramına yerleştirilmiş ve kimyasal yoldan adlaması yapılmıştır (Kuno 1966).



Şekil 5. TiO₂-FeO/MgO diyagramları

Kuno (1960) 'ya göre Üst Kretase volkanik kayalarını temsil eden noktalar kalkalkalin alanında toplanır. Jakes ve Gill 1970 'e göre bunlar tipik kalkalkalin karakterli değildir.

KÖPRÜBAŞI (MANİSA) URANYUM CEVHERLEŞMESİNİN MİNERALOJİK VE PETROGRAFİK İNCELENMESİ

Hülya KAÇMAZ ve M. Eran NAKOMAN
D.E.U., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye

ÖZET : Köprübaşı uranyum cevherleşmesi konglomera ve kumtaşları ile ara tabakalanma gösteren ince çamur, silt, kil taşlarından oluşmuş Neojen akarsu sedimentleri içerisinde. Sedimentler basenin kenar kısımlarındaki metamorfik kayalardan türemiştir.

Cevherleşme esasen çalışma alanında yaygın olarak görülen kumtaşı ve konglomeralardan oluşmuş düzeylerde. Bununla birlikte, bazı çamurtaşı düzeylerinde az miktarlarda da olsa uranyum cevherleşmesine rastlanmıştır. Makroskobik uranyum cevher mineralleri kumtaşları ve konglomeralar içerisinde yeşil ve sarı yeşil renkleri ile çıplak gözle görülebilirken, mikroskobik uranyum cevher mineralleri kumtaşı ve konglomeralar içerisindeki gözeneklerde saçınmış halde ultraviyole ışık altında kolaylıkla görülebilir. Cevher minerallerini ve alterasyon ürünlerini belirlemek amacıyla X-ışını difraktometre ve SEM/EDS analizleri yapılmıştır. Sedimentler içerisinde torbernit $[Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O]$, meta-torbernit $[Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O]$ ve meta-otünit $[Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 6H_2O]$ gibi ikincil uranyum mineralleri ile birlikte jarosit, klorit-kaolinit ve Fe-oksit gibi alterasyon ürünleri belirlenmiştir. Değişen miktarlarda uranyum cevherleşmesinin görüldüğü sedimentler arasında, demir oksit içeren sedimentlerin önemli miktarlarda uranyum cevherleşmesine sahip olduğu belirlenmiştir.

MINERALOGICAL AND PETROGRAPHICAL INVESTIGATION OF KÖPRÜBAŞI (MANİSA) URANIUM MINERALIZATION

ABSTRACT : The Köprübaşı (Manisa) uranium mineralization is hosted in Neogene fluvial sediments which consist predominantly of sandstone and conglomerate interlayered with minor siltstone, claystone and mudstone. Sediments were derived from basement metamorphic rocks adjacent to the basins of deposition.

The sandstones and conglomerates are the most widespread sediments and host the majority of the uranium ore. Nevertheless, a minor amount of U mineralization also exists within mudstone. Macroscopic uranium ore minerals can be easily seen with the

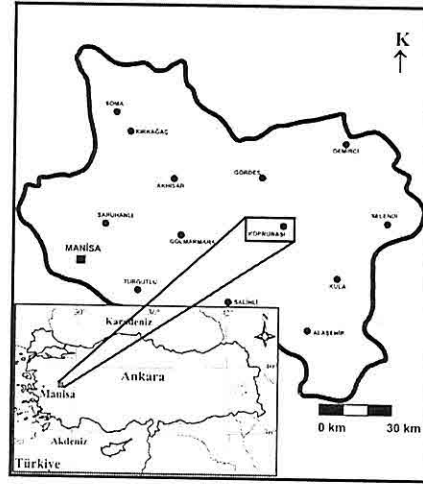
naked eye as green and yellow-green grains within the conglomerate and sandstone. In addition, microscopic uranium ore minerals can be seen under ultraviolet light as disseminated in the pore of conglomerate and sandstone. X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM) with energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) techniques were used for identification the ore minerals and associated alteration products. The uranium ore minerals are torbernite [Cu(UO₂)₂(PO₄)₂·10H₂O], meta-torbernite [Cu(UO₂)₂(PO₄)₂·8H₂O] and meta-autunite [Ca(UO₂)₂(PO₄)₂·6H₂O], whereas jarosite, chlorite-kaolinite and Fe-oxides are the alteration products of the host sedimentary rocks. The amount of the uranium ore in the sediments varies widely. However, samples from the Fe-oxide bearing sediments contain significant amount of uranium mineralization.

1. GİRİŞ

Doğada az bulunan ve radyoaktif duraysız elementlerden birisi olan uranyumun yer kabuğundaki miktarı 2,6 ppm civarındadır (Taylor, 1964). Yer kabuğundaki genel dağılımının çok az olmasına karşın, belli ortamlardaki uranyum konsantrasyonlarının artışı, ekonomik uranyum yataklarının oluşumuna neden olmuştur. Bu yataklar arasında sedimenter tip uranyum yataklarının önemi oldukça büyüktür.

Türkiye’de bilinen toplam uranyum rezervi 9129 ton U₃O₈’e karşılık gelmektedir. Bu rezervin büyük bir çoğunluğu sedimenter tipte olup, önemli bir kısmı (2852 ton U₃O₈) Köprübaşı (Manisa) bölgesindedir (Şekil 1). Bununla birlikte, Köprübaşı uranyum cevherleşmesi ile ilgili olarak günümüze dek çok az sayıda bilimsel araştırma yapılmıştır. Yılmaz (1979) Köprübaşı (Manisa) uranyum yatağı ile ilgili yaptığı çalışmada oksitsiz tip olarak tanımladığı pirit, siderit, manyetit, ilmenit ve amorf yapıda siyah uranyum oluşumu

ile oksitli tip olarak tanımladığı manyetit, ilmenit, jarosit-waylandit ve şirökinjerit [NaCa₃(UO₂)(CO₃)₃(SO₄)F·10H₂O] minerali içeren uranyum oluşumunun varlığını ortaya koymuştur. Bu çalışmada Köprübaşı (Manisa) bölgesindeki uranyum cevherleşmesinin mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmiş ve elde edilen bulgular önceki çalışmalar ışığında yeniden değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

2. GENEL JEOLJİ

Köprübaşı bölgesinde metamorfik ve sedimenter kayalar yayılım sunmaktadır. Çalışma alanının temelini oluşturan Prekambriyen yaşlı Menderes masifine ait olan metamorfik seri bantlı ve biyotit gnays ile bunların içerdikleri pegmatit ve kuvarsit damarlarından oluşmuştur. Bu birimler üzerinde görülen Neojen yaşlı akarsu ve göl çökelleri çalışma alanının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Akarsu çökelleri konglomeralar ve kumtaşları ile bunların içerisindeki ince çamur, silt, kil ara tabaka ve mercerklerinden oluşmuştur. Bazı alanlarda tüflerin ve silisleşmiş tabakaların akarsu çökelleri ile ardalanması gözlenmektedir. Çamurtaşı, yeşil renkli kil katmanları ve kireçtaşlarından oluşan gölsel birimler çalışma alanındaki en genç birimler olup, çalışma alanının güneybatı kesiminde gözlenir (Boray, 1966, Yılmaz 1979). Neojen yaşlı akarsu çökelleri içerisindeki uranyum cevherleşmeleri Kasar, Ecinlitaş, Çetinbaş, Topallı, Uğurlu (Tomaşa) ve Kayran sektörlerinde belirgin olarak görülmektedir (Şekil 2).

3. YÖNTEMLER

Köprübaşı ilçesine bağlı Kasar, Ecinlitaş, Çetinbaş, Topallı, Uğurlu (Tomaşa) ve Kayran sektörleri başlıca çalışma alanlarıdır. Çalışma kapsamında bu bölgeler sintilometre cihazı kullanılarak yaya olarak dolaşmış ve bu bölgelerde radyoaktif anomalilerin yoğun olarak tespit edildiği sedimentlerden örnekler alınmıştır. Alınan örneklerinin bazılarından ince ve parlak kesit yapılarak

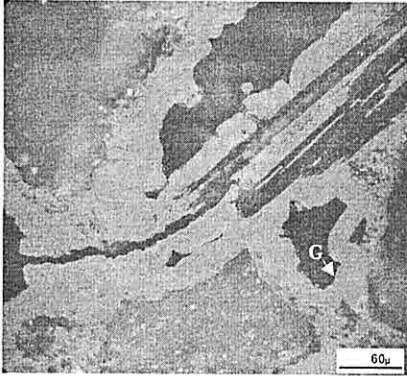
polarizan mikroskopta incelenmiştir. Örneklerde görülen yeşil ve sarımsı-yeşil renkli mineraller elle zenginleştirilmiş ve yaklaşık 60 mikron boyutunda olacak şekilde öğütülmüştür. Öğütülen örneklerinin XRD çekimleri Jeol JSDX 100 S4 marka XRD cihazı ile CuK_{α} radyasyon, Ni filtre kullanılarak 4° den başlayarak 80° ye kadar, tarama hızı $2^{\circ}/dak$, kağıt hızı $20\text{ mm}/dak$. olacak şekilde $30kV-22mA$ koşullarında çekilmiştir. Tüm XRD çekimleri ham örnekler üzerinde yapılmıştır.

A JEOL 6060 marka SEM/EDS (Taramalı Elektron Mikroskobu ve Enerji Dispersif Spektroskopisi) cihazı kullanılarak XRD çalışmalarında belirlenen cevher minerallerinden değişik büyütmelerde görüntüler çekilerek, bu minerallerin yarı kantitatif kimyasal analizleri elde edilmiştir.

4. MİNERALJİ ve PETROGRAFİ

Çalışma alanında Kasar, Topallı, Ecinlitaş, Kayran, Çetinbaş ve Uğurlu (Tomaşa) sektörlerinde görülen uranyum cevherleşmeleri Neojen yaşlı sedimenter kayalar içerisinde yer almaktadır. Neojen yaşlı sedimenter kayalar çalışma alanında yaygın olarak gözlenen konglomera ve kumtaşlarıdır.

Konglomeralarda genellikle kırmızı-kahve renk egemen olmakla birlikte, az miktarda gri ve sarı renkli konglomeralar mevcuttur. Ecinlitaş sektöründeki kırmızı kahve renkli konglomeralarda yapılan polarize mikroskop çalışmaları, konglomeraların kuvars, az miktarda feldispat ve kayaç parçaları içeren demir



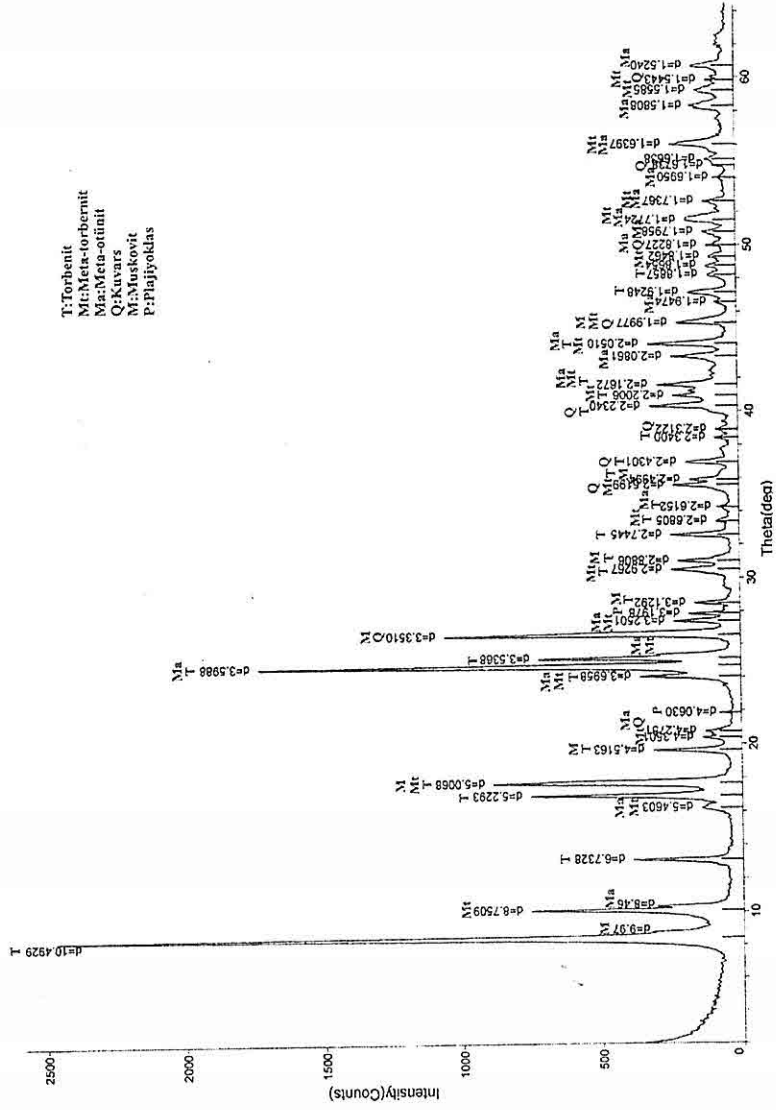
Şekil 4. Ecinlitaş sektöründeki konglomeralarda götit minerali G:Götite

Yapılan XRD çalışması sonucunda kumtaşlarının da konglomeralarla benzer bileşimde olduğu ve kuvars, plajiyoklas, K-feldispat, muskovit, kil minerallerinden klorit-kaolinit ve jarosit içerdiği belirlenmiştir (Kaçmaz, 2007). Jarosit $[MFe^{3+}_3(SO_4)_2(OH)_6]$ demir sülfürlerin oksidasyonu sonucu ortamda sodyum ve potasyum gibi katyonların varlığında bağlı olarak oluşur (Larsson, Olsson, Holst ve Karlsson, 1990). Bu nedenle jarosit oluşumları sedimentler içerisindeki demir sülfürlerin varlığını göstermektedir. Nitekim, Yılmaz (1981) bölgede yaptığı çalışmada oksitsiz zonlar içerisindeki piritçe zengin merceklerin varlığından bahsetmiştir. Diğer taraftan, Yılmaz aynı çalışmasında Köprübaşı (Manisa) uranyum yatağında yaptığı mikroskop ve XRD çalışmaları sonucunda herhangi bir uranyum mineralinin belirlenemediğini de belirtmektedir. Buna karşılık, yapılan bu çalışmada makroskobik uranyum cevherleşmesi (yeşil ve sarı-yeşil renkli) gri renkli dayanımı düşük kumtaşları ve

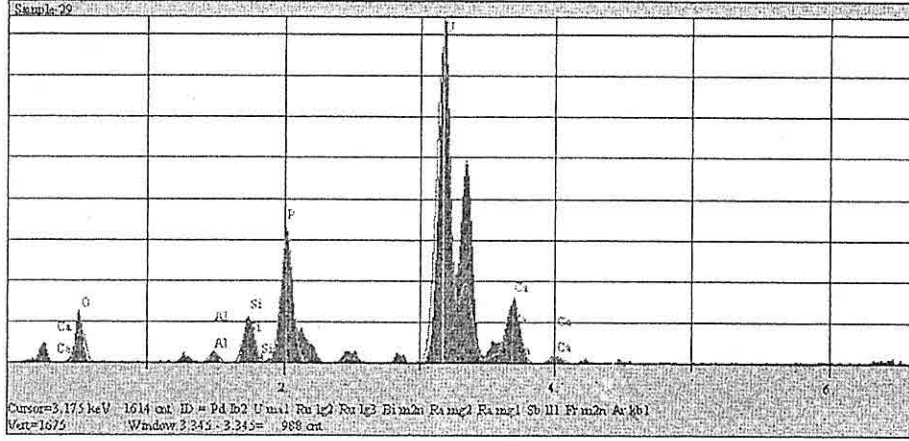
kırmızı-kahve renkli konglomeralar içerisinde saçınmış halde, çatlaklarda ve bazı çakılların yüzeylerinde sıvamalar şeklinde görülmüştür. Makroskobik uranyum cevherleşmesine ek olarak, mikroskobik uranyum cevherleşmesi de sarımsı yeşil floresans rengi ile kayaç içerisindeki gözeneklerde ayırt edilmiştir. Nitekim, yatağın değişik kısımlarından alınan ve elle zenginleştirilen bu örnekler üzerinde yapılan XRD çekimleri (Şekil 5) cevherleşmenin uranyum fosfat minerallerinden, meta-otünit $[Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 6H_2O]$, torbarnit $[Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O]$ ve meta-torbarnit $[Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O]$ olduğu ortaya çıkarmıştır (Kaçmaz, 2007).

Demir oksit oluşumları uranyum cevherleşmeleri ile sık sık ilişkilendirilmektedir. Örneğin, Murakami ve arkadaşları (1997) Koongara uranyum yatağında yaptıkları çalışmada demir mineral yüzeylerinde yaygın olarak saleyit ve meta-torbarnit gibi uranyum fosfat mineralleri gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde, Sato ve arkadaşları (1997) demir oksihidroksit yumruları üzerindeki torbarnit mikrokristallerinin varlığından söz etmiştir. Nitekim, Çalışma alanındaki demirce oksitçe zengin kırmızı kahve renkli sedimentler içerisinde bu çalışma ile belirlenen uranyum fosfat minerallerinin zenginleştiği görülmüştür.

Cevherleşmenin en yaygın görüldüğü sektör Kasardır. Şekil 6'da görülen beyaz alanların tümü bu sektörde XRD çalışmaları ile belirlenen meta-torbarnit mineraline ait Back-scattered electron image (BEC) görüntüsüdür. Kayaç



Şekil 5. Köprübaşı uranyum cevherleşmesine ait XRD kırınım deseni



Şekil 9. Topallı sektöründeki meta-otünit mineraline ait EDS analizi

torbernit (yeşil rengi) ve otünit (sarı-yeşil rengi) çakılların yüzeyinde, demir oksitçe zengin seviyelerde çıplak gözle kolaylıkla görülmektedir. Makroskobik otünit kristallerine ek olarak, mikroskobik otünit kristalleri de kumtaşı ve konglomeralar içerisindeki gözeneklerde yeşil renkli floresans özelliği ile ayırt edilmektedir. Yapılan XRD çekimleri sonucunda cevher minerallerinin uranyum fosfat minerallerinden meta-otünit $[\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$, torbernit $[\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}]$, meta-torbernit $[\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$ olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında çalışma alanındaki demir oksitçe zengin sedimentlerde uranyum cevherleşmesinin oldukça belirgin olduğu görülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Boray, A. (1966) *Manisa-Gördes-Köprübaşı Bölgesi uranyum zuhurlarının*

etüdüne ait rapor, MTA, Ankara.

Kaçmaz, H. (2007) *Manisa-Salihli-Köprübaşı Uranyum Zuhurunun İncelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.*

Langmuir, D. (1997). *Aqueous Environmental Geochemistry* (Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Larsson, L., Olsson, G., Holst. O. ve Karlsson, H.T. (1990). *Pyrite Oxidation By Thermophilic Archaeobacteria, Applied And Environmental Microbiology*, 56 (3), 697-701.

Maden Tetkik Arama (1976). Köprübaşı Bölgesi Uranyum yataklarına ait rapor, MTA Enstitüsü, Radyoaktif Mineraller ve Kömür Dairesi Başkanlığı, Radyoaktif Mineraller Arama Servisi, Ankara.

Murakami, T. Ohnuki, T. Isobe, H. ve Sato, T. (1997). *Mobility of Uranium during Weathering, American Mineralogist*, 82, 888-899.

- Sato T, Murakami, T, Yanase N, Isobe H, Payne TE, Airey PL (1997) Iron nodules scavenging uranium from groundwater, *Environ. Sci. Technol.* 31:2854–2858
- Taylor, S.R. (1964). The abundance of chemical elements in the continental crust—a new table: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 28, 1273–1285.
- Yılmaz, H. (1979). Genesis of uranium deposits in Neogene Sedimentary rocks, Menderes Metamorphic Massif, Turkey, University of Western Ontario, London, Canada, PhD. Thesis.
- Yılmaz, H. (1981). Genesis of Uranium deposits in Neogene sedimentary rocks overlying Menderes Metamorphic Massif, *Chem. Geol.*, 31, 185-210.

ETİLİ (ÇANAKKALE) GÜNEYİNDEKİ PLÜTONİK ve VOLKANİK
KAYALARIN PETROGRAFİSİ ve JEOKİMYASI

Oya TÜRKDÖNMEZ, Mustafa BOZCU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Çanakkale/Türkiye

ÖZET : Çalışma alanı, Biga Yarımadası'nda Kazdağ yükseliminin kuzeyinde Etili çevresinde yer alır. Biga Yarımadası'nda Eosen'den Pliyosen'e kadar farklı dönemlerde aktif olmuş magmatizmanın plütonik ve volkanik ürünleri bir arada ve yaygın olarak bulunmaktadır. Bu çalışmada Etili güneyinde yer alan Ağı dağı ve çevresindeki plütonik ve volkanik kayaların jeolojik konumları ile petrografik ve jeokimyasal özellikleri araştırılmıştır.

İnceleme alanındaki plütonik kayalar petrografik çalışmalar doğrultusunda çoğunlukla granüler ve porfiritik dokulu olup, plajioklas, K-feldispat, amfibol (hornblend), biyotit ve kuvars minerallerini içerir. $SiO_2 - Na_2O + K_2O$ diyagramında granit, granodiyorit ve kuvars diyorit bileşimindedirler. Volkanik kayalarda ise bu durum traki andezitten riyolite kadar değişmekte ve çoğunlukla, andezit olmak üzere dasit, trakiandezit ve riyolit bileşimlerde görülmektedir. Plütonik ve volkanik kayaların $SiO_2 - Na_2O + K_2O$ değişim diyagramlarında (toplam alkali-silika = TAS) subalkali alanda yer aldıkları görülür. $Na_2O + K_2O - FeO - MgO$ (AFM) üçgen diyagramında ise örneklerin çoğu kalkalkalen alanda bulunmakta ve kalkalkalen trend göstermektedir. Ayrıca plütonik ve volkanik kayaların SiO_2 değerine karşı TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , MnO , Na_2O değerlerinde güçlü negatif korelasyon ve buna karşın, K_2O değerinde ise güçlü pozitif korelasyon göstermesi fraksiyonel kristalleşme süreçlerini yansıtır.

İnceleme alanındaki plütonik ve volkanik kayaların majör element, iz element ve nadir toprak elementleri sonuçlarına dayanarak, bu kayaların oluşumunda fraksiyonel kristalleşmenin yanı sıra kabuksal kirlenme gibi magma karışım süreçlerinin de etkili olduğu belirtilebilir.

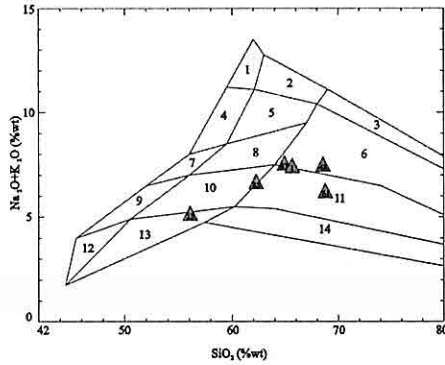
PETROGRAPHY and GEOCHEMISTRY OF THE PLUTONIC and
VOLCANIC ROCKS IN THE SOUTH OF ETİLİ (ÇANAKKALE)

ABSTRACT: In this study, focus was given to petrographic and geochemical features and geological settings of plutonic and volcanic rocks around Ağıdağı, in the south of Etili, in the north of Kazdağ mountain range, Biga Peninsula, NW Turkey.

Plutonic rocks in the study area have granular and porphyritic textures and consist of plagioclase, K-feldspar, amphibole (hornblende) biotite and quartz minerals. In the

Örneklerin ana element analiz sonuçları Çizelge 3. ve bu örnekler içerisinde 13 lav örneği, 3 tane silisifiye volkanik, 7 tane riyolitik tüf ve 3 tane de aglomera örneklerinin iz element analizleri Çizelge 4 ve 5.'te verilmiştir

Granitik kayaçlar silise karşı-alkali element oksitlerinin birlikte kullanıldığı Middlemost (1985) diyagramına iz düşürüldüğünde (Şekil 2) örneklerin çoğu granit-granodiyorit alanında yer alırken, bir örnek kuvars diyorit, bir örnek ise kuvars monzodiyorit-granodiyorit sınırında yer almaktadır.

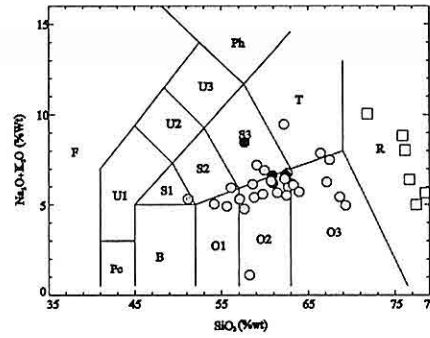


Şekil 2. Çalışma alanında Evciler Plütonu'na ait granitik kayaçların Middlemost (1985) $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diyagramında adlanması (6: Granit, 10: Kuvars monzodiyorit, 11: Granodiyorit, 13: Kuvars diyorit).

Volkanik kayaçlar için ise silis ve alkali-kalsiyum elementlerinin kullanıldığı Le Maitre (1989)'nin $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diyagramında (Şekil 3) örneklerinin çoğunun andezit alanında toplandığı görülür. Örneklerin bir kısmı dasit, bir kısmı da bazaltik trakiandezitten trakite

değişmektedir. Bazik bileşimli olan 45 nolu örnek trakibazalt alanında ve tüfler ise riyolit alanında dağılım göstermektedirler.

Çalışma alanındaki granitik ve volkanik kayaçlar $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (Irvin ve Baragar, 1971) değişim diyagramına iz düşürüldüğünde (Şekil 4) alkali-subalkali ayırım çizgisinin subalkali alanında yer aldıkları görülür. ($\text{FeO} - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{MgO}$) AFM üçgen diyagramında da granitik örneklerin tümünün ve volkanik örneklerin çoğunun kalkalkalen alanda bulunduğu ve kalkalkalen trend gösterdiği gözlenmiştir. Toleyitik alanda gözlenen volkanik örneklerde yapılan petrografik çalışmalar bu örneklerin demir oksitçe daha zengin olduklarını göstermiştir. Bunun nedeni ise, muhtemelen volkanik kayaçlarda yaygın olarak gözlenen demirli alterasyonlardır.



Şekil 3. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait kayaçların Le Maitre (1989) diyagramında adlanması (S1: Trakibazalt, S2: Bazaltik trakiandezit, S3: Trakiandezit, T: Trakit, O1: Bazaltik andezit, O2: Andezit, O3: Dasit, R: Riyolit) (○):lav örnekleri, (□): riyolitik tüf örnekleri, (●): aglomera örnekleri, (⊕): bazalt örneği.

Çizelge 3. Çan volkaniklerine ait majör element içerikleri. Majör element oksitleri % cinsinden verilmiştir. (*riyolitik tüf, **aglomera, " silisliye volkanik)

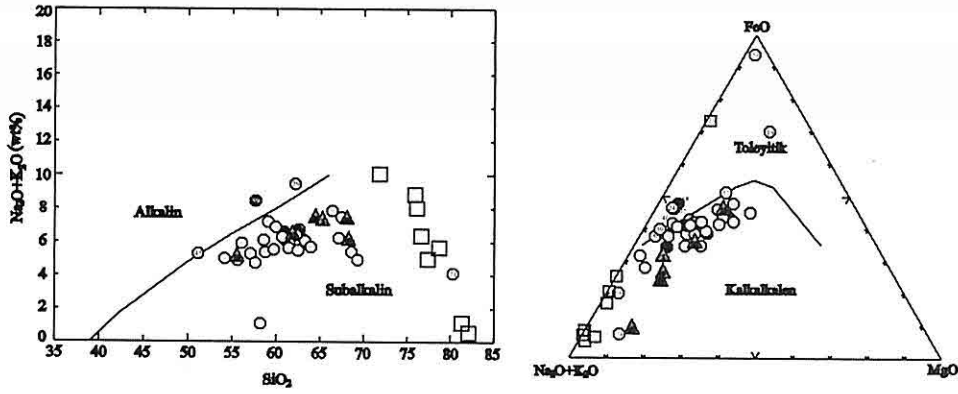
Örnek No.	2	3	8	9	11	16	19	23	24	26	27	29	30	31	32	37	38	39	41	42	44	45
SiO ₂	53.61	54.8	56.88	60.8	53.14	58.63	52.74	59.77	61.14	62	65.6	59.53	60.6	58.2	55.61	67.48	66.42	64.5	56.5	56.8	59.4	47.96
Al ₂ O ₃	19.97	17.6	18.9	16.65	18.94	17.84	21.27	18.89	19.37	16.7	16.5	20.45	15.5	17.4	18.79	17.12	17.28	17.05	17.25	17.89	16.2	20.3
Fe ₂ O ₃	7.59	7.43	5.69	5.74	6.74	5.37	6.77	5.56	6.62	4.5	3.46	4.91	5.7	6.36	5.96	5.04	4.67	4.78	6.75	5.67	5.58	7.59
CaO	4.92	6.73	4.82	6.07	6.35	5.47	6.32	5.3	4.01	5.32	2.95	0.71	4.9	6.32	6.48	2.16	2.06	2.48	6.79	5.53	5.03	10.95
MgO	3.71	2.81	1.39	1.76	2.21	2.09	1.62	1.87	0.56	2.08	0.71	0.43	2.33	2.69	1.6	0.48	0.89	0.47	2.7	1.62	2	0.83
Na ₂ O	4.42	3.43	3.69	2.99	3.75	2.69	4.47	3.52	3.5	3.16	3.39	1.1	2.86	3.56	3.87	2.99	4.83	2.85	3.26	3.31	3.27	3.61
K ₂ O	1.25	1.08	2.22	2.36	1.18	2.7	2.18	2.61	2.8	2.37	3.9	7.96	2.96	1.86	1.95	1.83	0.42	3.16	1.92	3.23	2.39	1.37
TiO ₂	0.09	0.8	0.01	0.58	0.61	0.44	0.75	0.61	0.09	0.55	0.54	0.58	0.63	0.67	0.54	0.22	0.17	0.62	0.69	0.56	0.57	0.96
MnO	-	0.18	0.07	0.12	0.15	0.21	0.1	0.11	0.05	0.1	0.03	0.03	0.1	0.14	0.11	0.04	0.05	0.02	0.1	0.11	0.1	0.18
P ₂ O ₅	-	0.22	-	0.2	-	-	-	-	-	0.16	0.14	-	0.16	0.19	-	-	-	0.15	0.19	-	0.2	-
SiO	-	0.08	-	0.06	-	-	-	-	-	0.06	0.04	-	0.06	0.06	-	-	-	0.04	0.06	-	0.05	-
BaO	-	0.08	-	0.09	-	-	-	-	-	0.09	0.08	-	0.09	0.07	-	-	-	0.08	0.07	-	0.09	-
LOI	3.96	4.27	6.28	2.91	6.8	4.46	3.68	1.7	1.77	3.64	1.89	4.22	3.27	3.17	5	2.61	2.87	3.96	4.33	5.05	3	6.17
Toplam	99.52	99.5	96.27	100.5	99.87	99.9	99.81	99.24	99.91	100.5	99.2	99.92	99.2	100.5	99.91	99.97	99.66	100	100.5	99.77	97.9	99.92
Örnek No.	46	50	65	68	91	97	106	52"	54"	56"	74"	18*	21*	25*	49*	69*	71*	122*	125*	34**	88**	89**
SiO ₂	59.68	63.8	56.33	58.6	52.2	59.2	51.9	96	95.7	96.66	76.8	68.72	71.4	74.7	74	70.5	74.3	73.9	78.1	61.2	58.6	54.6
Al ₂ O ₃	17.47	16.15	19.47	16.1	18.35	16.85	19.15	1.04	1.85	1.44	13.65	12.62	13.1	13.7	13.85	14.25	13.85	15	14.45	16.9	17.2	18
Fe ₂ O ₃	5.24	5.44	5.27	4.72	6.29	6.15	8.25	0.07	1.16	0.07	0.39	2.14	0.06	0.78	0.42	2.28	0.74	1.37	1.76	6.24	7.19	5.42
CaO	5.12	1.72	5.6	5.42	8.21	6.51	6.04	0.02	0.04	0.02	0.05	0.16	0.39	0.73	0.04	0.62	0.1	0.07	0.04	4.61	5.02	6.33
MgO	0.78	0.55	0.97	1.67	2.64	1.4	4.29	0.02	0.03	0.01	0.47	0.01	0.02	0.02	0.22	0.2	0.01	0.03	0.02	1.52	1.71	1.26
Na ₂ O	3.23	3.66	4.24	2.84	3.34	3.36	4.46	0.02	0.02	0.23	0.13	1.45	0.57	1.45	0.31	3.53	0.89	0.76	0.07	3.78	4.07	7.66
K ₂ O	2.6	3.89	2.63	3.48	1.26	2.64	0.35	0.02	0.02	0.01	3.83	4.27	0.43	6.41	4.99	6.33	7.76	3.98	0.49	2.75	2.31	0.35
TiO ₂	0.5	0.56	0.63	0.5	1.08	0.71	0.83	0.95	0.7	1.06	0.29	0.24	1.3	0.22	0.3	0.24	0.22	0.27	0.25	0.73	0.81	0.73
MnO	0.06	0.13	0.19	0.12	0.18	0.11	0.23	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.18	-	0.01	-	0.13	0.11	0.18
P ₂ O ₅	-	0.15	-	0.13	0.29	0.19	0.31	-	0.03	-	0.05	-	0.45	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.07	0.25	0.25	0.16
SiO	-	0.03	-	0.05	0.08	0.07	0.07	-	-	-	-	-	0.19	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.06	0.07	0.09
BaO	-	0.07	-	0.08	0.06	0.08	0.02	-	-	-	0.04	-	0.08	0.03	0.13	0.08	0.02	0.02	0.05	0.1	0.08	0.02
LOI	5.25	2.31	4.58	5.71	6.65	3.16	3.65	0.29	0.2	0.5	2.83	10.15	10.15	2.47	3.91	0.59	2.13	4.41	5.42	2.08	2.13	5.42
Toplam	99.93	98.5	99.91	99.4	100.5	100.5	99.6	98.4	99.8	100	98.5	99.76	98.2	100.5	98.2	98.9	100	99.8	100.5	100.5	99.6	100

