

AKÜ FEBİD 17 (2017) 035801 (1096-1108)

AKU J. Sci. 17 (2017) 035801 (1096-1108)

DOI: 10.5578/fmbd.61858

## Temelli (Ankara) Neojen Havzasındaki Sedimanter Birimlerin Jeolojisi ve Mineralojisi ile ilgili İlk Verilerin Değerlendirilmesi

Tülay Altay<sup>1</sup>, Fuzuli Yağmurlu<sup>2</sup>, Murat Şentürk<sup>2</sup> ve Abdurrahman Murat<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.

[taltay@aku.edu.tr](mailto:taltay@aku.edu.tr)

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta.

<sup>3</sup>TKİ Genel Müdürlüğü, Ankara.

Geliş Tarihi: 31.03.2017 ; Kabul Tarihi: 30.10.2017

### Özet

İnceleme alanı Sincan ilçesine bağlı Temelli beldesi (Ankara) kuzeyini kapsar. İnceleme alanı tektonik kontrollü asimetrik bir depolanma havzası özelliği gösterir. Bölgede temel birimler Mesozoyik yaşlı şist, metakumtaşı, şeyl, tüf, bazalt ve kireçtaşından oluşur. Temel Birimler üzerine Eosen yaşlı karasal kırıntılılar ve volkanik birimler gelmektedir. Neojen yaşlı klastik, killi, dolomitik, tufitik, evaporitik ve silisifiye kayalar bölgede hâkim litolojiyi oluşturmaktadır. İnceleme alanında dört adet derin karotlu sondaj yapılmıştır. Sondajların derinliği 215.5 m, 365m, 379 m ve 641m dir. Temelli Neojen havzasında fluvial ve gölsel birimlerden oluşmuş oldukça kalın bir istif belirlenmiştir (~ 500 m). Yapılan sondaj çalışmaları ile bölgede Neojen istifi içinde ilk kez Na-sülfat, kaya tuzu ve zeolit minerallerinin varlığı belirlenmiştir. İnceleme alanından nokta örnekler ve sondaj karotlarından seçilen örneklerde mineralojik analiz yapılmış ve dolomit, kalsit, anhidrit, globerit, halit, analsim, jips, feldispat, kuvars ve kil mineralleri belirlenmiştir. Kil minerallerinden Ca-simektit, Na-simektit, illit, klorit ve kaolinit tespit edilmiştir. Havzada evaporit ve evaporit içermeyen birimlerin yanal yönde ki korelasyonları sonucunda yanal ve düşey yönde ki fasiyes değişimlerinin varlığı belirlenmiştir. Buna göre, kurak iklim periyotlarını yansıtan evaporitik birimler havzanın merkezi bölümünde kalınlaşırken, evaporit olmayan birimler daha çok havzanın doğu ve güney kenarında gözlenmiştir.

### Anahtar kelimeler

Evaporit; Kil; Simektit; Zeolit; Neojen baseni.

## Evaluation of the First Data Relating to Mineralogy and Geology of Sedimentary Units in Temelli (Ankara) Neogene Basin

### Abstract

Study area is cover of North of the Temelli settlements (Ankara). Investigation area is a tectonically controlled graben basin and contains syngenetically deposited sediments. The basement unit formed from Mesozoic aged schist, metasandstone, shale, tuff, basalt and limestone. Eocene aged terrestrial clastics and volcanic units cover the basement units. Neogene aged clastic, clayey, dolomitic, tufitic, evaporitic and silicified rocks form dominant lithology in the region. Four deep core drillings were made in the field. The thicknesses of the drills are 215.5m, 365m, 379m and 641m. Local field study was made and samples were collected from different part of the area and also deep cores. It is determined that quite a thick sequence made up of fluvial and lacustrine unit in the Temelli Neogene Basin (~ 500 m). In the basin In the study area, Na-sulphate, salt and zeolite minerals are newly determined. Dolomite, calcite, anhydrite, globerite, halite, and gypsum with feldspar, quartz, Ca-smectite, Na-smectite, illite, chlorite, kaolinite and analcime were determined by XRD. It was determined the facies development of evaporite and non-evaporite units at vertical and lateral direction. The evaporitic units reflecting the arid climate periods are thicken in the central part of the basin to the northwest, while the non-evaporitic units are observed on the eastern and southern sides of the basin.

### Key words

Evaporites; Clay; Smectite; Zeolite; Neogene basin.

## 1. Giriş

Çalışmanın konusunu oluşturan Temelli Neojen havzası, Orta Anadolu'da Ankara ili batısında yer alır. Havzada Tersiyer yaşlı volkanik, sedimanter ve volkanosedimanter kayalar geniş yer kaplamaktadır. Temelli Neojen havzası, bölgede yer alan diğer Neojen havzaları ile bağlantısı olan, tektonik kontrollü asimetric bir çöküntü alanı özelliği gösteren bir havzasıdır. Bölge Geç Kretase de başlayan orojenik hareketlerin etkisi ile dağ arası havzaya dönüşmüş ve volkanik faaliyetlerin etkisi altında kalmıştır. Havzanın oluşumuna neden olan KD-GB yönlü tektonik genişleme hareketleri zaman zaman Pliyosen'e kadar devam ederek Kuvaterner sürecinde bile görülen volkanik faaliyetlerle sonuçlanmıştır. Orta Anadolu'daki Paleosen-Eosen yaşlı volkanitler, yitim zonlarında dalma-batma olayları sonucu türemiş kalkalkalen nitelikli yay volkanizmalarıdır. Oligosen, Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı volkanikler ise, bölgede daha çok kıta içi açılmalara bağlı olarak gelişen kalkalkalen nitelikli volkanitlerdir. Volkanik getirimin fazla olduğu havza, Beypazarı havzasının güneybatı kesiminde yer alır. Çalışma alanında evaporitik istif içeren Hançili formasyonu Beypazarı havzasında bulunan Hırka formasyonu ile deneştirilmektedir. Hırka Formasyonu içinde farklı iki düzeyde mercekler halinde trona (sodyum karbonat minerali) ve aynı zamanda bitümlü şeyl ve linyit yatakları da bulunmaktadır. Türkiye'de Beypazarı trona yatağı dünyada bilinen sayılı yatlardan biridir.

Bölgedeki araştırma sondajları TKİ Kurumu (Türkiye Kömür İşletmeleri) tarafından yapılmıştır. Bu sondajlara ait karotlar bu proje kapsamında incelenmiştir. Bölgede daha önce yapılan çalışmalar, yörede ki Neojen havzalarının jeolojik, sedimantolojik, paleontolojik ve tektonik evrimine yönelik yapılmıştır (Kocadere, 2009; Demirtaş ve Adil, 2010; Temel vd. 2010, Esat, 2011; Küçükuysal, 2011; Hoşgör, 2012; Bilgin, 2009, 2014; Kaya, 2015). Bu çalışmanın amacı, sondajlarda kesilen

sedimanter birimlerin yanal ve düşey dağılımlarını, jeolojik ve mineralojik özelliklerini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Metot

İnceleme alanında çalışmanın amacına uygun olarak dört adet sondaj takip edilmiştir (T1 (641m), T2 (365m), T3 (379m) ve T4 (215.5m) (Şekil 1). Sondajlardan sistematik örnekler alınmış olup, örnekler alındığı metreya göre isimlendirilmiştir. Örneklerin mineralojik bileşimi X-ışınları difraktometresi yardımıyla belirlenmiştir. Seçilen örnekler toz haline getirildikten sonra tüm kayaç analizi ve kil boyu fraksiyonu (Normal, etilen glikollü ve 550°C'de fırınlanmış) Afyon Kocatepe Üniversitesinde TUAM laboratuvarında Shimadzu 6000 ve Bruker D8 Advance model XRD cihazları kullanılarak yapılmıştır. Normal (N) çekimi  $2\theta=2^{\circ}-70^{\circ}$ , etilen glikollü ve fırınlı çekimi  $2\theta=0^{\circ}-30^{\circ}$  aralığında yapılmıştır. Mineral tanımlamaları JCPDS (1993) kartlarından faydalanılarak yapılmıştır. Minerallerin % içerikleri kütle absorpsiyon katsayıları kullanılarak belirlenmiştir (Gündoğdu, 1982). Bu metodun nispi doğruluğu  $\pm 15$  dir.

