



ISPARTA KUZEYİNDE EOSEN YAŞLI BİRİMLER İÇİNDE YERALAN KİL YATAKLARININ JEOLojİK, MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Tuğba Arife ÇALIŞKAN^a, Nevzat ÖZGÜR^b

^a*Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Isparta*

^b*Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta (tugbacaliskan@sdu.edu.tr)*

ÖZ

Isparta kuzeyindeki Göltaş Çimento Fabrikası ve yakın çevresinde bulunan çalışma alanı yaklaşık 37km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Çalışma alanında jeolojik olarak en yaşlı kayalar Senomaniyen-Turuniyen yaşı ve yaklaşık 500m kalınlığı ile Söbüdağ kireçtaşları oluşturmaktadır. Bu kayaların üzerine uyumlu olarak Orta Meastrihtiyen yaşı ve 70-80m kalınlıkta olan Senirce kireçtaşları gelmektedir. Üst Paleosen-Orta Eosen yaşı ve 110-120m kalınlıkta olan Kızılkırma Formasyonu Senirce formasyonunu uyumsuz olarak örter. Bu formasyon 650-700m kalınlıkta olan ve kil yatakları içeren Orta Eosen yaşı Kayıköy Formasyonu üzerine uyumsuz olarak alüvyon ve yamaç molozu tarafından üzerlenmektedir. Çalışılan alandan kil mineralojisi ve killi kayaların jeokimyasının tanımlanması amacıyla üç adedi Senirce Formasyonu ve yedi adedi de Kayıköy formasyonu olmak üzere toplam 10 adet kayaç örneği alınmıştır. Bu alınan ilk üç örnek yüksek miktarda kalsit ve az miktarda CaO ve buna karşın yedi örnek kalsit, kuvars ve kil minerali olarak illit içermektedir. Bu sonuçları jeokimyasal analiz sonuçları doğrulamaktadır. Kayıköy formasyonundan alınan örneklerde jeokimyasal analizlerde CaO kalsit, MgO dolomit, K₂O illit, Al₂O₃ kil mineralleri, Fe₂O₃ ankerit, SiO₂ kuvars ve yüksek ateş kaybı değerleri karbonatlı minerallere bağlı olarak gelişmektedir. Kil fraksiyonu ayrılan 7 adet örnekte gerçekleştirilen termal analiz sonuçlarında illite ait pikler tanımlanarak bu sonuçların XRD sonuçları ile uyum sağladığı görülmüştür. Jeokimyasal analiz sonuçlarında elde edilen veriler çimento hammaddesi olarak kullanılan üründe istenilen sınır değerlerle karşılaştırıldığında MgO değerlerinin %2.12-3.62 değerleri arasında olduğu ve tüm örneklerde sınır değerler (Max:%5) içerisinde kaldığı, buna karşın Al₂O₃ değerlerinin %5.47-8.99 arasında olduğu ve tüm örneklerde sınır değerin (min:%4) üstünde kaldığı gözlenmektedir. Bununla birlikte maksimum %1 civarında olması istenen SiO₂ değerlerinin de %25,24-28,58 değerleri arasında olup istene değerle bir uyumluluk göstermektedir. Çimentoda kullanılacak malzemede miktarı sınırlandırılmış olan diğer bir bileşik içerisinde (max:%2) yer almaktadır. Normal portland çimentosu için kabul edilebilir max SiO₂ içeriği s%3,5 olup örneklerde çıkan sonuçlar %0,05'in altında ve standart içerisinde yer almaktadır. Jeokimyasal sonuçlardan SiO₂, Fe₂O₃ ve Al₂O₃ değerlerinin kullanılmasıyla oluşturulan silikat ve alüminyum modülleri hesaplanmıştır. Standartlarda 1,9-3,2 arasında olması istenen ancak Türk Çimento İşletmelerinde kabul edilen sınır değerler 2,2-2,6 olan silikat modülleri, örneklerde 2,86 ile 4,13 arasında olup standart değer aralıklarıyla biraz uyumluluk göstermektedir. Alüminyum modülü ise standartlarda 1,0-4,0 arasında olup Türk Çimento İşletmelerinde uygun ve kabul edilebilir değerler 2,2-2,6 arasındadır. Genel standartlar baz alındığında 6 adet örnek 1,99 ile 4,03 arasında alüminyum modülü göstermektedir ve bu değerler standartlara yakınlık göstermektedir. Bu da Türk Çimento İşletmelerinde kullanılması uygun görülen alüminyum modülü gözönünde bulundurulduğunda ise tüm örneklerdeki alüminyum modülünün standartlara uygun seviyede bulunduğu sonucuna varılmaktadır.

1. GİRİŞ

Endüstriyel hammadde olan kil yataklarının aranması, bulunması, işletilmesi ve değerlendirilmesi ülkemizde ve bütün dünyada teknolojik gelişmelere bağlı olarak oldukça büyük önem kazanmaktadır. DPT (2007) verilerine göre ülkemizde 89.000.000 ton kaolen ve 354.000.000 ton seramik ve refrakter kil rezervi bulunmaktadır. Bunun yanında Türkiye seramik sektöründe Avrupa'da üçüncü ve dünyada altıncı sırayı almaktadır. Bu tür değerler göz önüne alındığında kil yataklarının bulunduğu yerlerde yapılacak jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal araştırmalar oldukça büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma Isparta kuzeyinde Eosen yaşı jeolojik birimler içinde yer alan kil yataklarının jeolojik özellikleri yanı sıra bunların ayrıntılı mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır. Bu çalışma kapsamında (1) bölgedeki kil yataklarının yayılımının ortaya konması için 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılması, (2) farklı lokasyonlarda bulunan killi seviyelerin stratigrafik konumları ve bunların diğer kaya birimleri ile olan ilişkileri ortaya çıkarılması, (3) killi seviyelerin farklı noktalarından alınan sistematik örnekler ile farklı kil seviyelerinin mineralojik özellikleri belirlenmesi, (4) alınan kil örnekleri yardımıyla elementlerin farklı kil seviyeleri içindeki dağılımı ve davranışları araştırılması ve (5) bu killerin çimento sanayi dışında başka alanlarda kullanılabilirliği araştırılması.