Çizelge 4. Lavlara ve silisifiye volkaniklere ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir.
(*riyolitik tüf,**aglomera,"silisifiye volkanik)

Örnek No.	3	9	27	30	31	39	41	44	50	68	91	97	106	52"	54"	74"
Ba	614	715	668	700	604	654	568	711	547	700	498	705	167	30	27.8	299
Co	22.4	16.5	10.6	16.7	17.5	11.4	20.8	14.8	8.6	12.1	25.1	15.6	15.4	1	0.6	0.6
Cr	30	50	40	40	30	40	50	30	20	20	30	40	30	30	30	20
Cs	4.21	1.27	6.83	4.2	1.1	3.51	1.17	1.77	4.33	3.95	2.51	3.6	5.19	0.13	0.15	3.72
Cu	38	31	19	37	29	50	21	16	16	24	35	26	363	29	0	
Ga	18.4	15.9	17.1	16.4	18.1	16.6	18.2	16.7	16.8	16.5	20.8	19.4	20.4	1.4	2.2	13.9
Hf	4.5	3.5	6	3.9	3.7	3.9	3.6	3.9	5.7	4	4.2	4.5	4.5	5.4	4.4	5
Mo	2	4	4	4	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Nb	7.9	7.5	15.5	9.6	7.1	9.4	8.3	8.4	14.8	8.7	9.1	11.1	10.4	15.2	9.8	10.5
Ni	20	30	19	25	25	21	36	22	16	16	23	18	18	11	13	15
Pb	17	22	32	29	25	34	20	24	26	29	15	26	12	18	21	7
Rb	28	75.1	144	101.5	53.5	104	55	76.7	133	120	31.8	91	12.9	1.1	0.9	145.5
Sn	2	1	3	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	7	5	3
Sr	566	499	345	433	490	3.57	492	432	216	395	607	531	532	6.9	12.5	14.1
Ta	0.7	0.9	1.3	1	0.7	1	0.8	0.9	1.2	1	0.7	1	0.8	1.3	1.1	1
Th	8.18	18.4	22.4	20.2	9	21.1	9.01	12.8	21.2	19.45	6.8	16.9	9.03	3	5.47	7.71
U	2.29	4.88	6.08	7.38	2.66	6.08	2.64	3.58	5.54	3.78	1.82	3.73	1.71	2.22	2.72	2.25
V	210	155	96	165	155	163	168	146	108	129	208	180	226	20	28	55
W	3	5	5	2	2	3	2	2	3	4	2	2	2	5	7	16
Y	28.1	18.4	25.9	23.1	21.5	25.7	21.4	22.2	25.3	17.1	31	21.5	28.8	2.8	9.3	10.5
Zn	111	70	66	79	83	108	95	76	78	64	111	93	80	20	15	15
Zr	162	122	213	138	141	137	142	144	204	137	153	155	161	195	157	181
La	29	30.2	41	33.9	24.8	46.8	25.2	29	41.1	30.4	25	33.2	32.2	2.8	8.5	13.6
Ce	53.3	53.7	77.3	58.2	46.4	84.7	47.4	50.7	71.4	52.9	51.1	61.9	65.2	3.7	11.2	22.2
Pr	6.28	5.8	8.49	6.59	5.31	9.92	5.4	5.66	8.94	5.53	6.31	7.01	7.52	0.36	1.21	2.22
Nd	24.6	20.8	30	24	19.7	35.5	19.8	20.3	31	19	25	25.5	28.4	1.4	4.6	7.1
Sm	4.99	3.93	5.58	4.5	3.99	6.66	3.91	3.77	5.76	3.46	5.59	4.79	5.8	0.23	0.98	1.19
Eu	1.53	1.23	1.37	1.3	1.31	1.94	1.28	1.28	1.48	1.09	1.78	1.37	1.71	0.07	0.31	0.31
Gd	5.77	4.34	6.09	5.11	4.5	7.13	4.51	4.68	6.56	3.86	6.37	5.01	6.11	0.27	1.18	1.34
Tb	0.88	0.63	0.83	0.73	0.68	1	0.7	0.67	0.91	0.55	1.01	0.74	0.92	0.06	0.24	0.23
Dy	5.25	3.36	4.64	4.06	4.02	5.34	4.06	3.81	4.91	3.12	5.83	4.13	5.33	0.32	1.43	1.52
Ho	1.14	0.71	0.97	0.85	0.82	1.09	0.83	0.83	1.01	0.67	1.26	0.85	1.14	0.08	0.33	0.37
Er	3.36	2.1	2.94	2.62	2.44	3.05	2.54	2.41	2.91	1.97	3.54	2.54	3.35	0.34	1.01	1.32
Tm	0.5	0.3	0.44	0.38	0.37	0.47	0.35	0.38	0.44	0.29	0.51	0.39	0.51	0.06	0.17	0.23
Yb	3.14	2.05	2.95	2.49	2.39	3.04	2.51	2.38	2.87	2.05	3.36	2.54	3.34	0.56	1.2	1.71
Lu	0.48	0.31	0.44	0.39	0.37	0.45	0.36	0.37	0.43	0.3	0.51	0.38	0.52	0.09	0.19	0.3

Çizelge 5. Aglomera ve Riyolitik tüflere ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir.
(*riyolitik tuf, **aglomera)

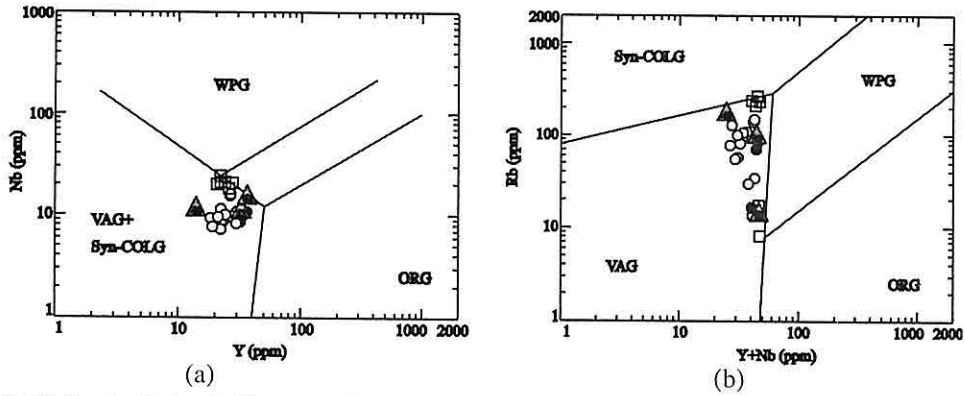
Örnek No.	21*	26*	49*	69*	71*	122*	125*	34**	88**	89**
Ba	726	733	1060	699	202	135	392	803	643	158.5
Co	0.6	11.1	1.3	4.5	0	0	0	16.4	20.5	16.8
Cr	70	20	30	70	20	20	30	30	30	30
Cs	0.7	5.94	4.82	10.55	5.39	3.79	1.03	0.99	1.72	1.52
Cu		18		14	7	7	0	50	29	56
Ga	16.3	16.9	14	15.4	14.4	14.8	16.6	18.9	19.1	11.8
Hf	7	4	6.1	5.8	6.4	6.1	6.6	6.4	6.1	5.3
Mo	3	3		2	2	3	3	3	2	
Nb	17.9	9.3	16.9	19	20.7	20.1	23	10.5	10.1	8.1
Ni	18	16	15	5	5	0	0	20	18	19
Pb	58	28	17	47	28	13	21	40	21	23
Rb	7.1	96.8	198	226	261	146	16.3	84.7	67.6	15.5
Sn	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Sr	1410	450	106	98.5	51	35.4	98.7	488	526	687
Ta	1.5	1	1.5	1.5	1.7	1.6	1.7	0.9	0.8	0.7
Th	33.6	18.5	27.5	38.4	43.4	42.9	41.1	16.15	13.2	10.35
U	9.34	5.95	7.4	8.26	8.09	8.64	7.96	4.54	3.32	2.9
V	149	129	47	38	18	23	26	161	186	165
W	87	4	4	7	10	11	9	4	3	1
Y	23.9	20.4	23.9	27	23.6	21.3	21.1	35.2	32.3	30.1
Zn	18	76	29	78	8	12	12	94	101	100
Zr	260	144	215	222	227	225	242	234	222	182
La	76.9	34	70.2	45.1	38.2	40.4	42.2	39.1	35	26.4
Ce	146	57.8	79.2	88.4	68.5	21.9	76.5	71.7	69.8	52.3
Pr	16.1	6.25	8.19	8.68	7.11	7.3	7.58	8.88	8.2	6.41
Nd	58.5	22	26.7	29	23.3	23.4	24.7	33.4	30.8	24.8
Sm	10.85	4	4.68	5.14	4.13	3.85	4.33	6.63	6.15	5.22
Eu	3.24	1.22	1.03	0.82	0.61	0.75	0.79	1.79	1.61	1.39
Gd	10.9	4.67	5.22	4.48	3.69	3.58	4.08	7.43	6.53	5.9
Tb	1.36	0.66	0.73	0.73	0.58	0.57	0.61	1.14	1.02	0.94
Dy	6.01	3.68	4.16	4.04	3.35	3.18	3.22	6.34	5.89	5.68
Ho	1.03	0.77	0.94	0.87	0.78	0.74	0.72	1.37	1.26	1.23
Er	2.99	2.35	2.97	2.87	2.53	2.36	2.32	3.98	3.71	3.57
Tm	0.45	0.35	0.46	0.44	0.42	0.39	0.39	0.57	0.55	0.53
Yb	3.16	2.38	3.06	2.98	2.96	2.72	2.66	3.67	3.69	3.39
Lu	0.5	0.37	0.49	0.5	0.51	0.49	0.47	0.57	0.57	0.51



Şekil 4. Plütönik ve volkanik kayaların Irvin ve Baragar (1971)'a göre Alkalen-Subalkalen ve Toleyitik-Kalkalkalen ayırıcı

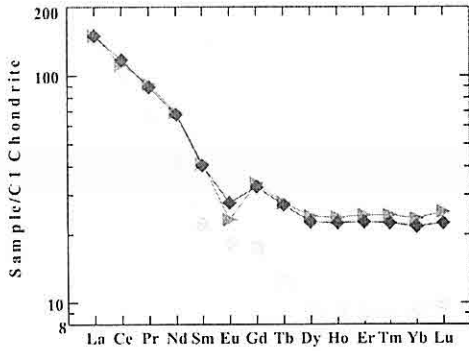
Çalışma alanındaki granitik ve volkanik kayaların oluştukları ortama yaklaşımda bulunabilmek için Pearce vd., (1984) tarafından Rb, Y ve Nb gibi iz elementler kullanarak oluşturdukları diyagramlar kullanılmıştır (Şekil 5.a,b). Bu diyagramlarda elde edilen veriler doğrultusunda bölgedeki Evciler Plütönu'na ve Çan volkaniklerine ait kayaların volkanik yay ortamı (VAG)

doğasını sergilediği görülmekte ve aynı kökenli bir magmadan türedikleri düşünülmektedir. Granitik ve volkanik kayaların REE için örümcek (spider) diyagramları Kondrite göre normalize edilerek kullanılmıştır (Şekil 6-7). Normalizasyon değerleri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır. Çalışma alanındaki granitik örneklerde LREE'den HREE'lere doğru bir fraksiyonlanmanın



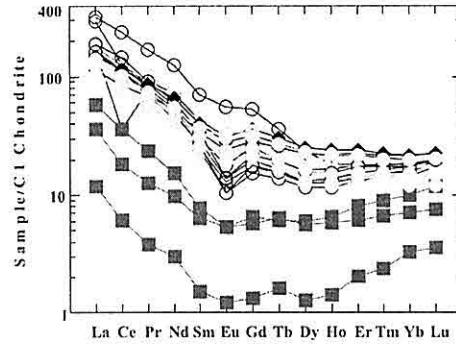
Şekil 5. a,b. Bölgedeki magmatik kayalarının Pearce ve diğ., (1984)'nin tektonik ortam sınıflandırma diyagramlarındaki konumları

olduğu görülmektedir. Şekil 7'de litolojilerine göre ayrılanmış olan volkanik ürünlerde de, LREE'den HREE'lere doğru çok da kuvvetli olmayan bir fraksiyonlanmanın varlığı gözlenmektedir. Riyolitik tüflerdeki Eu elementindeki daha fazla gözükten negatif anomali plajyoklastlardaki fraksiyonlanma ile ilgilidir. Magmatik kayalardaki LREE'nde görülen zenginleşme, kaynağa dalma-batma sonucu dalan levhanın katkısı ile, kabuksal bileşenlerin oluşturduğu kirlenmeden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 6. Evciler Plütonu'na ait granitik kayaların REE içeriklerinin Kayaç/Kondrit örümcek diyagramındaki şematik görünümü. Normalizasyon değerleri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır. (○: 48, ◆: 83, ▲: 61 nolu örnekler).

Evciler Plütonu ve Çan volkaniklerine ait kayaların SiO_2 'ye karşı ana element oksitlerinin değişimini belirlemek amacıyla oluşturulan Harker diyagramlarında, SiO_2 değerine karşı TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , MnO ,



Şekil 7. Çan volkanitlerine ait lav, aglomera, tüf ve silekslerin REE içeriklerinin Kayaç/Kondrit örümcek diyagramındaki şematik görünümü. Normalizasyon değerleri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır. (○: lavlar, ◆: aglomera, ○: riyolitik tüf, ■: sileks örnekleri)

Na_2O değerlerinde güçlü negatif korelasyon göstermektedir. K_2O değerinde ise güçlü pozitif korelasyon görülmektedir. Muhtemelen CaO 'de gözlenen azalmalar, kalsik plajyoklastların fraksiyonlanması ile, MgO 'deki azalmalar, klinopiroksen fraksiyonlanması ile, Fe_2O_3 ve TiO_2 'deki azalmalar ise piroksen ve Fe-Ti oksit fraksiyonlanması ile ilişkilidir.

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

-Çalışma alanında geniş yayılım sunan ve önceki çalışmalarda genel özellikleriyle tanımlanmış olan volkanik kayalar, bu çalışma ile ayrıntılı olarak saha gözlemleri, petrografi ve petrolojik olarak ayrılanmış ve haritalanmıştır.

-Çalışma alanında, haritalanmış olan plütonik kayalar granit, granodiyorit ve

kuvars diyorit bileşimindedirler. Volkanik kayalar ise çoğunlukla andezit, nadir olarak dasit ve trakiandezit türde lav, aynı bileşimli kaya parçalarından oluşan aglomera ve riolitik tüften oluşur.

-Plütonik ve volkanik kayaların üzerindeki jeokimyasal çalışmalarda, bu birimlerin ortaç bileşimli, orta-yüksek K'lu ve çoğunlukla $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ değişim diyagramlarında (toplam alkali-silika = TAS) subalkali alanda yer aldıkları, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{FeO} - \text{MgO}$ (AFM) üçgen diyagramında ise örneklerin kalkalkalen bir trend izledikleri görülür.

-Çalışma alanındaki magmatik kayaların ana ve iz element sonuçlarından volkanik yay ortamında oluşmuş oldukları görülür. Ayrıca fraksiyonel kristallenmenin, magma karışımı işlemleri ile beraber geliştikleri söylenebilir. Bölgedeki magmatik kayalar için HFSE ve LREE'deki zenginleşme, magmanın yükselimi esnasında kıtasal süreçlerle kirlenmiş olabileceğini göstermektedir.

-Çalışma alanında yer alan magmatik kayalardan yaş tayini yapılmamıştır. Gökçeada, Yenice ve Edremit dolaylarındaki yüzleklerden daha önceki çalışmalarda elde edilen yaşlar benimsenmiştir. Ancak bu yaş verilerinin elde edildiği örnekler Çan ve çevresindeki yüzeylemelerden oldukça uzakta yer alması nedeniyle bölgedeki magmatik kayalardan elde edilen yeni yaş verileri ile desteklenmesi gerekir.

5. KATKI BELİRTME

Bu çalışma, ilk yazar tarafından Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen

Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalına sunulan Yüksek Lisans Tezi'nin bir bölümünü kapsamaktadır. Çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP-2007/08 numaralı proje) Birimi tarafından desteklenmiştir.

6. KAYNAKLAR

Birkle, P., Satır, M., 1995. Dating, Geochemistry and geodynamic significance of the Tertiary magmatism of the Biga Peninsula, NW-Turkey. Geology of the Black Sea Region, Min. Res. Expl. Inst. Of Turkey, Ankara, pp. 171-180.

Dayal, A. (1984). Yenice (Çanakkale) granitinin petrografisi ve buna bağlı cevherleşmeler. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., İzmir.

Delaloye M., and Bingöl E., 2000. Granitoids from western and northwestern Anatolia: Geochemistry and modeling of geodynamic evolution. International Geology Review, 42, 241 – 268

Dönmez, M., Akçay, A.E., Genç, Ş.C., Acar, Ş., 2005. Biga Yarımadası'nda Orta-Üst Eosen Volkanizması ve Denizel İgnimbitler. MTA Dergisi, 131, 49-61..

Ercan, T., Satır, M., Steinitz, G., Dora, A., Sarıfakıoğlu, E., Adis, C., Walter, H.-J., Yıldırım, T., 1995. Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki KB Anadolu Tersiyer volkanizmasının özellikleri. Min. Res. Expl. Inst. Turkey Bull. 117, 55-86.

Irvine, T.N., and Baragar, W.A.R., (1971). A guide to chemical classification of common volcanic rocks, Earth Sci., 8, 523-547.

- Krushensky, R.D., 1976. Neogene calc-alkaline extrusive and intrusive rocks of the Karalar–Yeşiller area, Northwest Anatolia, Turkey. *Bull. Volcanol.* 40, 336–360.
- Le Maitre, R.W., 1989. *A classification of igneous rock and glossary of terms.* Blackwell, 193pp.
- Middlemost, E.A.K., 1985. *Magmas and magmatic rocks,* Longman Group Limited, Essex.
- Okay, A.I., Siyako, M., Bürkan, K.A., 1990. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi. *TPAG Bull.* 2 1 , 83–121.
- Okay, A.I., ve Satır, M., 2000. Coeval plutonism and metamorphism in a latest Oligocene metamorphic core complex in northwest Turkey: *Geological Magazine,* 137,495-516.
- Saka, K., 1979. Edremit Körfezi ve civarı Neojen'inin jeolojisi ve Hidrokarbon olanakları, TPAO Arama Grubu, Arşiv no: 1342, s. 1-17.
- Siyako, M.: Burkan, K.A. ve Okay A.I., 1989. Biga ve Gelibolu Yarımadaı Tersiye Jeolojisi ve Hidrokarbon olanakları: *Turkish Association of Petroleum Geologist Bulletin.* 1. 183–199.
- Taylor, S.R., and McLennan, S.M., 1985. *The continental crust: its composition and evolution.* Blackwell, Oxford.
- Temel, A., (2001). *Volkanik kayaçların Jeokimyasal özellikleri, Magmatik Petrojenez Lisansüstü yaz okulu kitabı,* 196–220.
- Yılmaz, Y., 1989. *An approach to the origin of young volcanic rocks of western Turkey: A.M.C. Şengör (ed.), Tectonic Evolution of the Tethyan Region,* Kliwer. The Hague, 159- 18.

**MADEN (ELAZIĞ) ÇEVRESİNDE DERE KUMLARINDA Cu, Pb, Zn, As, Cd
ve Fe DAĞILIMI**

Güllü KIRAT, Cemal BÖLÜCEK, Leyla KALENDER

F.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ/Türkiye

ÖZET: *Bu çalışma, Maden ilçe merkezinin 1 km güneybatısında yer alan Cu cevherleşmelerinin bulunduğu alanda dere sediment incelemelerinin sonuçlarını içerir. Maden Çayı boyunca dere kumu örnekleme yapılarak, farklı fraksiyonlardaki (850–500µ ; 500–180 µ; 180–106µ; 106–75 µ; <75 µ) Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe dağılımı, uygun sediment boyutu ve çevreye etkisi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.*

Maden bakır işletmesi civarındaki atıkların tamamında (MK5 ve MK6) tüm sediment örneklerindeki ağır metal içeriklerinin, Uluslararası Teknoloji ve Standartlar Enstitüsü (NIST) değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Maden Çayı boyunca alınan dere kumu örneklerinde bakırın % 0,006 – 1,14 arasında değiştiği görülmüştür.

**DISTRIBUTION OF Cu, Pb, Zn, As, Cd and Fe IN THE STREAM
SEDIMENTS IN THE MADEN VICINITY**

ABSTRACT: *This research includes the results of a stream sediment survey in an area of Cu mineralizations, located in the southwest 1 km of Maden township. The stream sediment samples were collected along the Maden Stream and studied impact on the environment of the distribution of Cu, Pb, Zn, As, Cd and Fe'nin different size fractions (850–500 µ 500–180 µ; 180–106 µ; 106–75 µ; <75µ) and suitable sediments size. The results of Cu, Pb, Zn, As, Cd and Fe analysis were evaluated statistically.*

Cu, Pb, Zn, As, Cd and Fe values in the whole sediment samples in the waste disposal of the Maden Copper Mines (MK5 and MK6) are maximum contamination level in accordance with NIST (National Institute of Standarts and Technology) and average of the crust.

In the stream sediment samples, which were collected along the Maden Stream, Cu values were observed to be between 0,006 and 1,14%.

1. GİRİŞ

İnceleme alanı, Elazığ'ın Maden ilçesi çevresinde yer almaktadır (Şekil 1). Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı üzerinde bulunması nedeniyle bölge değişik amaçlı birçok çalışmaya konu olmuştur. Bölgede genel jeoloji, tektonik ve maden yatakları ile ilgili çalışmalar (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964; Bamba, 1976; Hempton ve Savcı, 1982; Karul ve diğ., 1990; Şat, 1991) yapılmıştır. Özkaya (1978), Ergani-Maden bölgesinin stratigrafisini çalışmıştır. Ayrıca bölgede petrografik çalışmalar da yapılmıştır (Özkan ve Öztunalı, 1984 ve Bingöl, 1986a,b). İnceleme alanı ve çevresinde yer alan çeşitli cevherleşmelerden dolayı bölgede bazı jeokimyasal çalışmalar (Göymen ve Aslaner, 1969; Üstüntaş, 1988; Perinçek ve Özkaya, 1981) yapılmıştır. Çelebi ve Peker (1994), Ergani-Maden (Elazığ) bakır yatağı cevherleşmelerindeki Bi, La, Ce, Th ve U eser elementlerinin derişimlerini inceleyerek, Cu ve bu elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri üzerinde durmuşlardır. Bal ve Çelebi (2000), Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağı üzerinde yer alan Ergani-Maden ve Madenköy-Siirt bakır yataklarında Cu, Zn ve S ana bileşenlerini, istatistiksel yöntemlerle karşılaştırmışlardır.

Altunbey ve Çelik (2005), Maden (Elazığ) Anayatak'ın mineralojisini ve jeokimyasını incelemiştir. Araştırmacılar, Anayatak'ın; pirit, manyetit, pirotin, kalkopirit, kromit, hematit, pentlandit, kübanit, markazit, sfalerit ve limonit mineral parajenezile

temsili edildiğini belirtmektedirler.

Özdemir (1996), Maden Çayı (Elazığ) boyunca biyojeokimyasal anomalileri incelemiştir. Çalışma alanından toprak, bitki, atık ve atık ile karışmış Maden Çayı su örneklerindeki Cu, Zn, Mn ve Fe düzeylerini inceleyerek Maden Çayı'nda, çayın vadisinde yer alan topraklarda ve bu alanlarda bulunan bitkilerde element açısından bir kirliliğe neden olduğunu saptamıştır. Özdemir ve Sağıroğlu (1999; 2000), Maden Çayı boyunca Mn ve Zn anomalilerinin biyojeokimyasını çalışmışlardır.

Dünya çapında dere sedimetlerinin element içerikleri ve kirlilik sınırlarını belirleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Wedephol, 1978; Hakanson, 1980; Niewenhize ve diğ. 1991; Poot ve diğ., 2007). Ancak Türkiye'de bu tür çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Akçay ve Tüysüz (1997), Murgul yöresinde en aşırı kirlenme konsantre tesisleri ve Kumlu Tepede yer alan tumbadan kaynaklanan malzemenin bırakıldığı Damar derede olup, bu kirlenme Çoruh nehrine kadar izlenebilmektedir. Bölücek (2002), Derince (Keban-Elazığ) çevresinde dere sedimenti jeokimyasal yönlendirme çalışması yapmıştır. Bölücek ve Kalender (2005), Elazığ kuzeyindeki Elazığ Magmatitleri ile ilişkili Pb-Zn ve Cu cevherleşmeleri civarındaki drenaj jeokimyasını incelemiştir. Araştırmacılar, akım yönünde dere kumu örnekleme yaparak farklı fraksiyonlardaki (105–177µ; 74–105µ; <74µ ile <177µ) Cu, Pb, Zn, As ve Cd dağılımını incelemiştir. Cu, Pb, Zn, As

ve Cd'a ait veriler istatistiksel olarak değerlendirilerek bu elementlerin cevherleşme bölgesinde kaba taneli, cevherleşmeden uzaklaştıkça kil-silt (<74 µ) boyutunda zenginleştiği belirlenmiştir.

İnceleme alanında birçok jeolojik çalışma yapılmasına rağmen, dere kumlarının çevre kirliliği üzerine etkisi araştırılmamıştır. Bu çalışmada, Maden Bakır İşletmesine ait katı atıkların çevreye etkisi incelenmektedir. Bu amaçla, Maden Çayı boyunca dere kumlarındaki ağır metallerin dağılımı incelenerek, çevresel kirliliğin boyutları uluslararası standartlar ile karşılaştırılmıştır. Dere kumu içerisindeki Cu, Pb, Zn, As, Fe ve Cd elementlerinin dağılımı katı atıklardan etkilenme oranı araştırılmıştır. Bu çalışmada ortaya çıkan kirlilik boyutlarına göre, sülfat indirgeyici bakteriler yardımı ile bölgedeki kirliliğin çözümüne yönelik çalışmalar planlanmaktadır.

2. JEOLOJİ

İnceleme alanında başlıca iki birim yüzeylenmektedir. Bunlardan birincisi, Guleman ilçesinin kuzeybatısında yaygın olarak görünen, alttan üstte doğru peridotit, bantlı gabro ve bazalt birimlerinden oluşmuş Guleman Grubu'dur. İkincisi ise; Maden Karmaşığı olup, Elazığ'ın Maden ilçesi ve çevresinde yüzeyleme sunan Alt Volkanik-Sediment birimden oluşmaktadır (Şekil 1).

Serpantinitler, Guleman Grubu'nun en yaşlı birimini oluşturmaktadır ve arazide grimsi yeşil, koyu yeşilimsi ve mavimsi yeşil gibi farklı renk tonlarındadır. Serpantinitlerin bulunduğu alanda

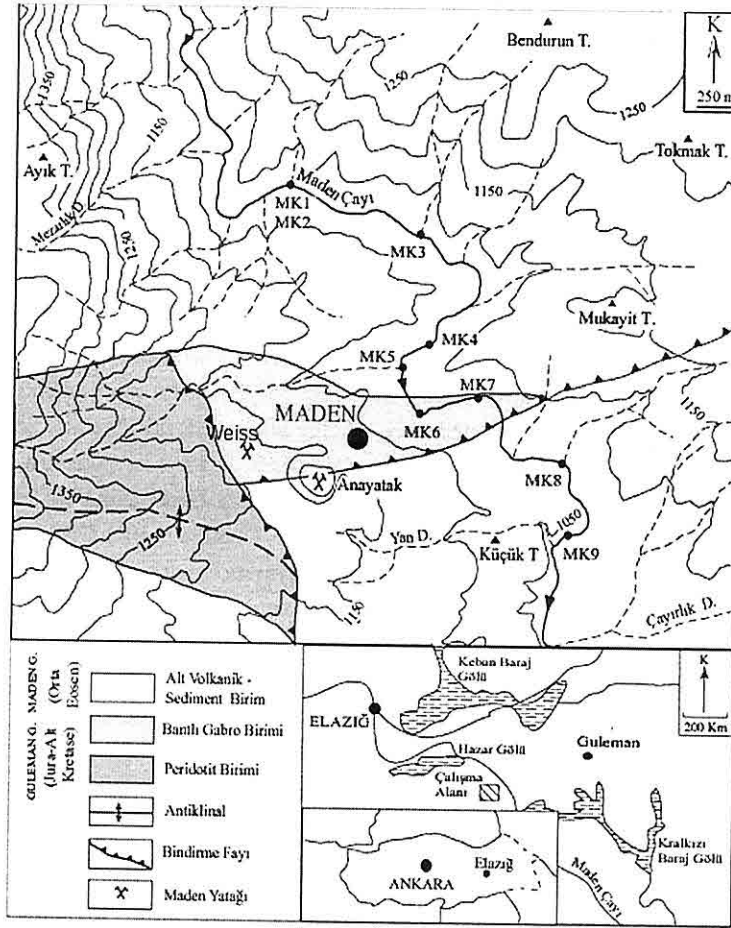
yağışların etkisiyle birim içinde küçük çaplı heyelanlar meydana gelmiştir ve bu durum bakır işletmesine ait şevleri olumsuz yönde etkilemektedir.

Çelik (2003), serpantinitlerin peridotitik kayaların yüzeysel koşullar ve hidrotermal şartlar altında geçirmiş oldukları alterasyon sonucu geliştiğini, esas minerallerinin antigorit ve krizotilden oluşturduğunu belirtmiştir.