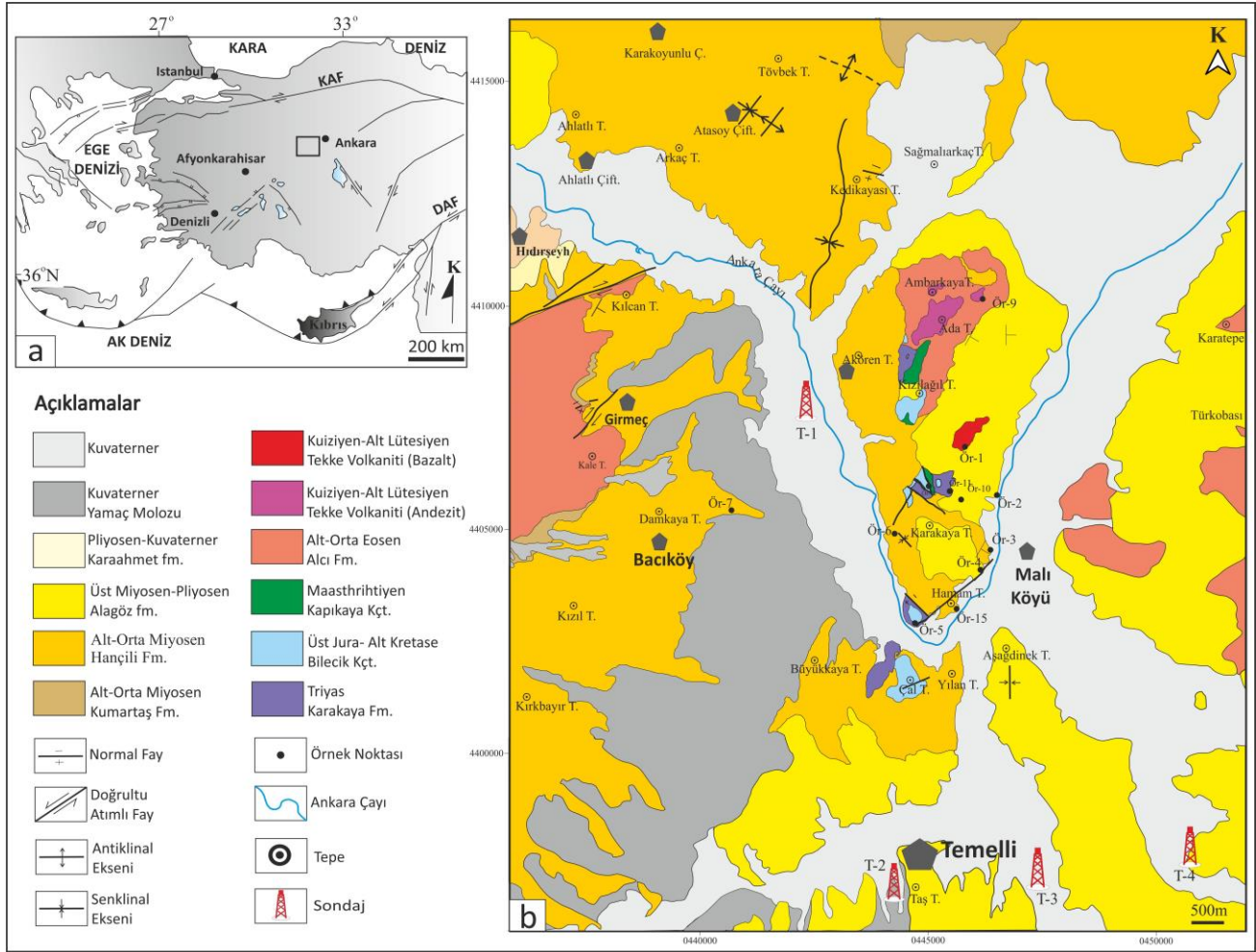
## 3. Genel Jeoloji

Çalışma alanı ve civarında Triyas'dan Kuvaterner'e kadar değişik zamanlarda oluşmuş jeolojik birimler yer almaktadır (Şekil 1b). İnceleme alanında temel kayaları büyük bölümü ile Karakaya formasyonuna ait Triyas yaşlı metamorfik kayalar oluşturur. Yörede yayılım gösteren Triyas yaşlı Karakaya formasyonu egemen olarak, alttan üste doğru, yeşil-kırmızı renkli killi şist, mika şist ve yer yer kuvars şistler ile üst kesimlerde düşük derecede metamorfizma geçirmiş kumtaşı, çakıltası, kumlu kireçtaşı, çamurtaşı, şeyl, tuf, aglomera, spilitik bazalt ile bunlara eşlik eden Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından oluşur. Bu formasyon üzerine sığ denizel ve resifal ortamda çökelmiş ve şelf tipi karbonatlardan oluşan Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Bilecik kireçtaşları uyumsuz olarak gelmektedir.

## Temelli Havzasındaki Sedimanter Birimlerin Ön Jeolojik ve Mineralojik Özellikleri, Altay vd.

Bilecik kireçtaşları üzerine uyumlu bir dokanakla, resifal kireçtaşından oluşan Maastrichtiyen (Geç Kretase) yaşlı Kapıkaya kireçtaşları gelmektedir. Her üç formasyonda inceleme alanında dar alanlarda mostra vermektedir. Kapıkaya kireçtaşlarının çökeliminden sonra bölge yükselmiş ve karasal konuma geçmiştir. Daha sonra havza tekrar çökmüş ve Bacıköyü kuzeybatısı ve Ada tepe civarında

yüzeleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Alcı formasyonunun kırıntılıları çökelmiştir. Bu sırada, çökme ile yaşıt olarak, yöredeki bazaltik ve andezitik volkanizma devam etmiştir. Bölgede Teke volkanitleri olarak bilinen kaya topluluğu, Andezit ve Bazalt olmak üzere iki üyeye ayrılmıştır. Bu volkanitler inceleme alanında Ankara çayı, Ada Tepe ve Kızılağıl Tepe civarında



Şekil 1. (a) İnceleme alanının yer bulduru haritası, (b) inceleme alanının jeoloji haritası, (Kocadere, 2009; Demirtaş ve Adil, 2010; Bilgin, 2014). Temelli Neojen havzasındaki sondaj lokasyonları (T1, T2, T3 ve T4 sondajları)

yüzelemektedir. Çalışma alanının kuzey doğusunda küçük alanlarda yüzeleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Kumartaş formasyonu Teke volkanitleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Birim çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltası, tuf ve çok az killi kireçtaşından oluşur. Genellikle kırmızı, koyu kırmızı, açık yeşil ve açık gri renklidir. İnceleme alanında yaygın birim olan ve çalışma konusunu oluşturan Alt-Orta Miyosen yaşlı Hançili formasyonu, Kumartaş formasyonu üzerine uyumlu olarak

gelmektedir. Birim, açık yeşil, beyaz, açık gri renkli, ince-orta katmanlı, killi kireçtaşı, marn, silttaşı, kiltası, kumtaşı, çakıltaşı, tuf, jips, anhidrit ve halit içeren tuzlu seviyelerin ardalanmasından oluşur. Ara seviyeler olarak kömür düzeyleri yer alır. Tüm bu çökeller fluvial ve sığ gölssel ortamlarda çökelmişlerdir. Bu çökelim sırasında volkanik etkinlikte sürmektedir. Birimin en üst bölümünde regressif çökelim ürünü olan ve yelpaze çökellerini temsil eden çakıltaşları bulunmaktadır. Hançili