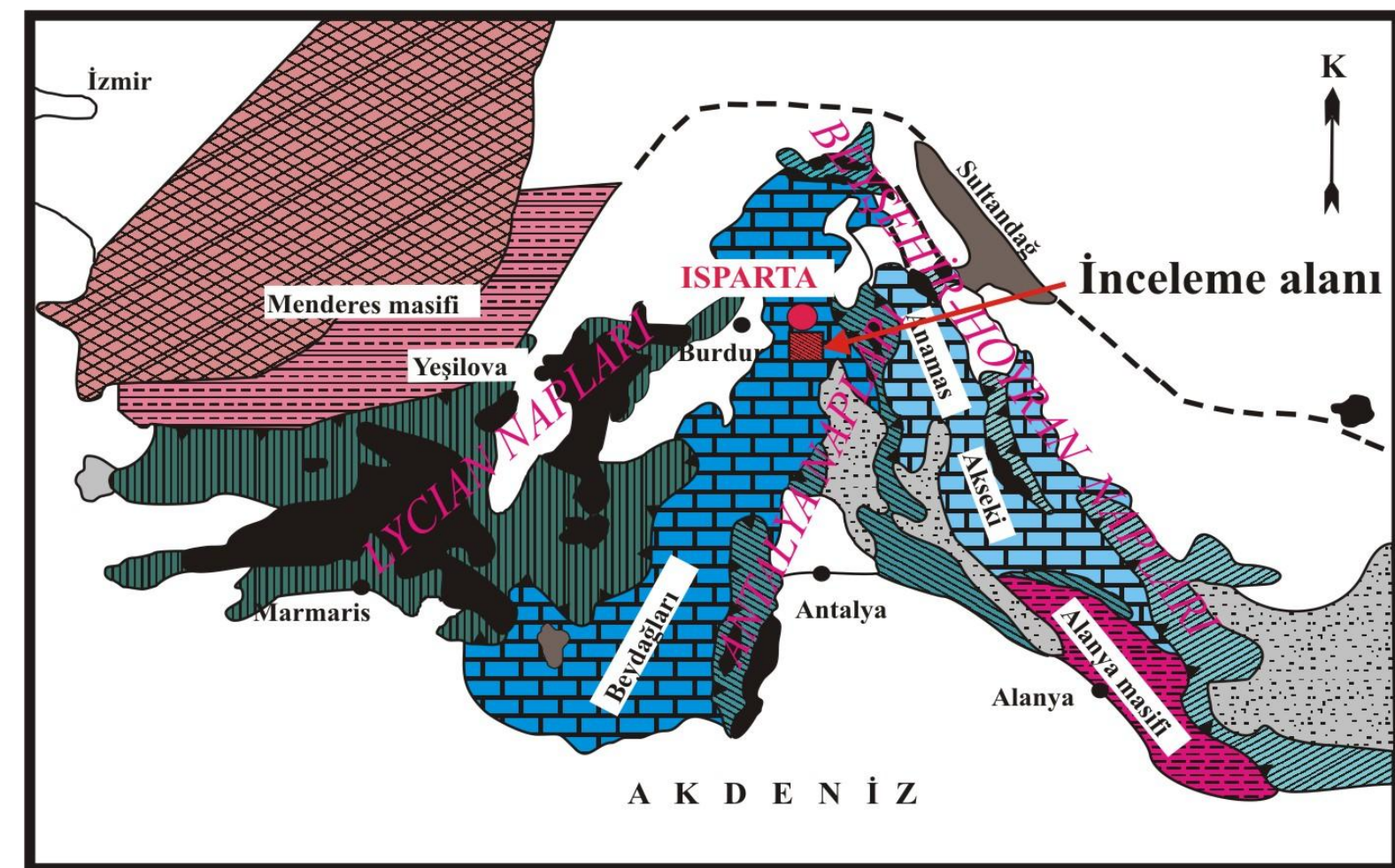
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Arazi çalışmaları için türlü örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Birincisi çalışma bölgesindeki formasyonları oluşturan birimlerin belli bölgelerinden kayaların mineralojik ve dokusal özelliklerini saptamak amacıyla alınan kayaç örnekleri, diğeri ise çalışmanın esasını oluşturan Eosen yaşı Kayıköy formasyonuna ait kil yataklarından farklı kot seviyelerinden alınan kayaç örnekleridir. İnceleme alanından alınan örnekler SDÜ Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde yer alan örnek hazırlama laboratuvarında mineralojik ve kimyasal analizler için hazırlanmıştır. Bu amaçla Fritsch marka çeneli kırıcı ve Tungsten karbit öğütücü sistemli halkalı değirmen kullanılmıştır. Örnekler önce çeneli kırıcı yardımıyla 1 cm'den daha küçük bir boyuta indirgenene kadar kırılmıştır. Daha sonra kırılan bu örnekler Tungsten karbit öğütücü sisteminin diskları arasına homojen bir şekilde dağıtılarak örneklerin ortalama sertliklerine göre belli bir devir ve süre ayarlanmış ve halkalı değirmende öğütülmüştür. Toz haline getirilen kayaç örneklerinden 10 tanesi nitrik asit (HNO₃), hidrojen florür (HF) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) kullanılarak mikrodalga parçalayıcı sistemde çözelti haline getirilerek jeokimyasal analizler için hazırlanmıştır. Toz haline getirilmiş olan örnekler aynı zamanda kil ayırma işlemleri ve DTA analizleri içinde kullanılmıştır. Kil ayırma işlemi yapılan örneklerde öğütme süresi ve devir parametreleri daha kısa tutulmuş ve böylece kil dışı minerallerinde kil boyutuna indirgenmesi önlenmiştir. Çalışma bölgesinden elde edilen örneklerde sırasıyla XRD, TGA/DTA ve jeokimyasal analiz yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan analizlerin tümü SDÜ bünyesinde bulunan Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. X-ışınları Diffraktometre çalışmaları Panalytical marka PW3040/X'Pert Pro model XRD cihazı kullanılarak yapılmıştır. Toplam 10 örnekte XRD-TK (5°-70°) ve 4 adet örnekte de kil fraksiyonu fiziksel ve kimyasal yöntemlerle ayrılarak XRD-KF (2°-40°) çekimleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu analizler için Anot: Cu (Kα:1.5405, Diverjan slit: Slit fixed 1/4°, Anti-scatter slit: Slit fixed 1/2°, Program receiving slit: 0.50mm, Soller slit: 0.04 rad., Voltaj: 45kV ve Akım: 40mA aletsel parametreler kullanılmıştır. XRD-KF analizleri için kil yataklarından farklı kot seviyelerinden alınan 4 örnek kullanılmıştır. Örneklerin kırma öğütme işlemlerinden geçtikten sonra sırasıyla yıkama, dekantasyon, asitleme, santrifüjleme, sedimentasyon (3 saat 40 dakika bekletme) ve plaketleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Plaketleme işlemi ile killerin 001 yansımalarının daha net elde edilmesi sağlanmıştır. Örneklerin plakamsı kil mineralleri, diffraktometrenin düzlemsel yüzeyine paralel ise bazal yansımaların şiddeti artar (Çelik-Karakaya, 2006). Elde edilen Cu (Kα) kil fraksiyonu (çoğunlukla <2μ) 3 ayrı işleme tabi tutulmuştur. Bunlardan ilki havada kurutulmuş haliyle normal çekim, diğeri 16 saat 60°C'da etilen glkol buharında desikatörde bekletme, diğeri ise 400 ve 550°C'lik fırında 1 saat [sıl işlem uygulanmasından oluşmaktadır. Şişen kil minerallerinin belirlenmesinde kullanılan birkaç yöntem daha bulunmaktadır ancak Novich ve Martin (1983)'e göre en tekrarlanabilir olanı 16 saat 60°C'da etilen glkol buharında bekletme işlemidir. DTA analizleri Perkin Elmer marka TG/DTA cihazında gerçekleştirilmiştir. Bu analizler için kil fraksiyonu ayrılan örneklerden (<2μ) yaklaşık 20 mg alınarak, 50-1000°C sıcaklık aralığında, dakikada 25°C ısıtma hızı ve 200 ml/dak N₂ atmosferi kullanılarak yapılmıştır. Bazı araştırmacılar ise ~10K/dak oranları mineralojik araştırmalarda hemen hemen standart olarak almaktadırlar, fakat bu doğal olarak doğruluğundan ziyade çoğunlukla geçmişten gelen alışkanlıklara göre alınır (Peterson ve Swaffield, 1987). Yapılan analizlerde yaklaşık 25°C'lik kısmen yüksek ısıtma hızının kullanılmasının nedeni, düşük ısıtma hızlarında birden fazla mineralin karakteristik veya diğer tanıtan piklerinin aynı sıcaklık aralığında gözlenmesi ve bu nedenle piklerin aşırı yayvan veya hiç gözlenememesinden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte toplam 10 adet örneğin jeokimyasal analizleri Perkin Elmer marka ICP-OES cihazı kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla mikrodalga parçalayıcı sistem vasıtasıyla çözünmesi sağlanan örnekler için jeokimyasal analizlerde kullanılacak elementlere göre standartlar hazırlanmış ve bu şekilde ölçümler gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanından alınan el büyüklüğündeki bazı örneklerden de SDÜ Jeoloji Mühendisliği bünyesindeki ince kesit laboratuvarında toplam 3 adet ince kesit yapılarak bulunan petrografik özellikleri görüntülü analiz sistemi yardımıyla incelenmiştir.