Gabrolar, arazide açık yeşil, grimsi yeşil ve yeşilimsi gri renklerde izlenir. Bölgedeki etkin tektonizma serpantinitlerle gabrolar arasında keskin ve faylı dokanıkların oluşmasına neden olmuştur. Çelik (2003) tarafından gabroik kayalarda yapılan mineralojik incelemelerde, bu kayaların esas bileşenlerinin plajiyoklas, piroksen ve kuvarsın oluşturduğunu; ikincil bileşenlerinin ise, klorit, kalsit ve epidotun oluşturduğunu belirtmektedir. Diyabazlarda birincil kuvarslar dışında yaygın olarak ikincil kuvarslarda gözlenmektedir.

İnceleme alanında Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı, Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Grubu üzerine uyumsuz olarak gelmektedir ve yoğun tektonizma nedeniyle iki birim arasında yer yer faylı dokanıklara da rastlanmaktadır.

Maden Karmaşığı, çok farklı litolojiler içermesine rağmen, inceleme alanında sadece diyabaz ve karbonatlı çamurtaşlarıyla temsil edilmektedir. Çelik (2003) tarafından diyabazlarda yapılan mineralojik incelemelerde, bunların diyabaz ve cevherli diyabaz olduğu belirlenmiştir. Araştırmacı, bu kayaların



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru, topoğrafik ve jeolojik (Erdoğan, 1982'den değiştirilerek alınmıştır) haritası ve örnekleme lokasyonları.

esas bileşenlerinin plajiyoklas, piroksen ve kuvarsın olduğunu; ikincil bileşenlerinin ise, klorit, kalsit, kuvars ve epidotun olduğunu belirtmektedir.

Maden Karmaşığı'nın en genç litolojisi olan karbonatlı çamurtaşı, arazide kırmızı, yeşil, kırmızımsı-yeşilimsi gri renklerde izlenir. Bu birim genellikle ince taneli olup kırıklı ve çatlaklı bir yapı sunmaktadır.

Anayatak cevherleşmesi Maden Karmaşığı'na ait diyabazlar içerisinde mercekler şeklinde gelişmiş ve üstten itibaren masif, ağsı - saçınımlı ve saçınımlı cevher; en altta ise, manyetit kütesinden oluşmuştur. Kıbrıs tipi masif sülfid yatağı olarak bilinen Maden Anayatak'ta ekonomik olarak yararlanılan bakır taşıyıcı tek mineral kalkopirittir. Kalkopirite değişik oranlarda pirit,

manyetit, pirotin, kromit, hematit, pentlandit, kübanit, markazit, sfalerit ve oksidasyon ürünü limonit eşlik etmektedir (Çelik, 2003).

3. MATERYAL METOD

Elazığ (Maden) ve Diyarbakır (Ergani) bölgelerini içine alan yaklaşık 60 km boyunca izlenen Maden Çayı'nın ilk 7 km'si üzerinde incelemeler yapılmıştır. Maden Çayı boyunca değişik lokasyonlarda 9 adet kum örneği alınmıştır (Şekil 1).

Yüzeysel kirlenmenin etkilerinin azaltılması için örnekler yaklaşık 5–10 cm derinden mümkün olduğunca aktif dere yatağından birkaç noktadan alınmıştır. Örnek alım noktasında 2 mm'lik plastik elekten geçirilerek alınan örnekler polietilen örnek torbalarına konularak numaralandırılmışlardır. Örnekler laboratuvarında polietilen sergiler üzerine serilerek oda sıcaklığında kurutulmuştur. Bu çalışmanın ön hazırlık aşamasında beş farklı elek boyutundaki (850–500 µ; 500–180µ; 180–106µ; 106–75µ;<75 µ) örnekler analiz edilmiştir.

30 gr kum örneği, 6 ml 2–2–2 HCl – HNO₃ – H₂O ile 95 °C'de 1 saat bekletilerek çözülmüş ve 20 ml seyreltilerek ACME (Kanada) laboratuvarlarında ICP/ES – MS yöntemiyle farklı elek boyutlarındaki tüm örneklerin analizleri yapılmıştır. Analizi yapılan elementlerin dedeksiyon limitleri Cu: 10 ppm, Pb: 10 ppm, Zn: 10 ppm, As:10 ppm ve Cd: 2 ppm'dir. Analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

4. JEOKİMYASAL İNCELEMELER

Çizelge 1'de çalışma alanından alınan 5 adet dere kumu örneğinde 5 farklı elek fraksiyonunda Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe içerikleri, Çizelge 2'de ise bu verilere ait bazı istatistiksel değerler verilmiştir.

Şekil 2'de katı atık öncesinde (MK3), katı atık alanında (MK6) ve katı atık alanı sonrasında alınan kum örneklerinin (MK9) farklı kum fraksiyonlarındaki Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe içerikleri görülmektedir. MK6 numaralı örnek tüm metaller açısından MK3 ve MK9 numaralı örneklerle göre oldukça yüksek değerler sunmaktadır. MK3 numaralı örneğin metal içeriği en düşük düzeydedir.

MK6 numaralı örnekte Cu, Pb ve Cd değerleri iri taneli kum fraksiyonundan ince taneli kum fraksiyonuna doğru artarken, Fe ve Zn değerleri azalmaktadır. Dolayısıyla bu örnekte Cu-Pb-Cd değerleri ve Fe-Zn değerleri benzer bir dağılım sunmaktadır. MK9 numaralı örnekte Cu ve Cd değerlerinde iri taneli kum boyutundan ince taneli kum boyutuna doğru belirgin bir artış görülmektedir. Katı atık alanından sonra alınan MK9 numaralı örnekte Cu ve Cd elementleri katı atık alanında alınan örneğe (MK6) benzer bir dağılım göstermektedir. Diğer elementlerde ise, tane boyuna bağlı olarak bir farklılaşma izlenmemektedir. Katı atık alanından önce alınan örnekteki (MK3) farklı kum fraksiyonlarının metal içeriklerinde belirgin bir değişim görülmemektedir.

Dere kumlarındaki ortalama Cu içeriği 850–500 µ fraksiyonunda 1419,35 ppm; 500–180 µ fraksiyonunda 2153,29 ppm;

Çizelge 1. 5 adet dere kumu örneğinin farklı elek boyutlarında Cu, Pb, Zn, As, Fe ve Cd içerikleri.

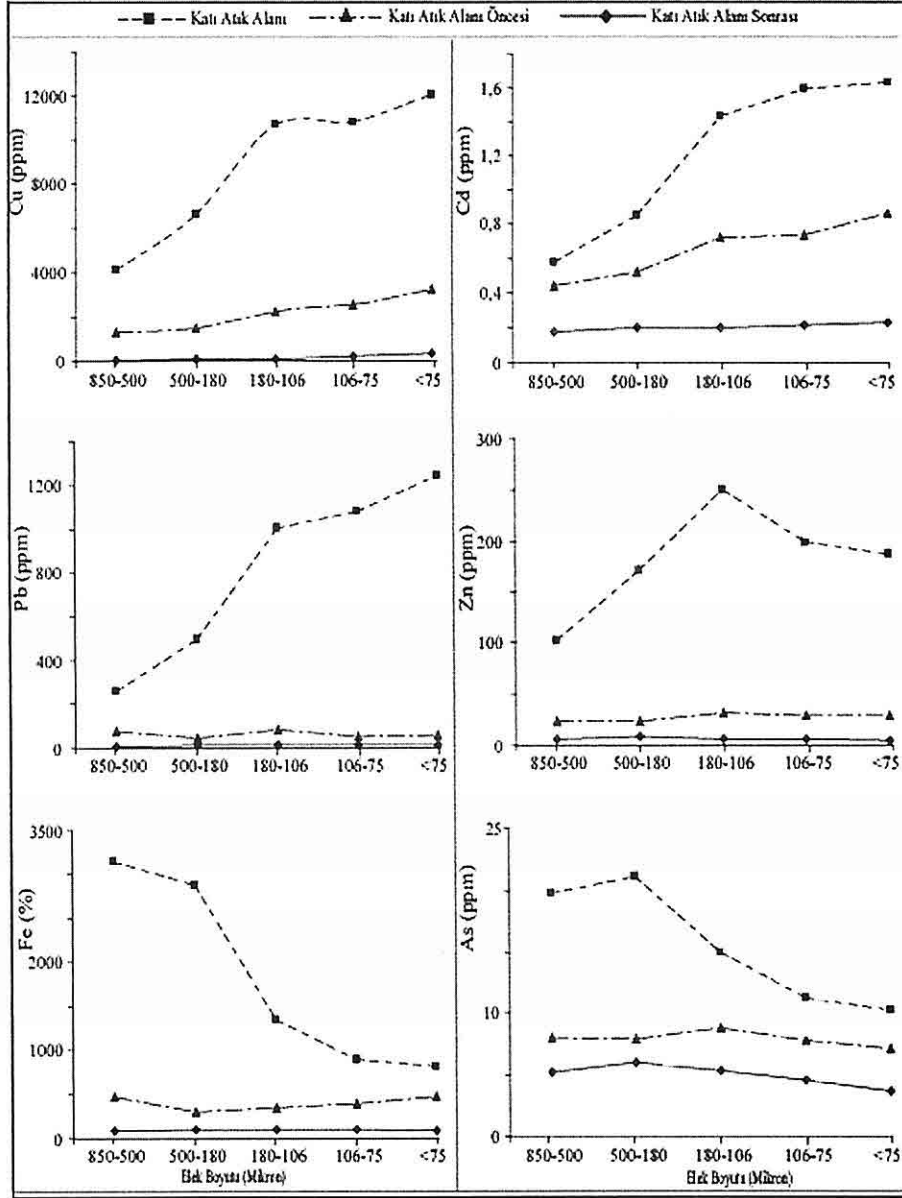
Örn No	Cu (ppm)					Pb (ppm)				
	Elek Açıklıkları (µ)					Elek Açıklıkları (µ)				
	850-500	500-180	180-106	106-75	<75	850-500	500-180	180-106	106-75	<75
MK3	78,33	96,92	146,35	229,84	389,52	8,14	12,14	11	10,92	10,83
MK5	699,56	829,52	2373,34	2749,95	4319,42	40,28	41,31	179,89	170,26	178,37
MK6	4110,2	6622,6	10661,3	10835,6	12058,93	255,71	493,15	1006,1	1084,13	1244,99
MK7	893,19	1728,69	3935,01	4936,25	5957,96	28,38	41,81	75,12	103,44	105,91
MK9	1315,5	1488,71	2270,25	2556,42	3264,33	77,71	43,01	79,74	52,09	54,81
	Zn (ppm)					As (ppm)				
MK3	81,6	89,9	92,3	87,6	76	5,9	7,5	5,5	4,8	4,5
MK5	252,7	275,9	541,5	581,6	664,8	9,6	13,3	19	21,4	22,5
MK6	3140,5	2875,1	1337,4	886	814,1	102	171,9	250	199,1	186,9
MK7	224,7	269,9	354,1	424,6	407,6	16,9	23,8	60,7	62,7	56,7
MK9	463,7	294,1	341,7	383,9	464,7	23,2	22,7	31,2	27,5	27,6
	Cd (ppm)					Fe (%)				
MK3	0,18	0,2	0,2	0,22	0,23	5,3	6	5,32	4,54	3,63
MK5	0,39	0,5	1,89	1,91	2,06	5,2	5,57	5,61	4,83	4,79
MK6	0,58	0,85	1,43	1,59	1,63	19,79	21,11	14,93	11,22	10,31
MK7	0,29	0,4	0,7	0,81	0,88	5,48	6,3	11,09	9,22	9,01
MK9	0,44	0,52	0,72	0,74	0,87	8,04	7,88	8,83	7,81	7,09

180–106 µ fraksiyonunda 3877,25 ppm; 106–75µ fraksiyonunda 4261,62 ppm ve <75µ fraksiyonunda 5198,03 ppm'dir. Cu'nun en yüksek derişimi <75µ fraksiyonunda görülmektedir (Çizelge 2).

Maden Çayı boyunca alınan dere kumlarında ortalama Pb değeri içeriği 850–500 µ fraksiyonunda 82,04 ppm; 500–180 µ fraksiyonunda 126,28 ppm; 180–106 µ fraksiyonunda 270,38 ppm; 106–75 µ fraksiyonunda 284,17 ppm ve <75 µ fraksiyonunda 318,98 ppm'dir. Pb değerleri de Cu'a benzer bir şekilde <75 µ boyutunda yüksek konsantrasyon sunmaktadır (Çizelge 2).

Dere kumu örneklerinde Zn içeriğinin ortalama değerleri 850–500µ fraksiyonunda 832,64 ppm; 500–180µ fraksiyonunda 760,98 ppm; 180–106µ fraksiyonunda 533,4 ppm; 106–75µ fraksiyonunda 472,74 ppm ve <75µ fraksiyonunda 485,44 ppm'dir. Zn 850–500µ fraksiyonunda en yüksek konsantrasyona sahiptir (Çizelge 2).

Tüm örneklerde As içeriğinin ortalama değerleri 850–500µ fraksiyonunda 31,52 ppm; 500–180µ fraksiyonunda 47,84 ppm; 180–106µ fraksiyonunda 73,28 ppm; 106–75µ fraksiyonunda 63,1 ppm ve <75µ fraksiyonunda 59,64 ppm'dir. As



Şekil 2. Katı atık alanı, katı atık alanının yukarısı ve aşağısının farklı kum fraksiyonlarında Cu, Pb, Zn, As, Fe ve Cd içerikleri.

Çizelge 2. 5 adet dere kumu örneğinin Maden Çayı boyunca dere kumu örneklerinde farklı elek boyutundaki Cu, Pb, Zn, As, Fe ve Cd'a ait bazı istatistiksel değerler. Anomali kontrastı Melo ve Fletcher (1999) tarafından önerildiği gibi maksimum değerli iki örnek ortalamasının minimum değerli iki örnek ortalamasına bölümüyle elde edilmiştir.

	Cu	Pb	Zn	As	Cd	Fe	
	850-500 μ					ppm	%
Aritmetik Ortalama	1419,35	82,04	832,64	31,52	0,38	8,76	
Medyan	893,19	40,28	252,7	16,09	0,39	5,48	
Standart Sapma	1568,83	100,33	1297,34	39,96	0,15	6,28	
Maksimum	4110,23	255,71	3140,5	102	0,58	19,8	
Minimum	78,33	8,14	81,6	5,9	0,18	5,2	
Kontrast	1550,9	92,5	977,6	35,2	0,4	9,5	
500-180 μ							
Aritmetik Ortalama	2153,29	126,28	760,98	47,84	0,49	9,37	
Medyan	1488,71	41,81	275,9	22,7	0,5	6,3	
Standart Sapma	2577,68	205,49	1184,72	69,68	0,24	6,62	
Maksimum	6622,6	493,15	2875,2	171,9	0,85	21,11	
Minimum	96,92	12,14	89,9	7,5	0,2	5,57	
Kontrast	2319,4	147,4	883,8	54,1	0,5	10,14	
180-106 μ							
Aritmetik Ortalama	3877,25	270,38	533,4	73,28	0,99	9,16	
Medyan	2373,34	79,74	354,1	31,2	0,72	1,80	
Standart Sapma	4024,62	415,71	476,96	100,87	0,67	4,02	
Maksimum	10661,28	1006,13	1337,4	250	1,89	14,93	
Minimum	146,35	11	92,3	5,5	0,2	5,32	
Kontrast	4279,0	318,0	578,2	83,8	1,1	9,24	
106-75 μ							
Aritmetik Ortalama	4261,62	284,17	472,74	63,1	1,1	7,53	
Medyan	2749,95	103,44	424,6	27,5	0,81	7,81	
Standart Sapma	4034,9	451,14	292,05	78,90	0,68	2,86	
Maksimum	10835,63	1084,13	886	199,1	1,91	11,22	
Minimum	229,84	10,92	87,6	4,8	0,22	4,54	
Kontrast	4692,4	331,4	484,8	72,0	1,1	7,45	
<75 μ							
Aritmetik Ortalama	5198,03	318,98	485,44	59,64	1,14	6,97	
Medyan	4319,42	105,91	464,7	27,6	0,88	7,09	
Standart Sapma	4338,27	521,39	280,32	73,57	0,72	2,79	
Maksimum	12058,93	1244,99	814,1	186,9	2,06	10,31	
Minimum	389,52	10,83	76	4,5	0,23	3,63	
Kontrast	5681,5	372,3	490,6	67,7	1,2	6,94	

180–106 µ fraksiyonunda (73,28 ppm) en yüksek konsantrasyona sahiptir (Çizelge 2).

Çalışma alanındaki dere kumu örneklerinde Cd içeriğinin aritmetik ortalaması 850–500 µ fraksiyonunda 0,38 ppm; 500–180 µ fraksiyonunda 0,49 ppm; 180–106 µ fraksiyonunda 0,99 ppm; 106–75 µ fraksiyonunda 1,1 ppm ve <75 µ fraksiyonunda 1,14 ppm'dir. Cd <75 µ fraksiyonunda en yüksek konsantrasyona sahiptir (Çizelge 2).

Dere kumlarındaki ortalama Fe içeriği 850–500µ fraksiyonunda 8,76 %; 500–180 µ fraksiyonunda % 9,37; 180–106 µ fraksiyonunda % 9,16; 106–75 µ fraksiyonunda % 7,52 ve <75 µ fraksiyonunda % 6,97'dir. Fe 500–180 µ fraksiyonunda en yüksek konsantrasyona sahiptir (Çizelge 2).

Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe'in farklı elek boyutlarındaki medyan değerleri dikkate alındığında tüm metallerin <75 µ boyutunda yüksek konsantrasyon sundukları görülmektedir (Çizelge 2). Buna göre, tane boyu azaldıkça metal içeriği artmaktadır. İnceleme konusunu oluşturan her bir elementin anomali kontrast değeri; Melo ve Fletcher (1999) tarafından önerildiği gibi, maksimum değerli iki örnek ortalamasının, minimum değerli iki örnek ortalamasına oranı ile elde edilmiştir (Bölücek ve Kalender, 2005). Zn değerleri 850–500 µ; Fe değerleri 500–180 µ; As değerleri 180–106 µ ve Cu, Pb ve Cd değerleri <75 µ boyutunda yüksek kontrasta sahiptir (Çizelge 2).

Çizelge 3'de inceleme alanından alınan

dere kumlarının -106 µ boyutunda Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe içerikleri, NIST ve Maden Karmaşığı'na ait diyabazların ortalama değerleri verilmiştir.

MK5 ve MK6 örneklerindeki Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe değerleri Uluslararası Teknoloji ve Standartlar Enstitüsü (NIST) değerlerine göre genel olarak yüksek konsantrasyona sahiptir. Dolayısıyla MK5 ve MK6 örnek lokasyonlarında bir zenginleşmenin olduğu anlaşılmaktadır. Aynı örnek lokasyonlarındaki dere kumlarında Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe değerleri diyabazların ortalama değerlerine göre de oldukça yüksektir (Çizelge 3).

Zn ve Fe elementleri kaba taneli kum fraksiyonunda, diğer elementler ise ince taneli kum fraksiyonunda yüksek kontrast sunmaktadırlar. İnce kum fraksiyonunda metal içerikleri yüksek olduğu için ve örnek içerisinde iri tanelerin homojeniteyi bozma riski göz önüne alınarak dere boyunca alınan örneklerin (MK1-MK9) - 106 µ boyutu analiz edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 3).

Zenginleşme öncesi metallerdeki genel derişim düşüktür. Bu örneklerin (MK1-MK4) ortalama metal (Cu, Pb, Zn, Cd, As ve Fe) içerikleri sırasıyla 154,62; 10,03; 79,62; 0,28; 5,20 ve 4,50'dir. Zenginleşme bölgesinde (MK5 ve MK6) ise, bu metallerin hepsinde genel bir artış görülürken (Çizelge 3, Şekil 3) zenginleşme sonrasında bütün metallerde normal bir seyrelme görülmektedir. Bu metallerde seyrelme son örnek alım noktasına kadar devam etmektedir. Bu genel gidiş metallerin dere tabanına

kalkopirit, kromit, hematit, sfalerit ve limonit) kaynaklanmış olabilir.

İnce taneli kumlarda Cu, Pb ve Cd'un göreceli olarak zenginleşmesinin nedeni, bu elementlerin kil mineralleri ve Fe-oksitler tarafından adsorbe edilmiş olabileceğini gösterir. Ayrıca, bu metallerin içinde bulunduğu mineraller çok küçük tane boyutunda bulunuyor olabilirler. Lie ve diğ. (2000), Cu'nun dere sedimanlarında kalıntı malzeme içerisinde en yüksek değere ulaştığını, daha sonra organizmalar tarafından tutulduğunu ve az miktarda ise Fe-Mn oksitler ve karbonatlar içerisinde bulunduğunu belirtmektedir.

İri taneli kumlarda Fe ve As'in zenginleşmiş olması bu elementlerin kırıntılı taneler içerisinde yoğun olarak bulunduğunu gösterir. Bu elementleri içeren mineraller fiziksel ve kimyasal ayrışmaya karşı dirençli olan ve bölgedeki cevherleşme içerisinde yoğun olarak bulunan manyetit, kromit ve pirit olabilir. As elementinin esas kaynağı olasılıkla pirit mineralidir. Çünkü pirit önemli oranda As içerebilmektedir (Boyle ve Jonasson, 1973).

Farklı elek boyutlarındaki medyan değerlerine göre genel olarak ince taneli kum fraksiyonunda (<75 µ) Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe içeriği artmaktadır. Dolayısıyla bu metallerin kil mineralleri ve Fe-oksi-hidroksitler tarafından absorbe edilmesi bu artışın nedeni olarak düşünülmektedir. Newman (1987), kil minerallerinin ve Fe-oksi-hidroksitlerin metalleri absorbe ederek taşıdığını belirtmektedir.

Maden Çayı boyunca alınan dere kumu

örneklerinde Zn iri taneli kum fraksiyonunda (850–500 µ), Fe orta taneli kum fraksiyonunda (500–180 µ) ve Cu, Pb, As ve Cd ince taneli kum fraksiyonunda (<75µ) yüksek kontrasta sahiptir. Dolayısıyla bölgede dere kumu ile prospeksiyon çalışması yaparken ince taneli kum boyutunu kullanmak daha etkin sonuçlar verebilir.

Katı atık alanı sonrasında alınan örneklerdeki metal değerleri 1,5 km boyunca takip edilmiştir. Bu alandan alınan örneklerdeki metal değerleri katı atık alanı öncesinde alınan örneklerdeki normal metal değerlerine göre daha yüksektir. Katı atıkların etkisi uzun mesafelerde gözlenmektedir. Maden Çayı'nın yüksek debisi nedeniyle akış yönünde metal konsantrasyonu azalmakla birlikte, uzun zaman sürecinde, Kralkızı Baraj Gölü'nde bir kirliliğe neden olabileceği düşünülmektedir.

Bölgede dere kumlarının kaynaklandığı alanda Maden Karmaşığına ait diyabaz türü kayalar bulunmaktadır. Bu alanda alınan örneklerin metal değerleri diyabazların ortalama değerlerine göre daha yüksektir. Maden Çayı boyunca alınan örneklerin metal değerleri Uluslararası Teknoloji ve Standartlar Enstitüsü (NIST) değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda en fazla metal artışının MK6 numaralı lokasyonda olduğu görülmektedir. MK6'daki metal (Cu, Pb, Zn, As, Cd ve Fe) içerikleri (<75 µ'da) Uluslararası Teknoloji ve Standartlar Enstitüsü (NIST) değerlerine göre sırasıyla 116,98; 7,31; 1,93; 8,21; 10,73; 2675 kat

artmaktadır. Bu da katı atık alanında bir zenginleşmenin olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında, Maden Çayı boyunca alınan dere kumu örneklerinde bakırın % 0,006 – 1,14 arasında değiştiği görülmektedir. Tüm metaller özellikle işletme katı atıklarının biriktiği alanda oldukça yüksektir. Birçok araştırmacı (Lewis, 1986; Crouse, 1986; Thornton ve diğ., 1986; Siegel, 1974; Akçay ve Tüysüz, 1997) tarafından yapılan çalışmalarda bazı elementlerin azlığı veya fazlalığının değişik hastalıklara yol açtığı ortaya konulmuştur. İnceleme konusu oluşturan elementlerin yüksek konsantrasyona sahip olması ve bu alanda yetişen bitkilerin tüketilmesi bölgede yaşayan insanlarda bazı hastalıkların görülmesine neden olabilir.

7. KATKI BELİRTME

Bu çalışma FÜBAP 661 nolu projenin desteği ile yapılmıştır. Bu nedenle Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

8. KAYNAKLAR

Akçay, M. ve Tüysüz, N. 1997, *Lateral distribution of heavy elements from the Murgul Cu deposit and their impact on environmental pollution. Geosound*, 30,725-741.

Altunbey ve Çelik, 2005, *Anayatak (Maden - Elazığ) Bakır cevherleşmesinin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, Geosound/Yerbilimleri*, 47, 63-90.

Bal, D. ve Çelebi, H., 2000, *Ergani-*

Maden ve Madenköy-Siirt bakır yatakları Cu, Zn ve S elementlerinin istatistiksel analizlerle karşılaştırılması, Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 12/1, 155-165.

Bamba, T., 1976, *Güneydoğu Anadolu Ergani-Maden Bölgesi ofiyolit ve ilgili bakır yatağı, MTA Dergisi*, 86, 35-49.

Bingöl, A. F., 1986a, *New findings on the structural setting of the chromites in the Guleman ophiolitic massive (Eastern Taurus)*, *Jour. Fırat Üniv. Sci. and Tech.*, 1/1, 37-46.

Bingöl, A. F., 1986b, *Petrographic and petrologique characteristics of the Guleman Ophiolite (Eastern Taurus-Turkey). Geosound / Yerbiliminin sesi*, 13/14, 41-57.

Boyle, R.W. ve Jonasson, I.R., 1973, *The geochemistry of arsenic and its use as an indicator element in geochemical prospecting. J. Geochem. Explor.*, 2:251-296.

Bölücek, C., 2002, *Derince (Keban-Elazığ) çevresinde dere sedimenti jeokimyasal yönlendirme çalışması, Hacettepe Üniv., Yerbilimleri Enst. Bült.*, 25, 51-63.

Bölücek, C. ve Kalender, L., 2005, *Elazığ kuzeyindeki dere kumlarında Cu, Pb, Zn, As ve Cd dağılımı, Geosound/Yerbilimleri*, 47, 91-101.

Crouse, R.G., 1986, *Geochemistry and human health in the 1980s; Thornton, L and Howarth, R.J., ed., Applied Geochemistry in the 1980s de; New York, John Wiley and Sons.*, 337-345

Çelebi, H. ve Peker, İ., 1994, *Ergani-Maden (Elazığ) bakır yatağı cevherlerinin*

DEREYALAK KÖYÜ (ESKİŞEHİR) ÇEVRESİNDEKİ AGAT VE OPAL
OLUŞUMLARININ JEOLojİSİ VE EKONOMİK ÖNEMİ

Ayten ÇALIK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,

Çanakkale/Türkiye

Uğur ARZOĞULLARI

Goldaş Kuyumculuk A.Ş., İstanbul/Türkiye

ÖZET : Çalışma alanı, Eskişehir İli, İnönü İlçesinin güneyinde yer alan Dereyalak Köyü'nün KB'sında yer alır. Bu çalışmada, bölgede yaklaşık KB-GD doğrultusunda uzanım gösteren volkanojenik çakıtaşları içinde, dağınık ve düzensiz nodüller halinde yer alan dendritli agat ve opal oluşumlarının jeolojisi, mineraloji ve oluşum şekli incelenerek alanın ekonomik olma özellikleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Dereyalak Köyü KB'sında yaklaşık 1,5 km devam eden volkanojenik çakıtaşı biriminin kalınlığı yaklaşık 5 – 25 m'dir. Bu çakıtaşları içinde birbirinden bağımsız nodüller halinde yataklanmış dendritli agatların büyüklükleri ise 5 cm–30 cm arasında değişmektedir.

Yapılan mineralojik analiz sonuçlarından, ana mineraller; tridimit, kristobalit, kuvars olarak, genel kompozisyonun da Opal-CT fazına yakın olduğu tespit edilmiştir.

Arazi çalışmaları ve elektron mikroskop analiz sonuçları, bölgede yaygın olarak gözlenen yumrulu sepiolitlerin silisli çözeltilerle ornatılarak, dendritli agatlara dönüştürüldüğünü göstermektedir. Çalışma bölgesinde bu güne kadar ekonomik olarak düzenli bir agat üretimi yapılmamıştır. Birimin yayılımı ve agatların piyasa değeri göz önüne alındığında, önümüzdeki yıllarda sahada ciddi yatırımların yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

GEOLOGY OF THE AGATE AND OPAL FORMATIONS AROUND THE
DEREYALAK VILLAGE (ESKİSEHIR) AND THEIR ECONOMIC
IMPORTANCE

ABSTRACT: The study area is located at northwest of Dereyalak Village, Eskişehir – İnönü. This study essentially deals with geology and mineralogy of the dendritic agate and opal formations that exists as disorderly-random noduls in the volcanogenic conglomerates which are lying through approximately NW-SE trending in the investigated area. This study also attempts to betray the economical properties of the field by researching the mineralogy and formation shapes.

The volcanogenic conglomerates crop out at NW of Dereyalak village extend over

1.5 km. These units contain dendritic agates and shows an irregular distribution pattern. The thickness of volcanogenic conglomerates is approximately 5 - 25m. The size of dendritic agate nodules located in conglomerate units is about 5 cm to 30 cm. Based on the minealogical analyses, main mineral paragenesis can be formulated as tridymite - cristobalite - quartz and general composition found to be close to Opal-CT phase.

All the data from the field observations and the results of electron microprobe analys indicate that the dendritic agate nodules resulted from the replacement of the sepiolite nodules widely exist in the region by highly active silica solutions. Recently there is no economic agate production in this region. Concerning the size of reserves and the market value of agates, it is highly suggested to have serious investment interests for near future.

1. GİRİŞ

Değerli ve Yarideğerli taşlar olarak isimlendirilen mineral ve kayaçlar jeolojik açıdan ilginç olmalarının yanı sıra takı ve kuyumculuk sektörünün ana malzemesi olması nedeniyle tüm dünyada da ilginin her geçen gün arttığı grubu oluşturur. Bu grup içinde yer alan, özellikle eski çağlardan beri mücevher ve kuyumculuk sektöründe yaygın olarak kullanılan agat ve opal mineralizasyonları ülkemizde de yaygın olarak bulunur. Özellikle volkanik arazilerde, başlıca; Eskişehir, Ankara, Kütahya ve Afyon olmak üzere KB Anadolu'da birçok bölgede agat ve opal yatakları mevcuttur.

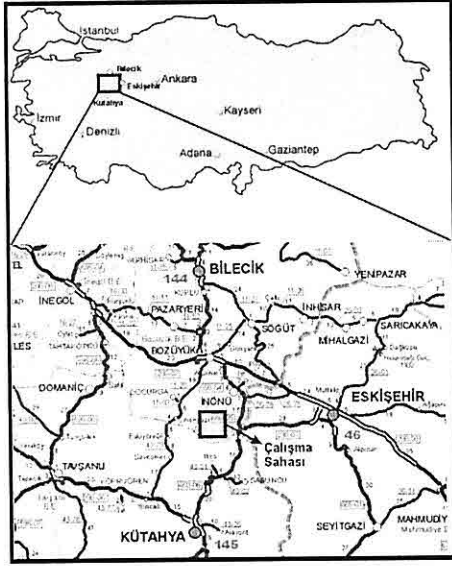
Eskişehir İli – İnönü ilçesinde bağlı (Şekil 1) Dereyalak Köyü ve çevresinde bulunan agat ve opal oluşumları da Türkiye'nin rezerv açısından en önemli agat ve opal sahalarından birisini oluşturur. Bu çalışmanın konusunu oluşturan bu agat ve opal oluşumları, Orta Anadolu'nun batısında, Tetis kuşağı içinde, Tetis'in kuzey kolunun kapanımıyla gelişen bir dizi tektonik

olaylara sahne olmuş ve bütünüyle çarpışma kuşağı özellikleri sergileyen formasyonlarla bütünleşmiş bir alanda Pliyosen yaşlı volkanosedimenter birimler içinde yer alır.