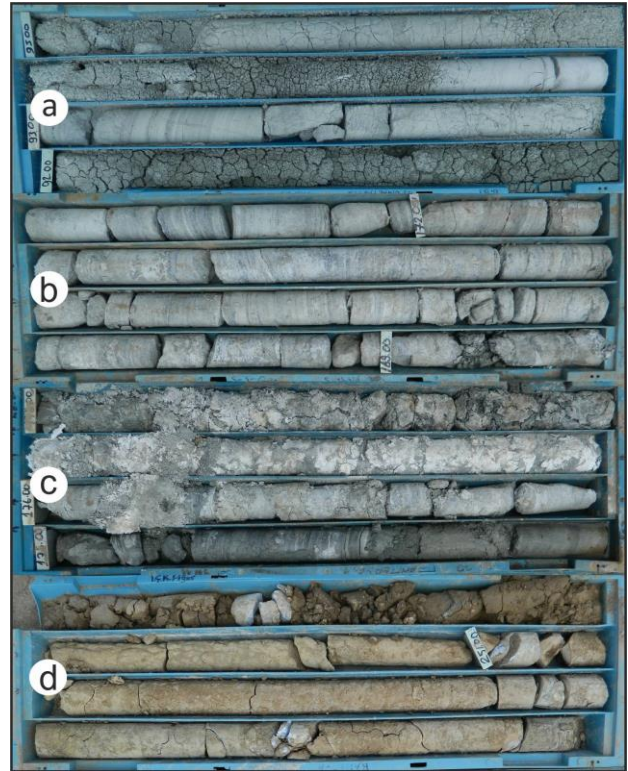
formasyonu; Orta Anadolu Bölgesinde yayılım gösteren, gölsel kireçtaşları (Erol, 1956), Orta-Üst Miyosen çökelleri (Çalğın vd., 1973), Kavaklı formasyonu (Akyürek vd., 1982; 1984), Hırka Formasyonu (Türkecan vd., 1991), ve Aktepe formasyonunun üst kesimleri (Uğuz vd., 1999) ile deneştirilebilir özelliktedir. Bu birim üzerine uyumsuz olarak Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, marn, çamurtaşı ve kireçtaşı birimlerinden oluşan Alagöz formasyonu gelmektedir. Altta yelpaze-akarsu ve az oranda gölsel katkılar içeren, sonra gölsel kireçtaşları ile devam eden birim, üst seviyelerde volkanizma ürünü piroklastikler içermektedir. Alagöz formasyonu üzerine siltaşı, kiltası, kumtaşı, çamurtaşı ve çakıltaşılarından oluşan, Pliyosen-Kuvaterner yaşlı olan ve inceleme alanında dar alanda yüzeyleyen Karaahmet formasyonu gelmektedir (Demirtaş ve Adil, 2010; Bilgin, 2014). İnceleme alanının güneybatısında yaygın olarak çökelmiş Kuvaterner yaşlı yamaç molozları ile Ayrıca Ankara çayı boyunca gözlenen alüvyonlar yöredeki en genç oluşukları meydana getirir.

#### 4. Bulgular

##### 4.1. Sondaj karotlarının litolojik özellikleri

İnceleme alanında dört adet sondaj (T1, T2, T3 ve T4) yer alır. Havzanın merkezi kesiminde bulunan T1 sondajının derinliği 641m dir. T1 sondajında oldukça kalın bir evaporit istif belirlenmiştir. Temel birimler Eosen türbiditler ve kristalize kireçtaşıdır. T-1 sondajında 60 metreye kadar pekleşmemiş kil kumlardan oluşan alüvyon malzeme kesilmiştir. 60 metreden kuyu tabanına kadar Hançili Formasyonunun fluvial ve gölsel ortamı karakterize eden birimler tanımlanmıştır. 60-90 m. Arasında zayıf pekleşmiş, açık-koyu yeşilimsi, yersel çakıllı karbonatlı kiltası tabakası gözlenmiştir. 90 ile 105 metreler arasında zayıf pekleşmiş, açık grimsi renkte yersel ince taneli kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve kiltası ara katkılı yer yer laminalı marn ardalanması

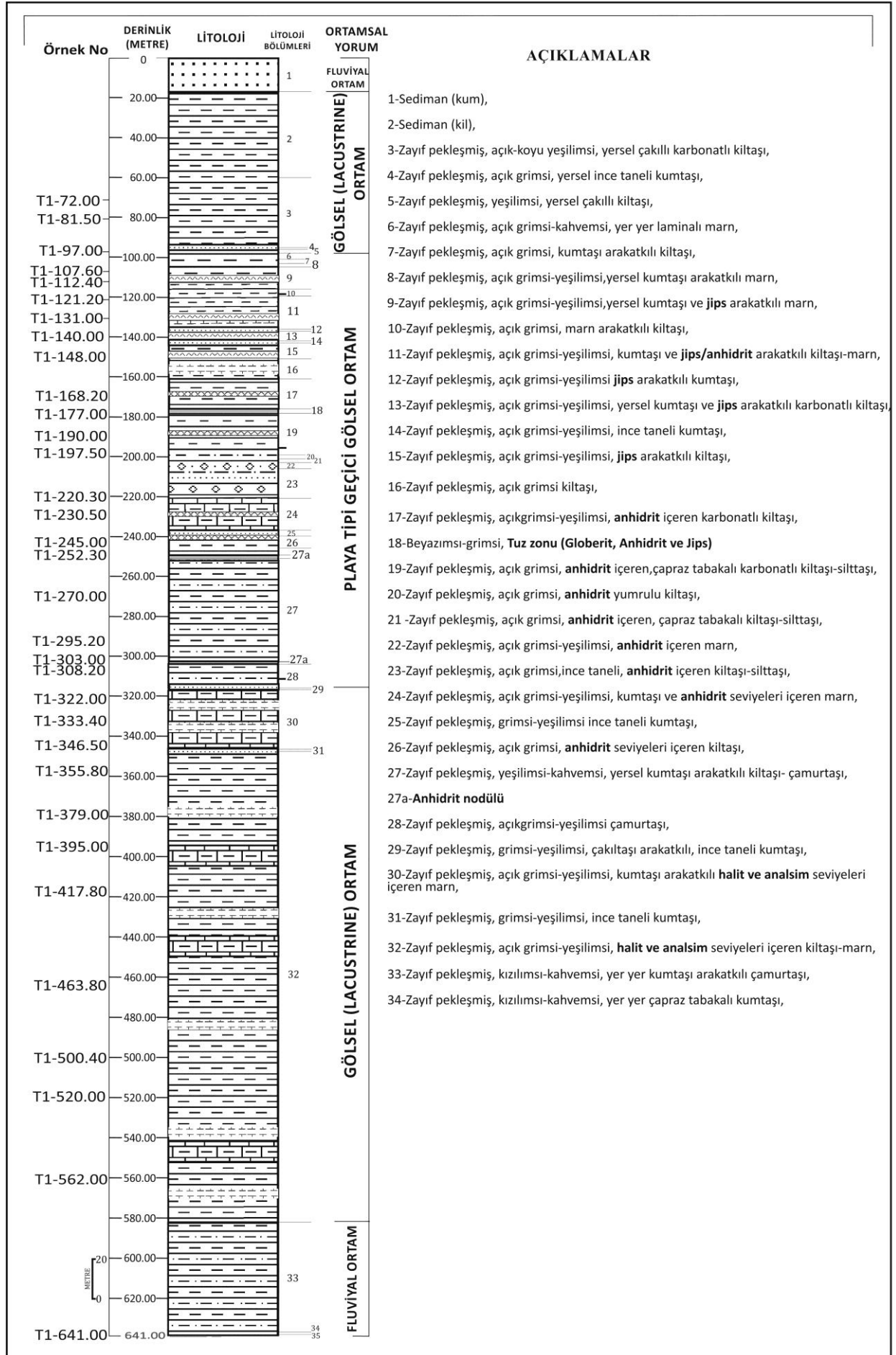
gelmektedir (Şekil 2a, 3). Bu tabakalardan sonra 105 ile 150 m.ler arasında jips ve az oranda anhidrit içeren zayıf pekleşmiş, açık grimsi-yeşilimsi marn, kiltası-marn tabakaları gelmektedir. Jipsli tabakaların arasında kiltası ve ince taneli kumtaşı tabakaları bulunmaktadır. 150 ile 160 m.ler arasında zayıf pekleşmiş, açık grimsi kiltası bulunmaktadır. 176 m.ye kadar anhidrit içeren yer yer laminalı karbonatlı kiltası bulunmaktadır (Şekil 2b). Bu tabakadan sonra 2-4 m. kalınlığında beyazımsı-grimsi renkte, bünyesinde globerit, anhidrit ve jips mineralleri bulunduran tuz zonu gelmektedir (Şekil 2c, 3).



**Şekil 2.** İnceleme alanında T-1 sondaj karotlarından görüntüler, a) kiltası, laminalı marn ardalanması, b) anhidrit bantları içeren laminalı karbonatlı kiltası, c) jips, anhidrit, globerit içeren tuz zonu, d) anhidrit nodülleri içeren kiltası-çamurtaşı.