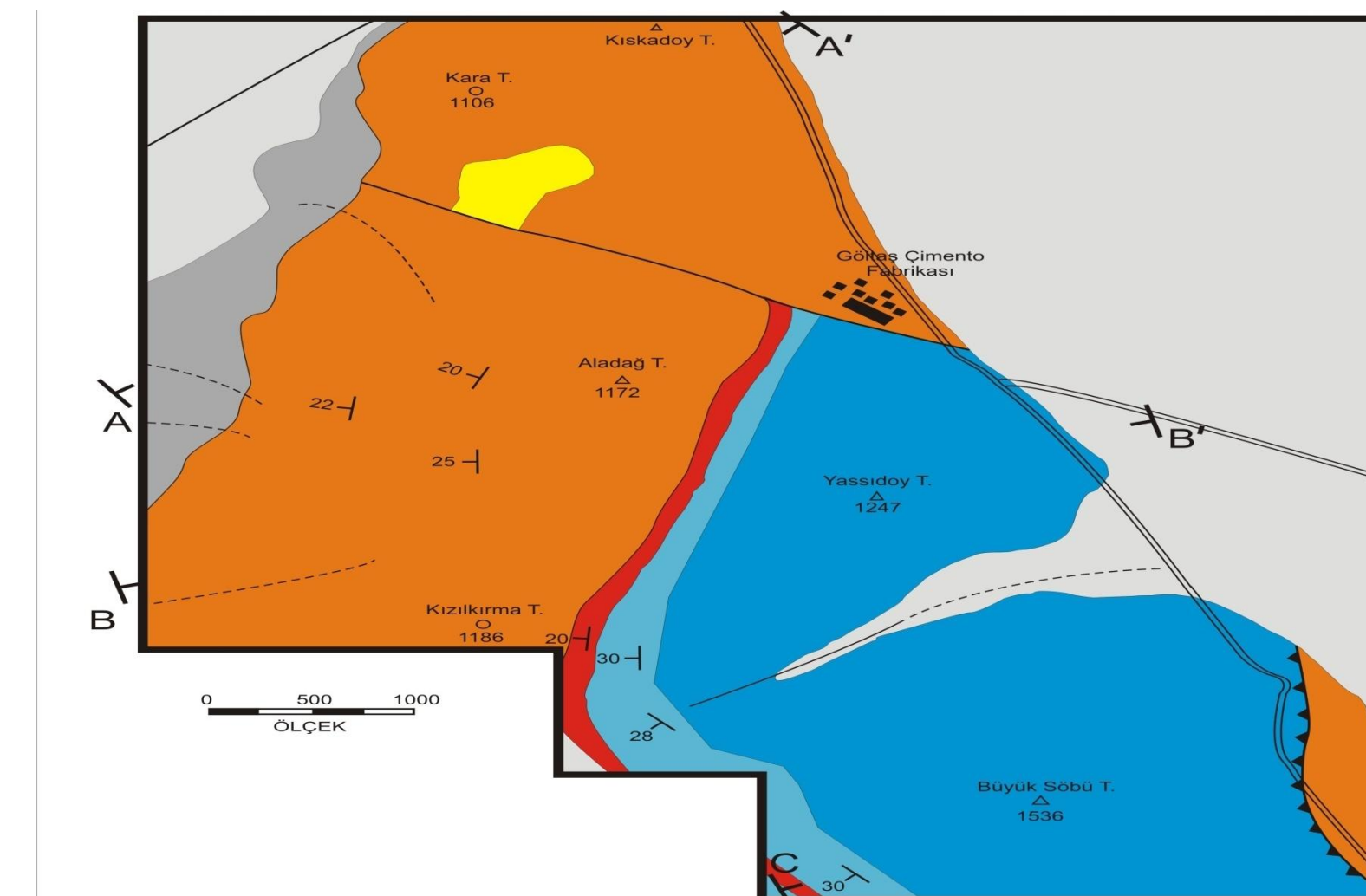
3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1 JEOLojİK KONUM

İnceleme alanı Antalya Körfezi kuzeyinde, Toros kuşağının kuzeye doğru yönelmiş yaklaşık ters "V" biçimli olan **Isparta Bölümü**" olarak isimlendirilmiştir (Şekil 1).