Bu çalışmada, Eskişehir-Dereyalak Köyü K-KB dolaylarında yataklanmış, dendritli agat ve opallerin jeolojisi, mineralojik özellikleri ve oluşum mekanizmaları verilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışma sırasında, Kütahya i 23 - c2 ve Eskişehir i 24 - d1 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaları kullanılmış ve 48 km² lik alanın jeolojik haritalaması gerçekleştirilerek, petrografik amaçlı örnekleme yapılmıştır. Petrografik tanımlaması yapılan örneklerden seçilmiş örneklerin ince kesitleri polarizan mikroskopta incelenmiş, mineralojik analiz için uygun olan örnekler belirlenmiş ve elektron mikroskop analizleri gerçekleştirilecek agat ve opal örnekleri tespit edilmiştir. 300 Mesh boyutuna kadar öğütülerek toz haline getirilmiş agat ve opal örneklerinin XRD analizleri İ.Ü. Mühendislik Fakültesi,

Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı laboratuvarında Philips marka PW-1430 model cihazda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca seçilmiş üç adet agat ve opal örneklerinden 15 adet imaj, 5 adet yarı kantitatif analiz Jeol/JSM-6335F/INCA-EDS model SEM (Taramalı Elektron Mikroskop ve Yarı Kantitatif Element Analiz Sistemi) cihazında yapılmıştır. Elektron Mikroskop Çalışmaları TÜBİTAK-MAM (Marmara Araştırma Merkezi) Malzeme Enstitüsü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Yer bulduru haritası.

2. JEOLJİ

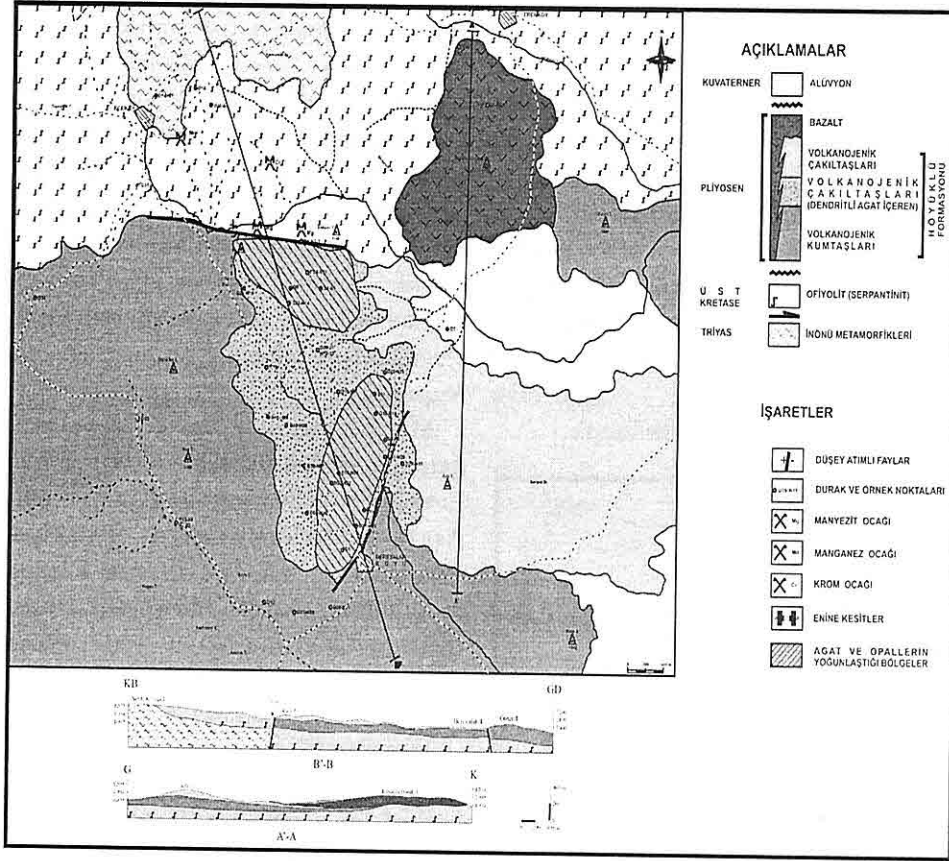
İnceleme alanında Mesozoyik'den günümüze çeşitli kaya-stratigrafi birimleri bulunmaktadır (Şekil 2). Bölgedeki en yaşlı birim, Triyas yaşlı İnönü Metamorfiklerine ait metakuvarsitler ve kuvars şistlerdir. Metamorfik birimlerin

üstünde tektonik dokanakla Üst Kretase yaşlı ve bölgede serpantinitle temsil edilen Ofiyolitler bulunur. Başlıca volkanojenik çakıltaşları ve volkanojenik kumtaşlarından oluşan Pliyosen yaşlı Höyükli Formasyonu Serpantinitle üzerinde uyumsuz dokanakla yer alır. Pliyosen yaşlı bu volkano sedimanter birimleri keserek üzerine akan bazaltlar Kuvaterner yaşlı Alüvyon seviyelerinden sonra çalışma alanının en genç birimini oluştururlar.

Metakuvarsitler ve kuvarsşistler, çalışma sahasının KB'sında yer alan Eceköy'ün KD'sında gözlenmektedir. Arazi gözlemlerinde foliasyon düzlemlerine paralel kuvars ve kuvarsit mercikleri tespit edilmiştir. İnönü metamorfiklerinin Triyas yaşlı olduğu düşünülmektedir (Gözler ve diğerleri 1997).

Çalışma sahası içinde yer alan ofiyolitler, manyezitleşmenin yoğun olarak izlendiği yeşil, koyu yeşil renkli serpantinitle temsil edilirler. Manyezit cevherinin, serpantinitlede tamamiyle yapısal denetim altında D-B yönündeki tansiyon çatlak ve yarıkların içine dolgu biçiminde yerleştiği, damar ve merciksel yataklanmalara ilaveten düzensiz ve stokwork yataklanma geçişleri gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle Eceköyün KD'sunda ve yaklaşık D-B doğrultulu fay zonunda yerleşmiş olan manyezit ocakları ekonomik olarak işletilmektedir.

Serpantinitle üzerine uyumsuz dokanakla Pliyosen yaşlı Höyükli Formasyonuna (Gözler ve diğerleri 1997) ait volkanojenik kumtaşları ve



Şekil 2. Dereyalak Köyü ve çevresinin jeoloji haritası ve enine kesitleri.

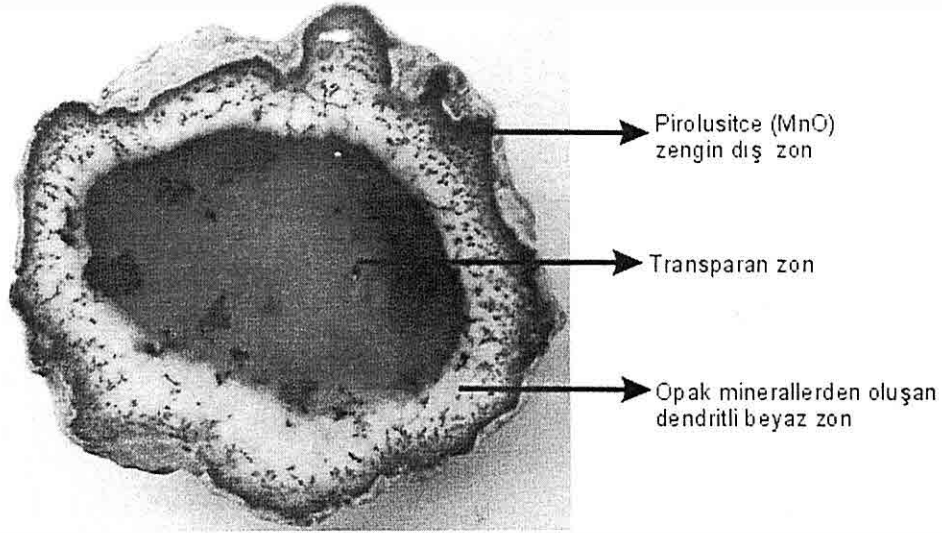
volkanojenik çakıltaşları yer alır. Çalışma alanının GB kesiminde yağın olarak izlenen birim, yataya yakın tabakalanma gösterir. Dereyalak köyü kuzeyi ve batısında yüzeylenen ve yaklaşık 5 – 25 m kalınlık gösteren volkanojenik çakıltaşları, volkanojenik kumtaşları üzerinde uyumlu olarak bulunur. Birimde yaklaşık 5 – 30 cm arasında değişen irili ufaklı agat ve opal nodüllerinin yanısıra serpantinit, kumtaşı, kireçtaşı ve diğer volkanik kayaç parçalarını içeren çakıllar da yer alır. Çakıltaşlarının çimentosu tüftür.

222

Çalışma alanında, Erenköy güneyinde Kayanındoruk tepe ve çevresinde izlenen, koyu yeşil - siyah renkli, akma dokusu gösteren ve bol gaz boşlukları içeren bazaltlar, diğer Pliyosen birimlerini kesmiş ve üzerlerine akmış olarak Alüvyon çökellerden sonra çalışmanın en genç birimini oluştururlar.

3. DEREYALAK DENDRİTLİ AGAT VE OPALLERİN OLUŞUMU

Dendritli agatlar, Pliyosen yaşlı Höyükli Formasyonuna ait volkanojenik



Şekil 3. Dendritli agatlardaki zonlanma

çakıltaşları içinde yer alır. Çapları 1-30 cm arasında değişen yumru şekilli agatlar ana kaya içinde düzensiz şekilde yataklanmıştır. Agatlardaki ana renk, siyah ve beyazın tonlarında olup renk açısından homojenlik gösterirler. Fiziksel olarak oldukça gevrek özelliktedirler. Sahada yapılan gözlemlerde yüzeye yakın yerleşmiş agatların oldukça çatlaklı ve kırılğan olduğu görülmüştür.

Dendritli agat nodulleri, yapısal olarak benzer özelliklere sahiptir. En dışta pirolusit ve manganit minerallerince zengin bir çerçeve zon bulunur. Pirolusit ve manganit dendritleri yosun efekti verdiği için bu agatlara "yosun agat" isminin verilmesine neden olmuştur. MnO dendritlerinin yer aldığı bu opak zonda merkeze doğru mangan oranı göreceli olarak azalır. Agatlardaki beyaz zon ile

agatın merkezindeki saydam zon arasında keskin bir sınır vardır (Şekil 3).

Dereyalak volkanojenik çakıltaşları içinde dendritik agat oluşumları yanısıra dendritli opal oluşumları da izlenir. Opal oluşumları başlıca beyaz, sarı, turuncu, siyah, yeşil ve kahverengi renklerde izlenir.

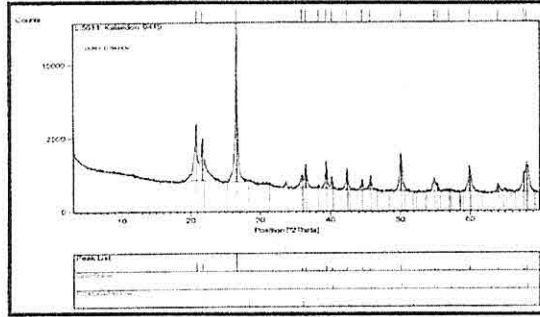
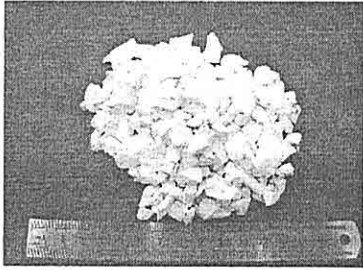
3.1. Dendritli Agatların ve Opallerin Mineralojik Özellikleri

Çalışma alanından derlenen agat örneklerinin mineralojik yapısını incelemek amacıyla XRD analizleri yapılmıştır. Örnekler agatlardaki zonlanmaya uygun olarak Beyaz zon, Manganlı dış zon; Transparan zon ve Opal zon olmak üzere dört ayrı grupta incelenmiştir.

a) Beyaz zon; Dendritk agatların ana rengini oluşturan opak ve beyaz tonlardaki

bu zondan yapılan mineralojik analizlerde kuvars'ın ön planda olduğu ortaya çıkmıştır. Örnekte ayrıca az oranda tridimit ve kristobalit tespit edilmiştir. Bu zon, XRD analizlerinden tipik Opal-CT özelliği göstermektedir (Şekil 4).

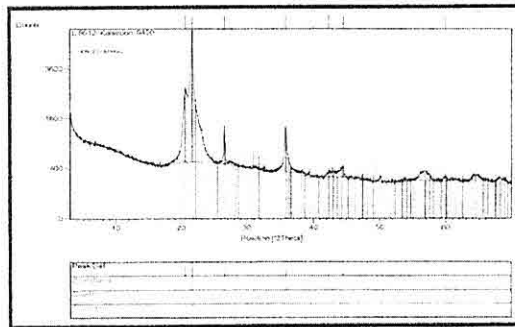
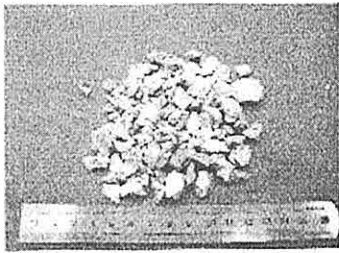
c) Transparan zon; Agatların genelde merkezlerinde gözlenen bu zonda, mangan dendritleri nispeten azdır. Yapılan analizlerde kuvars, kuvars dışında çok az tridimit ve çok az da kristobalit tespit edilmiştir (Şekil 6).



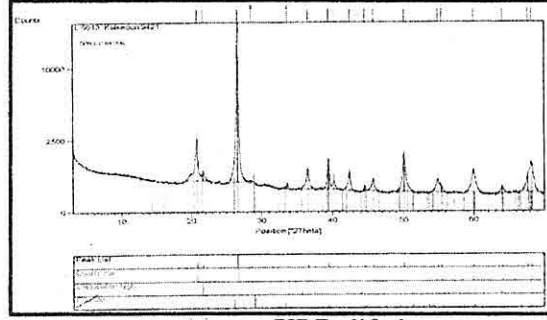
Şekil 4. Beyaz zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler ve XRD difraktogramı.

b) Manganeli dış zon; Dendritli agatlara ismini veren mangan dendritleri, agatlarda dışa doğru yoğunlaşmaktadır. Bu zondan derlenen örneklerin analiz sonuçlarında tridimit ve daha az oranda kuvars izlenmiştir. Ayrıca pirolusit ve manganit pikleri de tespit edilmiştir. (Şekil 5).

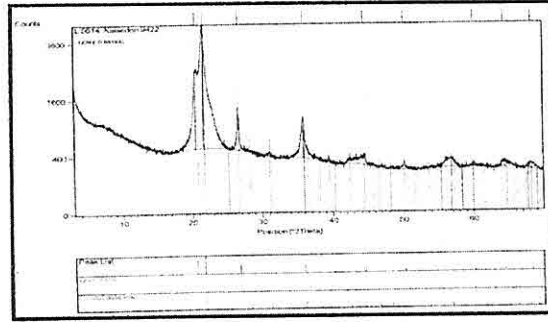
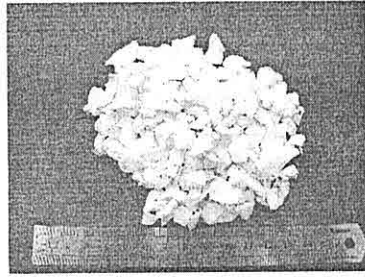
d) Opal zonu; Opaller genelde agatın en dış zonunda ayrı bir kabuk şeklinde oluşmuştur. Sahada agatlara oranla opal oluşumları nispeten azdır. Yapılan mineralojik analizde Tridimit (düşük ısı) ve çok az kuvars pikleri gözlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 5. Manganeli dış zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler ve XRD difraktogramı



Şekil 6. Transparan zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler ve XRD difraktogramı



Şekil 7. Opalli zondağ XRD analizi için hazırlanan örnekler ve XRD difraktogramı

XRD analiz sonuçlarından özellikle (b) ve (d) örneklerinin birbirine yakın mineralojik kompozisyonlarda olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler dendritli agatların tipik Opal-CT özellikleri taşıdığını göstermektedir.

3.2. Dendritli Agatların Petrografik Özellikleri

Dendritik agat örneklerinin ince kesitleri üzerinde yapılan incelemelerde opak minerallerden oluşan leopar deseni benzeri bir doku gözlenmiştir (Şekil 8).

Diğer belirgin dokular ise silis lifleri ve

mikro kuvars taneleridir. Böylece dendritli agatlar, dünyadaki diğer agat örnekleri gibi hem lifsi hemde taneli dokuya sahiptir (Şekil 8– 9).

Yapılan mikroskopik incelemelerde pirolusit ve manganit dendritleri belirgin bir şekilde izlenmiştir. Dendritler agat ve opaller içine çok küçük çatlak ve fissurları izleyerek yerleşmiş ve bir ağ dokusu oluşturmuştur (Şekil 10).

3.3. Dendritli Agatların Elektron Mikroskop Özellikleri

Agat örneklerinin Elektron Mikroskop

5. SONUÇLAR

Pliyosen yaşlı volkanojenik çakıldaşları bünyesinde yumru ve nodüller şeklinde dağınık ve düzensiz bir şekilde yataklanmış olan dendritli agat ve opal oluşumları bölgedeki iki önemli fay doğrultusunda zenginleşmiştir. Yumrularda çoğunlukla mangan dendritleri bir ağ dokusu gösterir. Bu sebeple halk arasında bu agatlara 'yosunlu agat' ismi verilmiştir. Agat ve opal örneklerinin XRD analizlerinden minerallerin kompozisyonu, Opal-CT olarak tespit edilmiştir.

Yapılan Elektron Mikroskopu (SEM) analiz sonuçlarının değerlendirilmesinden tespit edilen lifsi doku görüntüleri, sepiyolit örneklerinin doku görüntüleri ile karşılaştırıldığında aralarındaki benzerlik görülmüştür. Bu tespit agatların kökeninin sepiyolit olduğu görüşünü destekler niteliktedir.

Sepiolitlerin ornatılma modelinin oluşturulmasında; silisin çözülmesi, taşınması ve yerdeğişimi söz konusudur. Bölge agatları, hidrotermal alterasyonu ve silis sirkülasyonunu izleyen evrede, kolloidal silis sisteminde oluşmuşlardır. Bu nedenle kolloid sistemlerin kriptomkristalin özelliklerini de taşırlar. Dereyalak dendritli agatlarının 100 - 200°C sıcaklıkta, yüzey koşullarına yakın bir basınçta, kolloidal silisçe yüksek konsantrasyonlarda ve 7 - 9 arasındaki pH değerinde oluştuğu düşünülmektedir.

Kesin bir rezerv hesabı yapılmamakla beraber bölgede 50 000-100 000 ton dolayında nitelikli agat ve opal oluşumu olduğu tahmin edilmektedir. Bölgede ciddi

bir üretim mevcut değildir. Bölgede agat madenciliği için yatırım yapılması ve bir yarıdeğerli taş atolyesinin kurulması bu alanın ekonomik olarak değerlendirilmesini sağlayabilir.

6. KATKI BELİRTME

Çalışma sırasında değerli görüşleri ile yapmış oldukları katkılarından dolayı, Sayın Prof. Dr. Sinan Öngen ve Sayın Prof. Dr. Mefail Yenyol'a teşekkür ederiz.

7. KAYNAKLAR

Gözler, M.Z., Cevher, F., Ergül, E. ve Asutay, H.J. 1997. *Orta Sakarya ve Güneyinin Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.*

Krauskopf, K. B. 1982, *Introduction to geochemistry (2nd ed.)*. Mc Grow Hill Book Co., Singapore, 465 pp.

Landmesser, M., 1992. *Zur Geothermometric und Theorie der Achate, Mitt, Pollichia, Bed Dürkeim, 79, 159-201.*

SARIKAYA (YOZGAT) DEMİR CEVHERLEŞMELERİNİN OLUŞUMU İLE İLGİLİ MADEN MİKROSKOBİSİ ÖZELLİKLERİ

Şükrü KOÇ

A.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye

Nursel ÖKSÜZ

Bozok Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yozgat/Türkiye

ÖZET: Sarıkaya demir cevherleşmeleri Paleozoik yaşlı, metamorfik kayalardan amfibolitlerin içinde bantlar ve tabakalar şeklinde yer almaktadır. Ana mineral olarak manyetit ve hematit hakim olup, bunların dışında pirit, kalkopirit, martit ve markazit eşlik etmektedir. Kuvars, kalsit, amfibol, fluorit, klorit ve muskovit ise gang mineralleri olarak belirlenmiştir.

Sarıkaya cevherleşmelerinin manyetitlerinde sıklıkla hematitleşmeler (martitleşme) görülmektedir. Martitleşme sonucunda tamamen hematite dönüşenler olduğu gibi, küçük manyetit kalıntılarını kapam olarak bulunduran hematitler de izlenmektedir. Bu veriler ve martitleşmelere götit ve lepidokrokitin eşlik etmemesi, dönüşümlerin derin kökenli (endojen) süreçlerle gerçekleştiğini açıklamaktadır.

Ayrıntılı maden mikroskopik incelemelerde cevherleşmenin esas olarak bantlı, kısmen de dissemine (saçılmış) doku gösterdikleri belirlenmiştir. Bantları oluşturan minerallerde uzama, kopma, kataklastik parçalanma, bantlarda dallanma ve bükülme gibi deformasyon yapıları görülmekte, ayrıca komşu kristallerde 120°'lik açılı üçlü birleşimler bulunmakta olup, bu özellikler yöredeki demir yataklarının önce termodinamo daha sonra da yalnız termal etkili metamorfizma koşullarından etkilenmiş olduğunu gösterir.

Bu araştırmanın sonuçlarıyla, önceki çalışmalardan bilinenler birlikte değerlendirildiğinde; amfibolitlerin bazaltların metamorfizması sonucu oluştuğu ve Sarıkaya demir cevherleşmelerinin, volkanik yay bölgesinde oluşan bu bazaltlar içerisinde volkanosedimanter süreçlerle geliştiği ve sonraki aşamalarda metamorfizma geçirerek bugünkü yapı-doku özelliklerini kazandığı ortaya çıkmaktadır.

ORE MICROSCOPIC PROPERTIES CONCERN WITH FORMATION OF THE SARIKAYA (YOZGAT) IRON MINERALIZATION

ABSTRACT: Sarıkaya iron mineralization hosted by in amphibolites from metamorphic rocks of Paleozoic age. Main ore minerals are magnetite and hematite and are accompanied by pyrite, chalcopryrite, martite and marcazite. Gang minerals are quartz, calcite, amhibole, fluorite, chloride and muscovite.

Hematization (martitization) of magnetite is seen frequently in Sarıkaya magnetite mineralization. As a result of martitization, the magnetites were transformed completely hematite, also hematites are seen small magnetite relict inclusion. This data and the absence of the goethite and lepidocrosite indicate that the martitization processes took place with endogenic process.

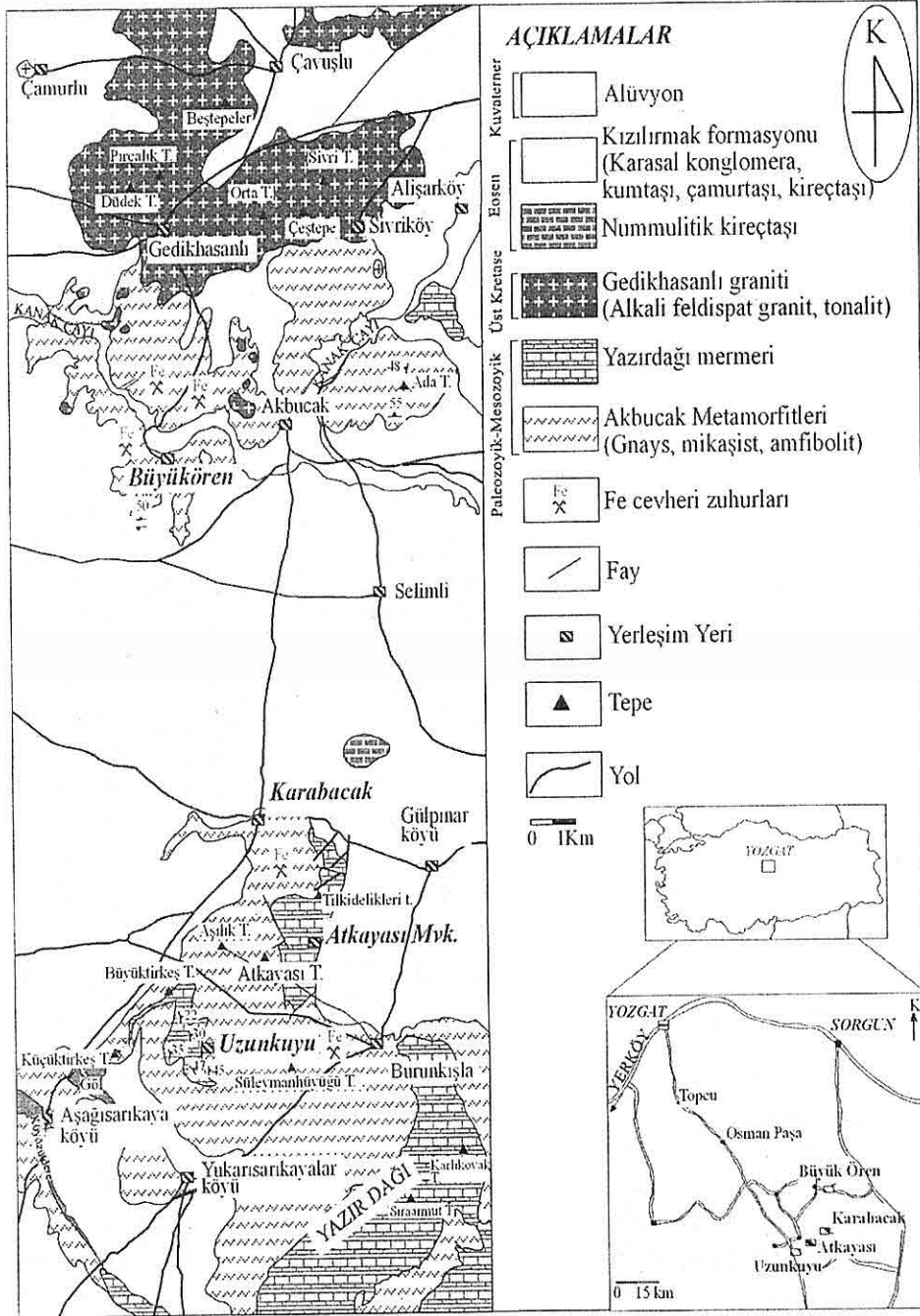
Detailed ore microscopy studies on the samples show that the banded texture is dominated and partially disseminate texture. Minerals formative bands were seen deformation structure such as elongation, break, chataclastic fraction, branching and flexion. Also there has been found to seen typical trio conjoin 120° angle (annealing) and this properties seen iron deposits in area which effected from before thermo-dynamo and after thermal metamorphic condition.

In the results of the research and previous studies related this topic, the amphibolites were formatted result of metamorphism of basalts and Sarıkaya iron mineralization were appeared to formed by volcano-sedimentary processes in basalts of volcanic arc region and to specialized structure and texture of today which metamorphism also following phase.