Yaklaşık olarak 180 m.den itibaren zayıf pekleşmiş, açık grimsi, anhidrit içeren çapraz tabakalı karbonatlı kiltası-siltaşı, anhidrit yumrulu kiltası, kiltası-siltaşı, marn, kiltası tabakaları 245 m.ye kadar ardalanmış halde bulunmaktadır. 245 ila 304





Şekil 3. Temelli 1 sondajının ölçülü stratigrafik kesiti.

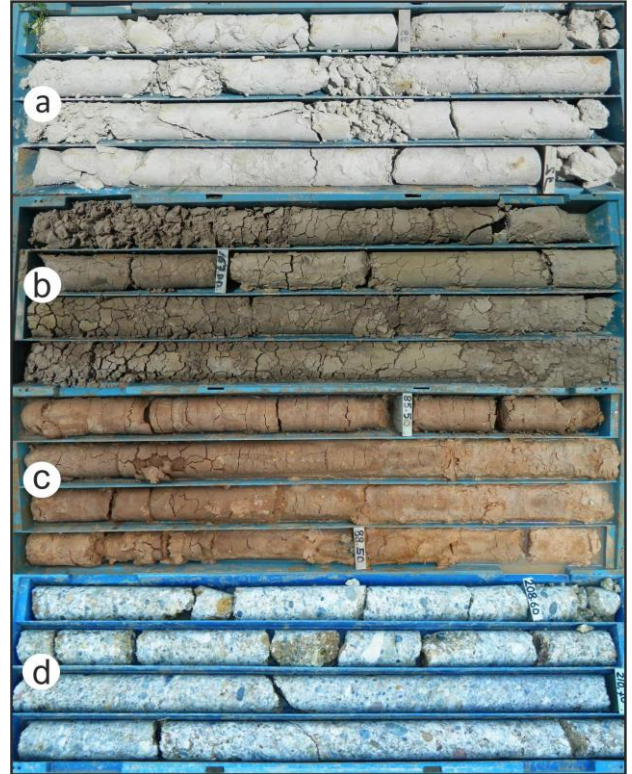
m.ler arasında zayıf pekleşmiş, yeşilimsi-kahvemsi yersel kumtaşı ara katkılı kıltaşı-çamurtaşı bulunmaktadır. Bu tabakanın başında ve sonunda anhidrit nodülleri gözlenmiştir (Şekil 2d). Anhidrit nodülünden sonra 318 m.ye kadar açık grimsi-yeşilimsi çamurtaşı ve ince taneli kumtaşı tabakaları gelmektedir. Zayıf pekleşmiş, açık grimsi-yeşilimsi, halit ve analsim seviyeleri içeren kıltaşı-marn tabakası 318 m.den 580 m.ye kadar bir devamlılık göstermektedir.

580 metreden 640 metreye kadar fluviyal ortamı karakterize eden kızılımsı-kahvemsi renkte, yer yer kumtaşı ara katkılı çamurtaşı bulunmaktadır. Çok ince bir çapraz tabakalı kumtaşı tabakasından sonra tekrar kızılımsı renkte, yer yer kumtaşı ara katkılı çamurtaşına geçiş yapmıştır (Şekil 3).

Temelli 2 sondajında Alagöz formasyonunun fluviyal ve gösel ortamlarını karakterize eden birimler tanımlanmıştır. 0-30 m kırıntılı ilerleme olmuştur. Bu seviyede kum ve kil boyu malzeme tanımlanmıştır. 30-100 m de çoğunlukla sarımsı-kahve ile beyazımsı arasında değişen kalkerli çamurtaşı, kıltaşı ve marn araldanmasından oluşan gösel istif yer almaktadır (Şekil 4a). Özellikle marn ve çamurtaşları içinde yaygın olarak gözlenen gastropodlu seviyeler ve yersel düzenli laminalanma özelliği gösteren kıltaşı arakatmanları olağandır. 100 ile 320 metre arasında sarımsı-kahve ile açık grimsi, orta ile zayıf pekleşmiş çamurtaşı, kalkerli çamurtaşı, kıltaşı, marn ve kumtaşı araldanmasından oluşan istif yer almaktadır (Şekil 4b ve Şekil 5). Bu istif içinde çakıltaşı arakatmanlar yersel olarak bulunur (Fluviyo-lacustrine istif). 320-350 metreleri arasında yeşilimsi gri, zayıf pekleşmiş, kötü boylanmalı ve yersel laminalı kumtaşı ile eşlik eden çakıltaşı arakatlıları (Fluviyal istif) gelmektedir. 350-365 m aralığında çoğunlukla, sarımsı- kahve ile açık grimsi, çok iyi pekleşmiş, kötü boylanmalı, yaygın kuvars çakıllı çakıltaşı ve yersel kumtaşı arakatlıları gözlenmiştir (Eosen yaşlı türbiditik temel kayaları).

Temelli 3 sondajında Alagöz formasyonunun fluviyal ve gösel ortamlarını karakterize eden birimler tanımlanmıştır. Temelli 3 sondajında 0-55 m arasında kırıntılı ilerleme yapılmıştır. Bu seviyede

kum ve kil boyu malzeme tanımlanmıştır. 55-157 metre arasında çoğunlukla sarımsı-kahve ile beyazımsı arasında değişen kalkerli çamurtaşı, kıltaşı ve marn araldanmasından oluşan gösel istif belirlenmiştir. Özellikle marn ve çamurtaşları içinde yaygın olarak gözlenen gastropodlu seviyeler ve yersel düzenli laminalanma özelliği gösteren kıltaşı arakatmanları olağandır (Gösel ortam). 157-350 m arasında sarımsı-kahve ile açık grimsi, orta ile zayıf pekleşmiş çamurtaşı, kalkerli çamurtaşı ve kumtaşı araldanmasından oluşan istif gelmektedir. Bu istif içinde çakıltaşı arakatmanlar yersel olarak bulunur (Fluviyo-lacustrine istif). 350-370 metreleri arasında yeşilimsi grimsi, yeşilimsi, orta çakıltaşı ile eşlik eden çakıltaşı arakatlıları gelmektedir (Fluviyal istif). 370-379 metreleri arasında ise temele ait çoğunlukla, orta ile koyu grimsi, çok iyi pekleşmiş, yaygın kalsit damarlı kireçtaşı gelmektedir (Eosen-Temel) (Şekil 5).