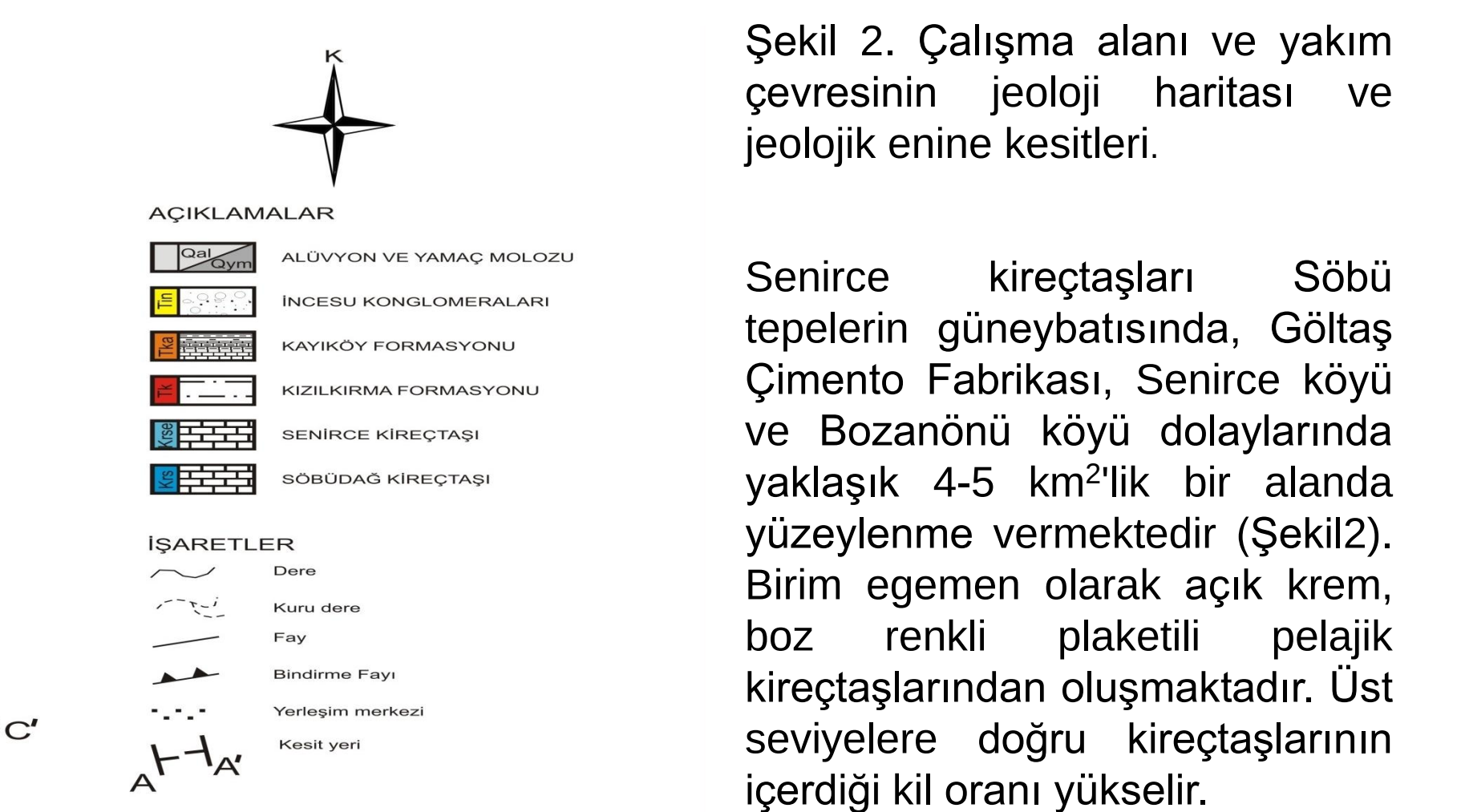


Şekil 1. Çalışma alanı ve bunun tektonik olarak Isparta bölümü içindeki konumu



Tabanda ince orta katmanlı ve sert yapılı, üst seviyelere doğru ise plaketli yer yer laminalı, nispeten daha gevrek ve kırılmalıdır. Birimin üst kesimlerinde sık olarak çört yumruları bulunur. Kireçtaşları çoğu kez konkoidal kırılma yüzeylidir ve stlitöl yapıları içerir (Karaman, 1994). Kızılkırma formasyon kuzeyde Göltaş Çimento Fabrikasından başlayarak güneye doğru Söbüdağın batısındaki vadi boyunca düzgün bir şerit şeklinde yüzeylenme verir (Şekil 2). Formasyonun egemen litolojisi, açık kırmızı, bordo ve yer yer açık yeşilimsi-kirli gri renkli şeyl, kilitaşı, çamurtaşı, türbiditlik kumtaşı ve killi kireçtaşı düzeyleri ile bunlarla arakatlı kilitaşı ve Formasyonu sig denizel koşullarda oluşmuş olup kumtaşı, kumlu çakiltası, çakiltası, kırınıtlı kireçtaşı ve çamurtaşı seviyelerinden oluşur. Birim arazide açık gri, yeşil, kirli sarı renkleri gösterir. Formasyon değişik tür litolojilerin yer yer ritmik ardalanmasından oluştuğu için, yanal ve düşey yönlere çok değişken litofasiyesler sunar. Genel olarak alt seviyelerde yağın olarak izlenen açık yeşil, sarımsı boz ve gri renkli türbiditlik kumtaşları, ince tabakalı ve yer yer kumlu çakiltası ve mikrokonglomera görünümündedir. Bunlar ince kesit incelemelerinde çoğunlukla kilce zengin karbonat çimento içerisinde serpantin, çört kireçtaşı ve fosil kavkılarında oluşmaktadır.Kayıköy Formasyonu tabanında, Kızılkırma formasyonu üzerinde uyumlu olarak bulunur (Şekil 2). Gökçeabağ dolaylarında ofiyolitli karmışı uyumsuz olarak örter (Karaman, 1994). Üst sınırında Gölcük formasyondetritlik kireçtaşı seviyelerinden oluşur.Kayıköy formasyon başlica kuzeyde Göltaş Çimento Fabrikası ve Kızılkırma Tepe batısından başlamak üzere, daha güneye doğru Koçtepe Köyü, Kabak Tepe batısı ve Kayıköy Köyü dolaylarında olmak üzere oldukça geniş bir alanda yüzeylenme verir (Şekil 2). Kayıköyü unun tüfleri ve geniş alüvyonlarla örtüldüür. Karaman (1994)'e göre Burdur çevresinde bazı kesimlerde ise ofiyolitli karmışık tarafından tektonik olarak üstlenir. Kayıköy formasyonunun kalınlığı 650-700 m olarak tahmin edilmektedir.Incesu konglomeraları çalışma alanının kuzey kesiminde yer alır (Şekil 2), değişik tipte kırınıtlı kayaçlarla temsil edilir, açık grimsi bej renklidir, çoğunlukla masif görünümüdür ve yer yer orta katmanlı kayaçlardan oluşmaktadır. Bu konglomeralar oluşturan çakılların önemli bir bölümünü kireçtaşları oluşturmaktadır.İnceleme alanının çeşitli kesimlerinde alüvyon, yamaç molozu ve özellikle Isparta ovasında birikinti konileri bulunmaktadır (Şekil 2). İnceleme alanının doğu kesiminde bulunan Isparta ovası yer yer 150 metreden fazla kalınlığa sahip alüvyonlarla örtüldüür. Bu alüvyonları malzeme sağlayan birimler kireçtaşları, ofiyolitli karmışık, denizel plastik seri ve Gölcük volkanizması ürünleridir.