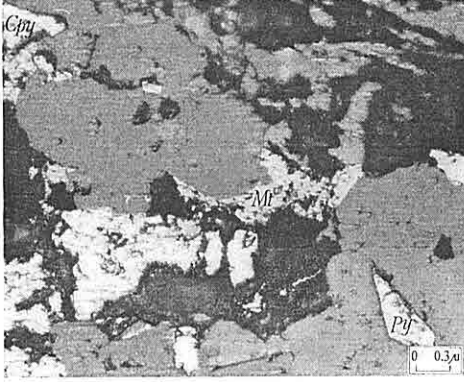
1. GİRİŞ

İnceleme alanındaki demir cevherleşmeleri, Sarıkaya (Yozgat) ilçesinin 25 km batısında Uzunkuyu, Karabacak ve Büyükören mevkiğinde yer almaktadır (Şekil 1). Yöredeki ilk çalışmalar Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) elemanlarına yapılmış ve raporlar halinde sunulmuştur. Bu raporlarda arazi gözlemlerine dayanılarak cevherleşmelerin oluşumları yorumlanmıştır. Örneğin Bakanyıldız (1973), yöredeki kayalar temeldeki gnays, kristalize kireçtaşları, kristalen şistler ve kuvarsitlerden oluşan metamorfik seri ve Neojen örtü olarak sıralamış ve demir cevherleşmesinin kristalize kireçtaşları-mikaşist geçiş zonunda çökelmiş denizel sedimanter oluşumlar olduğunu ve sonradan metamorfizma geçirdiğini ileri sürmüştür. Daha kapsamlı bir çalışmada Durgun

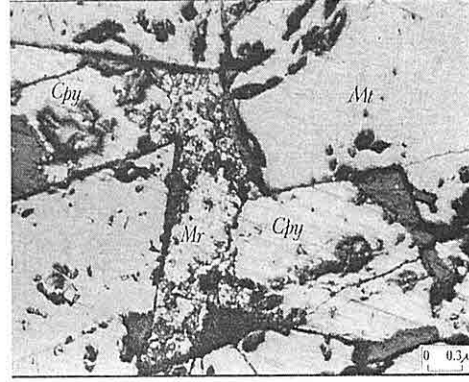
(1977), temeldeki metamorfik kristalen serinin kendi içinde gnays, mermer, amfibolit şist, muskovit şist ve biyotit şist şeklinde ardalandığını ve bunların üzerine transgresif olarak nummulitli kireçtaşlarının geldiğini, en üstte de ince bir örtü halinde Neojen çökellerinin bulunduğunu, Üst Eosen'de bir granit plütununun yerleştiğini açıklamıştır. Aynı çalışmada Sarıkaya demir cevherleşmeleri, sedimanter kökenli metamorfik yataklar olarak tanımlanmıştır. Yöredeki Uzunkuyu zuhurlarının amfibolit şist içinde ve üzerinde yer alan silisli ve manganlı spekularit cevherleşmeleri olduğu, Büyükören zuhurlarının da amfibolit şistlerle birlikte bulunduğu cevherli seviyelerin konkordan olarak mermerlerle örtüldüğü, formasyonun kırık ve çatlaklarında ve şistozite boyunca izlenen cevherleşmelerin stokvörk tipi bir



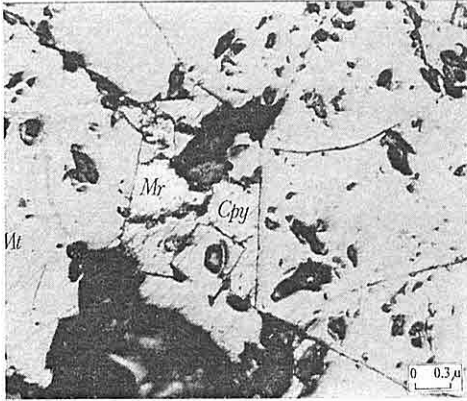
Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru ve jeoloji haritası (Kara 1984'ten değiştirilerek)



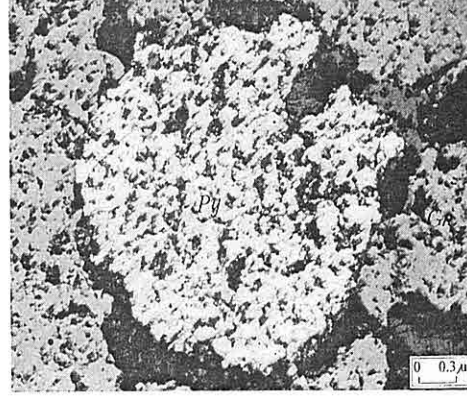
Şekil 18. Gang içinde izlenen manyetitlerdeki çok az pirit ve kalkopirit (I. Nikol) Mt: Manyetit, Py: Pirit, Cpy: Kalkopirit



Şekil 19. Manyetitler arasında gözlenen markazit ve kalkopirit (I. Nikol) Mt: Manyetit, Cpy: Kalkopirit, Mr: Markazit



Şekil 20. Manyetit kalkopirit arasındaki düz sınırlar (I. Nikol) Mt: Manyetit, Cpy: Kalkopirit, Mr: Markazit

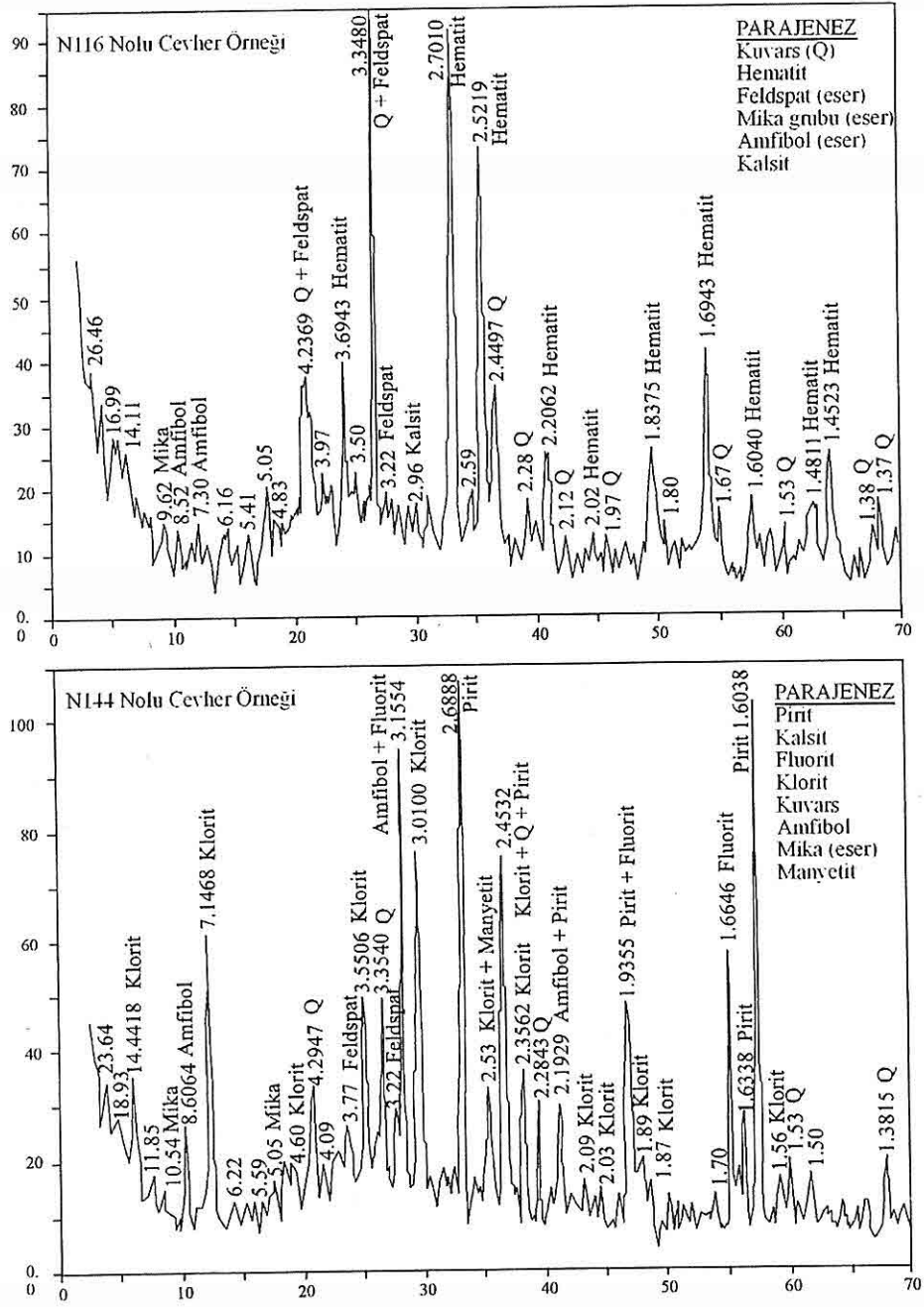


Şekil 21. Gang tarafından ornatılma ile kenar ve köşelerini kaybetmiş, yuvarlağımsı pirit (I. Nikol) Py: Pirit, Gn: Gang

5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Cevherleşme, bazı MTA raporlarında sedimanter ve metamorfizma geçirmiş sedimanter oluşuk olarak tanımlanmaktadır (Bakanyıldız, 1973; Çağatay ve Arda 1975; Kıroğlu, 1976;

Durgun, 1977; Biten, 1978). Benzer şekilde Özgüney (2005) de cevherleşmenin metamorfizma geçirmiş sedimanter tipte bir yatak olduğunu ileri sürmüştür. Diğer bir MTA raporunda ise, cevherleşmelerin amfibol şist seviyeleriyle



Şekil 22. Cevher örneklerine ait XRD difraktogramı

- Atkayası (Sarıkaya-Yozgat-Türkiye) demir cevherleşmesinin oluşumu. A.Ü Fen. Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, s., 72*
- Öksüz, N., 2007. Sarıkaya (Yozgat) Demir Cevherleşmesinin Oluşumu. A.Ü Fen. Bil. Ens. Doktora Tezi, s. 146*
- Sağiroğlu, A., 1982. Contact metasomatism and ore deposition of the Lead-Zinc deposits of Akdağmadeni, Yozgat, Turkey: Londra Üniversitesi (Yayınlanmamış). Doktora tezi, s., 324.*
- Seymen, İ., 1981a. Kaman (Kırşehir) dolayısında Kırşehir Masifi' nin stratigrafisi ve metamorfizması. TJK Bült. C. 24, s.2, s., 101-108.*
- Ramdohr, P., 1980. The ore minerals and their intergrowth. Pergamon Press, Oxford, London, New York.*
- Yıldız, M., 1998. Akdağmadeni (YOZGAT) doğusunda yer alan metamorfik birimlerin jeolojik petrografik incelenmesi. A.Ü Fen. Bil. Ens. Doktora Tezi, s., 192*

AĞSAKLAR CİVARI (GÖYNÜK/BOLU) BİTÜMLÜ KAYAÇLARINDA
ORGANİK KARBON VE İZ ELEMENT ZENGİNLEŞMELERİ

D. Banu KORALAY, Ali SARI

A.Ü., Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara/Türkiye

ÖZET: Paleosen zaman aralığında çökelmiş tortul birimlerden oluşan Kabalar Formasyonu, Kızılçay Grubu' nun orta kesimlerini oluşturur. Ağsaklar Köyü civarında yüzeyleyen Kabalar Formasyonu bitümlü şeyllerinin Fe grubu elementleri olan Ni, Co, Cr, Mn, Sc, Fe, Ti ve V gibi iz element içerikleri saptanmış olup bu değerlerin geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Ağsaklar bitümlü şeyllerinin Corg değerleri % 0.05 ile 11.18 arasında olup, ortalama % 6.73' tür. Bu çalışmada Corg değerleri ile demir grubu elementleri arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bazı seviyelerdeki düzensizliklere rağmen genel trende göre Corg ile demir grubu elementleri arasında paralellik olduğu görülmektedir. İz elementlerden Ni (ortalama 94.82 ppm) ortalama şeyl (68 ppm) bileşimine göre zenginleşme göstermektedir. Ağsaklar bitümlü şeyllerindeki iz element birikim katsayıları yerkabuğuna göre Mn, Sc, Fe ve Ti: 52×10^{-6} - 4.74 kez ve Ni, Co, V, Cr: 0.62-2.33 kez zenginleşme gösterir. Deniz suyuna göre Ni, Mn, V, Cr ve Ti: 130-6227000 kez ve Co, Sc, Fe: 291400-9533333 kez zenginleşme gösterir; ortalama şeyle göre ise Ni, Co, V, Cr, Sc: 0.38-1.39 kez zenginleşirken, Mn, Fe ve Ti : 0.73-4.36 kez olarak zenginleşmişlerdir. Fe ve S element içerikleri ile organik karbon (Corg) ilişkilerine göre bitümlü şeyl örneklerinin çoğunlukla öksinik zon ile normal denizel çökeltme ortamı sınırında ve pirit oluşum ortamında depolandıkları belirlenmiştir.

ORGANIC CARBON AND TRACE ELEMENT ENRICHMENTS OF
BITUMINOUS ROCKS AT THE VICINITY OF AĞSAKLAR (GÖYNÜK/BOLU)

ABSTRACT: The sedimentary unit Kabalar Formation contains represents the central part of Paleocene age Kızılçay Group. Kabalar Formation which is composed of bituminous shales around the Agsaklar village contains Fe-group elements such Ni, Co, Cr, Mn, Sc, Fe, Ti, and V. They show wide range of variations. The Corg values of the Agsaklar bituminous shales are between 0.05 % and 11.18 % and the average value is 6.73 %. In this study, the relationship between the Corg values and Fe-group elements has been investigated. Although they are some irregularities, some parallelism between the Corg and Fe-group elements have been served. Ni (average 94.82 ppm) shows enrichment compare to the average shale content (68 ppm). Trace element

Formasyonu gelir. Bu birim üzerine çamurtaşı, marn, bitümlü şeyl, silttaşı ve kumtaşlarından oluşan Paleosen–Eosen yaşlı Kızılçay Grubu uyumlu olarak gelir. Kızılçay Grubu bölgede oldukça geniş bir alanda yüzeyler. Genellikle kırmızı renkli detritik sedimanlardan oluşan Kızılçay Grubu inceleme alanında Ağsaklar, Kabalar ve Dağhacılar Formasyon' larına ayrılır (Şener and Şengüler 1998). Ağsaklar Formasyonu kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşlarından oluşur. Bu özellikler birimin gittikçe sığlaşan bir ortamda çökeldiğine işaret eder. İncelememize konu olan Kabalar Formasyonu alta marn, orta seviyelerde bitümlü şeyl ve üstte silttaşı üyesi şeklinde başlıca üç üyeye ayrılmaktadır. Çalışmamıza konu olan Kabalar Formasyonu bitümlü kayaçları Ağsaklar civarında oldukça geniş bir alanda yüzlek vermektedir. Bu alanda bitümlü şeyl ve bitümlü marn hakimiyeti yanısıra yer yer marn, kilttaşı, silttaşı ve kireçtaşları da ara tabakalı olarak görülmektedir. Bunlar ve diğer arazi gözlemleri Kabalar Formasyonu' nun muhtemelen göl ortamında çökelmiş olabileceğini işaretlemektedir. Diğer yandan Kabalar Formasyonu üzerine gelen Eosen yaşlı Dağhacılar Formasyonu ise kırmızı renkli marn ve bunlar içerisinde yer yer izlenen kumtaşı-çakıltaşı mercekleri ile çamurtaşlarından oluşmaktadır. Bu litolojiler de Dağhacılar Formasyonu' nun örgülü akarsu ve/veya delta gerisi ortamda çökelmiş olduğunu göstermektedir (Tekin ve Sarı 2000).

252

4. AĞSAKLAR CIVARI BITÜMLÜ KAYAÇLARININ Corg İÇERİĞİ

Kayacın içindeki kerojene ait karbon miktarı ile bu kerojenden türemiş fakat kayaç dışına atılmamış hidrokarbonlara ait karbonların toplamı "Toplam Organik Karbon" olarak adlandırılmaktadır (Peters and Moldowan 1993, Hunt 1995).

Ağsaklar civarı bitümlü kayaçlarının organik karbon içeriği % 0.05 ile % 11.18 (Çizelge 1) arasında değişmekte olup, bu değerler farklı araştırmacılar tarafından yapılan sınıflamaya göre yorumlandıklarında zengin (Tissot and Welte 1984), yeterli (Jarvie 1991) ve mükemmel (Bordenave 1993) kaynak kaya potansiyeline sahip oldukları görülmektedir (Çizelge 2).

Ağsaklar civarı bitümlü kayaçlarında yapılan piroliz analizleri sonucu elde edilen HI değerleri kayacın içindeki kerojenin hidrojen zenginliğini temsil etmektedir. Genel olarak 200 mg HC/g TOC' den büyük HI değerleri hidrokarbon türümüne uygun organik maddeye işaret eder. Organik maddenin hidrojen içeriği, muhtemel hidrokarbonun kalitesini kontrol etmektedir. Genellikle 200 mg HC/g TOC' nin altındaki HI değerleri sıvı petrol türümüne uygun olmayan organik maddeye (gaz türümüne uygun), 200-700 mg HC/g TOC arasındaki değerler petrol-gaz türüm özelliğine sahip organik maddeye, 700 mg HC/g TOC' nin üzerindeki değerler ise petrol türüm potansiyeline sahip organik maddeye işaret etmektedir (Bordenave 1993, Jones 1984). Ağsaklar civarı bitümlü kayaçlarının HI değerleri AG 8 nolu örnek

Çizelge 1. Ağsaklar civarı bitümlü kayaçlarının organik karbon (Corg) içeriği ve hidrojen indeks (HI) değerleri.

Örnek No	Litoloji	HI	Corg (% wt)	Ortalama Corg
AG-1	şeyl	763	5.51	6.73
AG-2	şeyl	873	6.11	
AG-3	şeyl	839	10.48	
AG-4	şeyl	844	10.79	
AG-5	şeyl	752	3.88	
AG-6	şeyl	751	8.80	
AG-7	şeyl	807	5.54	
AG-8	şeyl	0	0.05	
AG-9	şeyl	809	4.96	
AG-10	şeyl	777	11.18	

Çizelge 2. Farklı araştırmacılar tarafından belirlenen Corg sınır değerleri ve kaynak kaya kalitesi sınıflaması.

Tissot and Welte (1984)		Jarvie (1991)		Bordenave (1993)			
Corg (%)	Potansiyel	Corg (%)	Potansiyel	Tip I OM HI: 800 mg HC/g TOC ve OM' nin %80'i bitüme dönüşürse (%)	Tip II OM HI: 500 mg HC/g TOC ve OM' nin %50' si bitüme dönüşürse (%)	Tip III OM HI: 200 mg HC/g TOC ve OM' nin %20' si bitüme dönüşürse (%)	Potansiyel
0.1-0.5	Zayıf	0.00-0.5	Yetersiz	0.5-1.0	0.8-1.6	2.0-4.0	Zayıf
0.5-1.0	Orta	0.5-1	Orta	1.0-1.5	1.6-2.4	4.0-6.0	İyi
1.0-2.0	İyi	>1.0	Yeterli	> 1.5	> 2.4	> 6.0	Mükemmel
2.0-10.0	Zengin						

hariç 751-873 mg HC/g TOC arasında değişmekte olup, petrol türümüne uygun organik maddeye işaret eder (Çizelge 1).

5. BİTÜMLÜ ŞEYLLERDEKİ ORGANİK KARBON VE DEMİR GRUBU METALLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

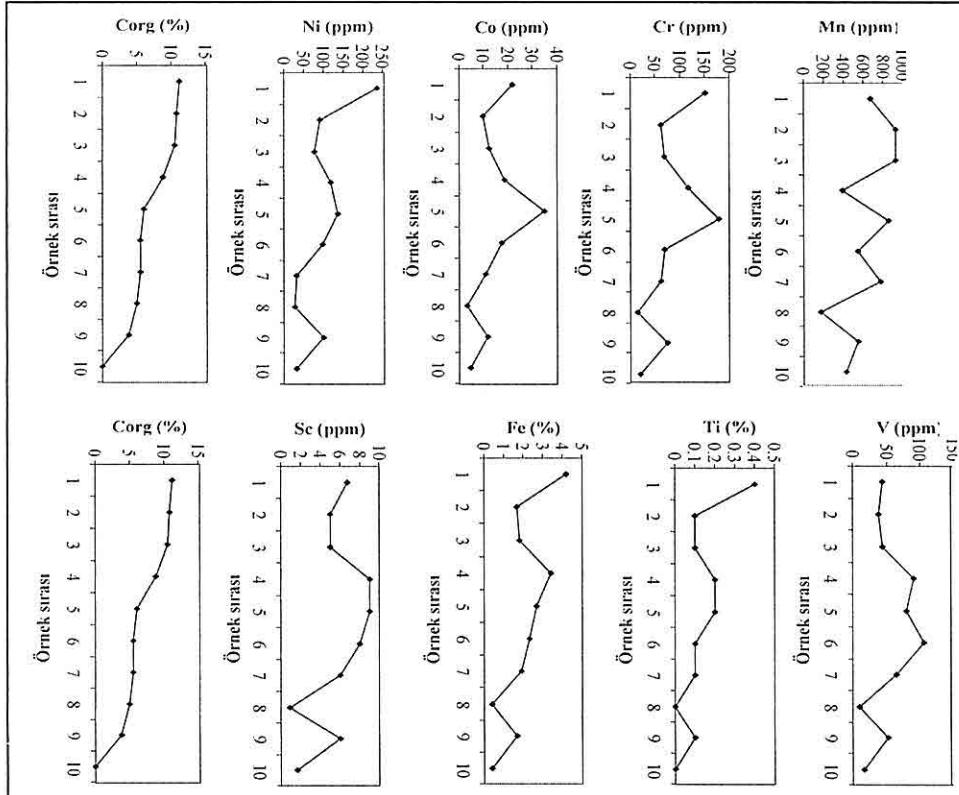
Organik maddece zengin olan kavkı ve çökellerde bazı element zenginleşmeleri meydana gelmektedir ve bu zenginleşmenin kaynağının da OM ile elementler arasındaki pozitif ilişkiye bağlı olduğu bilinmektedir (Vine and Tourtelot 1970, Neruçev 1982, Çağatay et al. 1987, Balkış and Çağatay 1998, Tolun et al. 1998, Degens and Ross 1974, Aliyev ve Sarı 1999, Aliyev vd. 2000). Çizelge 3 ve Şekil 3' te bu çalışmada kullanılan örneklerde analiz edilen organik karbon (Corg) ve Fe grubu metallerinin dağılımı, organik karbon ve metal değerleri arasındaki ilişki, Corg değerlerinin en düşük değerden en yüksek değere doğru değişimi ve buna paralel olarak da metallerin niceliksel verilerinin değişimi açık bir şekilde görülmektedir. Corg ve metallerin yüzde miktarları arasındaki ilişki her ne kadar direkt olarak gözlenmese de, Şekil 3 incelendiğinde bazı seviyelerde yüksek Corg ve yüksek metal içeriklerinin birbirleriyle pozitif ilişki oluşturduğu görülür. Örneğin, Corg değerleri diğer örneklerle göre daha yüksek olan AG 10 (%11.18), AG 4 (%10.79) ve AG 3 (%10.48) örneklerinin temsil ettikleri çökel toplulukları daha yüksek miktarda Ni, Co, Mn değerlerine sahiptirler. Corg değerlerinde görülen

tedrici azalmaya karşın, metallerde belirli seviyelerde düzensiz artış ve azalmalar görülmüştür. Örneğin AG 3 nolu örnekte Corg %10.48 iken hemen altındaki AG 6 nolu örnekte %8.80' e düşerken, Ni 77.1 ppm' den 118.6 ppm' e, Co 12.4 ppm' den 18.6 ppm' e, V 44 ppm' den 90 ppm' e, Cr 68.4 ppm' den 116.3 ppm' e, Sc 5 ppm' den 9 ppm' e, Fe 1.8 ppm' den 3.4 ppm' e yükselmiştir (Çizelge 3, Şekil 3). Bu değişik sonuçların neden kaynaklandığına dair açıklamalar aşağıda yapılmıştır.

Denizel ekosistemde çökellerin kimyasal bileşiminin şekillenmesinde elementlerce zengin olan terrijen malzemeler, deniz suyunun jeokimyası ve biyojenik ürünlerin etkisi egemendir. Genellikle, denizel ekosistemin, OM de dahil, kimyasal-element bileşimini etkileyen faktörler iç ve dış kökenli olmak üzere iki tiptedir. Dış terrijen kökenli malzemelerin katkısı olsa da, denizel biyojenik ve sedimantasyon prosesleri öncelik taşımaktadır. Gerek bu çalışmanın, gerekse bir çok araştırıcının sonuçları gösteriyor ki, çoğu hallerde organik madde içeriği düşük olan çökellerde nadir metaller ile bir çok diğer metaller maksimum konsantrasyonlarda bulunabilmektedir (Sun and Püttmann 1996, Sterckeman et al. 2004, Gize and Manning 1993, Önal et al. 2006). Sedimantasyonun ilk evresinde zengin OM'ye sahip olan çökellerde kimyasal-element bollukları denizel ve göltsel depolanma ortamlarında artan gömülmeyle birlikte organik maddenin bakteriyal ve diyajenetik bozuşması

Çizelge 3. Organik karbon (Corg) ve demir grubu elementlerinin dağılımı.

Örnek sırası	Örnek No	Corg (%)	Ni (ppm)	Co (ppm)	Mn (ppm)	V (ppm)	Cr (ppm)	Sc (ppm)	Fe (%)	Ti (%)
1	AG-10	11.18	237.1	21.9	671	43	150.1	6.7	4.2	0.4
2	AG-4	10.79	90.6	9.7	929.4	38	61.5	5	1.7	0.1
3	AG-3	10.48	77.1	12.4	929.4	44	68.4	5	1.8	0.1
4	AG-6	8.80	118.6	18.6	387.2	90	116.3	9	3.4	0.2
5	AG-2	6.11	136.2	34.9	851.9	79	177.8	9	2.7	0.2
6	AG-7	5.54	98	17.6	542.1	105	70.0	8	2.3	0.1
7	AG-1	5.51	30.8	11	774.5	64	61.5	6	1.9	0.1
8	AG-9	4.96	27.1	3.3	174	10	14.7	0.9	0.4	0.0
9	AG-5	3.88	100.8	11.6	542.1	52	75.2	6	1.7	0.1
10	AG-8	0.05	31.9	4.7	426	16	19.3	1.6	0.4	0.0



Şekil 3. Organik karbon (Corg) ve demir grubu elementlerinin ilişkisi.

neticesinde azalmasıyla element/Corg oranında da (örneğin, Mo/Corg, V/Corg, Ni/Corg, Cu/Corg, Co/Corg, W/Corg vs.) bir yükselme ortaya çıkmaktadır (Neruçev 1982). Organik maddenin ilerleyen diyajenetik aşamalarında elementlerin yoğunlaşması ve/veya fakirleşmesi yönünde yer değiştirmeler söz konusudur.

6. BİTÜMLÜ KAYAÇLARDA ELEMENT ZENGİNLEŞMELERİNİN İNCELENMESİ

Ağsaklar civarında yüzlek veren Paleosen yaşlı şeyller organik maddece değişik ölçüde zenginleşmeye sahiptir. Gerek canlı organizmaların kafeslerinde, gerekse organik maddece zengin kayaçlarda P, S, Mo, V, Cu, Zn, Ni, Cr, U, Co, Pb, Au, Ag, As, Cu, Re, La, Ce, Pr, Nb, Sm, Y, Yb gibi elementlerin şeyllerdekine nazaran 1-200 kezden yüksek olduğu belirlenmiştir (Mongenot et al. 1996, Nijenhuis et al. 1999, Aliyev vd. 2000, Warning and Brumsack 2000, Aliyev vd. 2001, Lo Monaco et al. 2002, Aliyev and Sarı 2003, Lipinski et al. 2003, Riboulleau et al. 2003). Bu farklılıkların incelenmesi hem bilimsel hem de maden yatağı olarak işletilebilmesi bakımından çok önemlidir. Çökellerdeki OM ile kimyasal elementler arasındaki ilişkiye bağlı olarak OM'nin orantılı şekilde artması elementlerin (Co, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Zn, P, Cr, Ag, La, Fe, S, U, Au, As) zenginleşmesini sağlamaktadır. Siyah şeyllerin en önemli özellikleri zengin OM içeriğinden kaynaklanan koyu griden siyaha kadar değişen renkleri, laminalı yapıları ve 0.5 % wt'den çok daha yüksek

organik madde içermiş olmalarıdır. V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu ve Zn gibi geçiş serisi elementler yaşlı kaynak kayalar ve güncel sedimentlerin anoksik depolanma koşullarını anlamak için jeokimyasal araç olarak kullanılırlar. Ayrıca, iz metal konsantrasyonları V/Ni oranları ile Ni ve V porfirinler korelasyon çalışmalarında çok yaygın olarak kullanılmaktadır (Al-Shahristani and Al-Atyia 1972, Lewan and Maynard 1982, Riley and Saxby 1982, Lewan 1984, Barwise 1990, Filby 1994, Genolet and Tocco 1999). Bu çalışmada ayrıca organo-jeokimyasal amaçlı incelemeler neticesinde elde edilen sonuçlardan yola çıkarak, organik madde zenginleşmesiyle demir grubu elementlerinin yoğunlaşması ve dağılımları arasındaki ilişkiler de ortaya konulmuştur.

6.1. Metal Birikim Katsayısı

İz elementlerin kavkılarda, çökellerde veya herhangi bir inorganik malzemede zenginleşmesi "Birikim Katsayısı" olarak tanımlanır. Ağsaklar civarı bitümlü şeyllerinde iz metal birikim katsayısı yerkabuğuna, deniz suyuna ve ortalama şeyle göre belirlenmiş ve ikişerli gruplara ayrılarak incelenmiştir. Ağsaklar bitümlü şeyllerinde yerkabuğuna göre Ni, Cr, Co, Mn, V ve Sc sırasıyla 4.74, 2.33, 1.46, 1.04, 0.90 ve 0.57 kez zenginleşirken, birikim katsayıları göreceli olarak çok düşük olan Fe ve Ti sırasıyla 5.85×10^{-5} ve 3.61×10^{-5} kez zenginleşmişlerdir. Deniz suyuna göre Sc, Mn, Co, Cr ve Fe sırasıyla 9533333.33, 6227000, 291400, 271700 ve 37272.72 kez zenginleşirken, birikim

katsayısı göreceli olarak daha düşük olan ikinci gruptaki Ni, V ve Ti sırasıyla 55776.47, 21640 ve 130 kez zenginleşmiştir. Ortalama şöyle göre Ni, Cr, Co ve Mn, çoktan aza doğru sırasıyla 1.39, 0.91, 0.77 ve 0.73 kez zenginleşirken, birikim katsayısı göreceli olarak düşük olan ikinci gruptaki Fe, V, Sc ve Ti sırasıyla 0.43, 0.42, 0.38 ve 2.78x10⁻⁵ kez zenginleşmiştir (Çizelge 4 ve Şekil 4).

Ağsaklar bitümlü şeyllerinde Ni, Cr, Co ve Mn'in hem yer kabuğundaki ortalamaya göre hem de şeyllerdeki ortalamaya göre birikim katsayılarının göreceli olarak yüksek olduğunu görmekteyiz.

6.2. Ağsaklar Bitümlü Şeyllerinde Demir Grubu Elementlerinin Dağılımı *Ni, Co, Cr Dağılımı*

Ağsaklar yöresi bitümlü şeyllerinde Ni 27.1 ile 237.1 ppm; Co 3.3 ile 34.9 ppm ve Cr 14.7 ile 177.8 ppm değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4). Bu metaller birbirleriyle uyumlu davranışlar sergilemektedirler. AG 10 nolu örnekte Ni, 237.1 ppm' den AG 3 nolu örnekte 77.1 ppm' e düşerken, aynı örneklerde Co 21.9 ppm' den 12.4 ppm' e Cr ise 150.1 ppm' den 68.4 ppm' e düşmüştür. AG 6 nolu örnekte Ni 118.6 ppm' den AG 2 nolu örnekte 136.2 ppm' artış gösterirken, aynı örneklerde Co 18.6 ppm' den 34.9 ppm' e Cr ise 116.3 ppm' den 177.8 ppm' e artmıştır.

Sc, Fe, Ti ve V Dağılımı

Çalışma alanındaki organik maddece zengin bitümlü kayaçlarda Sc 0.9 ppm ile

9 ppm, Fe % 0.4 ile % 4.2, Ti % 0.0 ile % 0.4 ve V 10 ppm ile 105 ppm arasındadır. Ni, Co ve Cr' a özgü olan trend bu metaller için de geçerlidir (Çizelge 4).

6.3. Ağsaklar Bitümlü Şeylleri İz Elementlerinin Ortalama Siyah Şeyl Bileşimine Göre Durumları

Siyah şeyller, organik maddece zenginleştikleri kadar şeyllerle ilişkili metaller ve sülfidlerce de zengindirler. Bununla birlikte, organik maddece zengin olan şeyller her zaman metalce zengin değildirler. Çünkü, bazı durumlarda yüksek sedimentasyon oranı klastik seyrelmeye yol açarak metal değerlerinin düşük olmasına neden olur. Bundan dolayı, yüksek organik üretimlilik ve/veya organik korunuma rağmen, çok zayıf metal içerikli siyah şeyller meydana gelebilir. Organikçe ve metalce zengin şeyllerin renkleri, siyah ve koyu griden kahverengine kadar değişir. Bu renkler, organik karbon içeriği ve organik olgunlukla ilişkilidir. Olgun örneklerin renkleri, griden (yaklaşık % 0.5 organik C) siyaha (% 4 ya da daha fazla C) kadar değişen renk aralığındadır. (Engel and Macko 1993).

Ortalama siyah şeyl bileşimine göre Ağsaklar bitümlü şeyllerinde, Ni % 89.64, Co % 7.92 ve Mn % 133.65 oranında zenginleşirken, göreceli olarak Fe % 28.07, V % 83.35 ve Cr % 22.37 oranında düşük konsantrasyonlarda zenginleşmektedir (Çizelge 5).

Ni, Co, Mn, V ve Cr gibi elementlerin genellikle ortalama siyah şeyl bileşimine göre organik maddece zengin kayaçlarda

- bearing deposits in the Hatıldağ oil shale field, Göynük, Turkey. *Fuel*, 77, 8, 871-880.
- Tekin, E. ve Sarı, A. 2000. Kabalar formasyonu (Göynük-Bolu) bitümlü şeyllerindeki hidrokarbon damlalarının morfolojileri. *Yerbilimleri Geosound*, 36, 107-119.
- Tissot, B. P. and Welte, D. H. 1984. *Petroleum formation and occurrence*. 2nd ed. Heidelberg, Springer-Verlag, 699 p.
- Tolun, N., Çağatay, M. N., William, J. C., Algan, O. and Eastoe, C. J. 1998. Organic geochemistry of the Holocene sapropels from the sea of Marmara and Black Sea. *Progress in Marine Geological Studies in Turkey. Workshop-IV*, pp., 56-60, İstanbul.
- Turgut, A. ve Dümenci, S. 1980. Bolu-Göynük linyit havzasına ait jeolojik rapor, MTA Enstitüsü Der. Rap. No:6885, Ankara.
- Vine, J.D. and Tourtelot, E.B. 1970. *Geochemistry of Black Shale Deposits: a Summary Report*. *Econ. Geol.* 65 (3), 253-272.
- Warning, B. and Brumsack, H. J. 2000. Trace metal signatures of Eastern Mediterranean sapropels. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 158, 293-309.
- Yılmaz, Y., 1981, Tectonic evaluation of the southern margin of the Sakarya continent, NW Turkey. *Istanbul Earth Sciences Review. C. 1*, p. 1-2 (in Turkish).