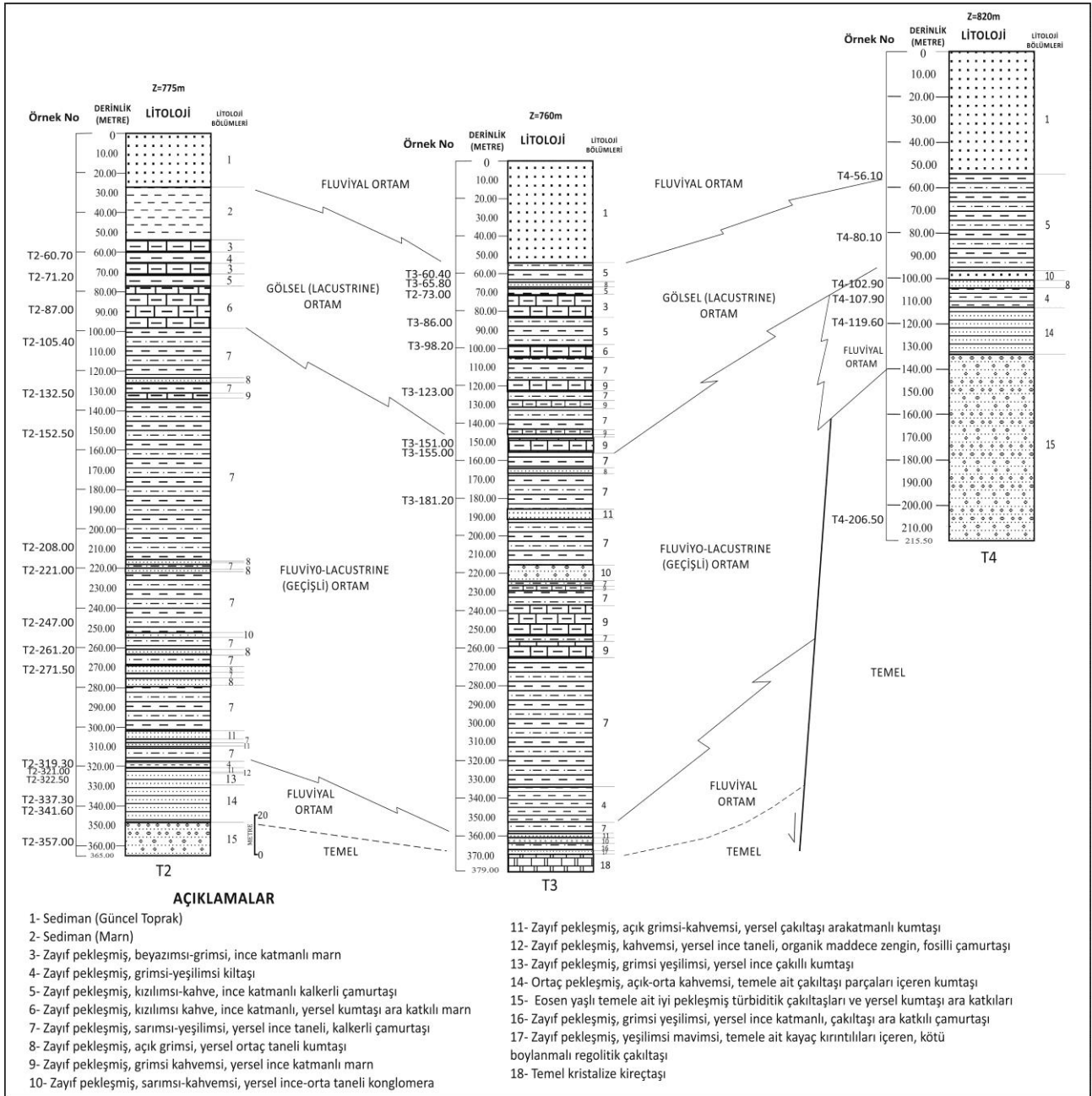
**Şekil 4.** İnceleme alanında T-2 ve T-4 sondaj karotlarından görüntüler, a) grimsi bej renkli kalkerli çamurtaşı (T2), b) açık grimsi yeşil, zayıf pekleşmiş kıltaşı (T2), c) sarımsı kahve renkli kalkerli çamurtaşı (T4), d) temele ait iyi pekleşmiş türbiditik çakıltaşı (T4)

Temelli 4 sondajında Alagöz formasyonunun fluviyal ve gösel ortamlarını karakterize eden birimler

## Temelli Havzasındaki Sedimanter Birimlerin Ön Jeolojik ve Mineralojik Özellikleri, Altay vd.

tanımlanmıştır. Temelli 4 sondajında 0-50 m arasında kırıntılı ilerleme yapılmıştır. Bu seviyede kum ve kil boyu malzeme tanımlanmıştır. 50-96 metreler arasında çoğunlukla sarımsı-kahve ile beyazımsı renkler arasında değişen ince katmanlı kalkerli çamurtaşından oluşan gösel istif belirlenmiştir (Şekil 4c ve Şekil 5). Özellikle çamurtaşları içinde yaygın olarak gözlenen gastropodlu seviyeler ve yersel düzenli laminalanma özelliği gösteren kilitaşı arakatmanları olağandır (Lacustrine ortam). 96-135 metreler arasında yeşilimsi grimsi, ortaç pekleşmiş, kötü boylanmalı ve

yersel laminalı kumtaşı, çakiltası ve zayıf pekleşmiş kilitaşı bulunmaktadır (Fluviyal istif). 135-215.50 metre arasında ise temele ait çoğunlukla, orta ile koyu grimsi, iyi pekleşmiş kumtaşı ve çakiltası ardalanması yer alır (Eosen-Temeli) (Şekil 4d ve Şekil 5). Temelli yöresinde yapılan sondajların korelasyonları, bu havzayı dolduran Neojen istifinin alttan üste doğru, transgressif ve regressif tortul serilerinden yapıldığını gösterir (Şekil 5).



Şekil 5. Temelli havzası güneyinde bulunan sondajların (T2, T3 ve T4) korelasyonları

## 4.2. Mineralojik İncelemeler

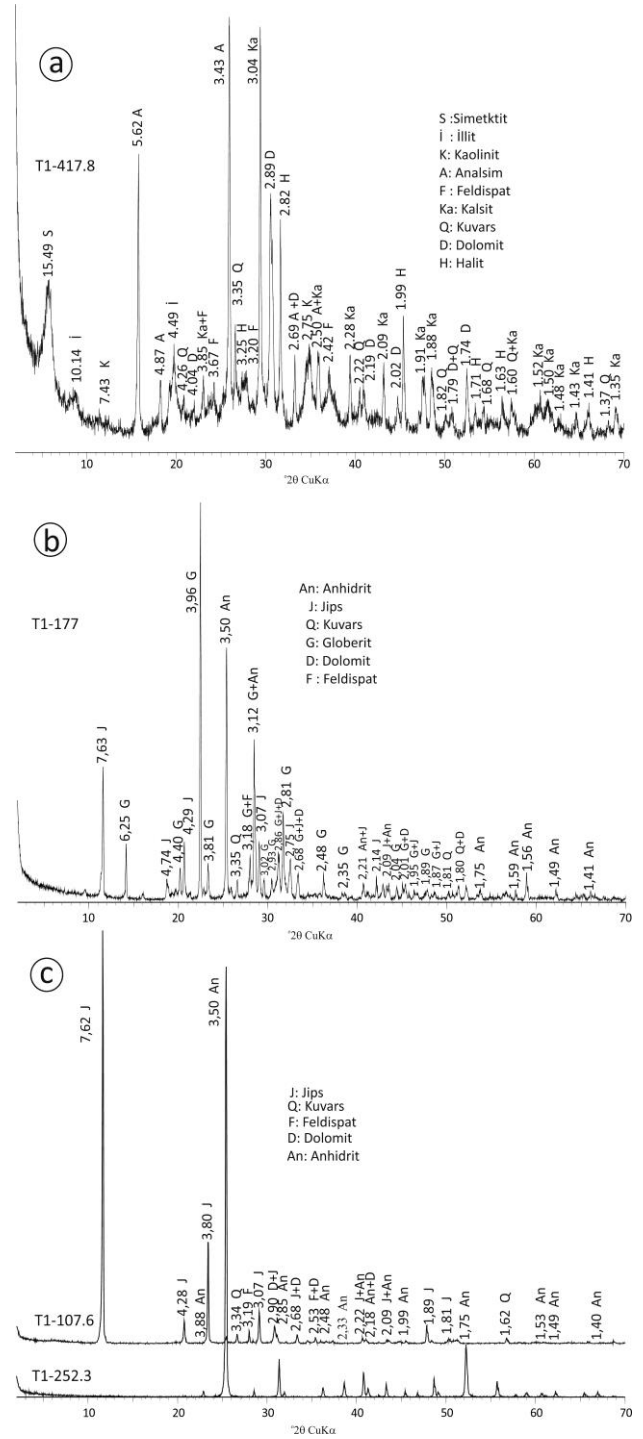
## Temelli Havzasındaki Sedimanter Birimlerin Ön Jeolojik ve Mineralojik Özellikleri, Altay vd.

Örneklerin mineralojik analiz sonuçları Tablo 1 ve 2 de verilmiştir. Örneklerde kalsit, dolomit, jips, anhidrit, globerit, halit, analsim, feldispat, kuvars ve kil mineralleri tespit edilmiştir. Yapılan analizler de saf kil örneğine rastlanmamıştır.

İnceleme alanında Bacıköy ile Malı Köyü mahalleleri arasında yer alan Temelli-1 sondajından seçilen 34 örnek üzerinde XRD analizi ile tüm kaya mineralojik analizi gerçekleştirilmiştir (Tablo 1). 4 adet örnek üzerinde ise kil boyu analiz yapılmıştır.