İnceleme alanında Üst Kretase, Tersiyer ve Kuvarteren yaşı tortul birimler gözlenmektedir. Bunlar stratigrafik olarak Senomaniyen-Turuniyen yaşı kalın katmanlı, masif yapılı Söbüdağ kireçtaşı, Meastrihtiyen yaşı plaketli Senirce kireçtaşları, Paleosen yaşı Kızılkırma Formasyonu, Eosen yaşı Kayıköy Formasyonu, oligosen yaşı İncesu formasyonu ve Kuvarteren yaşı alüvyon ve yamaç molozları şeklindedir (Şekil 2 ve 3). Söbüdağ kireçtaşları Isparta-Ankara karayoluunun her iki tarafında olmak üzere Büyük Söbü Tepe, Küçük Söbü Tepe, Göltaş Çimento Fabrikası güneyi ve Bozanönü dolaylarına olmak üzere yaklaşık 9-10 km²'lik bir alanda yüzeylenme verir (Şekil 2). Bu kireçtaşları litolojik olarak açık-koyu gri, bej renkli ve sıkı dokulu olup yer yer orta-kalın plaketlere rağmen masif konumdadırlar (Şekil 3). Karaman (1994) bu kireçtaşları üzerine uyumsuz olarak çalışma alanında Orta Meastrihtiyen yaşı Senirce Formasyonunu koymuştur. Söbüdağ kireçtaşlarının taban dokanacağı oluşturan kayalar tam olarak tanımlanamadığından kalınlığı jeolojik harita ve topoğrafya yorumlarından yaklaşık 500 m olarak tahmin edilmektedir.

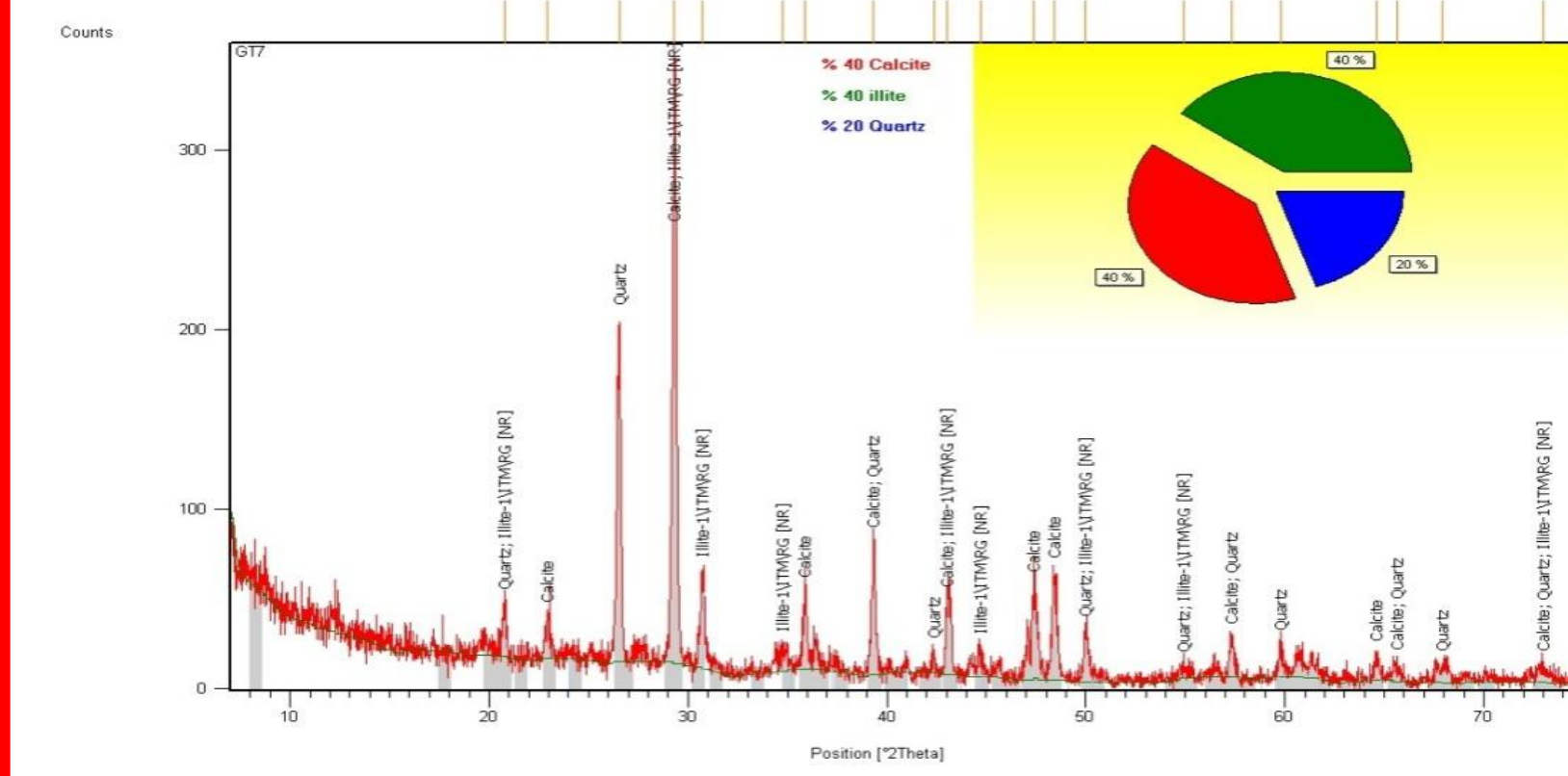


Şekil 2. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeolojik haritası ve jeolojik enine kesitleri.