ADANA – İSKENDERUN NEOJEN BASENLERİ'NDE SICAKLIK
GRADYANI DAĞILIMI VE HİDROKARBON OLUŞUMUNA ETKİSİ

M. Kaya ÇOBAN

TPAO Arama Dairesi, Ankara/Türkiye

ÖZET: Adana ve İskenderun Neojen Basenleri'nde sıcaklık gradyanı değişimlerinin, basenlerin tipi ve gelişimi, yapısal ve tektonik konumu, litoloji ve akışkan nitelikleriyle olan temel jeolojik niteliklerine açıklık getirilmesi amaçlanmaktadır. Kullanılan veriler, TPAO ve diğer petrol şirketlerince açılan toplam 108 kuyunun farklı derinliklerinde kaydedilen (E-Log, GR-BHC, FDC-CNL, CDR, Sıcaklık Log'u gibi) Kuyu Dibi Sıcaklıkları'ndan (KDS) hazırlanmıştır. Sondaj süresince sondaj çamurunun kuyu cidarını soğutması nedeniyle loglardaki sıcaklık kayıtları formasyonların gerçek değerlerinden düşüktür. Bu nedenle, öncelikle KDS kayıtları grafiksel yöntem kullanılarak gerçek sıcaklıklarına yakın olan Statik Formasyon Sıcaklık (SFS) değerlerine çevrilmiştir. Değerlendirmede sıcaklıklar "F°" ve derinlikler ise "feet" cinsinden alınmıştır. Yüzey sıcaklığı iki basende de sabit 68°F (20°C) olarak kullanılmıştır. Çalışmada, Amerikan Jeolojik Araştırmaları Kurumu'nun (USGS) çok sayıda kuyuda ölçümler sonucu kabul ettiği standart yöntem ve sınırlara bağlı kalınmıştır. Hesaplanan SFS değerleri, düşey eksen üzerinde derinliğe karşı noktalanarak gradyan eğrisi elde edilmiştir. Değerlendirmelerin ışığında her iki basendeki sıcaklık gradyanının yüzeyden derine doğru azaldığı ve gradyan eğrisinin eğiminin ise arttığı saptanmıştır. Bu durum, Türkiye'nin tüm diğer basenlerinde sıcaklık gradyan eğrisinin belirgin bir karakteridir. Yüzeğe yakın seviyelerden yeraltına sıcaklık değerlerinin, doğrusal karakterde uzanmadığını göstermektedir. Söz konusu basenlerde, sıcaklık gradyanın eğrisinin değişimi temel istatistiksel yöntemlerle (mod, medyan, aritmetik ortalama ve standart sapma) derinliğe göre farklı beş kuşakta toplandığı saptanmıştır ; 1: Yüzey-1.500 ft, 2: 1.500-3.000 ft, 3: 3.000-5.000 ft, 4: 5.000-10.000 ft ve 5:10.000 ft ve aşağısı.

Adana Baseni'nde sıcaklık gradyanı 3.000 feet'in aşağısında dünya ortalamalarının altına inerken, İskenderun Baseni'nde her aralıkta üzerindedir. Sıcaklık gradyanında gözlenen değişimlerin, basen tipi, gelişimi ve petrol olanaklarıyla olan alakaları belirleyicidir. Yüksek sıcaklık gradyanı sergileyen İskenderun Neojen Baseni'nde ana kaya özellikli çökellerin petrol-gaz türetme şansı Adana Neojen Baseni'nden yüksektir.

**TEMPERATURE GRADIAN DISTRIBUTION IN ADANA & İSKENDERUN
NEOGENE BASINS AND ITS EFFECTS ON HYDROCARBON
GENERATION SYSTEM**

ABSTRACT : *The study is based on temperature data such as GR-BHC, FDC-CNL, CDR and Temperature logs recorded from various depths in 108 wells drilled by TPAO and other oil companies in Adana and Iskenderun Neogene Basins. Since circulating mud cools down and decreases the temperature through the well-bore, temperature readings from logs are lower than real formation temperature. Therefore a correction in the recorded Bottom-Hole Temperatures is required to convert them to Static Formation Temperatures (SFT) by using graphical methods. In gradient evaluations, temperatures are taken as F° and depths in Feet. In temperature corrections, methods and limits have been used in accordance with USGS (United States Geological Survey) standards. A cross plot has been prepared using both BHT and SFT plotted against depth. This plot shows that temperature gradient decreases along with depth while slope of the temperature gradient curve increases. This is the characteristics of the two basins. In evaluation of temperature gradient curve, basic statistical methods like mod, median, average and standard deviation are used. The results of temperature gradient values can be grouped in five depth ranges; 1: surface to 1.500 ft, 2: 1.500-3.000 ft, 3: 3.000-5.000 ft, 4: 5.000-10.000 ft and 5: below 10.000 ft.*

In this study, not only change in the vertical profile of temperature gradient is evaluated but also basin-wide lateral change has been defined using constructed temperature maps. İskenderun Noegene Basin has greater temperature gradient profiles in each depth range and directions than Adana Noegene Basin. By doing so, relation of temperature gradient changes together with basin type and evolution, structural framework, lithology and petrophysical features of fluid content have been evaluated and discussed. As a result, the relationship between the change in temperature gradient and petroleum generating potential of source rocks give a clear picture of the petroleum potential of the basin.

1. GİRİŞ

Adana ve İskenderun Neojen Basenleri Arap plakası, Afrika Plakası ve Anadolu Plakasının oluşturduğu üçlü kenet kuşağı yakınında yer alırlar (Robertson, 2000). Bu çalışma Doğu Akdeniz'in gelişimi içerisinde yer alan komşu iki Neojen baseninde (Şekil 1, 2) dikey sıcaklık gradyanı profilinin ve yanal dağılımının

basen tipi, gelişimi, yapısal çatı, tektonik, litoloji ve akışkanın özellikleriyle ilişkilerinin anlaşılması için yapılmıştır. Bu amaçla TPAO ve diğer petrol şirketlerince her iki basende açılan toplam 108 kuyunun farklı derinliklerinde kaydedilen logları (E-Log, GR-BHC, FDC-CNL, CDR, Sıcaklık logu) kullanılmış ve farklı derinliklerde kayıt

edilmiş Kuyu Dibi Sıcaklıkları (KDS) yardımıyla sıcaklık gradyanı değerlendirmeleri yapılmıştır.

Sondaj süresince, çamurun yüzeyden kuyu içine sürekli dolaşımıyla, yüzey koşullarında soğuyan çamur, kuyu cidarındaki formasyonlarda sıcaklık değerlerinin düşmesine neden olmaktadır. Log alımlarındaki formasyon sıcaklık değerleri, gerçeklerinden düşüktür. Bu nedenle, log kayıtlarındaki düşük sıcaklık okumaları, grafiksel yöntemle formasyonların gerçek sıcaklığını yansıtan Statik Formasyon Sıcaklığına (SFS) çevrilmesi gerekmektedir. Çalışmada log kayıtlarından elde edilen KDS değerleri grafiksel yöntemle SFS değerlerine çevrilmiştir. Sıcaklık düzeltmelerinde, Amerikan Jeolojik Araştırmaları Kurumu'nun (USGS) çok sayıda kuyudan yaptığı ölçümler sonucunda kabul ettiği standart yöntem ve sınırlar dikkate alınmıştır. Her iki basende elde edilen kuyu dibi sıcaklıklarından hesaplanan SFS değerleri derinlikle ilişkili olarak kayıt değerlerinden %3-15 arasında yüksek olduğu saptanmıştır. Bu aralık Amerikan Jeolojik Araştırmaları Kurumu'nun kabul ettiği %10-15 üst sınırların içerisinde kalmaktadır.

Adana ve İskenderun Neojen basenlerinde yürütülen çalışmada sıcaklıklar °F cinsinden ve derinlikler ise "feet" olarak alınmıştır. Yüzey sıcaklık değeri her iki basende de sabit olarak 68°F (20°C) kullanılmıştır (AMOCO,1998). Sıcaklık gradyan değerlendirmelerinde $(GT = (SFS (F^{\circ}) - Yüzey Sıcaklığı (F^{\circ}) / Derinlik (ft)) * 100)$ eşitliği kullanılmıştır.

Gradyan değerleri petrol sektöründe çok kullanıldığı gibi F°/100ft olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sıcaklık gradyanı değerleri derinliğe karşı noktalanarak sıcaklık gradyanı'nın düşey profilinin derinlikle değişimi ortaya çıkarılmıştır. Adana ve İskenderun Neojen basenlerinde güncel sıcaklık gradyanı değerleri artan derinlikle azalan bir karakter göstermektedirler Bu çalışmayla düşünülenin aksine, yüzeyden, derinlere sıcaklık gradyanı değerleri doğrusal bir karakterde sabit eğimle uzanmadığı saptanmıştır.

Her iki basende de sıcaklık gradyanın eğrisinin eğimi derinlikle değişmektedir. Temel istatistiksel yöntemler yardımıyla (Mod, Medyan, Aritmetik Ort. ve Standart Sapma) gradyan değerlerinin derinliğe bağlı olarak, farklı 5 kuşakta toplandığı saptanmıştır. Bunlar: 1- Yüzey - 1500 ft, 2-1500 ft - 3000 ft, 3-3000 ft - 5000 ft, 4-5000 ft - 10.000 ft ve 5-10.000 ft altı kuşaklarıdır.

Sedimenter basenlerde ısı transferi birçok ilave etkiye rağmen başlıca iki klasik temel mekanizmayla belirginleşmektedir. Bunlar sırasıyla; Tümüyle Etkin Isı İletimi ve Akışkan Dolaşımı hususlarıdır.

Bir basenin sıcaklık değerleri mantodan gelen ısı akışının tarihçesiyle, doğrudan ilişkilidir. Daha açık bir anlatımla sıcaklık gradyan profili ve dağılımı basenin üzerinde geliştiği litosferin gelişim tarihçesi ve kazandığı yapısal konumuyla belirginleşir. Allen ve Allen (1990) ayrıca kabuğun ısı üretim modelinin ve tortulların kondaktivite değişimlerinin,

sedimanların akışkan içeriklerinin ve ısı transferi gibi iç faktörlerin sıcaklık oluşmasında önemli rolleri olduğunu belirtir (Demetrescu ve Wilhelm, 2002). Demetrescu ve Wilhem'e göre bir basende sabitlenmiş ve tümüyle etkin bir ısısal iletkenlik mevcutsa, basenin derinliklerine doğru sediman kompaksiyonuna bağlı olarak artan ısısal iletkenlikle azalan sıcaklık gradyan profili gözlenir. Doğu Karpat Kıvrım Kuşağı ve Ön Ülkesinde kuyu logları ile yaptıkları çalışmada sıcaklık gradyanının derinlikle arttığı (Adana ve İskenderun Basenlerinin tersine) görülmektedir. Bu nedenle dikey sıcaklık profilinin artışının yalnızca sabitlenen etkin ısısal iletkenlik kuramı ile açıklanamayacağını altını çizerek. Demetrescu ve Wilhelm (2002), Doğu Karpat Kıvrım Kuşağında ve Ön Ülkesi'ndeki sıcaklık gradyanı dağılımının Paleo-iklimsel etkiler ve basendeki akışkan hareketlerin sıcaklık profiline olan etkileriyle geliştiğine dikkat çekerler.

Adana Neojen Baseni'nde sıcaklık gradyanı değerleri seçilen her bir derinlik kuşağında yanal yönde de değişiklik gösterir. Batıda gerilme tektoniğiyle ilişkili derin normal basamak fayların yer aldığı batı kanadında göreceli olarak yüksek değerler sergiler. Doğuda Misis yükselimine ve güneyde deniz alanlarına doğru belirgin bir şekilde düşer. Öte yandan İskenderun Basen'inde sıcaklık gradyanı değerleri kara ve deniz alanlarında dünya ortalamalarının üzerindedir. Adana Neojen Basen'inde sıcaklık gradyanı profili 5000 feet'in altından itibaren genelde dünya

ortalamalarının altındadır. Oysaki İskenderun Neojen Basen'inde her derinlikte 10,000 feet altında bile dünya basen ortalamalarının çok üzerindedir. İskenderun Neojen Baseni'nde sıcaklık gradyanı profili her derinlik kuşağında Adana Neojen Baseni'nden yüksektir.

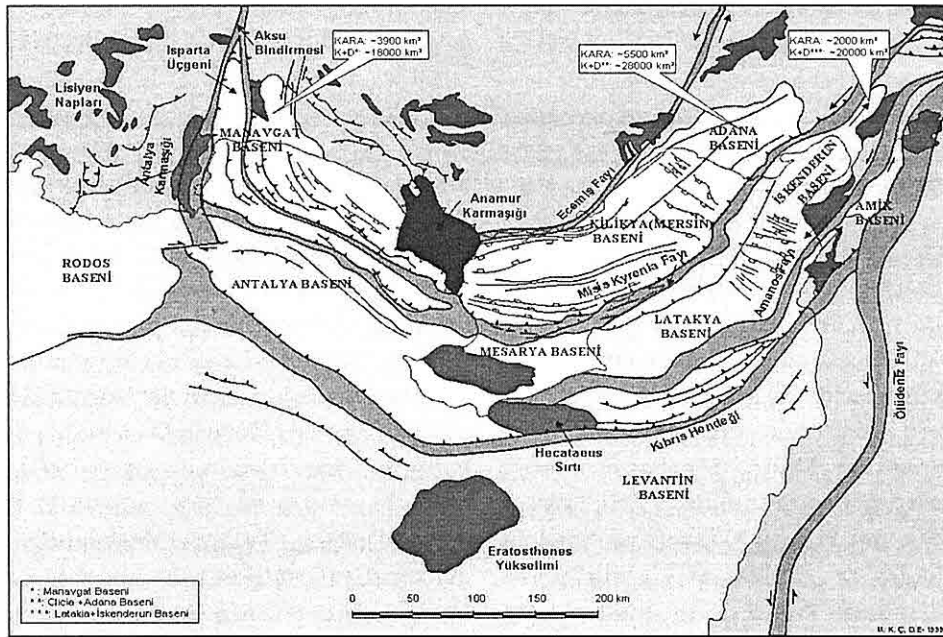
2. ADANA – İSKENDERUN NEOJEN BASENLERİ'NİN YAPISAL KONUMLARINA VE GELİŞİMLERİNE BAKIŞ

Adana, İskenderun Neojen Basenleri ve arasındaki Misis Baseni, Arap-Afrika plakalarının kuzeye doğru yönelerek Anadolu plakasıyla çarpışmasıyla gelişmişlerdir. Şengör ve diğ., (1985)'nin bu basenlerin oluşumlarıyla ilgili kenetlenme sonrası Arap-Afrika'nın süren hareketi Anadolu – Arap- Afrika plakalarının birleştiği Maraş üçlü kenet kuşağı civarında batı yönünde bir gerilme tektoniğiyle açıldığını belirtmektedir. Şengör ve diğ., (1985)'e göre, Arap-Afrika Plakası'nın sürekli sıkıştırma hareketine başlangıçta yükselme, yamulma ve bindirmelerle karşı koyan Anadolu plakası bir müddet sonra artan baskıları karşılamayarak, Oligosen sonundan itibaren batı yönünde açılma ile cevap vermiştir. Kabul gören diğer bir görüşse Robertson, 2000'üne göre, Arap-Afrika plakalarının arasında sıkışma rejiminde bölgede, basenleri sınırlayan bir seri sol yönlü doğrultu atımlı fayların hareketiyle oluşan genişleme tektoniğiyle (transtansiyonel) açılmışlardır. Bir seri kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu, sol yönlü büyük yanal atımlı faylarla

sınırlanan her iki basenin oluşumu ve evriminde bu fayların hareketleri önemli rolleri üstlenirler Adana Baseni Alt Miyosen'den ve İskenderun Baseni Orta Miyosen'den itibaren gelişimlidir (Schmid, 1961 ve İlker, 1975).

Adana Neojen Baseni batısından kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu sol atımlı Ecemiş Fayı ile doğusundan sol atımlı Gökso Fayı kuşağı ve Misis yükselimi, kuzeyinden Toros Dağ kuşağıyla sınırlı asimetrik bir basendir (Şekil 1, 2).

yaklaşık 28 000 km²'lik bir alan kaplar. Adana Baseninde sedimanter istifin kalınlığı basen kenarından merkeze ve güneye doğru artar. Deniz alanlarında 11.000 m.'yi geçer. Adana ve Kilikya (Mersin) Basenleri'nin deniz alanlarında büyük düşey atımlı (~1000m.) bir fay'la ayrıldığı kabul edilmektedir (Aksu'yla sözlü görüşme, 1998). Bölgede sismik ve kuyu verileriyle yapılan yeraltı değerlendirmelerinde (Çoban ve diğ.,1999, 2001) Pre-Miyosen temelin



Şekil 1. Doğu Akdeniz'in Ana Tektonik Çatısı İçerisinde Adana Ve İskenderun Neojen Basenlerinin Konumu (Aksu, 1998).

Güneyde Akdeniz altında yatan Kilikya Baseni'ne (Mersin Baseni) geçer. Kilikya (Mersin) Baseni'nin KB'ya uzanımında konumlanan Adana Neojen Baseni karada 5.000-6.000 km² büyüklüğündedir. Kilikya-Adana Neojen Basenleri birlikte

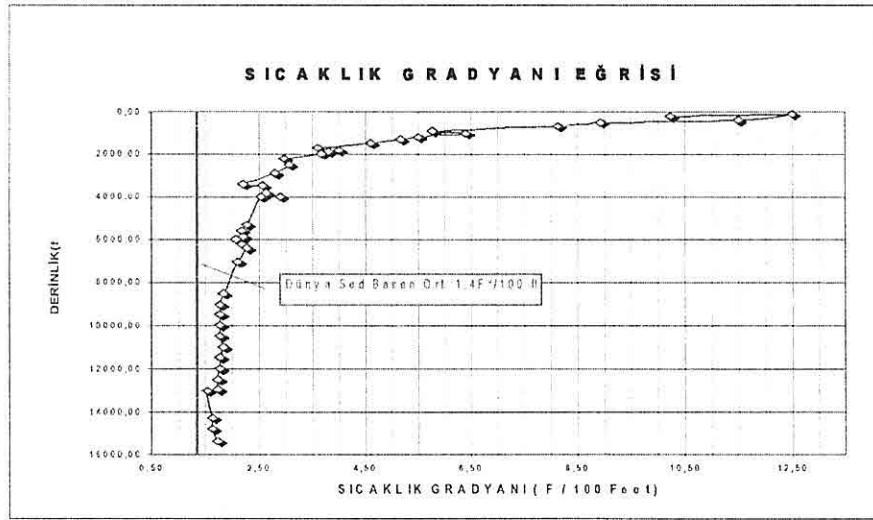
batıda sol yönlü, doğrultu atımlı Kozan fayın'a paralel bir seri normal fayla kırılarak basen merkezine doğru basamaklar şeklinde düştüğü görülmektedir (Şekil 2). Doğu kanadını sınırlayan Misis yükselimi sol atımlı

doğrusal bir karakterde ve sabit eğim açısıyla uzanmadığı bu çalışmayla ortaya konulmuştur. Bu konu, basenlerin doğru sıcaklık gradyanı değerlendirilmesi için dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Adana - İskenderun Basenleri'ndeki çok sayıdaki kuyu verisiyle yürütülen çalışma bu sonucu kanıtlamaktadır.

Basenlerin sıcaklık gradyan düşey profili yüzeyden derinlere doğru eğrisel bir karakter sergiler (Selley and Morril, 1983a). Ancak belli bir derinlikten sonra sıcaklık gradyanı noktaları dağılımı sabitleşerek doğrusal karakter göstermektedir. Bu durum her iki basende de çok sayıdaki kuyu verisiyle hazırlanan sıcaklık gradyanı eğrisinin belirgin özelliğidir.

Özellikle İskenderun Baseni'nde yüzeyden itibaren kuyudan her metreden

alınan sıcaklık logu kayıtlarıyla hazırlanan Gülcihan-1 gradyan değerlendirmesinde belirgindir (Şekil 3). Basen'de sedimanter kolon kırıntılı ağırlıklı çökellerden oluşur. Artan derinlikle birlikte diyajenez etkileriyle azalan gözenek hacmi ve akışkan içeriğinin sıcaklık gradyanının azalmasındaki rolünün anlaşılması için, Adana Baseni'ndeki kumtaşlarının niteliklerini bilmek gerekmektedir. Basende tüm Neojen istifinde görülen kumtaşları arkozik ve volkanik elemanlıdır. Dünya'daki birçok basende alınan kumtaşı örneklerinden (saha ve kuyu) yapılan laboratuvar çalışmalarına göre sedimantasyonun başlangıcında %50-60 olan gözeneklilikleri derinlikle düşmektedir. Ancak bu düşüş kumtaşının bileşenlere göre farklıdır (Selley and Morril, 1983b). Örneğin, artan derinlikle kuvars kumtaşlarının gözenekliliğinde



Şekil 3. Gülcihan-1 Kuyusunda Sıcaklık Gradyan Dağılımı (Çoban-2004).

belirgin bir değişme görülmezken (Nijerya Deltası kuvars kumtaşları), volkanik ve arkozik kumtaşlarının derinlikle artan basınç nedeniyle sıfır değerine yaklaştığı görülmektedir (Selley and Morrill 1983b). Japonya'daki volkanik kumtaşlarında yapılan değerlendirmelerde ise 3 km'nin altında gözenekliliğin sıfırlandığı ispatlanmıştır. Kuzey denizindeki arkozik kumtaşı örneklerinde (feldspatça zengin) yapılan analizlerde ise, gözenekliliğin ~5 km'de sıfırlandığı görülmüştür. Oysa ki Nijerya deltasındaki kuvars kumtaşları kuvarsın basınca dayanıklılığı nedeniyle 10 km'nin üzerinde bile yüksek gözenekliliğini koruduğu saptanmıştır. Bu düşüş kayaç bileşenlerinin üzerlerine binen basınç nedeniyle tane kenarlarının düzleşerek, birbiriyle bileşmesiyle aradaki gözenekliliğin yok olmasıyla oluşmaktadır. Bu nedenle kayaç bileşenlerinin cinsi özel önem taşımaktadır.

Adana Baseni'nde sıcaklık gradyanı değerleri farklı eğim açısına sahip ve her biri kendi içinde doğrusal bir nitelik sergileyen farklı 5 kuşağa ayrılmaktadır. Yüzeğe yakın alanlarda sıcaklık değerleri yüksektir ve gradyan noktaları düşük eğimli eğrinin etrafında kümelenir. Artan derinlikle sıcaklık gradyanı değerlerindeki düşüşe karşılık gradyan eğrisinin eğimi büyür. Adana Neojen Baseni'nde ayrılan her sıcaklık gradyanı kuşağında noktalar bir farklı eğime sahip bir doğru etrafında kümelenirler. Temel istatistiksel yöntemler yardımıyla (mod, medyan, aritmetik ort. ve standart sapma) bu kuşakların ayırımı belirlenmiştir. Sıcaklık

gradyan dağılımına göre düşey yönde ayrılan beş kuşak şu şekildedir; 1: Yüzeğe-1.500 ft; 2: 1.500-3.000 ft ; 3: 3.000-5.000 ft ; 4: 5.000- 10.000 ft ; 5: 10.000 ft üstü.

Adana Baseni'nde ayrılmış her bir kuşakta ki sıcaklık gradyanı, batıda Ecemiş fayından doğuda Misis yükselimine ve güneyde deniz alanlarına doğru yanal yönde değişimler gösterir. Adana Baseni'nin batı kanadı sol yönlü Ecemiş doğrultu atımlı fayıyla, doğrultu atımlı Kozan fayı arasında yer alır. Batı kanadında Pre-Miyosen paleotopoğrafyası Kozan fayına paralel bir seri basamak fayla kesilerek basen merkezine doğru düşer. Basenin batı kanadından merkezine doğru faylarla kademeli derinleşen paleotopoğrafya Neojen dönemi boyunca sedimantasyonu kontrol etmiştir. Basenin batı kanadında gerilme tektoniği ile ilişkili olarak gelişen ve derinlere kadar uzanan basamak faylar sıcaklık gradyanı değerlerinde göreceli bir artış yaratmıştır. Hazırlanan sıcaklık gradyanı (3.000-5.000 ft ve 5.000-10.000 ft) haritalarında basenin batı kanadındaki sıcaklık gradyanındaki artış belirgindir. Ancak İskenderun Baseni'nin her kuşağında gözlenen çok yüksek gradyan değerleriyle karşılaştırılmaz. Basenin batısında Pre-Miyosen temel yükselerek yüzeğe yaklaştığı ve yüzeyletiği yerlerde aktif meteorik su hareketlerine bağlı olarak sıcaklık gradyanı azalmaktadır (Şekil 6). Sıcaklık gradyanı değerleri basenin doğu kanadında dünya ortalamalarının altına geriler. Bu bölümde Göksu sol yönlü doğrultu atımlı fayıyla yükselen ve

halen GPS ölçümlerine göre yılda 2-2,5 cm yükselen pozitif çiçek yapısı görünümündeki Misis yükselimi bulunmaktadır. Yükselimin yüzeye yakın alanlarında aktif meteorik su hareketlerine bağlı olarak düşük sıcaklık kayıtları edilmiştir.

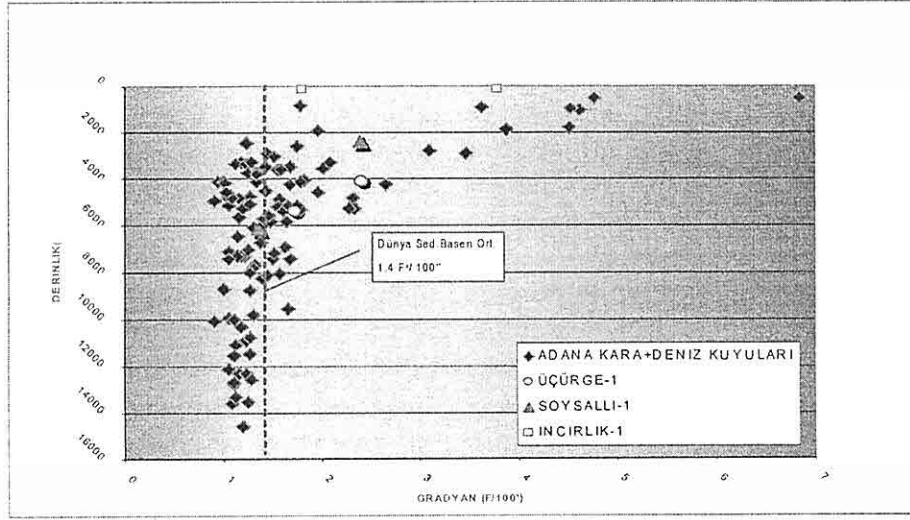
Literatür taramalarında doğrultu atımlı faylarla gelişen bu tip yapılarda yükselimin gelişimi anında ısı akısında kısa süreli ani bir artış görülmektedir (80 mw/m²). Ancak sonradan dünya ortalamalarının (60 mw/m² altı) altına düşmektedir (Mayers, 1991).

Petrol şirketlerince San Andreas doğrultu atımlı fayı civarındaki yükselimlerde yapılan ısı akısı ölçümlerinde düşük değerler kayıtları edilmiştir. Bu durum çeşitli görüşlerle açıklanmaya çalışılmıştır. Sylvester, (1988)'de San Andreas fayı yakınında açılan derin bir test kuyusunda sık ve hassas ısı akışı değerleri ölçülmüştür. Yüzeye yakın ölçümlerde (1 km üstü) doğrultu atımlı faylarla ilişkili gelişen yapılarda ısı akışı değerleri düşüktür. Bu düşüşün meteorik su hareketiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yine aynı kuyuda San Andreas fayının anlaşılması için yapılan çalışmalarda fayların yüzeye yakın bölümlerinde gerilme değerleri yüksek bulunmuştur. Yapının soğumasında, gerilme tektoniği ve ilişkili olarak aktif meteorik su hareketinin etkili olduğu ve sıcaklık değerlerini düşürdüğü kabul edilmiştir. Farklı bir düşüncede, San Andreas fayı altında düşük açılı bir bindirme diliminin yer aldığı ve bunun da üste giden ısı akısını engellediği

görüşüdür. Ancak sismik kesitlerdeki bu durum şüphelidir (Sylevester, 1998). Benzeri durum Adana Baseni de son yıllarda açılan kuyularda da (Soysallı-1, İncirlik-1, 2) görülmektedir. Yüzeye yakın alanlarda açılan kuyularda sıcaklık gradyanı değerleri dünya ortalamalarının altına düşmektedir.

Adana Baseni'nde merkezi ve güney alanlarına doğru sıcaklık gradyanı değerleri düşüktür. 3.000 feet gibi sığ derinliklerde bile dünya ortalamalarının altındadır. Sıcaklık gradyanı , güneyde kara alanlarından deniz alanlarına doğru Mesiniyen yaşlı kalın evaporit ve tuz tabakalarının bulunduğu alanlarda çok düşüktür. Bilindiği gibi evaporitlerin yüksek ısısal iletkenliğe bağlı olarak gradyan değerleri daha da düşmektedir (Şekil 4). Seyhan-1 kuyusunda Jeokimyasal analizlerde organik madde de yüksek sıcaklıkların sebep olabileceği renk değişimleri (spor color indeks) saptanmıştır. Bu durum basenin Alt Miyosen'de açılması sırasında gerilme tektoniğiyle ilişkili daha yüksek paleosıcaklık değerlerine sahip olduğunu düşündürmektedir. Bu alan Adana Baseni'nin güneydoğusunda, Misis yükseliminin yakın batısıyla basen merkezi arasında dar bir kuşakta uzanmaktadır.

Bu kuşakta ölçülen sıcaklık gradyanı değerleri basendeki diğer bölümlerine göre belirgin olarak yüksektir. Burada açılan Mihmandar kuyularında Tortoniyen yaşlı Kuzgun Formasyonu içerisinde yüksek basınçlı kumtaşları kesilmiştir. Yüksek



Şekil 4. Adana Neojen Baseni Güncel Sıcaklık Gradyanı Dağılımı (Çoban, 2004).

basınçlı kuşaklar, hızlı sedimantasyonla, içlerindeki suyu atmaya fırsat bulamadan gömülmüş, kumtaşlarından oluşmaktadır. Kuzgun Formasyonu'nun birbiri üzerinde paketler halinde gelen yüksek basınçlı bu kumtaşları, yüksek sıcaklık, basınçlı ve göreceli olarak düşük tuzluluk değerlerine sahip bir kuşak oluşturmaktadırlar (Dickey, 1982). Böylesi kuşaklar, yüksek gözenekli çökellerden oluşur ve hızlı sedimantasyonla henüz diyajenez uğramadan ve taneler arasındaki suyu atmadan üzerleri geçirimsiz tabakalarla örtülmektedir. Böylelikle üzerine binen litostatik yüke karşı koyan basınç kuşaklarını oluşturmaktadır. Yüksek basınçlı kuşaklarda, yüksek basınç ve sıcaklığın yanı sıra düşük formasyon suyu tuzluluk değerlerine sahiptir. Su yüzdelerinde düşüş olmayışı ve buna bağlı anyon ve katyon yüzdesinin artmaması nedeniyle su içinde toplam çözülmüş madde (tuzluluk)

miktarının eriyik içinde artmayışından kaynaklanmaktadır (Dickey, 1982).

Adana Neojen Baseni'nde sıcaklık gradyanının düşük olmasında Toros Platformu üzerine Alt Kretase'den itibaren Tetis'in kuzey kolunun kapanmasıyla, kuzeyden yerleşen ofiyolitlerin ve devamında allokton birimlerin birbiri üzerine dilimlerle bindirmesiyle kalınlaşan temelin yapısal konumunun önemli rolü vardır. Zira Basen temelinin yapısal konumu ısı akışını engellemiştir. Bu tip temel üzerinde gelişen basenlerde ısı akışı değerlerinin dünya ortalamasının altında 60-40 mw/m² aralığında yer almaktadırlar (Mayers, 1991).