Temelli-1 sondajında Hançili Formasyonuna ait birimlerin XRD analizlerinde tanımlanan karbonat mineralleri dolomit ve kalsitdir (Tablo 1). Dolomit mineraline 121.20, 177, 190, 252.30, 303, 333.4 ve 562m.ler haricinde her seviyede rastlanılmıştır. Dolomit, 2.89 Å ve 2.90 Å da karakteristik olan şiddetli pik değerleri ile tanımlanmıştır. Ayrıca dolomit minerali için tipik olan diğer pikler 4.04 Å, 2.67 Å, 2.54 Å, 2.19 Å, 2.02 Å, 1.79 Å ve 1.74 Å daki pikleridir (Şekil 6a). Diğer bir karbonat minerali olan kalsit minerali de 270 m den itibaren kuyu tabanına kadar yaygın gözlenmektedir. Üst seviyelerde iki örnek hariç gözlenmemektedir. Kalsit 3.04 Å da karakteristik olan şiddetli piki ile tanımlanmıştır. Kalsit mineralinin tipik olan diğer pikleri 3.85 Å, 2.84 Å, 2.50 Å, 2.28 Å, 2.09 Å, 1.91 Å, 1.88 Å, 1.60 Å, 1.52 Å ve 1.48 Å daki pikleridir (Şekil 6).

Sülfat minerallerinden jips, anhidrit ve globerit mineralleri tespit edilmiştir. Jips minerali sondaj istifinin üst seviyelerinde (107.60, 121.20, 131, 148 ve 177 m.lerde) belirlenmiştir. Jips mineralinin karakteristik piki 7.62 Å'da şiddetli pik değerleriyle gözlenmektedir. Jips mineralinin diğer tipik pikleri 4.28 Å, 3.80 Å, 3.07 Å, 2.89 Å, 2.75 Å, 2.68 Å, 2.09 Å, ve 1.87 Å'daki pikleridir (Şekil 6b, c). Diğer bir sülfat minerali olan anhidrit mineraline ise 131m den 303 m arasında belirlenmiştir. 303 m. den daha derinde anhidrit mineraline rastlanmamıştır.



Şekil 6. a) T1-417.8 nolu örneğin tüm kaya XRD analizi, b) T1-177 örneğin tüm kaya XRD analizi, c) T1-107.6 ve T1-252.3 nolu örneklerin tüm kaya XRD analizi.

Anhidrit mineralinin 3.50 Å da ana karakteristik pik değerinde oldukça şiddetli pik değerleri görülmektedir. Anhidrit mineralinin başlıca pikleri 3.88 Å, 3.12 Å, 2.48 Å, 2.33 Å, 2.09 Å, ve 1.99 Å da tanımlanmıştır (Şekil 6b, c). Bazı seviyelerde saf Jips ve anhidrit mineralleri gözlenmiştir (Tablo 1). Na-Ca Sülfat minerali olan globerit minerali sadece



Temelli Havzasındaki Sedimanter Birimlerin Ön Jeolojik ve Mineralojik Özellikleri, Altay vd.

iki seviyede (177 ve 270 m.de) 3.96 Å daki ana piki ile tanımlanmıştır.

Globerit mineralinin diğer pikleri 6.25 Å, 4.40 Å, 3.81 Å, 3.18 Å, 3.12 Å, 2.86 Å, 2.81 Å, 2.48 Å ve 1.89 Å da görülen piklerdir (Şekil 6b).

Klorür minerallerinden halit minerali bulunmaktadır. Üst seviyelerde sadece bir örnekte tespit edilmiştir (T1-152). Halit minerali 245 metreden itibaren kuyu tabanına kadar gözlenmiştir. Karakteristik pik değeri olan 2.82 Å da

oldukça şiddetli piklerine rastlanılmıştır. Halit mineralinin diğer tipik pikleri de 3.25 Å, 1.99 Å, 1.71 Å, 1.63 Å ve 1.41 Å daki piklerdir (Şekil 6a).

Zeolit grubu minerali olarak sadece analsim minerali tespit edilmiştir. Analsim mineraline sondaj başında iki örnekte rastlanılsa da 245 metreden itibaren kuyu tabanına kadar yoğun olarak gözlenmiştir. X-ışınları çalışması ile 3.43 Å da analsim minerali için karakteristik olan oldukça şiddetli pik gözlenmiştir. Analsim mineralinin diğer önemli pikleri 5.62 Å, 4.87 Å, 2.69 Å ve 2.50 Å daki piklerdir (Şekil 6a).

**Tablo 1.** T1 sondaj örneklerin tüm kaya mineralojik bileşimleri

Örnek No	Ka	D	J	An	G	H	A	F	Q	Kil
T1-72.0		**					*	*	*	****
T1-81.5		*					*	*	*	****
T1-97.0	*	**						*	*	***
T1-107.6		*	***					*	*	*
T1-112.4	**	**						*	*	***
T1-121.2			****						*	**
T1-131.0		*	***	**				*	*	
T1-140.0		**						*		***
T1-148.0		*	****					*	*	
T1-152.0		*				**		*	*	***
T1-168.2		*		****					*	*
T1-177.0			**	**	***			*	*	
T1-190.0				****					*	
T1-197.5		*		****						
T1-220.3		**		***					*	*
T1-230.5		*		****						
T1-245.0		**		*		**	**	*	*	**
T1-252.3				****						
T1-270.0	**	**			*	**	**	*	*	***
T1-295.2	*	**				**	**	*	*	***
T1-303.0				****						
T1-308.2	**	**				*	**	*	*	**
T1-322.0	*	**				**	**	*	*	**
T1-333.4	**							*	*	***
T1-346.5	**	**				**	***	*	*	***
T1-355.8	**	*				**	***	*	*	**
T1-379.0	**	**				*	**	*	**	**
T1-395.0	**	***				***	***	*	**	**
T1-417.8	***	**				**	***	*	*	**
T1-463.8	***	***				*	***	*	**	***
T1-540.0	***	*				*	***	*	*	**
T1-520.0	***	**				**	***	*	*	**
T1-562.0	**					**	***	*	*	**
T1-641.0	*	*				*	**	*	**	**

Not: Ka: Kalsit, D: Dolomit, J: Jips, An: Anhidrit, G: Globerit, H: Halit, A: Analsim F: Feldispat, Q: Kuvars, Minerallerin nispi bollukları (\*,\*\*) işareti ile belirtilmiştir.

Temelli-1 sondajında çoğu seviyede kuvars ve feldispat minerali bulunmaktadır. Kuvars mineralinin ana karakteristik pik değeri 3.34 Å dır. Diğer önemli pik değerleri olan 4.26 Å, 2.22 Å, 1.82 Å, 1.79 Å, 1.68 Å ve 1.60 Å değerleridir (Şekil 6). Feldispat mineralinin ise 3.20 Å da karakteristik pik değeri gözlenmiştir. Feldispat mineralinin gözlenen diğer pik değerleri 3.67 Å, 3.85 Å, 2.53 Å ve 2.42 Å da gözlemlenmiştir (Şekil 6a, c).

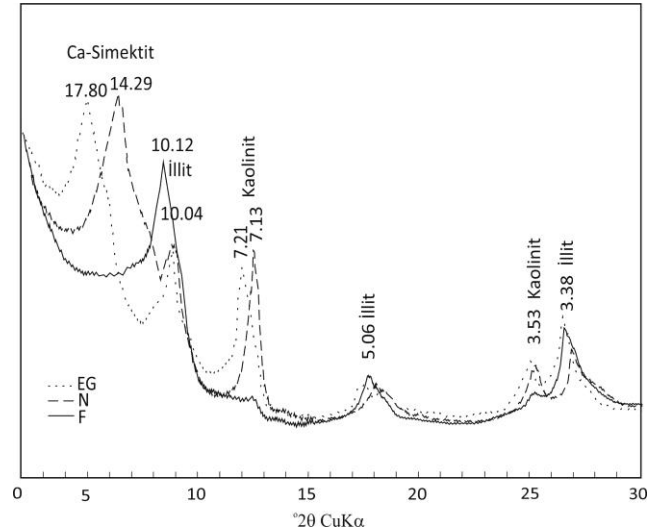
İnceleme alanının güney batısında yer alan T2, T3 ve T4 sondaj örneklerinin XRD analizlerinde karbonat minerallerinden kalsit ve dolomit tespit edilmiştir (Tablo 2). Kalsit minerali üç sondajda da hemen her seviyede gözlenirken, dolomit T2 ve T3 sondajının gölsel ortamı karakterize eden her seviyede yoğun olarak gözlenmesine karşın, T4 de ise tespit edilememiştir. T3 sondajında sadece gölsel ortamı karakterize edilen örneklerden analiz yapılmıştır. Silikat minerallerinden kuvars, feldispat ve kil mineralleri karakteristik pikleri ile tanımlanmıştır. Bu mineraller üç sondajda da her seviyede tespit edilmiştir. Özellikle kil mineral içeriğinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 2.** T2, T3 ve T4 sondaj örneklerin tüm kaya mineralojik bileşimleri