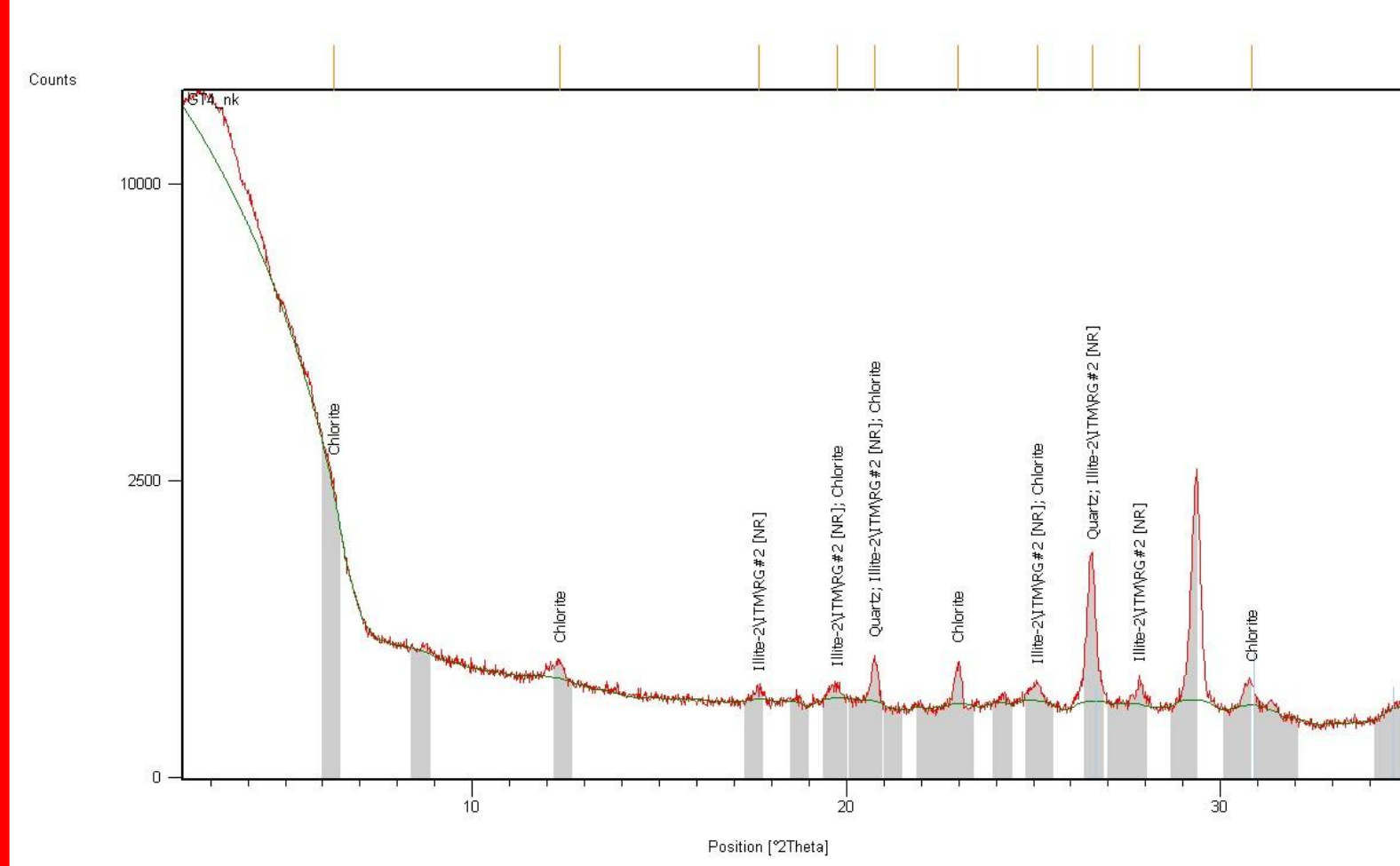
Senirce kireçtaşları Söbü tepelerin güneybatısında, Göltaş Çimento Fabrikası, Senirce köyü ve Bozanönü köyü dolaylarında yaklaşık 4-5 km²'lik bir alanda yüzeylenme vermektedir (Şekil2). Birim egemen olarak açık krem, boz renkli plaketli pelajik kireçtaşlarındandır oluşmaktadır. Üst seviyelerde doğru kireçtaşlarının içerdiği kil oranı yükseilir.

3.2 YÖRE KİLLERİNİN MİNERALojİSİ

XRD-TK analizleri üç adedi kireçtaşlarında ve 7 adedi killerde olmak üzere toplam 10 adet örnekte yapılmıştır. Bu analizler için 2θ: 7-75° arası taranarak XRD difraktomları elde edilmiştir. Özellikle kil içeriği yüksek lokasyonlardan elde edilen kayaç örnekleri geneli kırıcı ve değirmen kullanılarak toz haline getirilmiştir. Daha sonra çeyreklemeye yapılarak herhangi bir işleme tabi tutulmadan XRD-TK çekimleri yapılmıştır (Şekil 6 ve 7). Çalışma alanının kuzey kısmında yüzlek veren ve Göltaş Çimento Fabrikası tarafından çimento elde edilmesinde kireçtaşı olarak kullanılan Senirce kireçtaşları XRD tüm kayaç analizlerinde beklenildiği gibi mineralojik olarak sadece kalsitten oluşmaktadır. Göltaş Çimento Fabrikası Eosen yaşı Kayıköyü formasyonu içinde bulunan kil yatağından alınan örneklerde genellikle kalsit, kuvars ve kil minerali olarak illit tespit edilmiştir. Alınan örnekler göre bu minerallerin türü ve miktarı da değişiklik göstermektedir. Chung (1974) yöntemi (RIR: Reference Intensity Ratio) baz alındığında tüm örneklerdeki illit oranının % 15-30 arasında olduğu belirlenmiştir.