4. İSKENDERUN NEOJEN BASENİ SICAKLIK GRADYAN DEĞERLENDİRMESİ

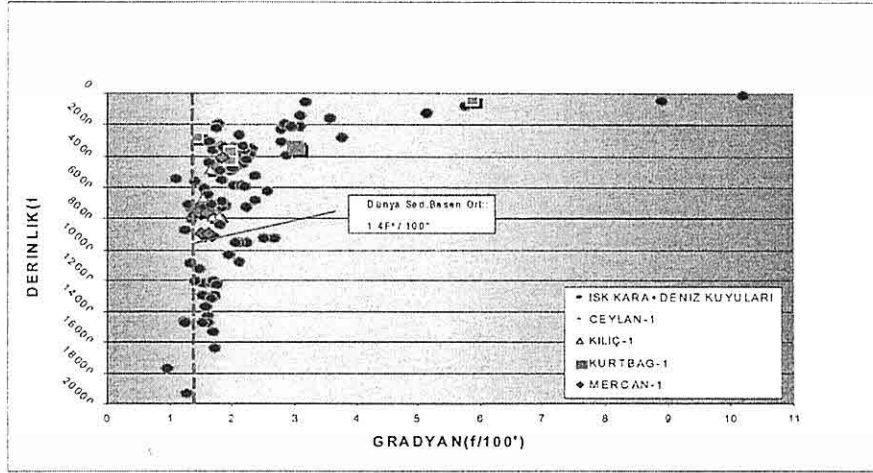
İskenderun Baseni kara ve deniz alanlarında açılan kuyulardaki KDS

değerlerinden hesaplanan SFS ve sıcaklık gradyanı değerleri hemen her derinlikte yüksektir (Şekil 4). İskenderun Baseni'nde yanal atımlı fayların oluşturduğu mekanizmalar, basenin oluşumundan (Orta Miyosan) itibaren çeşitli dönemlerde kabuğun kırılarak Astenosfer'in yükselmesine ve deniz altı teolitik bazaltların (plato bazaltlar) yayılmasına sebep olmuştur. Saha jeolojisi çalışmalarında, teolitik bazaltların sedimanter kolonun tabanındaki Kalecik taban konglomeraları için kaynak malzeme ve resifal nitelikli Horu kireçtaşlarının gelişimi için uygun paleotopoğrafik yükselimler oluşturduğunu görülmektedir. Doğrultu atımlı fay hareketlerine bağlı olarak kabuğun kırılması ve astenosferin yükselmesi ve bazalt çıkışlarına Kuvaterner'e kadar uzanmaktadır (Deli Halil Volkanikleri). İskenderun Neojen Baseni kara'dan deniz alanlarına doğu-batı yönünde genişleyerek uzanır. İskenderun körfezinde deniz tabanında manyetik haritalarında da KD-GB uzanımlı büyük bir anomali yer almaktadır. Manyetik verilerin yorumlanmasıyla deniz altında ve Neojen Basen tabanına görülen seviyenin manyetik duyarlılığı (süseptibilitenin) ofiyolit ve genç çökellerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Kara alanlarında doğrultu atımlı faylarla ilişkili magmatik çıkışların benzeri manyetik cevabı bilinmektedir. Bu nedenle basendeki doğrultu atımlı fayların deniz alanlarında benzeri hareketlerle Astenosfer'i yükselttiğini düşündürmektedir.

Arazi çalışmaları, kara-deniz

alanlarında kuyu ve sismik verilerinin jeolojik yorumuyla İskenderun Neojen Baseni temelinin birbiri üzerinde dilimlenmiş kalın ısısal iletimi zayıf ofiyolitlerden oluştuğu bilinmektedir. Ayrıca Neojen çökelleri içerisinde deniz alanlarında kalınlaşan yüksek ısısal iletkenlikleri olan Mesiniyen yaşlı evaporit ve tuz çökelleri bulunmaktadır. Özetle birbiri üzerine dilimlenerek bindirmiş kalın ofiyolitik temelin düşük ısı iletkenliği nedeniyle üzerindeki sedimanlara ısı akışını engellemesi, sedimanların içerisindeki kalın evaporit ve tuz katmanlarının yüksek ısısal iletkenleri nedeniyle, baseni soğutacakları dikkate alındığında, yüksek sıcaklık gradyanı dikkat çekicidir (Şekil 5 ve 6). Basen'de yüksek sıcaklık gradyanı için ilave etkilere gerek bulunmaktadır. Basenin transtansiyonel hareketlerle açılması ve kırılan kabuktan astenosferin yukarılara kadar yükselmesi ısınmada etkili olmuştur. Bu olasılığı manyetik duyarlılık verileride doğrulamaktadır. İskenderun Neojen Basenin'de sıcaklık gradyanı'nın yüksek olmasında bir diğer etken de, Üst Miyosen yaşlı Kızıldere Formasyonu içindeki deltayik nitelikli yüksek basınçlı kumtaşı seviyeleridir. Bu seviyeler karada açılan (Gökmeydan-1, Gökdere-5 ve Yumurtalık-1) ve denizde açılan (Gülçihan-1, Çınar-1, İskenderun Sea-1) kuyularında yaygın olarak kesilmişlerdir.

Bu kuşaklarda açılan kuyularda yapılan değerlendirmelerde Basınç Gradyanı (12-11b/gal) çok yüksek bulunmuştur (Yaşar, 1998). Hızlı sedimantasyonla taşlaşmadan ve gözenek içi suyunu atmadan killi



Şekil 5. İskenderun Neojen Baseni'nde Kuyulardan Hesaplanmış Sıcaklık Gradyan Profiline Derinlikle Değişimi (Çoban, 2004).

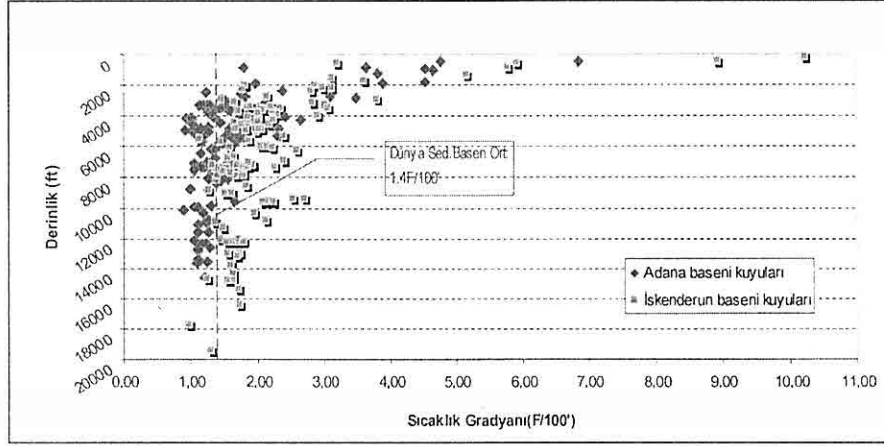
geçirimsiz örtü ile kaplanan bu seviyeler, üzerlerine binen yüke tane aralarında karşı yönde yüksek basınç kuşaklarını (Dickey, 1982) oluştururlar (Şekil 6). Bu kuşaklar düşük ısısal iletkenli iyi birer ısı taşıyıcı olarak basenin ısınmasında ikincil etkiler oluştururlar. Yüksek basınçlı kuşaklar, altlarındaki seviyeler için adeta bir battaniye görevi yaparak hem yersel ve hem de yaygın dağılımları nedeniyle, basenin belli bölümlerinde sıcaklık artışlarına neden olmuşlardır (Çoban, 2001).

4. ADANA VE İSKENDERUN NEOJEN BASENLERİNDE SICAKLIK GRADYAN PROFİLİ'NİN KARŞILAŞTIRILMALI SONUÇLARI

1) Adana ve İskenderun Neojen Basenleri'nde sıcaklık gradyan profiline

eğimi derinlikle artmaktadır. Adana Neojen Baseni'nde gradyan 5000' derinlikten sonra dünya ortalamalarının altına (1,4 F°/100') iner (Şekil 3). Düşüş, özellikle 10000 feet ve aşağısında belirginleşerek 1,0 F°/100' altına iner. Basen'in güneyinde deniz alanlarında daha da düşmektedir. Bir kaç noktada 0,9 F°/100'-0,8 F°/100' arasındadır. Bu basen'deki sıcaklık gradyanı hemen her derinlikte dünya basen ortalamalarının üzerinde olan İskenderun Baseni'yle karşılaştırıldığında çok düşüktür (Şekil 6, Çizelge 1).

2) Adana ve İskenderun Neojen Basenleri'nde 108 kuyudan elde edilen KDS ve SFS değerlerinden hazırlanan sıcaklık gradyan profili değerleri derinlikle azalan eğrisel karakterlidir. Bu eğri üzerinde her iki basende başlıca beş kuşak ayrılmaktadır. Bu kuşakların ayrımında aritmetik ort. mod, medyan, standart



Şekil 6. Adana-İskenderun Neojen Baseni Sıcaklık Gradyanı Dağılımı (Çoban, 2004).

Çizelge 1. Adana-İskenderun Neojen Basenleri Sıcaklık Kuşakları (Çoban, 2007).

		ADANA		İSKENDERUN
1-)	0-1.500 feet	Art.Ort.Gradyan	4.29 F°/100'	6.04 F°/100'
		Standart Sapma.....	1.59	2.69
		Mod.....	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı
		Medyan.....	4.54 F°/100'	5.78 F°/100'
2-)	1.500 feet-3.000 feet	Art.Ort.Gradyan.....	2.43 F°/100'	2.63 F°/100'
		Standart Sapma.....	1.14	0.80
		Mod.....	1.20 F°/100'	1.80 F°/100'
		Medyan.....	1.96 F°/100'	2.83 F°/100'
3-)	3.000 feet- 5.000 feet	Art.Ort.Gradyan.....	1.46 F°/100'	2.08 F°/100'
		Standart Sapma.....	0.44	0.38
		Mod.....	1.30 F°/100'	1.80 F°/100'
		Medyan.....	4.54 F°/100'	5.78 F°/100'
4-)	5.000 feet-10.000 feet	Art.Ort.Gradyan.....	1.41 F°/100'	1.82 F°/100'
		Standart Sapma.....	0.29	0.40
		Mod.....	1.30 F°/100'	1.60 F°/100'
		Medyan.....	1.36 F°/100'	1.78 F°/100'
5-)	10.000 feet üstü	Art.Ort.Gradyan	1.16 F°/100'	1.58 F°/100'
		Standart Sapma.....	0.10	0.24
		Mod.....	1.10 F°/100'	1.70 F°/100'
		Medyan.....	1.20 F°/100'	1.61 F°/100'

sapma gibi istatikselsel yöntemlerden yararlanılmıştır. Sıcaklık gradyan eğrisi her bir kuşakta farklı eğim açısına sahiptir. Aynı kuşak içinde doğrusal karakterlidir. Gradyan eğrisinin eğimi yüzeye yakın

alanlarda küçük açı olup derinlikle arttığı görülmektedir. 10.000 feet'in altında eğim açısı dike yakındır (Çizelge 1).

3) Sıcaklık gradyanı profilinin yüzeyden derine doğru düşüşünde

taşılaşma önemli bir rol oynar. Yüzeyde düşük sıkışma nedeniyle, yüksek porozite ve su içeriğine sahip düşük ısasal iletkenlikli çökellerde sıcaklık gradyanı değerleri yüksektir. Bu nedenle yüzeye yakın alanlarda yüksek gözenekli, sulu, kuşaklarda yüksek KDS değerleri ölçülmekte ve yüksek SFS ve sıcaklık gradyanı hesaplanmaktadır.

4) Adana Neojen Baseni'nde sıcaklık gradyanı yanal yönde de değişimler gösterir. Basen'in batısında, Pre Miyosen temelini bir seri basamak fayla kesildiği alanlarda dünya ortalamalarının üzerinde ya da yakınındadır. Batı kanat üzerinde gradyan değerlerinin göreceli yüksek oluşu açılma tektoniği ile gelişen basamak şeklindeki normal faylarla ısı taşınmasıyla ilişkilidir. Basenin merkezi ve güneyinde (deniz alanlarında) kalın evaporit ve tuz katmanlarının olduğu alanlarda artan ısasal iletkenliğe paralel olarak düşer. Bu alanlarda 10.000 feet altında dünya ortalamalarının çok altına 1,0 F°/100' iner (Şekil 6).

5) Adana Neojen Baseni'nin doğu kanadından, Misis yükselimine geçildiğinde sıcaklık gradyanı düşer. Bu tip yapıların gelişimleri sırasında başlangıçta kısa süreli bir ısı akışında artış (80 mw/m²) olup daha sonrada dünya ortalaması altına iner (60 mw/m²). GPS ölçümlerine göre halen yılda 2cm yükselen Misis üzerinde açılan kuyularda sıcaklık gradyanı değerleri düşüktür. Adana Baseni'nde Misis yükseliminin batısında dar kuşakta deltayık Kuzgun Formasyonu'nun yüksek gözenekli kumtaşlarında yüksek sıcaklık ve basınç

kuşağı bulunmaktadır.

6) Alt Miyosen'den itibaren gelişen Adana Baseni'ndeki düşük sıcaklık ve gradyan değerleri petrol türümü için yetersizdir. Ancak basenin özellikle transtansiyonel hareketlerle açılması sırasında ısı akışı artarak, sıcaklığı yükselmiştir. Seyhan-1 kuyusunda organik maddelerin sıcaklığa bağlı renk değişimi (spor color indeks) basenin yüksek sıcaklıklara ulaştığını yansıtmaktadır.

7) Basende Neojen çökellerinde organik maddece zengin yeterli kalınlıkta ve olgunlukta ana kaya henüz saptanmamıştır. Bazı kuyularda ve özellikle kara alanlarında organik maddece zengin kuşaklara rağmen, hidrokarbon oluşumu için sıcaklığa bağlı olgunlaşma parametresinin yeterli olmadığı görülmektedir.

8) İskenderun Neojen Baseni'nde kara ve deniz alanlarında sıcaklık gradyanı değerleri yüksektir ve 10 000 ft altında bile, dünya ortalamalarının (1,4 F°/100') üzerindedir. 5000 ft derinliğe kadar sıcaklık gradyanı dünya ortalaması üstündedir (Şekil 5).

9) İskenderun Baseni Anadolu ve Afrika plakaları arasındaki okyanusal kubuk üzerinde gelişmiştir. Afrika Kıtası'nın Permiyen'den başlayarak günümüze kadar hızlanarak devam eden kuzey yönlü hareketi, Üst Kretase'de kıtasal ve denizel kabuk çarpışması ve Eosen'de ofiyolitlerin Arap plakası üzerine bindirmesiyle sonuçlanmıştır. Genelde bir sıkışma rejimi altındaki bölgede yer alan ofiyolitik temel, bu

laboratory and field studies held in examined region.

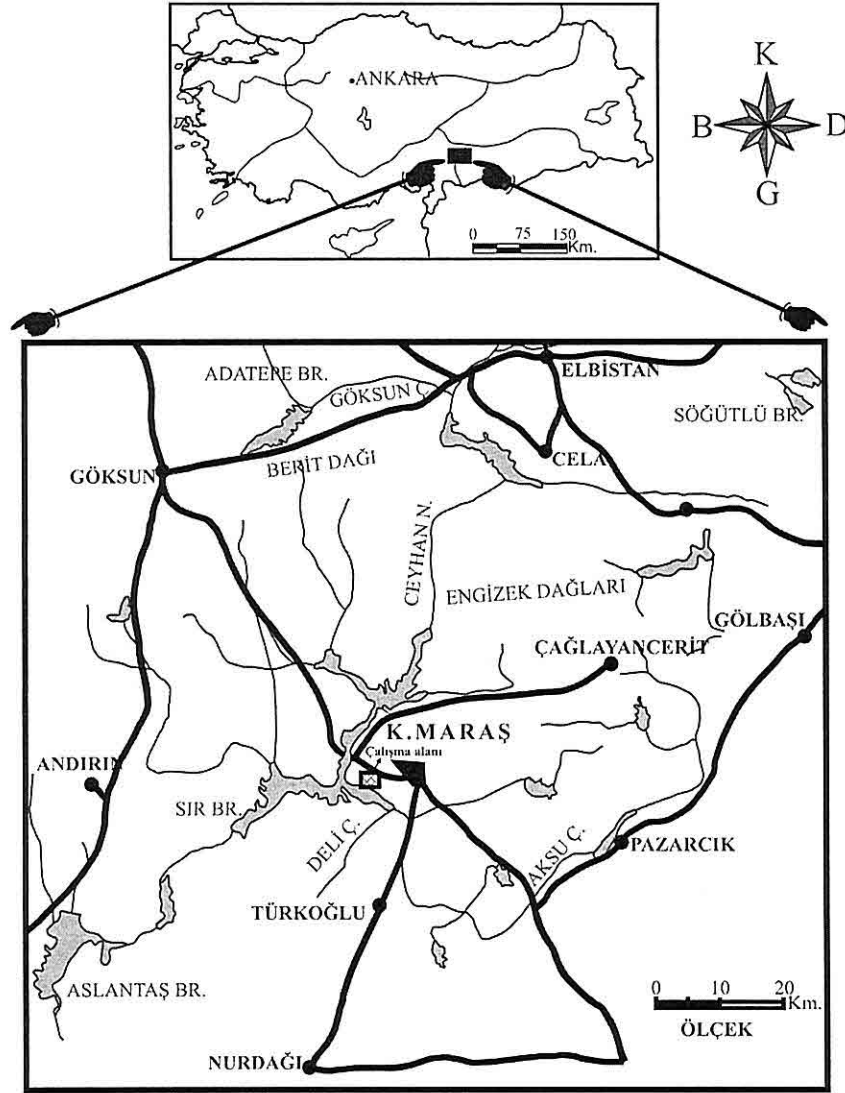
The oldest geologic unit of the study area is the Middle Miocene Yenicekale Formation, while the youngest one is the Quaternary alluvial deposits. 30 boreholes were drilled at approx. 15 m depth during the field studies. Standart penetration tests (SPT) were performed in those boreholes with different depth. Physico-mechanical properties, natural water content, natural unit weight, specific gravity, sieve analysis, Atterberg limits and uniaxial compressive strength were determined. Disturbed soil samples which were collected, along the boreholes in based on the "Unified Soil Classification System". Soils were classified as CH (high plasticity clay) and GC (clayey conglomerate). Soils can be defined after Burmister classification as "silt and clay of medium plasticity" or "silty-clay of high plasticity" and "clay of very high plasticity". After Leonard classification the degree of plasticity is from low plastic, plastic and high plastic. Consistency index indicates "hard-very hard" soil, According to liquidity index most of the clays are defined overconsolidated high degree overconsolidated.

Bearing capacity values are fixed in different depth and width with an using data obtained from SPT-N and shear strength parameters. The study area is divided into and evaluated in two different regions for suitability of settlement based on ultimate bearing capacity values (q_u) obtained from the shear strength parameters. These are important region 1 (ÖA1) and important region 2 (ÖA2).

1. GİRİŞ

Kent merkezine oldukça yakın bir uzanımına sahip olan Doğu Anadolu Fayı nedeniyle, Kahramanmaraş ili 1. derece deprem bölgesi konumundadır. Buna rağmen yapılaşmanın hızla artmakta olduğu Kahramanmaraş ve çevresinde, mühendislik jeolojisi alanında Erenoğlu (2006) ve Yelsör (2006)'da yaptığı çalışmalar dışında yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Alüvyonların taşıma kapasiteleri, içerdikleri ince malzemenin kıvamlılıkları, iri malzemenin sıklıkları, yeraltısuyu seviyesi vb. gibi bir çok etmene bağlı olarak değişmektedir (Akpınar, 2006). Var olan büyük deprem riski nedeniyle, mevcut yerleşim yerlerinde, sanayi alanında ve yeni yapılaşma alanlarının alüvyon zeminler

üzerinde planlandığı durumlarda, zemin özelliklerinin iyi ve ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ve belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı Kahramanmaraş Kavraklı Organize Sanayi Bölgesinde yer alan alüvyon zeminlerin jeoteknik özelliklerini belirlemek ve elde edilen veriler ışığında yerleşime uygunluk açısından değerlendirmektir. Çalışma alanı Kahramanmaraş - Kayseri karayolunun 13. km'sinde yolun 1 km güneyinde, Sır barajına yakın bir mesafede yer almaktadır (Şekil 1). İncelenen alan coğrafik olarak 1/25.000 ölçekli Kahramanmaraş yerleşim merkezini de içine alan Gaziantep-M37-c4 paftasının tamamını içeren, yaklaşık 350 hektarlık bir alanı kaplamakta olup,



Şekil 1. İnceleme alanı yerbulduru haritası.

içerisinde yapılmış bulunan, halen yapım aşamasında olan ve yapılması planlanan L ve K tipi fabrika binaları ile 2-3 katlı işletme binaları mevcuttur.

Saha çalışmalarında her biri 15 m derinliğinde 30 adet sondaj açılmış ve

sondajlar sırasında kesilen zeminlerde farklı derinliklerde Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapılmıştır. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü zemin mekaniği laboratuvarında,

karakteristiktir. Gölbaşı formasyonu genel olarak şeyl, killi kireçtaşı ve bu litolojiler arasında yer yer gözlenen silttaşlarından oluşmaktadır. Şeyller mavimsi-gri renkli, ince tabakalı, dayanımsız, dağılgan ve kıymıksı kırıkçı ayrışmalıdır.

Marn ve killi kireçtaşları; sarımsı-gri renkli, ince-orta tabakalı, karbonat çimentolu, orta dayanımlı, çatlaklı ve kırıklı bir yapıdadır. Tanımlanan litolojiler arasında gri renkli, ince tabakalı, gevşek tutturulmuş ve polijenik elemanlı silttaşları yer almaktadır. Baydar ve Yergök (1996), Gölbaşı civarında birim içerisinde bazı düzeylerde tüflerin yer aldığını belirtmişlerdir.

Gölbaşı formasyonu kendinden yaşlı tüm birimleri açısal uyumsuz olarak üzerlemektedir. Üzerine ise yine açısal uyumsuz bir dokanakla yamaç molozu ve alüvyonlar gelmektedir.

Baydar ve Yergök (1996), Kamışçık köyü civarından derledikleri örneklerden elde edilen faunaya dayanarak Gölbaşı formasyonuna Pliyosen yaşını vermişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, birimin tektonik kuvvetlerin kontrolü altında gelişen göl yada bataklık alanlarında çökeldiğini öne sürmüşlerdir.

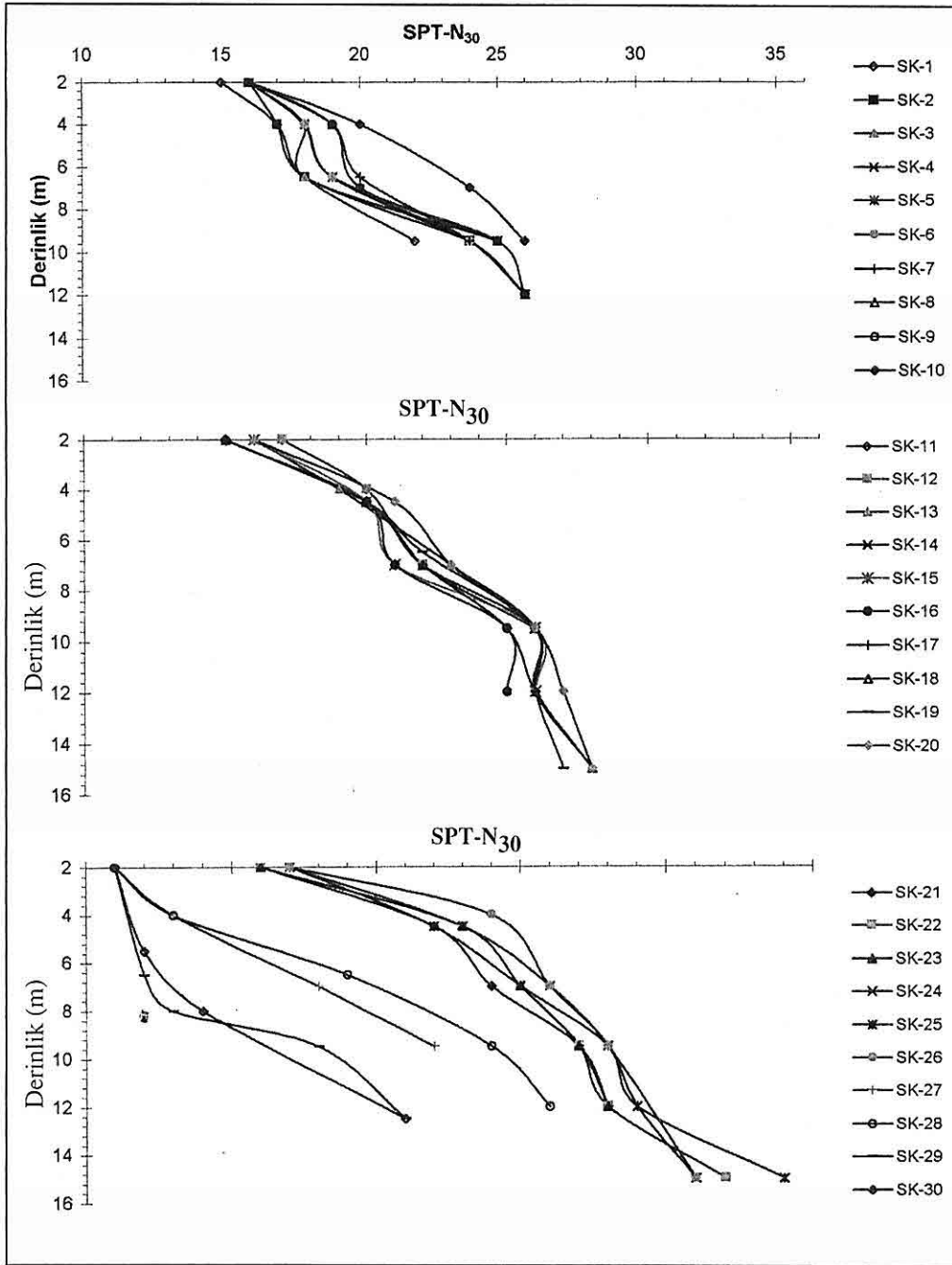
İnceleme alanındaki en genç çökeltim Kuvaterner yaşlı alüvyonlar tarafından temsil edilmektedir. Akarsuların vadilerinde ve düzlüklerinde çökelmiş olan alüvyonlar, genel olarak az tutturulmuş blok, çakıl, kum, silt ve mil boyutunda malzemelerin oluşturduğu bir litoloji sunmaktadır. Birim inceleme alanında gri, açık gri renkli, olgun ve az olgun polijenik taneli, çoğunlukla çakıl ve

kum, yer yer ise kil düzeyleri içermekte, çakıl ve kum düzeyleri yanal ve düşey yönde iç içe kamalanmaktadır. İnceleme alanının güneybatısında yer alan Aksu çayı yatağında gelişen alüvyonal çökeltim zengin inşaat kumu rezervi olarak değerlendirilmektedir.

3. ZEMİNLERİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanındaki birimlerin jeoteknik özelliklerini belirlemek için farklı noktalarda açılmış 30 adet sondaj kuyusundan (SK) alınan örselenmiş örneklerden yararlanılmıştır. yapılan sondajlarda yeraltısuyuna rastlanılmamıştır. Sondaj çalışmaları sırasında açılan her sondaj kuyusunda farklı derinliklerde SPT yapılmıştır. SPT-N darbe sayısı değerinin her sondaj noktası için derinlikle değişimi Şekil 3'te verilmiştir. Genel olarak tüm sondaj noktalarında SPT-N değerinin derinlikle arttığı gözlenmiştir. Laboratuvarında sondajlardan alınan örselenmiş örneklerin doğal su içeriği, doğal birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, dane boyu dağılımı, kıvam limitleri, tek eksenli sıkışma dayanımı gibi fiziksel ve mekanik özellikleri ASTM D 854-00 (2001), ASTM D 2937-00 (2001), ASTM D 4643-00 (2001), ASTM D 422-98 (2001), ASTM D 4318-00 (2001), ASTM D 2166-00 (2001), standartlarına göre saptanmıştır.

Zemin örneklerinin doğal birim hacim ağırlık değerleri 16,68-18,34 kN/m³, özgül ağırlık değerleri ise 24,53-25,90 arasında değişim göstermektedir. Çalışma



Şekil 3. Sondajlardan elde edilen SPT-N darbe sayısı değerlerinin derinlikle değişimi.

Çizelge 1'in devamı

Sondaj No.	Numune Derinliği (m)	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3) (γ_n)	Özgül Ağırlık (Gs)	Su içeriği (W%)	Kıvam Limitleri		PI (%)	Zemin Sınıfı USCS
					LL (%)	PL (%)		
SK-27	5.00	16.97	25.02	21	62	25	37	CH
	9.00	-	25.21	26	63	24	39	CH
	12.00	16.87	-	29	55	20	35	CH
SK-28	4.00	17.07	24.62	21	63	31	32	CH
	9.00	-	24.72	21	64	30	34	CH
	14.00	16.68	-	14	61	29	32	CH
SK-29	7.00	16.87	24.92	17	62	31	31	CH
	9.00	-	-	21	64	31	33	CH
	13.00	16.97	-	21	63	29	34	CH
SK-30	5.00	-	25.02	14	40	16	24	GC
	8.00	-	-	22	55	24	31	CH
	12.00	17.07	-	22	53	25	28	CH
USCS: Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi					PL: Plastik Limit			
LL: Likit Limit					PI: Plastisite İndeksi			

Çizelge 2. Burmister (1951) sınıflaması

Plastisite indeksi (PI%)	Plastisite Derecesi	Tanım
0	Plastik değil	Silt
1-5	Önemsiz derecede plastik	Killi silt
5-10	Düşük plastisiteli	Silt ve kil
10-20	Orta plastisiteli	Kil ve silt
20-40	Yüksek plastisiteli	Siltli kil
>40	Çok yüksek plastisiteli	Kil

Çizelge 3. Leonards (1962) sınıflaması

Plastisite indeksi (PI%)	Plastisite Derecesi
0-5	Plastik değil
5-15	Az plastik
15-40	Plastik
>40	Çok plastik

3.2. Zeminlerin Taşıma Kapasitesi

Özellikleri

Çalışma alanındaki birimlerin nihai

taşıma gücü hesabı; kayma dayanım parametrelerinden Kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) kullanılarak

Çizelge 4. İnceleme alanındaki zeminlerin sondaj derinliğine bağlı olarak Plastisite indeksi ve kıvamlilik indeksine göre değişimi ve tanımlanması.