Örnek No	Ka	D	F	Q	Kil
T2-60.7	**	*	*	*	****
T2-71.2	**	*	*	*	****
T2-87.0	***	***	*	*	***
T2-105.4	**	**	*	*	***
T2-132.5	**	*	*	*	***
T2-152.5	**	*	*	**	****
T2-208.0	**	*	*	*	***
T2-319.3			*	*	****
T2-337.3	**	*	**	**	***
T3-60.4	**	*	*	*	****
T3-65.8	***	*	*	*	***
T3-73.0	***	**	*	*	***
T3-86.0	*	*	*	*	****
T3-98.2		***	*	*	***
T3-151.0	*	**	*	*	***
T3-155.0	*	**	***	*	***
T4-56.1	***			*	***
T4-80.1	**		*	*	***
T4-107.9	**		*	*	****

Not: Minerallerin nispi bollukları '\*' işareti ile belirtilmiştir.

Havzadaki sondaj örneklerinden kil içeriği yüksek örneklerinde yapılan kil boyu XRD normal çekimlerinde 14.29 Å, 14.86 Å, 14.91 Å, 15.09 Å da, etilen glikol uygulanan çekimlerinde 17.80 Å, 19.15 Å, 18.45 Å, 18.29 Å da pik veren Ca-Simektit mineralleri gözlenmiştir. Normal çekimlerinde 12.37 Å da pik veren Na-Simektit minerali tespit edilmiştir. Bu minerallerin yanında illit, klorit ve kaolinit mineralleri belirlenmiştir. İllit minerali normal ve etilen glikollü çekimlerde 10.04 Å, 5.06 Å ve 3.33 Å da, 550 °C de 10.12 Å da gözlenmiştir. Klorit minerali 14.14 Å, 7.02 Å, 4.82 Å ve 3.55 Å daki pikleri ile tüm çekimlerinde karakteristik olarak tanımlanmıştır. Kaolinit minerali normal çekimde 7.13 Å ve 3.53 Å da, 550 °C de 3.55 Å ve 3.38 Å daki pikleri ile tespit edilmiştir (Şekil 7).



**Şekil 7.** T1-140 nolu örneğin kil boyu XRD analizi (EG: Etilen Glikollü; N: Normal, F: Fırınlı Çekim)

## 5. Tartışma ve Sonuç

Çalışma alanı, ana çizgilerde Neojen tortullarının çökeldiği, tektonik kontrollü asimetric bir depolanma havzasıdır. Temelli Neojen havzası içinde sedimanter, volkanik ve volkanosedimanter birimler geniş alanları kapsamaktadır. Temelli Neojen Havzasında playa ortamını karakterize eden Alt-Orta Miyosen yaşlı Hançili formasyonunun kalın gömülü bir evaporitik istiften oluştuğu belirlenmiştir. Havzayı dolduran Neojen istifi alttan üste fluyiyal, fluyiyo-lacustrin, gölsel ve en üstte bulunan fluyiyal tortullardan yapıldır. Bu tortul istif, Temelli havzasında ana çizgilerde alttan üste doğru transgressif ve regressif olmak üzere iki tortul

serinin varlığını göstermesi bakımından önemlidir. Temelli havzasını dolduran Neojen istifinin fluviyal tortulları, daha çok havzanın güney ve doğu kenarlarında gözlenir. Havzanın kenar bölümünde gözlenen fluviyal tortullar havza merkezine doğru fluviyo-lacustrin tortullara derecelenir. Temelli Neojen havzasının güneydoğusunda, Temelli-3 sondajının bulunduğu kesimde, havzanın ani sayılabilecek bir hızda derinleşmesi, havza içinde yer alan yüzeylememiş gömülü fayların varlığını yansıtır (Şekil 4).

Temelli Neojen havzasında temeli etkileyen gömülü faylar, aynı zamanda tortul kalınlığını ve havza içindeki tortul fasiyeslerin dağılımını kontrol eden yapısal çizgileri karşılamaktadır. Şekil 3'de görüldüğü gibi, Temelli-3 ve Temelli-4 sondajları arasında yer alan gömülü fay aynı zamanda lacustrine ve fluviyo-lacustrine tortulların kuzey-batıya doğru havzanın merkezi bölümünde kalınlaşmasını açıklamaktadır. Temelli havzasını etkileyen bu gömülü faylara bağlı olarak gelişen yüksek ivmeli subsidans, havza içinde kırıntılı tortul birikiminin yaygın olarak gelişmesine yol açmış olmalıdır. Havzayı dolduran kırıntılı tortullar içinde kuvars ve feldispat minerallerinin yaygın olarak gözlenmesi, daha çok metamorfik bir beslenme alanının varlığını göstermesi bakımından önemlidir.

Havzada evaporit ve evaporit olmayan birimlerin dikey ve yanal yönde geçiş oluşturduğu fasiyes gelişimleri, daimi karakterli bir göl ortamını vurgulamaktadır. Evaporitik olmayan birimler (kumtaşı, çamurtaşı, marn vb.) su seviyesinin arttığı evrelerde çökelmiş olup, bunlar kurak iklim periyotlarını yansıtan karbonat ve evaporit oluşumları ile kesilmişlerdir.

Temelli havzasında volkanizma getiriminin fazla olduğu kapalı bir Neojen gölünün kalıntıları izlenir. Bölgede yer yer kil mineralleşmeleri, sülfat, kaya tuzu ve zeolit minerallerinin gözlenmesi, bölgeye hidrotermal kökenli anyon ve katyon getirimlerinin var olduğunu düşündürmektedir. Bölgede çeşitli ölçekte gözlenen kırıklar ve çatlaklar volkanizma ile ilişkili getirimlerin sirkülasyonunun gerçekleşmesini sağlamış olabilir.

Kalsit ve dolomit minerali havzada yaygın olarak bulunan karbonat mineralleridir. Tuzluluğun düşük olduğu evrelerde kalsit minerali çökelerken; ortamda tuzluluk, alkalinite ve Mg'ca zenginleşme sonucunda dolomit çökelmiştir. Baskın olarak kireçtaşlarından oluşan Neojen öncesi birimler havzadaki karbonatın kaynağını oluşturmaktadır. XRD çalışmaları ile yaygın olarak dolomit mineralinde Ca/Mg oranı belirlenebilir (Goldsmith ve Graf, 1958). Havza da bulunan dolomitlerin çoğunluğunun Ca-dolomit (2.89-2.90 Å) olduğu belirlenmiştir. İlk kez Graf ve Goldsmith (1956) tarafından tanımlanmış olan Ca'ca zengin protodolomitler gölsel basenlerde oluşabilmektedir. Müller ve ark. (1972) protodolomitlerin Mg/Ca oranı 7-12 arasında olan çözeltilerden itibaren oluştuğunu belirtmektedir.

Tuzlu sudan alkali karbonatlar çökeldikten sonra, başta jips ve halit olmak üzere evaporitik tuzlar çökelerler. Jips veya anhidrit şeklinde oluşan kalsiyum sülfat mineralleri doğada en çok bulunan sülfat mineralleridir. Mostrada en çok gözlenen, en olağan evaporit minerali ise jipstir. Jips mineralinin çözünürlüğünün diğer evaporit minerallerine kıyasla daha düşük olması ve yüzeye çıkan anhidritin jipse dönüşmesi nedeniyle jips yüzeyde daha yaygın olarak bulunur. Jips havza merkezi kesiminde istifin üst seviyelerinde tespit edilmiştir. Havzada jips çökeliiminin başlayabilmesi için çözeltilerin evaporasyonla belirgin bir doygunluğa ulaşması gerekir (Magee, 1991). Eardley ve Stringham (1952), jipsin çökmesinin başlaması için yükselen pH ve sıcaklıklara ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. İnceleme alanında jips minerali genellikle istifin üst seviyelerinde bulunurken, anhidrit minerali istifin alt seviyelerinde bulunur.