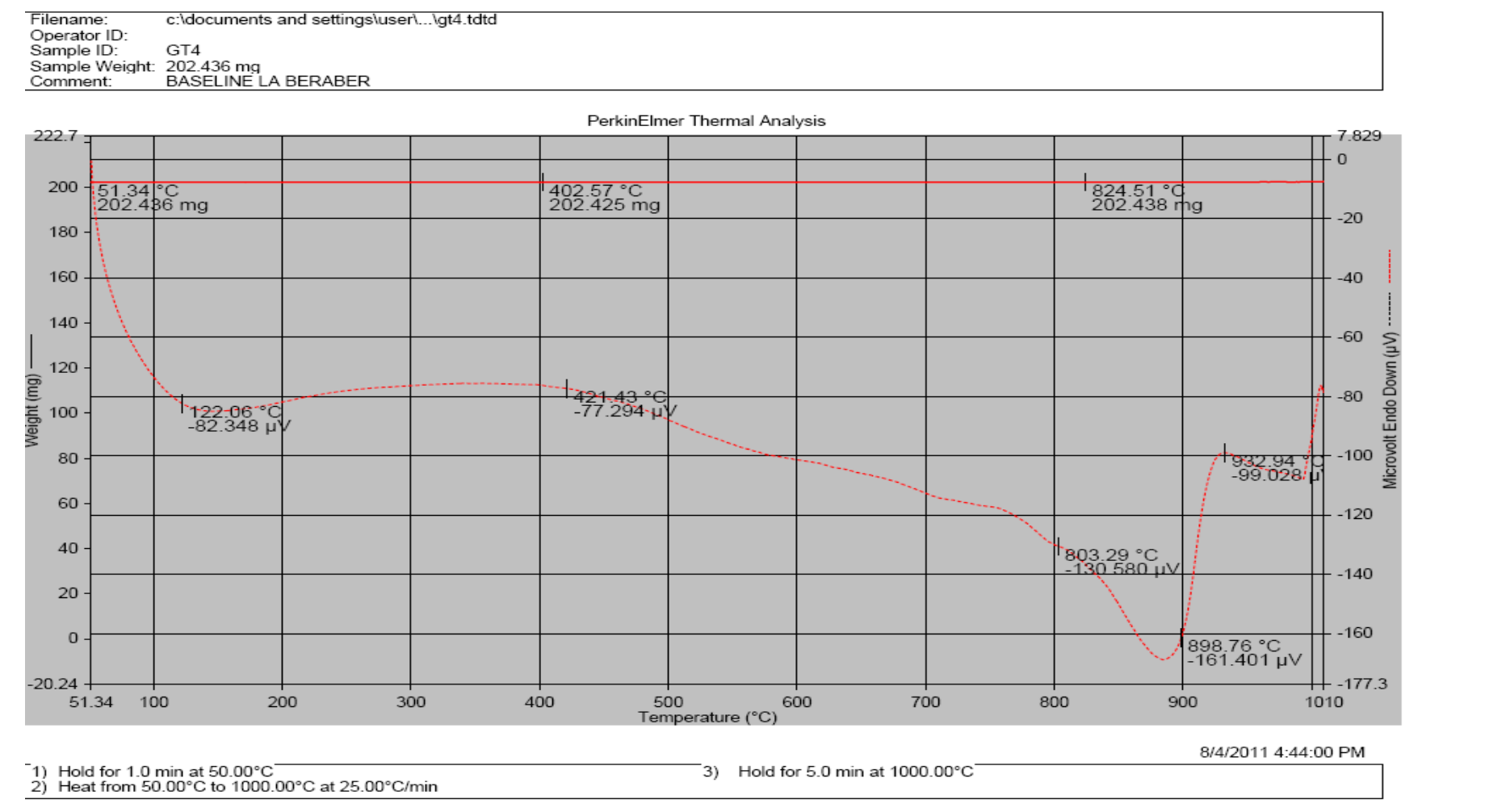


Şekil 7. GT-7 örneğine ait XRD-TK difraktomu (kalsit, kuvars, illit)



Şekil 7 GT-4 örneğine ait normal koşullarda çekilmiş XRD-KF difraktomu (illite, klorit, kuvars, kalsit).

Kil fraksiyonu ayrılan örneklerde normal koşullarda çekilen XRD-difraktomunda egemen mineral olarak illit bulunmaktadır . Aynı şekilde etilen glkol muamele edilen kayaçlarda da aynı durum izlenmektedir (Şekil 8). d₀₀₁ yansıması 14.47-14.95 Å° arasında değişen değerler Ca-smektitin varlığını işaret etmektedir (Brindley ve Brown, 1980). Illit mineralını takiben klorit minerallerine rastlanmıştır. Aynı zamanda kil fraksiyonu ayrılan tüm örneklerde kuvars ve kalsit mineralleri de bulunmaktadır. 2μ'dan küçük fraksiyonda fazla miktarda kuvars bulunması, numune hazırlama tekniğinden kaynaklanır ve buzul kayaların tozundan veya diyatome veya radyolara gibi çoğunlukla genç kayaçlarda bulunan orjinal iskeletini opalin silikanın oluşturduğu silisli mikrofossillerden kaynaklanır (Karakaya, 2006). Kalsit mineralinin de ortamda bulunması kil ayırımı tekniğinden kaynaklanabilir.