Sondaj No.	Numune No	Plastisite İndeksi PI (%)	Burmister (1951)	Leonards (1962)	Kıvamlilik İndeksi (Ic)	Tanımlama
SK-1	3.00	28	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.46	Çok sert
	6.00	21	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.29	Çok sert
	7.00	20	Orta Plastisiteli	Plastik	1.25	Çok sert
	9.00	18	Orta Plastisiteli	Plastik	1.61	Çok sert
SK-2	3.50	38	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.08	Çok sert
	5.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.71	Çok sert
	8.00	18	Orta Plastisiteli	Plastik	1.39	Çok sert
SK-3	1.50	30	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.17	Çok sert
	3.00	29	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.10	Çok sert
	7.00	25	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.44	Çok sert
	9.00	44	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.25	Çok sert
	11.00	15	Orta Plastisiteli	Az Plastik	1.53	Çok sert
SK-4	1.50	26	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.31	Çok sert
	3.00	32	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.22	Çok sert
	6.00	21	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.33	Çok sert
	8.00	14	Orta Plastisiteli	Plastik	2.07	Çok sert
SK-5	2.00	34	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.32	Çok sert
	3.50	32	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.19	Çok sert
	7.00	23	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.52	Çok sert
	13.00	18	Orta Plastisiteli	Plastik	1.06	Çok sert
SK-6	2.00	23	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.39	Çok sert
	5.00	27	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.48	Çok sert
	9.00	17	Orta Plastisiteli	Plastik	1.29	Çok sert
SK-7	2.00	26	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.54	Çok sert
	3.00	28	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.79	Çok sert
	6.00	14	Orta Plastisiteli	Az Plastik	2.00	Çok sert
SK-8	2.00	25	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.76	Çok sert
	3.00	27	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.56	Çok sert
	4.50	25	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.24	Çok sert
	6.00	25	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.04	Çok sert
SK-9	2.00	29	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.24	Çok sert
	5.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.63	Çok sert
	9.00	23	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.30	Çok sert
SK-10	3.50	30	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.20	Çok sert
	5.00	28	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.36	Çok sert
	7.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.33	Çok sert
	9.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.29	Çok sert
SK-11	3.00	41	Çok Yüksek Plastisiteli	Çok Plastik	1.27	Çok sert
	5.00	28	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.46	Çok sert
	9.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.04	Çok sert
SK-12	3.50	23	Yüksek Plastisiteli	Plastik	0.87	Çok sert

SK-12	7.00	23	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.43	Çok sert
	10.00	22	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.23	Çok sert
	11.00	21	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.14	Çok sert
SK-13	3.50	32	Yüksek Plastisiteli	Plastik	0.97	Sert
	8.00	25	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.36	Çok sert
	10.00	22	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.36	Çok sert
SK-14	2.00	30	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.40	Çok sert
	7.00	25	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.32	Çok sert
	10.00	27	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.41	Çok sert
SK-15	1.50	31	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.71	Çok sert
	3.00	29	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.72	Çok sert
	6.50	22	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.59	Çok sert
	10.00	17	Orta Plastisiteli	Plastik	1.59	Çok sert
SK-16	2.00	34	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.32	Çok sert
	4.00	25	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.76	Çok sert
	8.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.79	Çok sert
SK-17	4.00	43	Çok Yüksek Plastisiteli	Çok Plastik	1.47	Çok sert
	5.00	23	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.52	Çok sert
	9.00	17	Orta Plastisiteli	Plastik	1.53	Çok sert
	13.00	23	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.57	Çok sert
SK-18	2.00	37	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.11	Çok sert
	5.00	27	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.63	Çok sert
	14.50	28	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.18	Çok sert
SK-19	3.00	33	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.30	Çok sert
	5.00	27	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.63	Çok sert
	9.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.17	Çok sert
SK-20	2.00	26	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.85	Çok sert
	3.00	23	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.78	Çok sert
	9.00	26	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.08	Çok sert
	14.50	29	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.14	Çok sert
SK-21	2.00	29	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.03	Çok sert
	3.00	27	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.70	Çok sert
	9.00	28	Yüksek Plastisiteli	Plastik	0.71	Sert
	11.50	26	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.27	Çok sert
SK-22	2.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	0.92	Sert
	3.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.75	Çok sert
	9.00	20	Orta Plastisiteli	Plastik	1.80	Çok sert
	14.50	18	Orta Plastisiteli	Plastik	1.83	Çok sert
SK-23	3.00	31	Yüksek Plastisiteli	Plastik	0.84	Sert
	5.00	28	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.71	Çok sert
	9.00	36	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.31	Çok sert
	11.50	26	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.00	Sert
SK-24	2.00	35	Yüksek Plastisiteli	Plastik	0.86	Sert
	3.00	25	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.84	Çok sert
	9.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.13	Çok sert
SK-25	2.00	36	Yüksek Plastisiteli	Plastik	0.92	Sert

Çizelge 4'ün devamı

SK-25	7.00	21	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.95	Çok sert
	9.00	35	Yüksek Plastisiteli	Plastik	0.97	Sert
	14.50	30	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.30	Çok sert
SK-26	3.00	28	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.11	Çok sert
	5.00	25	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.80	Çok sert
	9.00	30	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.00	Sert
SK-27	5.00	37	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.11	Çok sert
	9.00	39	Yüksek Plastisiteli	Plastik	0.95	Sert
	12.00	35	Yüksek Plastisiteli	Plastik	0.74	Sert
SK-28	4.00	32	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.31	Çok sert
	9.00	34	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.26	Çok sert
	14.00	32	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.47	Çok sert
SK-29	7.00	31	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.45	Çok sert
	9.00	33	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.30	Çok sert
	13.00	34	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.24	Çok sert
SK-30	5.00	24	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.08	Çok sert
	8.00	31	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.06	Çok sert
	12.00	28	Yüksek Plastisiteli	Plastik	1.11	Çok sert

Çizelge 5. Zeminlerin kıvamlilik indeksine göre sınıflaması (Ulusay, 2001).

Kıvamlilik indeksi (I _c)	Tanımlama
<0	Akışkan (Çamur)
0-0.25	Çok yumuşak
0.25-0.50	Yumuşak
0.50-0.75	Yarı sert (sıkı)
0.75-1.00	Sert
>1.00	Yarı katı (çok sert)

Terzaghi (1943) tarafından önerilen eşitlikten ve sondajlardan elde edilen Standart Penetrasyon Deneyi Darbe sayısı (SPT-N) değerleri kullanılarak Mayerhof (1956) tarafından önerilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. İnceleme alanında daha önce yapılmış olan yapılar ve ön proje raporlarından yararlanılarak

hesaplamalarda, temel tipi mütemadi (şerit) temel, temel derinliği (D) 2m ve 4m olarak; temel genişliği (B) ise 4m, 8m ve 12m olarak alınmıştır (inceleme alanındaki bina ve fabrika türü yapılar, kullanılan bu temel derinlikleri ve genişliklerinde inşa edilmiştir).

İnceleme alanındaki zeminlerin kayma dayanım parametrelerine bağlı nihai taşıma gücü Terzaghi (1943) tarafından önerilen eşitlik 1 kullanılarak belirlenmiştir.

$$q_{\text{mihai}}(q_d) = k_1 c N_c + \gamma D_f N_q + k_2 \gamma B N_\gamma \quad \text{E-1}$$

Bu bağıntılarda:

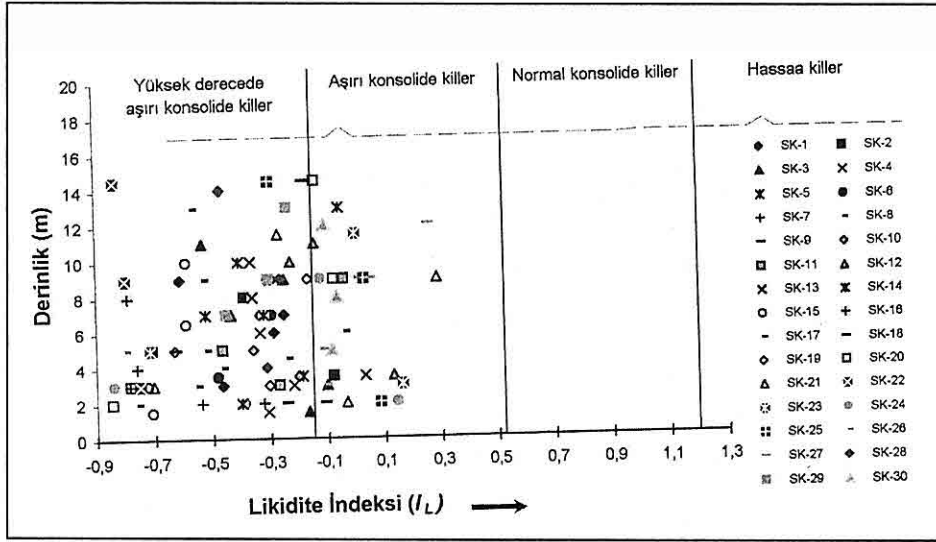
γ : Zeminin birim hacim ağırlığı

B : Temel genişliği

D_f : Temel derinliği

c : Kohezyon

K_1 ve K_2 : Taban tabanı şekline bağlı katsayılar



Şekil 4. Zemin numunelerinin likidite indeksine göre sınıflandırılması (Reminger ve Rutluge, 1952; Means ve Pecher, 1963) ve derinlikle likidite indeksinin değişimi.

N_c , N_q , N_γ : temel tabanı altındaki zeminin içsel sürtünme açısına bağlı taşıma gücü katsayıları.

Hesaplamalarda laboratuvarında elde edilen doğal birim hacim ağırlık ve tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri kullanılmıştır (Çizelge 6). Kohezyonlu zeminlerde, kil temel zemini, kuruma meydana gelmesi hali dışında, daima kapiler su ile doygun kabul edilebilir, bu durumda örnek drenaja müsaade edilmeden yüklenirse kohezyon (c) tek eksenli sıkışma dayanımının (q_u) yarısına eşit olacaktır (Kumbasar ve Kip 1999). Laboratuvarında elde edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerlerinden yararlanılarak eşitlik 2'de verildiği gibi kohezyon değerleri belirlenmiştir (Çizelge 6).

$$c = q_u / 2 \quad E-2$$

içsel sürtünme açısı (ϕ) = 0

$\phi = 0$ için $N_c = 5.7$, $N_q = 1$, $N_\gamma = 0$
Şerit temel için $K_1 = 1$, $K_2 = 0.5$ olarak alınmıştır.

Tüm bu parametreler kullanılarak her sondaj noktası için farklı temel derinliği ve genişliği için nihai taşıma gücü değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 6).

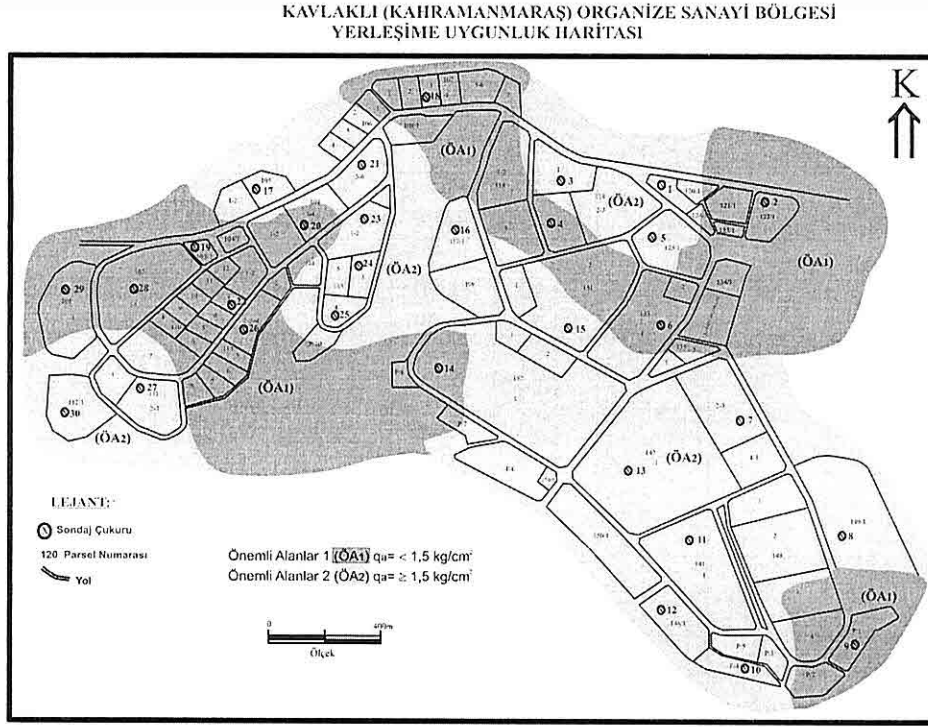
Emin taşıma gücü değeri eşitlik 3'te verilen güvenlik katsayısına bağlı olarak belirlenmiştir.

$$q_a = q_d / G_s \quad E-3$$

Emin taşıma gücü (Zemin emniyet gerilmesi) (q_a) hesaplamalarında genel olarak sığ temellerin dizaynı için bina tipi yapılarda minimum güvenlik katsayısının (G_s) 3 alınması tavsiye edilmiştir (Ulusay,

Çizelge 6. Her sondaj noktası için, Kayma dayanımı parametrelerine göre elde edilmiş nihai taşıma gücü (q_d) ve emin taşıma gücü (q_a) değerleri.

Sondaj No.	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)(γ_n)	q_u (kg/cm^2)	c (kg/cm^2)	Df =2 q_d kg/cm^2	Df =2 q_a kg/cm^2	Df =4 q_d kg/cm^2	Df =4 q_a kg/cm^2
SK-1	18.15	1.45	0.73	4.53	1.51	4.89	1.63
SK-2	17.37	0.99	0.50	3.20	1.07	3.55	1.18
SK-3	17.46	1.48	0.74	4.57	1.52	4.92	1.64
SK-4	17.85	1.43	0.72	4.46	1.49	4.82	1.61
SK-5	17.92	-	-	-	-	-	-
SK-6	17.76	1.43	0.72	4.46	1.49	4.82	1.61
SK-7	17.12	1.48	0.74	4.56	1.52	4.90	1.63
SK-8	17.02	1.46	0.73	4.50	1.50	4.84	1.61
SK-9	17.32	1.44	0.72	4.45	1.48	4.80	1.60
SK-10	17.52	-	-	-	-	-	-
SK-11	17.66	1.49	0.75	4.63	1.54	4.98	1.66
SK-12	17.51	-	-	-	-	-	-
SK-13	-	-	-	-	-	-	-
SK-14	17.32	1.42	0.71	4.39	1.46	4.74	1.58
SK-15	17.07	-	-	-	-	-	-
SK-16	17.00	1.51	0.76	4.67	1.56	5.01	1.67
SK-17	16.92	1.48	0.74	4.56	1.52	4.89	1.63
SK-18	17.32	1.44	0.72	4.45	1.48	4.80	1.60
SK-19	17.12	1.4	0.70	4.33	1.44	4.67	1.56
SK-20	17.27	1.4	0.70	4.34	1.45	4.68	1.56
SK-21	17.37	1.49	0.75	4.62	1.54	4.97	1.66
SK-22	16.73	1.44	0.72	4.44	1.48	4.77	1.59
SK-23	17.17	-	-	-	-	-	-
SK-24	17.00	1.45	0.73	4.50	1.50	4.84	1.61
SK-25	17.02	1.45	0.73	4.50	1.50	4.84	1.61
SK-26	17.12	1.43	0.72	4.45	1.48	4.79	1.60
SK-27	16.92	1.45	0.73	4.50	1.50	4.84	1.61
SK-28	16.88	1.41	0.71	4.39	1.46	4.72	1.57
SK-29	16.92	1.41	0.71	4.39	1.46	4.72	1.57
SK-30	17.07	1.45	0.73	4.50	1.50	4.85	1.62



Şekil 5. Kavlaklı (Kahramanmaraş) Organize Sanayi Bölgesi yerleşime uygunluk haritası.

azalacağı ve gerekli önlemler alınmaması durumunda ise zemin ve üzerindeki yapılarda önemli sorunlar oluşabileceği düşünülmektedir. Her iki alanda da yüzey sularını drene edecek sistemlerin yapılması ve az katlı binaların inşa edilmesi önerilir. Parsel bazında yapılacak etütlerde zemin tanımlamaları ve jeoteknik hesaplamalar ayrıntılı olarak verilmelidir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, oldukça yoğun yapılaşma faaliyetleri sürdürülen Kahramanmaraş ili Kavlaklı Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan zeminlerin

fiziksel ve mekanik özellikleri ve yerleşim açısından risk oluşturacak alanların belirlenmesi ile daha sonra yapılacak olan ayrıntılı çalışmalara yönelik bir altlık oluşturulması amaçlanmıştır.

Zemin numunelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinden doğal su içeriğinin % 6 – 35 , doğal birim hacim ağırlık değerinin $16,68-18,34 \text{ kN/m}^3$ ve özgül ağırlık değerinin ise $24,53-25,90$ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemine göre, zeminlerin "killi çakıllar" (GC) sınıfı iri taneli zeminler ile "yüksek plastisiteli killer" (CH) sınıfı ince taneli

zeminlerden oluştuğu belirlenmiştir. Burmister sınıflamasına göre "orta plastisiteli kil ve silt", "yüksek plastisiteli siltli kil" ve "çok yüksek plastisiteli kil", Leonards sınıflamasına göre ise "az plastik-plastik-çok plastik" zeminler olarak tanımlanmıştır. Kıvamlılık indeksine göre zeminler "sert-çok sert", Likidite indeksine göre zeminler çoğunlukla "yüksek derecede aşırı konsolide killer" ve "aşırı konsolide killer" olarak tanımlanmıştır.

Güvenlik katsayısı 3 alınarak emin taşıma gücü değerleri zemin kayma dayanımı parametrelerine bağlı olarak Df=2 için 1,07-1,56 kg/cm² ; Df=4 için 1,18-1,67 kg/cm² arasında olduğu belirlenmiştir. SPT-N değerleri kullanılarak yapılan hesaplamalarda B=4, Df=2 için 1,62-2,81 kg/cm²; B=8, Df=2 için 1,40-2,43 kg/cm²; B=12, Df=2 için 1,33-2,31 kg/cm²; B=4, Df=4 için 1,85-3,20 kg/cm²; B=8, Df=4 için 1,51-2,61 kg/cm²; B=12, Df=4 için 1,40-2,43 kg/cm² arasında olduğu tespit edilmiştir.

Kavlaklı organize sanayi bölgesinde yerleşime uygunluk açısından iki alan ayırt edilmiştir. Bunlar Önemli Alanlar 1 (ÖA1) ve Önemli Alanlar 2 (ÖA2) dir. Her iki alanda da yapılacak yapılarda İnceleme alanının 1. dereceden deprem bölgesinde yer almasından dolayı, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı "Afet Bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmelik" esaslarına uyulması gerekmektedir.

5. KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü

İmam Üniversitesi Araştırma Birimi Başkanlığı ve Tübitak tarafından 104V341 no'lu proje ile desteklenmiştir.

6. KAYNAKLAR

Akpınar, K., 2006. *İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüdlerde En Çok Karşılaşılan Jeolojik Birimler ve Sorunlu Zeminlerin Yerleşime Uygunluk Açısından Değerlendirme Çalışmaları, Mühendislik jeolojisinde Çağdaş Uygulamalar Sempozyumu, 25-27 Mayıs, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, s.523-532.*

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2001. Standart Test Method for Particle-Size Analysis of Soils, Vol. 04.08 Soil and Rock, D 422-98.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2001. Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) Content of Soil by the Microwave Oven Heating, Vol. 04.08 Soil and Rock, D-4643-00.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2001. Standart Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils, Vol. 04.08 Soil and Rock, D 4318-00.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2001. Standart Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil, Vol. 04.08 Soil and Rock, D 2166-00.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2001. Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System), Vol. 04.08 Soil and Rock, D-2487 -00.

- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2001. Standard Test Method for Density of Soil in Place by the Drive-Cylinder Method, Vol. 04.08 Soil and Rock, D-2937 -00.*
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2001. Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer, Vol. 04.08 Soil and Rock, D-854 -00.*
- Baydar, O., Yergök, A.F. 1996. Güneydoğu Anadolu-Kenar Kıvrım Kuşağı-Amanos Dağları Kuzeyi ve Doğu Torosların Jeolojisi. Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 90s (yayınlanmamış).*
- Bolat, B., Gürpınar, O., ve Yalçın, M.N., 2005. İstanbul Ömerli'deki Alüvyal Zeminin Jeoteknik Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Müh.Fak. Yerbilimleri Dergisi, C.18, S.1, İstanbul.s 95-11.*
- Burmister, D.M., 1951. Identification and Clasification of Soil - An Apprasial and Statement of Principles, ASTM STP 113, Amer. Soc. For Test and Mat., Philadelphia, 3-24, 85-91.*
- Cırık, S., 2007. Kahramanmaraş Kavraklı Organize Sanayi Bölgesinin Zemin Parametrelerinin Belirlenmesi Ve Değerlendirilmesi, KSU Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, K.Maraş, 126s, (yayınlanmamış).*
- Craig, R.F., 1987, Soil Mechanics, Department of Civil Engineering, University of Dundee, Van Nostrant Reinhold (UK) Co.LTD., 410p.*
- Erenoğlu, C., 2006. Kahramanmaraş Doğu ve Kuzeydoğu Kesimlerinin Mühendislik Jeolojisi Özellikleri, KSÜ Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl. Fen Bilimleri Ens., Yüksek Lisans Tezi, K. Maraş, 122 s, (yayınlanmamış).*
- Kumbasar, V., ve Kip, F., 1999. Zemin Mekaniği Problemleri, Çağlayan Kitapevi, İstanbul, 671s.*
- Leonards, G.A., 1962. Foundation Engineering, Mc. Graw Hill Book Comp. 1136p.*
- Meyerhof, G. G., "Shallow Foundations", JSM FD ASCE Vol 91, 21-31, 1956.*
- Means WE, Parcher JV (1963) Physical Properties of Soils. Charles E. Merrill, Columbus, Ohio, 476 pp.*
- Reminger JF, Rutledge PC (1952) Use of Soil Mechanics Data in Correlation and Interpretation of Lake Agassiz Sediments. J Geol 60(2) : 160-180p.*
- Şekercioğlu, E., 1998. Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, 28, Ankara, 229s.*
- Terzaghi, K., 1943. Theoretical Soil Mechanics, Wiley, Newyork.*
- Ulusay, R., 2001. Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, no: 38, Ankara, 243s.*
- Yeleser, L., 2006. Kahramanmaraş ve Yakın Kuzeyinin Mühendislik Jeolojisi Özellikleri, KSÜ Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl. Fen Bilimleri Ens., Yüksek Lisans Tezi, K. Maraş, 109 s, (yayınlanmamış).*

KENTSEL GELİŞİM VE YERLEŞİM PLANLAMALARINDA ZEMİN DİNAMİK DAVRANIŞ ÖZELLİKLERİNİN ÖNEMİ: ADANA İLİ ÖRNEĞİ

İbrahim ÇOBANOĞLU

PA.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli/Türkiye

ÖZET: Zeminlerin, tekrarlı kayma gerilmelerine maruz kaldığı durumlarda, statik özellikleriyle birlikte dinamik özelliklerinin de belirlenmesi ve bilinmesi gerekir. Alüvyon gibi gevşek ve yumuşak zeminler için dinamik özellikler yapılaşma açısından çok önemlidir. Adana ili farklı litolojik birimlere sahip dört birim üzerinde kurulu bulunmaktadır. Bunlar; Handere Formasyonu (ince taneli zeminler), taraça çökelleri, kalış ve alüvyondur (tipik olarak killer). Bu birimler farklı dinamik özellikler göstermektedirler. Bu durum, 1998 Ceyhan depreminde meydana gelen hasar dağılımlarına bakıldığında anlaşılmaktadır. Bu çalışmada, Adana ili zeminlerinin kayma dalgası hızları zemin hakim titreşim periyotları, pik zemin ivmesi ve zemin büyütmesi değerleri belirlenmiştir. Bu amaçla toplam 17 adet jeofizik sismik ölçüm ve 17 adet zemin sondajı yapılmıştır. Farklı özel ve kamu kurumlarından alınarak değerlendirilen toplam 129 adet sondaj verisi coğrafi bilgi sistemi (CBS) yardımı ile değerlendirilerek yorumlanmıştır. Bu çalışma kapsamında zeminlerinin dinamik özellikleri yapılan arazi deneyleri ve korelasyonlar yardımıyla belirlenmiştir. Böylece yapı tasarımcısı bu değerleri Türkiye deprem şartnamesi tarafından önerilen tablo değerleri olmadan kullanabilir. İnceleme alanında zeminlere ait kayma dalgası hızları 179 m/sn (alüvyon) ile 1549 m/sn (taraça) arasında değişim göstermektedir. Zemin hakim titreşim periyotları ise 0.10 sn ile 0.57 sn değerleri arasında değişmektedir. 1998 Ceyhan depremi odak noktası ele alınarak hesaplanmış zemin ivmesi değerlerinin 0.292 ile 0.454 mG değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Zemin büyütme değerlerinin ise 0.22 ile 1.8 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

IMPORTANCE OF SOIL DYNAMIC BEHAVIOUR PROPERTIES ON PLANNING OF URBANIZATION SETTLEMENT AND DEVELOPMENT

ABSTRACT : Static and dynamic properties of soils must be determined and known in situations when soils are exposed to cyclic shear stresses. Dynamic properties of loose and uncemented soils like alluviums are very important for urban planning. Adana settlement area is situated on four different types of lithologies. These units are Handere Formation (fine grained soils), terrace deposits, caliche and alluvium (typically clays). These units show different dynamic properties. We can understand this condition when we look at structural damage distribution in 1998 Ceyhan earthquake.

In this study, shear wave velocity, fundamental vibration period, peak ground acceleration and soil amplification values of soils in Adana settlement area re determined. For this purpose, 17 geophysical seismic measurements and 17 soil borings have been performed. A total of 129 borehole data obtained from different private and public constitutions were evaluated by using geographical information system (GIS). Within the context of this study, dynamic soil properties of soils were determined with use field tests and correlations. Thus, construction designer can use these numerical values regardless use of table values suggested by Turkish Earthquake specification. The shear wave velocities of soils in the study area range between 179 m/s (in alluvium) and 1549 m/s (in terrace deposits). Fundamental vibration period values range between 0.10 s and 0.57 s. It is determined that the peak soil accelerations calculated due to the 1998 Ceyhan earthquake epicentre range between 0.292 and 0.454 mG values. It is determined that soil amplification values are fluctuated between 0.22 and 1.80.

1. GİRİŞ

Zeminlerin dinamik özellikleri olarak, öncelikle kayma dalgası hızı (Vs) ve kayma modülü (G) ifade edilmektedir. Ancak bu parametrelerle birlikte zemin büyütmesi, hakim titreşim periyodu ve pik zemin ivmesi değerleri de zemine ait dinamik davranış özellikleri olarak bilinmektedir. Zeminlerin kayma dalgası hızı, depremler sırasında zeminde meydana gelecek etkilerin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Sismik zonlama haritaları da genel olarak ya pik zemin ivmesi değerlerine göre ya da kayma dalgası hızlarına göre yapılmaktadırlar. Bu özelliklerin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiş laboratuvar ve arazi deneyleri de bulunmaktadır. Dinamik basit kesme ve dinamik üç eksenli kesme en yaygın laboratuvar deneyleri iken standart penetrasyon deneyi (SPT), koni penetrasyon deneyi (CPT) ve jeofizik sismik deneyler en yaygın olan arazi deneyleridir. Bu çalışma kapsamında

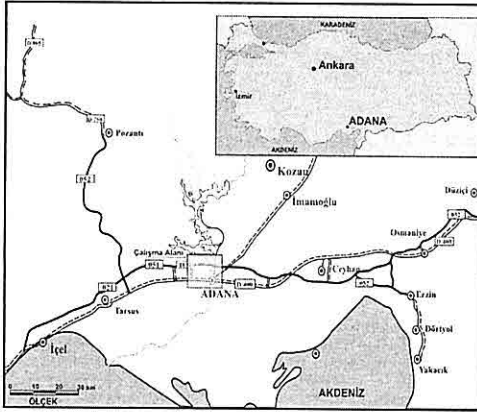
yapılan ve elde edilen SPT verileri ve sismik veriler ile yerleşim alanındaki zeminlerin kayma dalgası hızları, zemin büyütmeleri, pik zemin ivmeleri ve hakim titreşim periyodu değerleri belirlenmiş ve coğrafi bilgi sistemi ve yardımcı modül programları kullanılarak inceleme alanı için bir bölgelendirme çalışması yapılmıştır.

Bölgede daha önceden yapılmış benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte Kop vd. (1997)'nin Antakya ve civarı için, potansiyel deprem kaynaklarına göre maksimum yer ivmesini inceledikleri çalışma bu açıdan önem taşımaktadır.

2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

Adana ili, sanayileşme ve tarım potansiyeli ile hızla büyümesini sürdüren ülkemizin önemli yerleşim alanlarından biridir. Şehir, özellikle doğu ve güneydoğu bölgelerinden göç almaya devam etmektedir. Yerleşim alanı ve

yakın çevresi topoğrafik açıdan dağlık ve ovalık alan olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Genel olarak bölgede dağlık ve ovalık araziler bir arada bulunmaktadır. Dağlık araziler doğudan başlayıp kuzeye doğru uzanmaktadır. Şehir merkezini oluşturan Seyhan ve Yüreğir ilçeleri Adana ilinin ovalık kısmında yer alır ve geniş bir alan kaplarlar. Çalışma alanı, esas olarak Adana ili yerleşim alanı olup, yakın çevre olarak nitelendirilen ve halen yeni yapılaşmanın yaygın olarak devam ettiği Kuzey Adana bölgesi de çalışma kapsamında ele alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası.

2.1. İnceleme Alanının Genel Jeolojisi

Çalışma alanının da içerisinde bulunduğu geniş bir bölgenin jeolojisi çeşitli araştırmacılar tarafından detaylı olarak çalışılmıştır (Schmidt, 1961; Yetiş ve Demirkol, 1986). İnceleme alanında yer alan en yaşlı birim Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı Handere Formasyonu'dur (Şekil 2). Birden fazla litolojik birim

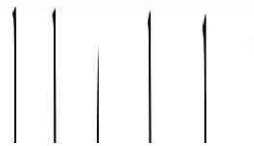
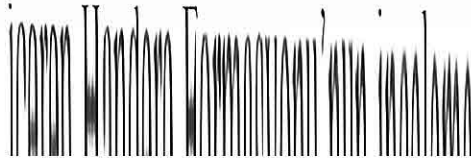
alanı içerisinde baskın olarak yüksek ve düşük plastisiteli kil grubundaki ince taneli malzemelerden oluştuğu tespit edilmiştir.

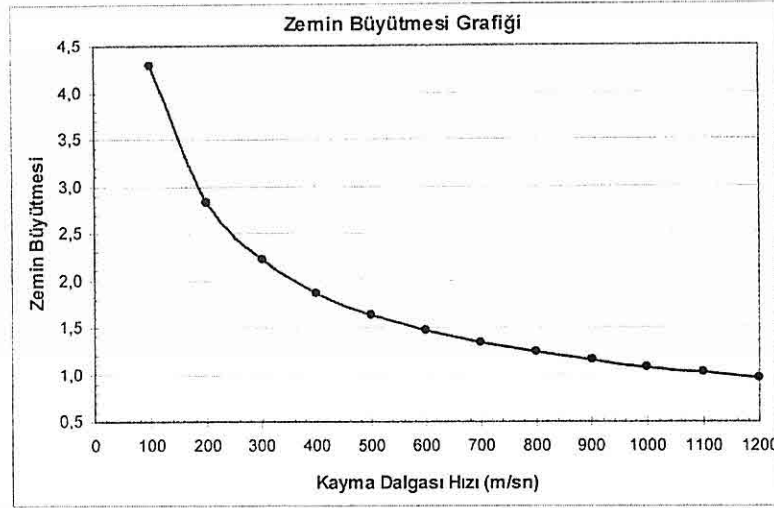
Handere Formasyonu'nun üzerine Kuvaterner yaşlı taraça ve kaliş birimleri gelmektedir. Taraça çökelleri Seyhan Nehrinin depoladığı malzemelerle temsil edilen farklı tane boyuna sahip birimlerden oluşmaktadır. Taraça çökellerinin çoğu iri çakıl ve blok boyutunda malzemelerden oluşmaktadır. Kaliş ise alt seviyelerde yumuşak, üst seviyelerde ise sert olmak üzere iki ayrı litolojide yayılım sunmaktadır.

Tüm bu birimleri ise genç alüvyon çökelleri üstlemektedir. Genel olarak, alüvyon çökellerinin çoğu kil ve silt boyutunda ince taneli malzemelerden oluşmaktadır. Bununla birlikte ince taneli malzemelerle beraber yayılım sunan ve ara seviyeler halinde yer alan kumlu ve çakıllı birimlere de rastlanmaktadır.

3. YERLEŞİM ALANI ZEMİNLERİNİN DİNAMİK DAVRANIŞ ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu bölümde, çalışma kapsamında yapılmış olan arazi deney sonuçları ele alınarak yerleşim alanındaki zeminlerinin dinamik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, zeminlerin kayma dalgası hızları, zemin büyütme hızları, pik zemin ivmeleri ve zemin hakim titreşim periyotları bulunup yerleşim alanı içindeki değişimleri bölgelendirme haritaları





Şekil 5. Midorikawa (1987) bağıntısı kullanılarak üretilmiş zemin büyütmesi grafiği.

kayma dalgası hızlarında 4.3 kata varan zemin büyütmesinin olduğu görülmektedir.

Sonuçta Şekil 6'da görülen ve yerin 6 m altı için geçerli olacak zemin büyütme haritası ortaya konulmuştur. Haritada da

ilişkilerini üretmelerine neden olmuştur.

Bu konuda henüz araştırmaların sürdürüldüğü bilinmektedir. Ülkemiz için kaydedilmiş kuvvetli yer hareketi ivmelerinin kısıtlı sayıda olmaları azalın

iliskileri konusunda diğer ülkeler