Gömülme sonucu jips anhidrite dönüşür. Havzada istifin orta seviyelerinde jips mineralinin yok olması ile birlikte anhidrit minerali yaygın olarak bulunmaktadır. Jips ve anhidritin duraylılık alanları birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Hardie, 1967; Braitsch, 1971). Jips ve anhidritin çözünürlük eğrileri 42°C de kesişir ve bu sıcaklık üzerinde anhidrit duraylıdır. Bu sıcaklığın altındaki sıcaklıklarda ise jips duraylıdır (Hardie, 1967). Yüksek sıcaklık, düşük H<sub>2</sub>O aktivitesi (yüksek

tuzluluk) jips yerine anhidritin çökelimini destekler (Braitsch, 1971).

Havzada buharlaşma ve tuz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak globerit ve halit mineralleri oluşmuştur. Globerit minerali havzanın merkezi kesiminde bir iki seviyede gözlenmiştir. Halit minerali ise havzanın merkezinde alt seviyelerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Havzada karnalit, bişofit ve silvin gibi K ve Mg taşıyan klorür ve epsomit, blodit gibi Mg sülfat minerallerinin bulunmaması son evaporasyon ürününün halit ve Na-Ca sülfat minerali olan globerit olduğunu ve tuzlu suyun bu minerallerin doygunluğunu aşmadığını belirtir.

İnceleme alanında havzanın merkezi kesiminde halit, anhidrit, globerit mineralleri ile birlikte zeolit minerallerinden analsim belirlenmiştir. Analsim istifin orta ve alt seviyelerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Sedimanter ortamlarda gözlenen zeolit oluşumu, belirli ortamsal koşulların varlığını (su, volkanik malzeme, sıcaklık, pH, alkalinite gibi) gerekli kılmaktadır. Bir jel anafazından geçerek veya doğrudan oluşan zeolit minerallerinin cinsini çözeltilerin Si/Al ve katyon oranları ile suyun aktivitesi denetlenmektedir. Yanal yönde gerçekleşen mineralojik zonlanma en önemli özelliklerden birisidir. Göl kıyısından merkezi kesime doğru alkalinite, pH ve tuzluluğun artmasına bağlı olarak;

Volkanik cam+H<sub>2</sub>O → alüminasilikat jeli → K-Ca zeolitler (klinoptilolit) → Na zeolitler (analsim) → K-feldispat şeklinde gelişen bir mineralojik zonlanmanın varlığı söz konusudur (Sheppard ve Gude, 1968, 1973).

### Teşekkür

Bu çalışmada AKU BAP koordinatörlüğünce yürütülen 16.MUH.01 nolu proje sonuçları kullanılmıştır. Desteklerinden dolayı AKU BAP koordinatörlüğüne teşekkür ederiz. Arazi ve sondaj çalışmalarındaki desteklerinden dolayı TKİ Genel Müdürlüğü'nün Kömür Aramaları proje ekibine teşekkür ederiz. Çizimlerin yapılmasında yardımcı olan Adem Taşçı'ya teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, Y., Dağ, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H. ve Hakyemez, Y., 1982, Ankara-Elmadag-Kalecik dolayının jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No:7298 (yayımlanmamış)
- Bilgin, A.Z., Uğuz, M.F., Sevin, M., Parlak, O., Pekgöz, M., Elibol, H., Erdem, Y., Özden, U.A., 2009, Ayaş-Temelli-Polatlı (Ankara) dolayının jeolojisi, (Ankara İ-28 Paftası, MtA Genel Müdürlüğü Rapor no: 11215, Ankara.
- Bilgin, A.Z. , 2014, Türkiye Jeoloji Haritaları Ankara İ-28 Paftası, MTA Dergisi No:208.
- Braitsch, O., 1971, Salt deposits their origin and composition (translated by P.J. Burek and A.E.M. Nairn), Springer-Verlag, 297.
- Çalgın, R., Pehlivan, H., Ercan, T. ve Şengün, M., 1973, Ankara civarının jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No: 6487, 120s (yayımlanmamış)
- Demirtaş, R. ve Adil, F., 2010, Ankara İli, Polatlı İlçesi, Temelli Beldesi, İ28-b1 ve İ28b4 Paftaları İçinde Kalan Alanın Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt Raporu, 52 sf.
- Eardley, A.J. and Stringham, B., 1952, Selenite crystal in the clays of Great Salt Lake, Journal of Sedimentary Petrology, 22, 234-238.
- Erol, O., 1956; Ankara güneydoğusundaki Elma Dağı ve çevresinin jeolojisi ve jeomorfolojisi üzerinde bir araştırma, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayını, Seri D, No:9.
- Esat, K., 2011, Ankara Çevresinde Orta Anadolu'nun Neotektoniği ve Depremelliği, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 160 sf.
- Graf, D.L. and Goldsmith, J.R., 1956, Some hydrothermal synthesis of dolomite and protodolomite, Journal of Geology, 64, 173-186.
- Gündoğdu, N.M., 1982, Neojen yaşlı Bigadiç sedimanter baseninin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi, 386s.
- Hardie, L.A., 1967, The gypsum-anhydrite equilibrium at one atmosphere pressure. American Mineralogist, 52, 121-200.



## Temelli Havzasındaki Sedimanter Birimlerin Ön Jeolojik ve Mineralojik Özellikleri, Altay vd.

- Hoşgör, İ., 2012, Haymana-Polatlı Havzası Paleosen Mollusklarının Taksonomik Tanımlanması, Paleokolojisi, Paeocoğrafyası ve Bentik Foraminiferlerle Biyostratigrafik Deneytirilmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 145 sf.
- JCPDS, 1993, Mineral Powder Diffraction File Databook, Joint Committee on Powder Diffraction Standards, Swarthmore, Pennsylvania, 781p.
- Kaya, İ.S., 2015, Temelli-Yenikent-Anadolu Otoyolu Bağlantı Yolunun Jeolojik ve Jeoteknik Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 255 sf.
- Kocadere, B., 2009, Malıköy (Polatlı-Ankara) Sıcak ve Mineralli Sularının Hidrojeokimyasal İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 109 sf.
- Küçükuysal, C., 2011, Paleoclimatological Approach to Plio-Quaternary Paleosol-Calcrete Sequences in Bala and Gölbaşı (Ankara) by Using Mineralogical and Geochemical Proxies, Doktora Tezi, Middle East Technical University, Geological Engineering Department, Ankara, 271.
- Magee, J.W., 1991, Late Quaternary lacustrine, groundwater, aeolian and pedogenic gypsum in the Prungle Lakes, Southeastern Australia, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 84, 3-42.
- Müller, G., Iron, G. and Förstner, U., 1972, Formation and diagenesis of inorganic Ca-Mg carbonates in the lacustrine environment, Naturwissenschaften, 59, 158-164.
- Sheppard, R.A., and Gude, A.J., 1968, Distribution and genesis of authigenic silicate minerals in tuffs of Pleistocene Lake Tecopa, Inyo Country, Calif.: U.S. Geol.Surv.Prof.Paper, v.597, p. 38p.
- Sheppard, R.A. and Gude, A.J. III., 1973, Zeolites and associated authigenic silicate minerals in tuffaceous rocks of the Big Sandy Formation, Mohave County, Arizona., U. S. Geological Survey, Professional Paper 830, 36 pp.
- Temel, A., Yürür, T., Alıcı, P., Varol, E., Gourgaud, A., Bellon, H. and Demirbağ, H., 2010, Alkaline series related to Early-Middle Miocene intra-continental rifting in a collision zone: An example from Polatlı, Central Anatolia, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences 38 (2010) 289–306.
- Türkecan, A., Dinçel, A., Hepşen, N., Papak, İ., Akbaş, B., Sevin, M., Özgür, İ.B., Bedi, Y., Mutlu, G., Sevin, D., Ünay, E., Saraç, G. ve Karataş, S., 1991, Bolu-Çankırı (Köroğlu Dağları) arasındaki Neojen yaşlı volkanitlerin stratigrafisi ve petrolojisi, Türkiye Jeoloji Bülteni 6, 85-103.
- Uğuz, M.F., Turhan, N., Bilgin, A.Z., Umut, M., Şen, A.M. ve Acarlar, M., 1999, Kulu (Konya), Haymana (Ankara) ve Kırıkkale dolayının jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü Rapor No: 10399, Ankara.