Şekil 9. GT4 örneğine ait normal koşullarda çekilmiş kil fraksiyonu DTA analizi

Bu diyagramda 122.06 °C sıcaklığında ortaya çıkan endotermik pikin doğrudan illiti karakterize ettiği düşünülmektedir. Illitler çoğunlukla 550 °C üzerindeki dehidroksilasyon pikleri ile tanınırlar (Bor, 2008). Illitten hidroksilin ayrılması ortalama 400 °C'da başlar ve 900 °C'ye kadar devam edebilir (Özpinar vd., 2006). Bu açıdan GT-4 örneğine ait 421,43 °C ve 803 °C sıcaklıklar da endotermik pikler illit mineraline ait dehidroksilasyon pikleridir. XRD difraktomlarında tespit edilmesine rağmen Kuvars mineraline ait polimorfik değişimi karakterize eden yaklaşık 573 °C'deki ekzotermik piklerin gözlenememesi hem ısıtma hızının yüksekliğinden hem de illit ve klorit gibi minerallerin ana endotermik piklerinin 500-600 °C arasında olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen DTA eğrileri genel olarak yorumlandığında XRD analizlerinden elde edilen mineralojik tanımlamalar ile uygunluk göstermektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Göltaş Çimento Fabrikası ve yakın çevresinde gerçekleştirilen bu çalışma çerçevesinde yaklaşık olarak 37 km²'lik bir alanın kaya birimleri tanımlanarak formasyon sınırları tespit edilmiş ve alanın 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası ve farklı düşey ölçeklerde jeolojik enine kesitleri hazırlanmıştır (Şekil 2). Buradan ortaya çıkan sonuca bağlı olarak çalışma alanında en yaşlı kayaların Senomaniyen-Turuniyen (Üst Kretase) yaşı ve yaklaşık 500 m kalınlığı ile Söbüdağ kireçtaşları oluşturmaktadır. Bu kayaların altlayan birim bilinmemektedir. Bu kayaların üzerine uyumlu olarak Orta Meastrihtiyen yaşı ve 70-80 m kalınlıkta olan Senirce kireçtaşları gelmektedir. Üst Paleosen-Orta Eosen yaşı ve 110-120 m kalınlıkta olan Kızılkırma formasyonu Senirce formasyonunu uyumsuz olarak örterek bir devrin kapanım bir başka devrin başlangıcına işaret etmektedir. Bu bir devrin başlangıcına işaret eden formasyon 650-700 m kalınlıkta olan ve kil yatakları içeren Orta Eosen yaşı Kayıköyü formasyonu tarafından örtülür. Bu formasyonun üzerine uyumsuz olarak 50-60 m kalınlığı olan Oligosen yaşı İncesu konglomeraları gelir. Kuvarteren zamanında tüm bu formasyonlar uyumsuz olarak alüvyon ve yamaç molozu tarafından üzerlenmektedir. Çalışılan alandan kil mineralojisi ve killi kayaların jeokimyasının tanımlanması amacıyla toplam 10 adet kayaç örneği alınmıştır . Bu kayaç örneklerinin üç adedi Senirce kireçtaşlarından alınmış olup jeokimyasal analiz sonuçlarının da doğruladığı gibi mineralojik olarak sadece kalsitten oluşmaktadır. Bu alınan örneklerden biri (GT-5) yüksek miktarda kalsit ve az miktarda CaO içermekte olup az kil içeren kireçtaşından oluşmaktadır. Diğer 6 adet örnek kalsit, kuvars ve kil minerali olarak illit içermektedir. Bu sonuçları aynı zamanda jeokimyasal analizler doğrulamaktadır. Kayıköyü formasyonundan alınan örneklerde gerçekleştirilen jeokimyasal analizlerde CaO kalsit, MgO dolomit, K₂O illit, Al₂O₃ kil mineralleri, Fe₂O₃ ankerit, SiO₂ kuvars ve yüksek ateş kaybı değerleri karbonatlı minerallere bağlı olarak gelişmektedir. Kil fraksiyonu ayrılan 6 adet örnekte gerçekleştirilen termal analiz sonuçlarında illit mineral fazına ait pikler tanımlanarak bu sonuçların XRD sonuçları ile uyum sağladığı görülmüştür. Jeokimyasal analiz sonuçlarından elde edilen veriler çimento hammaddesi olarak kullanılan üründe istenilen sınır değerlerle karşılaştırıldığında MgO değerlerinin % 2.12-3.62 değerleri arasında olduğu ve tüm örneklerde sınır değerler (Max.: %5) içerisinde kaldığı, buna karşın Al₂O₃ değerlerinin % 5.47-8.99 arasında olduğu ve tüm örneklerde sınır değerin (min.: %4) altında kaldığı gözlenmektedir. Bununla birlikte maksimum % 31 civarında olması istenen SiO₂ değerlerinin de % 25,24-28,58 değerleri arasında olup arzulanan değer ile bir uyumluluk göstermektedir. Çimentoda kullanılacak malzemede miktarı sınırlandırılmış olan diğer bir bileşik olan alkali değerleri tüm örneklerde istenen sınırlar içerisinde (max.: % 2) yer almaktadır. Normal portland çimentosu için kabul edilebilir max. SiO₂ içeriği s % 3.5 olup tüm örneklerde çıkan sonuçlar % 0,05'in altında ve standartlar içerisinde yer almaktadır. Jeokimyasal sonuçlardan SiO₂, Fe₂O₃ ve Al₂O₃ değerlerinin kullanılmasıyla oluşturulan silikat ve alüminyum modülleri hesaplanmıştır. Standartlarda 1,9-3,2 arasında olması istenen ancak Türk çimento işletmelerinde kabul edilen sınır değerler 2,2-2,6 olan silikat modülleri, örneklerde 2,86 ile 4,13 arasında olup standart değer aralıklarıyla biraz uyumluluk göstermektedir. Alüminyum modülü ise standartlarda 1,0-4,0 arasında olup Türk çimento fabrikalarında uygun ve kabul edilebilir değerler 2,2-2,6 arasındadır. Genel standartlar baz alındığında 6 adet örnek 1,99 ile 4,03 arasında alüminyum modülü göstermektedir ve bu değerler eşit yaklaşık olarak verilen standartlara yakınlık göstermektedir. Bu da Türk çimento işletmelerinde kullanılması uygun görülen alüminyum modülü gözönünde bulundurulduğunda ise tüm örneklerdeki alüminyum modülünün standartlara uygun seviyede bulunduğu sonucuna varılmaktadır.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 2876-YL-11 numaralı "Isparta kuzeyinde Eosen yaşı birimleri içinde yeralan kil yataklarının jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin araştırılması" adlı araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

5. KAYNAKLAR

- Bailey, S. W., 1980, Structures of layer silicates: in: Brindley, G. W. and Brown, G. (eds.): Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification, Monograph 5, Mineralogical Society, London, p. 1-123.
- Bor, E., 2008, İçecek yöreni (Isparta) Eosen yaşı kil yataklarının endüstriyel hammadde olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 60 S.
- Chung, F.H., 1974. Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns, I. Matrix-flushing method of quantitative multicomponent analysis, J. Appl. Cryst, 7, 513-519.
- Çelik-Karakaya, M., 2006. Kil minerallerinin özellikleri ve tanımlama yöntemleri. 640s. Ankara.
- DPT, 2007, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2007. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Yayın No: DPT: 2739-ÖİK:690, 15-17, Ankara.
- Karaman, M. E., 1994. Isparta-Burdur arasının jeolojisi ve tektonik özellikleri. TJK Bülteni, 119-134. Ankara.
- Novich, B. E. and Martin, R. T., 1983, Solvation methods for expandable layers. Clays clay minerals 31, 235-238.
- Özpinar, Y., Hancıer, M. ve Semiz, B., 2006, Belevi (Çal) kil yatakları, Çal Sempozyumu, 1-3 Eylül 2006, Pamukkale Üniversitesi, Denizli. 2006.
- Peterson, E. and Swaffield, R., 1987. Thermal analysis, 99-132, in: a handbook of determinative methods in clay mineralogy, (Wilson, M.J., ed.), Blackie, London.
- Çalışkan, T.A., 2011, Isparta Kuzeyinde Eosen Yaşlı Birimler İçinde Yeralan Kil Yataklarının Jeolojik, Mineralojik Ve Jeokimyasal Özelliklerinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi,