

ÇAMCAĞIZ KAOLİNİNİN (İvrindi – Balıkesir) JEOLJİSİ ve TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Hayri ERDİNÇ*

ÖZET

Bu çalışmada Balıkesir-İvrindi ilçesi Küçük Yenice Köyü çevresindeki Paleozoik (Pre-Permian, Permian) ve Senozoyik (Tersiyer, Kuaterner) yaşlı kayalar ve Çamcağız Kaolin Yatağı incelenmiştir.

Çamcağız Kaolin Yatağı Tersiyer yaşlı piroklastik kayaların hidrotermal eriyiklerle bozuşması sonucu oluşmuştur. Ocaktan derlenen örneklerin DTA, X-ışını difraktometre ve elektron mikroskopuyla yapılan tayinlerinde ana kil mineralinin kaolinit olduğu ve alümit, kuvars, demiroksit minerallerinin de safsızlıkları oluşturduğu saptanmıştır. Çamcağız sahası 1.273.200 ton (görünür + muhtemel) kaolin rezervine sahiptir. Bu hammadde günümüzde seramik sanayiinde tüketilmektedir. Aynı hammaddenin kağıt hamurunda dolgu materyali olarak da kullanılabileceği gösterilmiştir. Diğer taraftan, çakmak sahasındaki kaolin çok miktarda alümit ve demiroksit içerdiğinden arındırma işlemi yapılmaksızın seramikte kullanılamaz.

ABSTRACT

In this study, the Palaeozoic (Pre-Permian, Permian) and Cenozoic (Tertiary, Quaternary) rocks and the kaolin deposit in the location of Çamcağız around Küçük Yenice village of İvrindi town in Balıkesir have been investigated.

The kaolin deposit of Çamcağız was derived from the alteration of the pyroclastic rocks of Tertiary age by hydrothermal solutions. DTA, X-ray diffractometer and electron microscope analysis of the specimens collected from the pit have confirmed that kaolinite was the chief clay mineral and alunite, quartz and ironoxide minerals were the impurities. Kaolin reserve of Çamcağız area has been estimated about 1.273.200 tons (visible + probably) and is currently being used essentially in ceramic industry. Studies also show that the above mentioned raw material can be used in paper pulp which serves as a filling substance. In contrast, kaolin in Çakmak area contains ironoxide and alunite in higher degrees and therefore can not be used in ceramic industry without purification.

GİRİŞ

Güney Marmara'da irili ufaklı, çok sayıda kaolin yatağının bulunuşu, bu bölgeye "Kaolin Ambarı" niteliğini kazandırmıştır. Bu yataklardaki saf kaolin ham-

* Yard. Doç. Dr.; U.U. Balıkesir Mühendislik Fak., İnşaat Bölümü. Geoteknik Ana Bilim Dalı.

maddesi sayıları hızla artan seramik kuruluşlarınca kapışılmakta ve tüketilmektedir. Bölgedeki önemli yataklardan biri olan Çamcağız Kaolin Yatağı (İvrindi-Balıkesir), 1970'li yıllardan günümüze kadar, çeşitli duraksamalarla Eczacıbaşı/Esan ve Sümerbank/Yıldız Seramik Şirketlerince işletilmiştir.

Bu çalışmada ocaktan üretilen hammaddenin hem seramik, hem de kâğıt sanayiinde ilk kez kullanılabilirliği anlatılacaktır. Kaolinlerin çevre kaya birimleriyle ilgileri, mineralojik, kimyasal ve teknolojik yapılarını ortaya koymak amacıyla, ocakların tümünü içine alan yaklaşık 80 km² lik bir alanın 1: 25000 ölçekli jeoloji haritası ve kesitleri hazırlanmıştır. Kaolin oluşumlarının çevresindeki birimlerden derlenen kaolinleşmemiş ana kayaç örnekleri petrografi mikroskobuyla incelenmiş, adlandırma ve gruplandırılmaları yapılmıştır. Kaolin örneklerinin tanımlanmasında petrografi mikroskobu yetersiz kaldığından, mineral bileşenlerini belirlemek için X-Ray Difraktometre, elektron mikroskobu ve DTA cihazlarından yararlanılmıştır.

Daha önce bölgede yapılan, çeşitli amaçlı jeoloji incelemelerinden başlıcaları Yararlanılan Kaynaklar bölümünde listelenmiştir.

BÖLGESEL JEOLJİ

Yurdumuzun Kuzeybatı Anadolu Bölgesi farklı stratigrafik ve tektonik koşulların etkisinde kalan bir bölgedir. Başlıca Kazdağ'da yer alan orta basınç amfibolit fasiyesine ait metadünit, metagabro, piroksenit, amfibolit, çeşitli bileşimli gnays ve mermerler muhtemelen Prekambriyen yaşı, metamorfizma geçirmiş en eski temel kayaçlardır. Çevre sahalardan hareket ederek bindirme fayı ile bu temel üzerine itilmiş olan daha düşük dereceli metamorfik kayaçlar stratigrafik olarak çekirdeğin karşılığı olmaktadır. Bingöl (1968), Kazdağ Masifi gnayslarının Üst Paleozoyikten daha yaşlı olamayacağını ve masif kayaçlarının ikincil olarak, Tersiyer yaşı alçak basınç metamorfizmasına uğradığını savunur. Düşük dereceli sist, fillit, kuvarsit, vb., Balya, Havran, Ezine dolaylarında yüzey görüntüleri vermektedir. Bunlar veya bunların eşdeğeri varsayılan çevre kayaçlarında fosil bulunamamış olmakla birlikte yaşlarının Triyas öncesi olduğu kabul edilir. Metamorfizmaya uğramayan Paleozoyik yaşı kayaçlar, örneğin fosilli Orta Devoniyen, Karaburun; Siluriyen-Devoniyen, İstanbul ve Devoniyen-Karbonifer, Soma'da bilinmektedir. Ancak uzaklık nedeniyle herhangi bir korrelasyon mümkün değildir.

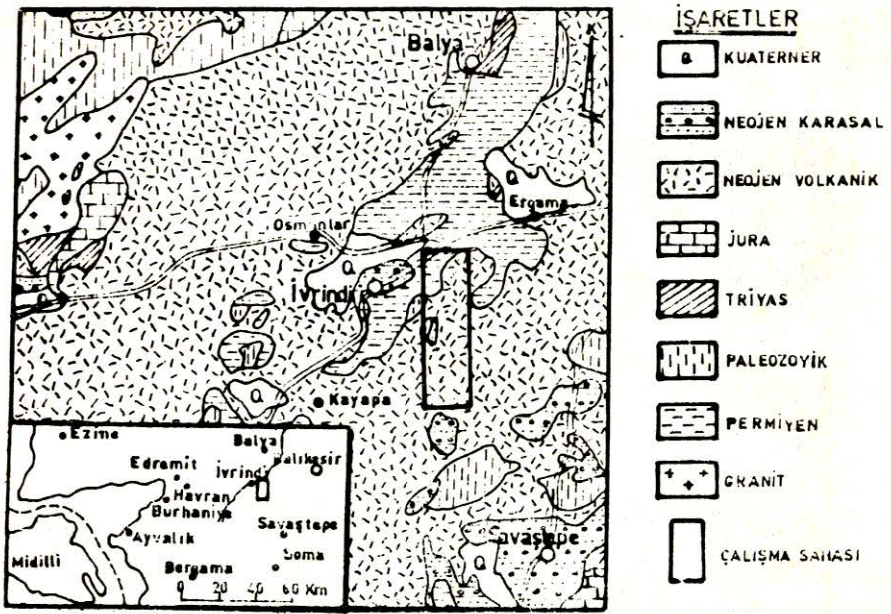
Temeldeki metamorfik kayaçlar, genellikle Permiyen kristalin kireçtaşlarıyla örtülürler ve iki seri arasında diskordans veya konglomeralar bulunur (Özkoçak, 1969; Kalafatçıoğlu, 1963).

Paleozoyik seriler Hersiniyen orojenezi ile bağıntılı Dünit stokları ve asid bileşimli batolitlerle kesilmişler, fakat Mesozoyik yaşı sedimenter kayaçlarla diskordan olarak örtülmüşlerdir.

Fosil içeren Triyas mostraları Balya (Aygen, 1956) ve Edremit'in doğusunda (Kaden, 1959) bulunur. Transgressif Jura kireçtaşları Havran (Aslaner, 1965) ve Balya-Yenice (Aygen, 1956) dolaylarında görülmüştür.

Kretase yaşı fliş tipi sedimantasyon ve ofiyolit yerleşiminin ardından, Paleojen asidik intrüzyonlar (Eybekdağ; Bürküt, 1966; Kozak; İzdar, 1968; Eğrigöz; Dora, 1969) meydana gelmiştir.

Senozoyikte Tersiyer volkanizması büyük ölçüde etkili olmuş, denizel, laküstün kayaçlar ve alüvyonlar geniş alanlara yayılmışlardır.



Şekil 1 — Çalışma sahasının yeri ve 1:500 000 ölçekli Jeoloji haritasında konumu.

İnceleme Alanının Jeolojisi

Yukarıda anlatılan çerçeve içinde yer alan çalışma sahasında (Şekil 1), Paleozoyik (Permien Öncesi, Permien) ve Senozoyik (Tersiyer, Kuvaterner) yaşlı kayaçlar bulunur.

Paleozoyik

Çalışma alanında Paleozoyik; Permien Öncesi yaşlı detritik kayaçlar ve Permien yaşlı kireçtaşlarıyla temsil olunur.

Permien Öncesi

Çalışılan sahada, konumu bakımından en yaşlı kaya birimi olarak görünen detritik kayaçlar, Kırçal T. nin kuzeybatısındaki Edremit yolu yarmasında, Karatavuk T. nin güneybatısında, Küçük Yenice köyü batısındaki Yılanlıdere ve Kedi T. doğusundaki Bostandere vadi tabanlarında çok dar ve küçük alanlarda yüzey görüntüleri verirler. Şeyl ara tabakalı olarak, grovak, kumtaşı ve konglomeralar gibi detritik (kırıntılı) kayaçlardan ibaret formasyonda çoğunlukla yeşilimsi gri renkli grovaklar baskındır. Petrografik incelemede:

Grovak

Yeşilimsi gri renkli, yoğun dokulu kayaç; köşeli, yarı yuvarlaklaşmış kuvars (% 50-60), ayrılmış feldspat (% 10-15), tek tük muskovit ve klorit minerallerini içe-

rir. Bazı örneklerde feldspatların önemli ölçüde azlığı dikkati çeker. Genellikle ortoklasların bozularak kil ve serisit'e dönüştüğü görülür. Ortoklas'a oranla daha az izlenen küçük taneli albit tipi ikizlenmeli oligoklas kristalleri ise, bozuşmadan etkilenmeyerek taze olarak korunmuşlardır. Opak mineraller, demir oksitler halindedir. Kötü boylanmış taneler kloritli, karbonatlı ve serisitli bir matriks ile çimentolanmışlardır. Matrikste ikincil kalsit büyümeleri de olağandır (Foto 1).



Foto 1 — GROVAK. Kloritli, karbonatlı ve serisitli matriks içinde detritik kuvars ve ikincil kalsit büyümeleri belirgindir. İncekesit K63, çapraz nikol, X50. Yeri: Dadalar Dere.

Kumtaşı

İstif içinde çok az oranda, ince seviyeler halinde görülür. Açık sarı renkleri ve kumlu görünümleriyle diğerlerinden ayrılırlar. Başlıca detritik minerallerin % 60-70 oranında kuvars, % 5 kadar albit ve % 1-2 çört olduğu görülür. Çimento karbonatlıdır (feldspathik kalk-arenit. K 6, Yılanlıdere). Diğer bir örnekte (K 61, Karatavuk T. güneyi), çok ince taneli serisit çimentolu matriks içinde % 50 kuvars, % 5 albit ve % 10 oranında yabancı kayaç parçaları (metamorfik) izlenmiştir (Litik arenit, Foto 2).

Şeyl

Siyahımsı, kahverenkli ince tabakalı şeylin başlıca kil ve serisit minerallerine ilave olarak kuvars ve feldspat kırıntıları içerdiği görülmüştür (K 1, Yukarı Mah.).

Derlenen kayaç örneklerinin hiçbirinde fosil görülmediğinden kesin yaş verilememiştir. Lahusen (1964) ve Mariko (1970) detritik kayaçlar için Paleozoyik yaşı uygun görmüşlerdir. Ancak, Krushensky (1971), Havran'ın doğusunda, metamorfik "Kalabak Formasyonu" üzerindeki diskordan sedimenter "Halılar formasyonu" kayaçlar için Triyas (Jura) yaşı önerir. Bu bölgede "Halılar Formasyonu" üzerinde fosilli Permiyan kireçtaşları bulunur. İki formasyonun açığa çıkan



Foto 2 — FELDSPATLI, LİTİK KALK-ARENİT. Çok ince taneli serisit ve karbonatlı çimento içinde kuvars, az miktarda albit, çört ve yabancı kayaç parçaları izlenir. İncekesit K59, çapraz nikol, X50.

alt kondağında yer alan kumtaşının içinde fosil olmayışı kesin yaş verilmesini güçleştirir. Kumtaşı litolojik olarak "Halılar Formasyonu"na benzemekle birlikte, Permian kireçtaşı kondağının bindirmeli olduğu da kanıtlanamamıştır.

Karşıt olarak, Soma dağlarının jeolojisini inceleyen Brinkmann (1966), Karbonifer-Orta Permian yaşlı detritik kayaçlar üzerinde Permian kireçtaşı bloklarının varlığını belirtir. Paleozoyik ve Alt Mesozoyikten Üst Kretase'ye kadar olan bütün formasyonların az çok sürekli seriler oldukları da düşünülmüştür (Ketin, 1966).

Detritik serinin tabanının ve fosil varlığının ortaya konulmamış olması ve çevre jeolojisi ile korrelasyon yapılabilmesi için sadece litoloji benzerliğinin yanıltıcı sonuç verebileceği düşünülerek kesin yaş önerilmemiş, değişebileceği de kabul edilerek Permian Öncesi yaşı uygun görülmüştür.

Permian

Çalışılan alandaki Permian; temeli oluşturan kırıntılı tortullar üzerinde transgresif olarak yer alan kireçtaşları ile bilinir. Tipik olarak Orta T., Gökçe T., Arıçal T., Kıran T., Kedi T. ve Küçük Yenice Köyü çevresinde mostraları bulunur. Kireçtaşı ile altındaki seri arasında tektonik kontakt söz konusu olmayıp, basit diskordans görülür. Kireçtaşı biriminin en alt kısmında temele ait kayaçların çakıllarını içeren, karbonat çimentolu taban konglomerasının bulunuşu, birimin otokton olduğunu kanıtlar. Konglomeranın en iyi görüldüğü yer, haritalanan sahanın kuzeyindeki Edremit-Balya yolu ayrımındaki detritik kayaçlar-kireçtaşı kondağıdır.

Kireçtaşı, genellikle koyu gri, mavimsi gri renkli, çok yoğun, kırılması güç ve kötü kokulu, kalın tabakalı, bol eklemli ve erime boşlukludur.

Mikroskop incelemesinde ana mineral olarak, mikritik ve spartik çimento içinde rekristalizasyona uğramış kalsit'in yanında dolomit de gözlenmiştir. Kayaçta

bulunan çatlak veya erime boşluklarını dolduran kalsit mineralleri ikincil oluşumlardır (Foto 3).



Foto 3 — KİREÇTAŞI. Kayaçtaki çatlak veya erime boşluklarını dolduran ikincil kalsit. İncekesit K5, çapraz nikol, X25. Yeri: Dadalar Dere.

Fosil görülemediğinden birimin yaşı önceki çalışmalara göre verilmiştir. Aygen (1956), aynı kuşakta yer alan kireçtaşları için Neoschwagerina, Sumatrina fosillerine göre Üst Permiyen yaşını uygun görür. Çalışma alanının batısındaki Ayaklı kireçtaşlarında Krushensky (1971), Schwagerina, Parafusulina, Verbeekina vb., fosillerini saptayarak Üst Permiyen yaşını öne sürer. Lahusen (1964), antimonit cevherleşmesini incelemek için Küçük Yenice Köyü çevresinde yaptığı çalışmada kireçtaşlarında Fusulinidae fosillerine rastladığını belirtir.

Senozoyik

Senozoyikde, Tersiyer yaşlı volkanit, tuf, kireçtaşı ve silisifiye kayalar, Kuvaternerde ise alüvyonlar oluşmuştur.

Tersiyer

Tersiyer yaşlı volkanit, tuf, kireçtaşı ve silisifiye kayalardan oluşan seri, Paleozoyik yaşlı temel kayalarını örterek geniş bir yayılım gösterir. Bu serinin üstü açısız diskordanslı olarak Kuvaterner'e ait alüvyonlarla yer yer örtülüdür.

Çalışılan alanda, büyük çoğunluğun güney ve doğu kesiminde yüzey görüntüleri veren andezitler ile köken bakımından bunlarla ilişkili tuf ve aglomeralar olduğu görülür. Bazalt ve bazaltik tuf olarak tanımlanan kayalar sadece, çok dar bir alanda yer alır. Miyosen'e ait tatlı su kireçtaşları volkaniklerin üstüne yerleşerek, yer yer tüflerle ara tabakalı olarak çökelmişlerdir. Post-volkanik kökenli silisifiye kayalara kaolin oluşumunun üstünde, kireçtaşları tabakaları ve çatlakları arasında rastlanır.

Tersiyer'e ait başlıca kayaç gruplarının özellikleri aşağıdaki gibidir.

Volkanik Kayaçlar

Çalışma alanında, volkanik kayaçlar başlıca güney ve doğu kesimlerdeki yükselti ve vadileri oluşturlar. Bileşimlerine bağlı olarak sürekli geçişler görülür. Örneğin, bu grup kayaçlar içinde, trakiandezitik ve bazaltik bileşimde olan kayaçlar andezitlerle geçişlidir. Ancak yaygın kayaç türü andezittir. Seri içinde bazalt'a Çakmak ve Yılanlıderelelerin birleştiği yerde rastlanmış ve ayırtılarak haritalanmıştır.

Andezitik kayaçlar genel olarak koyu gri veya kırmızımsı kahve bazen mor renkli, camsı hamur içinde açık gri plajiyoklas, siyahtan koyu kahverengiye kadar biyotit ve koyu yeşil siyah renkli amfibol fenokristalleri içerirler. Yapısal olarak masif, bazen iri bloklu, kırıklı, düzenli olmayan eklem sistemine sahiptirler. Genel olarak NE-SW doğrultulu çatlak ve kırıkların bazılarında, Çakmak mevkiinde anti-monit cevherleşmesi görülür.

Türkmen T. güneyinden alınan örnekler (K 26, K 36) amfibollü ve biyotitli, feldspat fenokristalli andezit'e aittir (Foto 4). Mikroskop incelemesinde:

Doku: Mikrolitik camsı hamur içinde farklı büyüklükte fenokristalli porfiriktir.

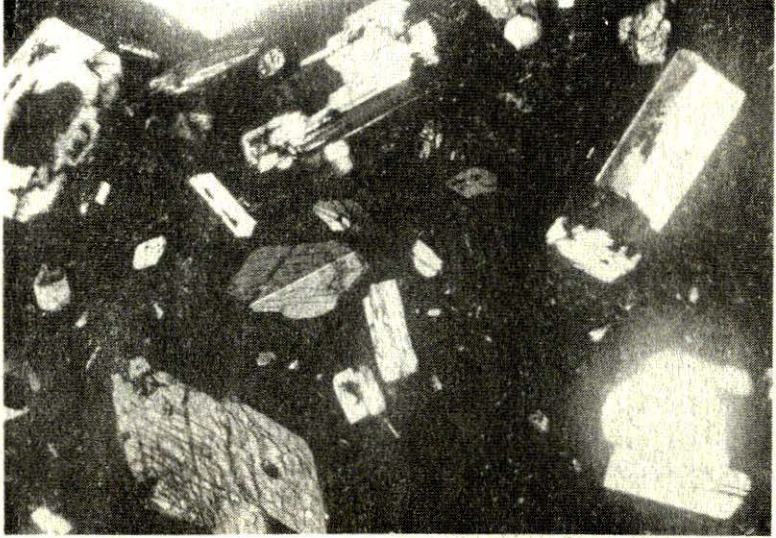


Foto 4 — ANDEZİT. Mikrolitik camsı hamur içinde idiomorf-hipidiyomorf, (110: 110) dilinimleri belirgin hornblend ve feldspat fenokristalleri. İncekesit K26, çapraz nikol, X50. Yeri: Türkmen Tepe.

Fenokristaller

Andezin: Orta-küçük boyutlu, bazen iri kristalli, ikizlenme albitkarlsbad kombinasyonlu, zonlu dokulu, kenarları ayrışmıştır. % 40-50 An içerir (Foto 5).

Hornblend: İnce, uzun prizmatik kesitleri yanında altıgen, idiomorf bazal kesitlerinde dilinimleri belirgindir (Foto 4). Bazen ikizleri görülür. Pleokroizm renkleri koyu kahverengi ile yeşil arasında değişir.

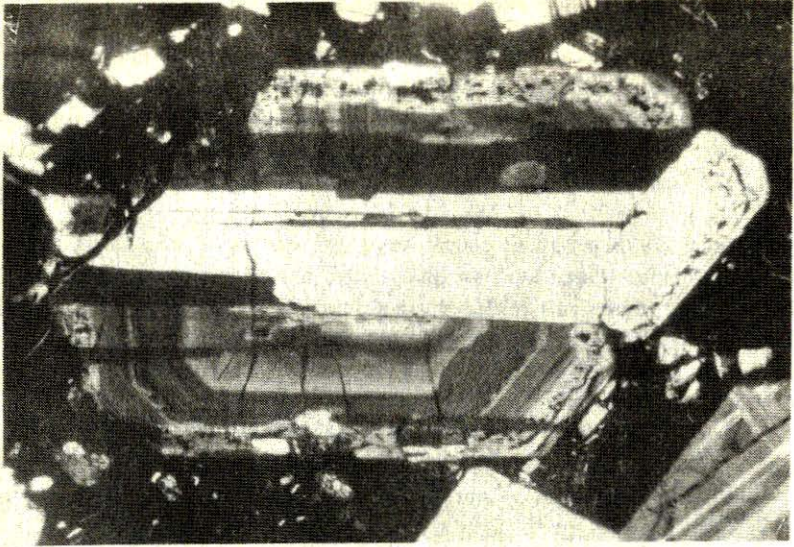


Foto 5 — Andezit içinde yer alan iri andezin fenokristallerinde zonlu dokü ve kenar zonlarda ayrışma izlenir. İncekesit K56, çapraz nikel, X50. Yeri: Karakoyunlu Tepe.

Biyotit: İdiyomorf, siyahtan açık kahverengine kadar değişen pleokroizm özelliği bulunur. Kuş gözü strüktürü (Bird's Eye Structure) izlenebilir. Dilinimleri belirgindir (Foto 6).

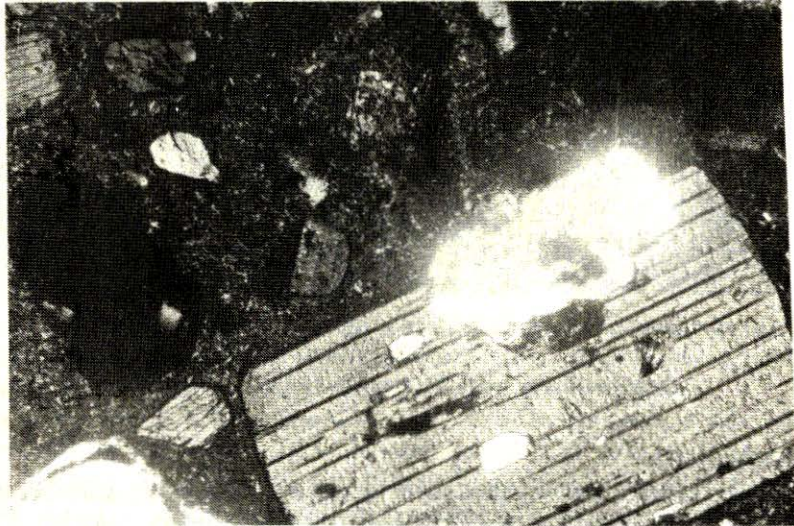


Foto 6 — ANDEZİT. Biyotit mineralinde tek yönlü dilinim ve kuş gözü (Bird's eye) strüktürü, Birkaç hornblend fenokristali de mikrolitik hamur içinde görülür. İncekesit K36, X50. Yeri: Susuzayla güneydoğusu.

Bazaltlar, çok küçük mostralara halinde andezitlere geçişli olarak görülürler. Çakmak ve Yılanlıdere'nin kesim noktasının doğusundaki tepede mostrası bulunur. Kayaç; makroskobik olarak siyahımsı yeşil, koyu kahverengidir. Fenokristallerden sadece prizmatik plajiyoklaslar hamur içinde, grimsi beyaz renkleriyle tanınırlar. Mikroskop incelemesinde:

Doku: Mikrolitik hamur içinde fenokristalli porfiriktir.

Fenokristaller:

Plajiyoklas: Küçük, hipidiyomorf-adiyomorf ikizlenmeli taneler bol miktarda hamur içinde yer alır. % 55 An (Labrador) içerir.

Piroksen (Augit): İri, idiyomorf taneler yanında, küçük kristaller de plajiyoklaslar gibi hamur içinde dağılmış durumdadır. Çok-iri, sekizgen, bazal kesitlerinde magmatik korozyon izleri yoktur. Çift yönlü, birbirlerini dike yakın açı ile kesen dilinimler ve (100) ikizlenmesi izlenir (Foto 7).

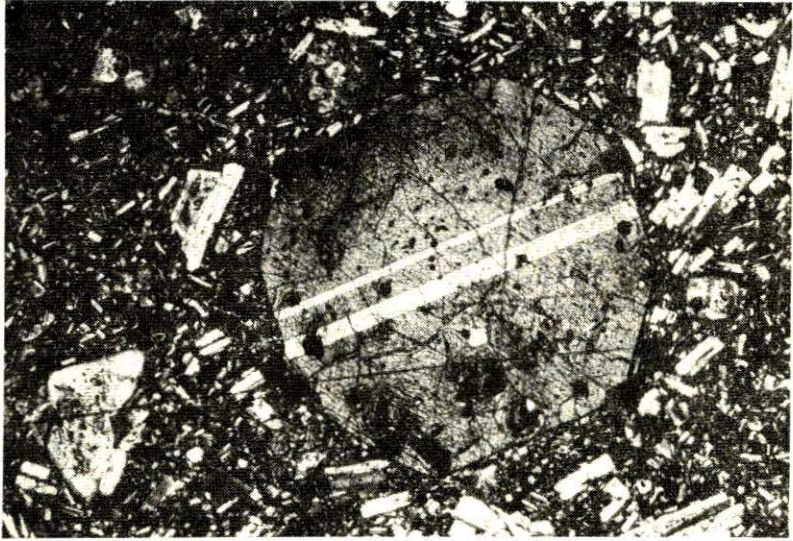


Foto 7 — BAZALT. Mikrolitik, porfirik hamur içindeki iri, idiyomorf, sekizgen, augit mineralinde (110:110) dilinimleri ve (100) ikizlenmesi. İncekesit K51, çapraz nikol, X25. Yeri: Yılanlıdere.

Amfibol: Çok küçük taneli, dilinimli, prizmatik hornblend kristalleri çoğunlukla bozuşmuş ve opaklaşmış durumdadır.

Tali mineralleri prizmatik kesitli apatit, yüksek röliyepli kataklaze zirkon ve kübik, idiyomorf opak mineraller oluşturur. Hyalin maddesinden oluşan hamur içindeki plajiyoklas mikrolitlerinde yönelme yoktur. Çatlak ve gözeneklerin bazıları ikincil oluşumlu kalsit ve opal ile dolmuştur.

Tersiyer volkanizmasının hemen her yörede asidik bileşimli kayaçların öncülüğünde başladığı, ortaç volkanikleri bazik ürünlerin izlediği görülür. Bu ardışıklı durum bir yitim zonundan (Subduction Zone) çok, bir açılma (grabenleşme) volkanizmasını simgelemektedir. Batı Anadolu'daki volkaniklerin, bazik magma yükseli-

minin etkisiyle ergiyen üst kabuk maddesinin oluşturduğu anatektik magmadan kaynakladığı görüşü benimsenmektedir (Savaşçın, 1978). Dikili, Çandarlı, Bergama ve Soma yörelerinde, ilk orta Miyosen yaşlı dasit ve riyodasitik kalkalkalin bir volkanizmanın etkin olduğu, daha sonra Orta-Üst Miyosen yaşlı andezitik bir volkanizmanın oluşturduğu ve son olarak, Üst Pliyosen yaşlı bazaltik bir volkanizmanın varlığı öne sürülmüştür (Akyürek ve Soysal, 1978). Borsi ve dğl. (1972), lavlarda radyometrik yaş belirlemeleri yaparak, çevremizdeki volkanik kayaların yaşları için 18.5, 17.6, 17.3, 16.7 m.y. gibi değerler bulmuşlardır. Benda dğl. (1974), Balya batısındaki volkaniklerin 18.2 ve 18.1 m.y. yaşında oldukları kanısındadırlar.

Foça yöresinde lavlar alkali ve kalkalkali nitelikte olup ardışıklı olarak yer alırlar. Savaşçın (1978), bu ardışıklığı kabuğun kısmi ergimesi ve ilkel bazik magmanın yükselimi sonucu gelişen olaylarla açıklamıştır. Yapılan radyometrik yaş belirlemesi 16.5 m.y. olup, Orta Miyosen'e karşılık gelir.

Balya-Edremit arasında kalkalkalin nitelikte andezit ve dasitik volkanizmanın Orta-Üst Miyosen yaşlı olduğu belirtilmiştir (Aygen, 1956). Krushensky (1971), Havran'ın doğusundaki volkanik kayaları 3 formasyona ayırmıştır:

a) Bağburun Formasyonu: Andezitik ve dasitik lav ve tüflerden oluşmuştur. Yaşı Kretase veya Paleojen.

b) Hallaçlar Formasyonu: Andezitik, dasitik lav akıntıları ve tüfler şeklindedir. K/Ar metoduna göre 23.6 ± 0.6 m.y. (Orta Miyosen).

c) Dedetepe Formasyonu: Riyodasitik tüf ve lav içerir. Yaşı 20.3 ± 0.6 m.y. (Orta Miyosen) dir.

Çalışılan alanda, volkanik kayaların Üst Miyosen kireçtaşları ve piroklastik kayalar tarafından örtülü olmaları Üst Miyosen'den önce oluştuklarını kanıtlar. Volkaniklerden taşınan kırıntılar Neojen göllerinde çökeline katılarak piroklastiklerin oluşumunu sağlamıştır. Piroklastikler daha sonra, Üst Miyosende kireçtaşlarıyla arıdalanmalı seviyeler halinde de görülürler.

Sedimenter Kayaçlar

Çalışma alanında Tersiyer yaşlı sedimenter kayaçlar, piroklastikler ve kireçtaşlarıdır. Silisifiye oluşuklar da, bir ölçüde, ekshalatif kökenlidir.

Piroklastikler

Tüf ve anglomeralardan oluşan piroklastik kayaçlar, genellikle çalışma alanının kuzeyinde Akçal köyü ve Dadalar T. çevresinde, orta kesimde Çamcağız mevkii ve Aşağı-Yukarı Mah. arasında, güneyde ise Gözlüçayır ve Susuzayla köylerinin batısında, Yaylakıran köyünün güneydoğusundaki geniş alanları kaplarlar. Köken bakımından bileşenleri aynı olmakla birlikte tane boyutlarıyla birbirinden ayırtlanabilen tüf ve aglomeralar diskordan olarak yer yer Paleozoyik temel kayaçlarını, çoğunlukla andezitik kayaçları örtmekte ve Miyosen kireçtaşlarıyla arıdalanmalı seviyeler oluşturmaktadırlar. Lav akıntıları şeklinde olmadıklarından andezitlere geçiş ve akma izleri görülmez. Masif veya kalan tabakalı piroklastik depolanmalar halindedirler.

Arıdalanmalı istiflenmenin en güzel görüldüğü Tas T. kuzeybatısından alınan K 58 nolu örnek ekshalasyonlarla göl sularına karışan camı, gri-yeşilimsi gri renkli tüf'e aittir. Mikroskop incelemesinde, seyrek olarak cam, genel olarak serisit ve kal-sitten oluşan hamur içinde köşeli kırıntılar halinde andezin, hornblend, biyotit ve kuvars izlenmiştir.

Andezin: Genellikle köşeli, kırıklı, zonar dokulu, albit ikizlenmeli taneler halindedir (Foto 8).



Foto 8 — ANDEZİTİK TÜF. Albit tipi ikizlenmeli ve zonar dokulu keskin köşeli andezin kırıntıları. Az miktardaki biyotit ve hornblend kloritleşmiştir. İncekesit K58, çapraz nikol, X25. Yeri: Taştepe kuzeyi.

Hornblend: Küçük taneler halinde, kloritleşmiş, bazen aşınmıştır. Koyukah-verengi pleokroizm gösterir.

Biyotit: Uzun prizmatik levhalar halindeki minerallerin köşeleri aşınmış bazıları bükülmüştür. Açık kahverenginden koyu renklere kadar pleokroizm görülür.

Kuvars: Az da olsa görülebilen kuvars köşeleri yuvarlaklaşmış, kırıklı kristaller halindedir.

Kayaç; dasite geçişli andezitik tüftür.

Çakmak derenin batı yamacında çok dar bir alanda görülen bazaltik tüflerde tabakalı istiflenme ve akma izleri de vardır. Andezitik tüflerin üstünde yer almışlardır. Mikroskop incelemesinde:

Doku: Mikrolitik hamur içinde bol fenokristalli porfirimsidir.

Plajiyoklas: Değişik boyutlarda, idiomorf-hipidiyomorf, kırıklı, bazen yuvarlaklaşmış kristaller halindedir. Albit-karlsbad ikiz kombinasyonlu taneler, sönme açlarına göre % 60 An (labrador) içerirler.

Piroksen: Hipidiyomorf, ikizli, kenarları yuvarlaklaşmış, augit minerallerinde dilinimler görülür. Az orandadır (Foto 9).

Amfibol: Kloritleşmiş, uralitleşmiş, kenarları yuvarlatılmış, kırıklı kristaller kahverenkli hornblenddir.

Vitritik hamur içinde ayrıca magnetit ve diğer demiroksitlere de rastlanır. Kayaç; augit ve amfibollü bazaltik tüftür.



Foto 9 — BAZALTİK TÜF. Mikrolitik hamur içindeki hipidiyomorf, ikizli, kenarları yuvarlaklaşmış, kırıklı piroksen kristali. İncekesit K57, çapraz nikol, X25. Yeri: Çakmaktedere batısı.

Susuzyayla köyünün batısında ve Karakoyunlu T. de andezitlerin üstünde ve andezitik tüf depolanmaları ile değişim içinde desimetreden metreye kadar büyüklükte bloklar içeren aglomeralar bulunur. Blok ve çakıllar daha çok andezit bileşimlidir. Temel kayac kalıntıları da olağandır. Çimento maddesi tüften oluşmuştur.

Kireçtaşı

Tabanda volkanit veya piroklastiklerin çakıllarını içeren ince bir konglomera seviyesiyle başlayan kireçtaşları, yer yer, ince taneli, iyi boylanmış, gevşek çimento-lu kumtaşlarıyla devam ederek, açık kahverenkli, ince taneli tüf, killi tüf ve açık gri renkli killi kireçtaşına geçiş gösterir. Sonra üst seviyelere doğru, tekrar tüf ardalan-masıyla açık gri-beyaz, bazen kahverenkli, ince-orta tabakalı kireçtaşına geçilir. Kireçtaşı tabakaları arasında yumrular veya plaketter halinde sileksit oluşumları da yer almaktadır. Kayaç; ortosparit ve silis bantlarıyla zaman zaman kesilir. Yayvan düzlük ve tepeler üzerinde, yatağa yakın eğimli istiflenmeler olarak başlıca Gökçe T. batısında, Kör T., Tas T. ve Yaylakıran köyü çevresinde bulunan kireçtaşlarında Lahusen (1966), *Hydrobia* sp., *Limnea* sp., *Truncatellina* sp., *Caroceline* sp. fosille-rini bularak Üst Miyosen yaşını uygun görmüştür.

Silisifiye Kayaçlar

Bu oluşumlar Miyosen kireçtaşlarının tabakalaşma düzlemleri ve çatlakların-da yumru veya plaketter halinde ve kaolinleşen tüfler üstünde yer alırlar.

Körtepe kuzeyinde ve Yaylakıran çevresindeki kireçtaşı tabakaları arasında beyaz, sarı, koyukahve, mavi, siyah renklerde ve cam gibi renksiz türde kolloidal opal oluşumları, aralarında bulunduğu kireçtaşı tabakaları veya çatlaklarıyla kesin sınırlıdır. Plaket halinde olanların kalınlıkları 10 cm kadar olabilir. Elips şeklinde

olanlar uzun eksenleri tabakalanmaya paralel yerleşmiş diziler şeklindedir. Büyük-
lükleri birkaç cm dir. Oluşumlar içinde bulundukları kayaçla aynı tektonik izleri
taşırılar.

Çakmak mevkiinde kaolinleşmiş tüfler üstünde yer alan tamamen şekilsiz, irili
ufaklı, kompakt, keskin köşeli opal çökeli mi görülür. Beyaz, siyah ve koyu kahve-
renkli opal parçalarını bağlayan silisli çimento önemli miktarda antimonit ($\% 20$
 Sb_2S_3) de içermektedir. Oluşumun ekshalatif sidementer tipte olduğu düşünülebi-
lir.

Neojen silis oluşumları esas itibariyle volkanik faaliyetten kaynaklanmaktadır.
Tüf oluşumunun hemen ardından, göl diplerinde volkanlardan gelen yüksek kon-
santrasyonlu ve sıcak SiO_2 su ile karışarak silis jeli haline gelip, ani soğuma sonu-
cunda çökelmiş ve henüz sertleşmemiş bulunan sedimanları örtmüş veya aralarına
sızmıştır. SiO_2 gelişindeki duraklamaların ardından tekrar göl sedimanlarının (ki-
reçtaşı gibi) çökelmeleri meydana gelmiştir. Volkanik faaliyetin yeniden başlaması
ve SiO_2 nin aynı hareketiyle, bu kez kireçtaşları tabakaları arasında opal oluşumları
yer almıştır.

Kuvaterner

Kuvaterner yaşlı alüvyonlar çevre kayaçlarından koparılmış, kötü boylanmış
ve depolanmış çakıl, kum ve az oranda silt ve kil içerirler. En önemli oluşukları Nad-
ra Çayı, Dadalar D., Büyük D. ve Gözlüçayır D. yataklarında görülür. Kalınlıkları en
çok 10 m kadar olmakla birlikte, özellikle Madra Çayı vadisinde geniş bir alanı ör-
terler.

Tektonik

Çalışma alanında, şeyl ara tabakalı yeşil renkli grovak ve konglomeradan olu-
şan detritik seri ve üstünde diskordan olarak yer alan Permien kireçtaşları Paleozo-
yik temeli oluşturmuşlardır. Bu kayaçlar tümüyle Hersiniyen orojenezinden etkile-
nerek kıvrılmış ve kırılmışlardır. Küçük Yenice, Aşağı-Yukarı Mah. ve Kedi T.
civarındaki düşey faylarla horstgraben tektoniği kazanılmıştır.

Paleozoyik temel üzerinde Tersiyer yaşı verilen volkanik ve sedimenter kayaç-
lar diskordan olarak görülmektedir. Tersiyer ve Paleozoyik yaşlı kayaçlar, Alpin
orojenezinin etkisinde kalarak, çalışma alanının bugünkü yapısını oluşturmuşlardır.
Tersiyer volkaniklerinde kuvvetli bir kırılma tektoniği egemendir. Andezit ve Miyos-
sen kireçtaşları Alpin orojenezine bağlı olarak değişik etkilere uğramışlar ve de ği-
şik bloklara ayrılmışlardır. Andezitlerde çeşitli yönde eklemler ve bazı düşey faylar
olağandır. Baskın eklem yönü NE-SW ve ikincil olarak E-W dir. Bunlarda görülen dü-
şey faylanmalar tüf çökeli minden önce oluşmuştur. Miyosen kireçtaşları da yatay
durumlarını kaybederek, devam eden tektonik fazlarla eğim kazanmış, kıvrılmışlar-
mış ve kırılmışlardır.

Mesozoyik yaşlı birimlerin olmayışı, Paleozoyik'ten sonra bölgenin Senozo-
yik'e kadar yükseldiğini, çökme olmadığını veya etkin erozyona uğradığını düşün-
dürür. Horst-graben faylanmalarının Hersiniyen orojeneziyle kazanıldığı ve Alpin
orojenezinin, bu yapının izlerini tümüyle silemediği ancak bazı yön değişikliğine
uğrattığı ve volkaniklerin bu zonlardan yükselişini sağladığı öne sürülebilir.

ÇAMCAĞIZ KAOLİNİNİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde; Çamcağız Yatağının oluşumu, mineralojisi ve kimyası belirtilecek, hammaddenin kağıt ve seramik sanayiinde kullanılması üzerinde durulacaktır.

Türkiye'nin 3.950.000 ton (görünür + muhtemel, DPT 1979-1983) olan kaolin rezervinin önemli bir kısmını Çanakkale, Balıkesir ve Bursa illerinde yer alan irili ufaklı kaolin yatakları oluşturur. Bu yatakların bazılarında yapılan üretim ile 150.000 ton/yıllık (1983) yurtiçi kaolin ihtiyacına katkıda bulunmaktadır. Ancak, ülkemizin jeolojik yapısı ve kaolin yataklarının oluşum özellikleri nedeniyle sınırlı olan bu rezerv, hızla çoğalan ve gelişen seramik endüstrilerinin ihtiyacı olan miktar ve kalitede hammadde sağlanmasında uzun süre kullanılabilir bir potansiyel değildir. Genel olarak, işletme ve zenginleştirme sorunu olmayan kaolin ocaklardan açık işletme ile sağlanmakta, impuriteli (saf olmayan) görülen kısımlar, maliyeti arttıracığı düşünülererek, değerlendirme çalışmaları yapılmaksızın terkedilmektedir.

Çamcağız Kaolin Yatağı

Çamcağız Kaolin Yatağı olarak bilinen bu ocak, Küçük Yenice köyünün 1.5 km kadar kuzey batısında yer almaktadır. Ocak ve çevresinin 1: 25.000 ölçekli jeoloji haritası ek-1 de sunulmuştur. Andezit bünyeli tüflerden yapıli saha içinde görülen kaolinleşme, tektonik bölümünde açıklandığı gibi, horst-graben tektoniğini kazandıran ana faylarla ilişkili antitetik-sentetik faylar ve çatlaklar boyunca yukarı doğru hareket eden hidrotermal eriyiklerle ilişkilidir (hipogen). Kaolinden ana kayaca dereceli geçiş, sondaj çekirdeklerinden sağlanan örneklerde ve sahada izlenebilmektedir. Ayrıca, kaolinize zonda kaolinleşmemiş tuf kalıntıları da görülür. Yatakta yer yer alunite rastlanması, hipogen kökenli eriyiklerin SO_4 köklerinden zengin olduğunu veya tüflerin bünyesinde SO_4 kökü oluşturabilecek yeterli pirit ve sülfür oksidasyonunun mevcudiyetini düşündürür. Alünitleşmenin meydana geliş, genellikle hidrotermal evrenin yüksek ısı ve basınç koşullarını simgeler. Derin zonlarda antimonit kristallerinin kaolinit ve alünit mineralleriyle birlikte bulunuşu bu görüşün bir kanıtı olabilir (Ek 3, ÇB 3). Alünit'in kaolinizasyon olayı sırasında açığa çıkan potasyum tuzlarının sülfat kökleriyle birleşmesinden meydana geldiği ve derine inildikçe arttığı izlenir (Ek-2).

Yatağın kuzey batısında, yaklaşık E-W doğrultulu düşey fayla ayrılmış olarak görülen andezit-trakiandezit bileşimindeki volkanikler de propilitleşmeye uğramışlar, ancak tüflerin aksine bu olaydan sadece kayacın fenokristalleri etkilenmiş, hamur materyalinde kaolinleşmeye yönelik devitrifikasyon gözlenememiştir.

Çamcağız mevkiinde; H. Kuşçalı'ya ait tarlada el sondajı ile toplam uzunluğu 65.5 m olan 5 sondaj yapılmış (Erdinç, 1979) ve log'ları (ek-2) de verilmiştir. Bunlardan sadece ES 1 nolu sondajla 1.50-10.50 m arasında 9 m kalınlığında, demirce zengin impuriteli kaolin kesilmiştir. Tarlanın batısında toprak örtü artarak, yaklaşık 6 m ye ulaşır. Doğu ve güneyde Eczacıbaşı ve Tuzla Seramik kaolin ocakları bulunur. Tarlada 20.000 ton kadar demirli kaolin vardır.

Esan Anonim Şirketince işletilmekte olan ocakta, alt ve üst kaolin zonunun yanında, güneye doğru Miyosen kireçtaşının altında 3. zon bulunur (Erdinç, 1979).

Alt ve üst kaolin zonunda el sondajı ile toplam uzunluğu 108 m olan 10 tane sondaj yapılmış ve log'ları (ek-2) de verilmiştir. Rezerv geliştirmek için D 750 tipi sondaj makinesi ile, örtü tabakası olarak yer alan Miyosen kireçtaşları üzerinde 4 sondaj yaptırılmıştır. ÇB 1 nolu sondajla 53.00-61.25 m arasında 8.25 m; ÇB 2 nolu sondajla 42.00-72.80 m arasında 30.80 m; ÇB 3 nolu sondajla 61.00-75.50 m arasında 14.50 m kalınlığında kaolin kesilmiştir (Ek-3). ÇB 4 nolu sondajla geçilen kaolin kalınlığı ise 15.00 m dir. 3. zonun devamı olan N. Bozkurt'a ait tarlanın güney doğusunda el sondajıyla 12.00 m kalınlığında kaolin varlığı saptanmıştır. Kaolinleşmenin 28.000 m^2 gibi geniş bir alana yayıldığı 3. zonda, ortalama kaolin kalınlığı 15.00 m alınarak ($28.000 \text{ m}^2 \times 15.00 \text{ m} \times 2.6 \text{ gr/cm}^3$) 1.092.000 ton (görünür + muhtemel) kaolin rezervi bulunur.

Alt kaolin zonunda el sondajıyla yapılan ve sırasıyla 6 m (ÇK 1), 10 m (ÇK 2), 8 m (ÇK 3) kaolin kesilen sondajlardan derlenen örneklerde saptanan SO_3 değeri 0.57-6.26 arasında değişmekte ise de, üst kaolin zonuna yaklaştıkça ortalama 1 civarına kadar düşmektedir. Ateşte zayıt değerleriyle kaolinleşmenin ileri dereceye uğradığı belirtilebilir. Ancak, SO_3 yüzdelerinin yüksekliği alümit zenginleşmesine işarettir. Bu zonun temelinde, doğu ve kuzeyinde volkanik kayalar bulunur. Kaolinleşme yaklaşık 1500 m^2 lik bir alana yayılmıştır. Sondajlarla saptanan kalınlık 8.00 m kadar olduğuna göre ($1500 \text{ m}^2 \times 8.00 \text{ m} \times 2.6 \text{ gr/cm}^3$) görünür + muhtemel rezerv 23.400 ton kadardır.

Alt kaolin zonunun batısında ve üstünde yer alan üst kaolin kalınlıkları 6 m (ÇK 5), 10 m (ÇK 6), 20 m (ÇK 7), 8 m (ÇK 8), 15 m (ÇK 9), 16 m (ÇK 10) ve 5 m (ÇK 11) dir. Bu zonla alt kaolin zonu arasında yaklaşık 10.00 m lik bir kod farkı olduğundan, el sondajıyla taban kayasına ulaşmak mümkün olmamış, sondajlar askılı bırakılmıştır. Bu zondan derlenen örneklerde ateşte zayıt yüzdesi oldukça yüksektir. SO_3 yüzdesinde ÇK 6 ve ÇK 7 sondajlarının çevresinde ve derinliklerinde giderek yükselir ve yaklaşık % 2 SO_3 değerlerinden % 7 SO_3 gibi çok yüksek değerlere ulaşır. Üst kaolin zonu yaklaşık 2650 m^2 lik bir alan kaplamakta ve 20.00 m kalınlığında kaolinleşme içermektedir. Buna göre; ($2650 \text{ m}^2 \times 20.00 \text{ m} \times 2.6 \text{ gr/cm}^3$) 137.800 tonluk görünür + muhtemel rezerv öngörülür.

Üst kaolin zonu, 10-15 m kalınlığında değişen kil ve volkan külünden ibaret, Al_2O_3 yüzdesi düşük, yeşil renkli ve bol silisli bir seviye ile örtülür. Bu seviyenin ekonomik değeri yoktur.

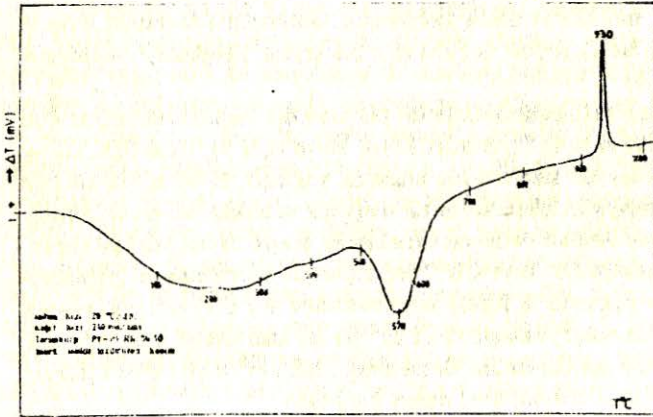
Sondajlarla araştırılan bu 3 zon ve H. Kuşçalı'ya ait tarlada toplam olarak 1.273.200 ton (görünür + muhtemel) kaolinleşme hesaplanmıştır. Bu zonların dışında kalan Tuzla ocağı ve bunun güneyinde S., M. ve B. Kuşçalı kardeşlere ait tarlalarda Al_2O_3 değerleri düşük, yer yer demirli kaolinlerin jeolojik rezervi de 500.000 ton varsayımlıdır.

Bu kadar büyük rezervli kaolinleşmenin yer aldığı Çamcağız ocağından, alümit ve demiroksit gibi impuritelere (safsızlıkları) de bünyesinde bulundurmasından dolayı, tümüyle fabrika reçetesine uygun hammadde sağlamak kolay olmamaktadır. Yılda 5.000 tona ulaşabilen üretim (1980) için çok büyük triyaj ve dolayısıyla hammadde kaybı göze alınmaktadır. Kullanılabilir cevher rezervi kesin olarak belirtilemez. Çünkü, bu faktör zenginleştirme işlemlerine bağlı olduğu kadar kullanma amaçlarıyla da değişkendir.

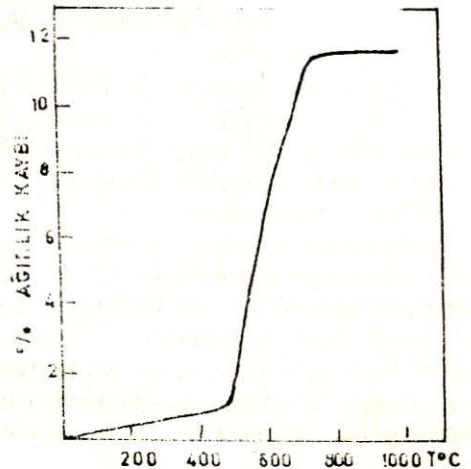
Türkmen T. doğusunda, Çakmak mevkiindeki hipogen oluşlu kaolinleşme NE-SW doğrultulu muhtemel faylarla ilişkili görülmektedir. Ana kayaç olan andezitik tüfler hidrotermal eriyiklerle bozuşmaya uğrayarak birbirine yakın üç ayrı yerde kaolinleşmeye uğramışlardır. Çatlaklarında demiroksit içeren kaolinize zonda ayrıca bol miktarda alümit de görülür. Kaolinlerin üstleri şapka şeklinde silisifiye kayalarla örtülmüştür. Silisifiye kayalar ve kaolinlerin içinde antimonit kristalleri de yer yer izlenebilir. Safsızlıklardan arındırma işlemi yapılmaksızın kullanıma imkanı görülmeyen bu sahada, 100.000 ton kadar jeolojik rezervli kaolin varsayılmıştır.

Kaolin Yatağının Mineralojisi

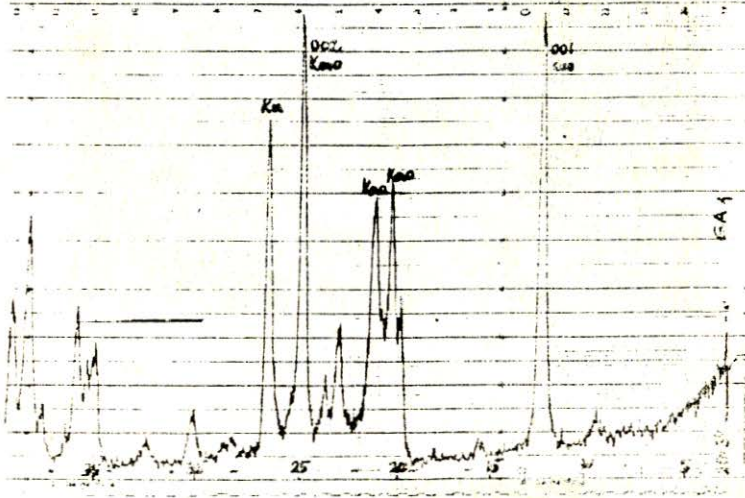
Diferansiyel termal analiz (DTA) seramik hammaddelerinin en yaygın analiz yöntemlerinden biridir. Minerallerin tepkime ısıları sıcaklığa karşı grafiğe geçirilerek bulunan piklerin değerlendirilmesi esasına dayanır. Örneğe ait grafik şekil 2'de sunulmuştur. 570°C endotermik reaksiyonun karakterinden kilin kaolinit'ten ibaret olduğu ve artan ısıyla 930°C de görülen eksotermik reaksiyondan spinel fazına ulaştığı görülmüştür. Aynı örneğe ait TG eğrisinde 500-600°C arasında önemli ağırlık kaybı olduğu gözlenir (Şekil 3).



Şekil 3 — Çamcağız Kaolinit TG eğrisi



X-Ray incelemesi için, kaolin örneği öğütülüp 2 mikron boyutunda tanelerden ibaret yönlü preparatlar hazırlanmıştır. Bunlardan elde olunan difraktogramların incelenmesinde bazal refleksiyonların uzun olmasından, düzenli plakalı yapıda, çok iyi kristallenmiş olduğu anlaşılr. 3 örnekte de (GA, GA₁, TA) parajenezde kuvars varlığı izlenmiştir. Çamcağız kaolinitinden elde olunan X-Ray difraktogramı Şekil 4'de verilmiştir. Hesaplanan 2θ ve d değerleri Tablo 1'deki gibidir.



Şekil: 4 – Çamcağız kaolinitini X-Ray difraktogramı

Tablo: 1
Çamcağız Kaolinitini 2θ ve d Değerleri

2θ	d	2θ	d
12.35	7.16	28.46	2.33
19.96	4.44	39.34	2.28
20.40	4.34	46.64	1.98
21.34	4.16	46.80	1.93
23.10	3.84	48.04	1.89
23.80	3.73	49.50	1.83
24.90	3.57	50.20	1.81
35.05	2.55	51.10	1.78
35.44	2.53	52.20	1.66
35.96	2.49	56.82	1.61
37.74	2.38	59.94	1.54

İnce kaolin partiküllerinin elektron mikroskopla çekilen fotoğraflarında kaolinite ait tipik altıgen şekiller belirgin görülür (Foto 10, 11, 12).



Foto 10 — Alt zondan derlenen A₄ işaretli örneğin elektron mikroskopuyla sağlanan görüntüsünde kaolinit'e eşlik eden bir miktar alünit izlenmektedir. Büyütme: 8000X.

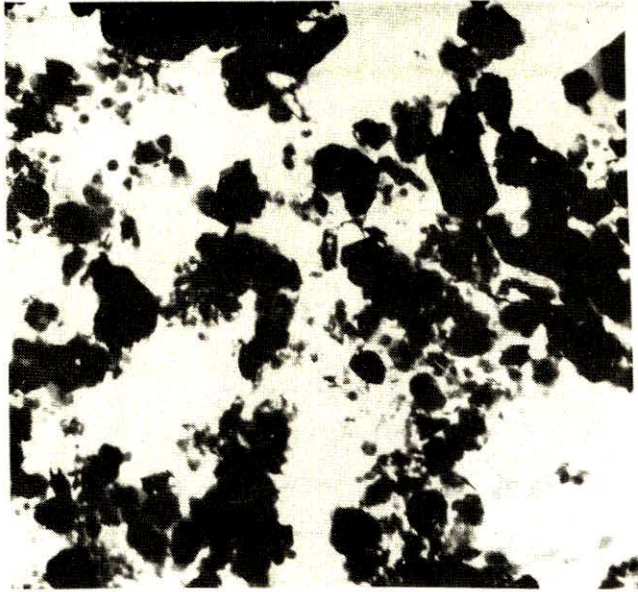


Foto 11 — A₄ nolu örneğin elektron mikrografında idiomorf kaolinit kristalleri tipiktir. Büyütme: 4000X.



Foto 12 — Üst zondan A₁ nolu örneğin elektron mikrografında kaolinit ve alünit mineralleri izlenir. Büyütme: 4000X.

Öz olarak, Çamcağız Kaolin Yatağının ana minerali kaolinittir. Parajenezde başka kil mineraline rastlanmamıştır. Fakat az miktarda kuvars belirli zonlarda pirit ve alünit yoğunlaşması da olağandır.

Kaolin Yatağının Kimyası

Ana mineral olarak kaolinit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) içeren yatak hidrotermal prosesler sonucunda bozuşmuş kayalardan türediğinden homogen karakterli değildir. Çok sık aralıklarla kimyasal bileşim değişebilmekte, bir takım safsızlıkları da bünyesinde bulundurabilmektedir. Özellikle derine inildikçe SO_3 miktarı artmakta, pirit ve alünit gibi safsızlıklar görülmektedir. Bunların da seramik bünyelerini bozdukları bilinir. Ocağın üst kısımlarında yoğunlaşan demiroksitli kısımlar ocaktaki üretim sırasında triyaj ile, laboratuvarlarda manyetik seperasyon ile uzaklaştırılmaya çalışılır. Alünitli kaolinlerden alünitin ayrılabilmesi pH ayarlamasıyla ilgili seçimli yığışım (selective flocculation) metoduyla da gerçekleştirilebilir. Kaolin-alünit karışımına ait sulu suspansiyonlarda, bu minerallerin sedimentasyon dereceleri arasındaki farkın en yüksek olduğu yaklaşık pH = 11 dolaylarında, alünitin flokule olduğu, kaolinitin ise deflokule olma eğiliminde olduğu görülmüştür (Ustaer ve Gürgey, 1975).

Kimyasal analizler stok harmanlarının, dolayısıyla çamur ve sır reçetelerinin hazırlanmasında bir ölçü olarak kullanılır. Uygulamada kaolinin pişme rengi önemli olup, kimyasal bileşim ikinci planda kalır, teknolojik deneyler esastır. Buna karşın kaolinin % 30 civarında Al_2O_3 içermesi, SiO_2 oranının % 80'den küçük olması ve $\text{CaO} + \text{MgO}$ toplamının % 2 den küçük olması yararlıdır. Çamcağız kaolinleri bu sı-

nırlandırma içinde kalmaktadır. Hammadde stoğundan sağlanan iki temsili örneğin kimyasal analizleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo: 2
Çamcağız Kaoliniti Kimyasal Analizleri

	1	2
SiO ₂	48.40	54.71
Al ₂ O ₃	35.71	31.37
Fe ₂ O ₃	0.87	0.76
TiO ₂	0.72	0.47
CaO	0.83	0.30
MgO	0.36	0.13
Na ₂ O	—	0.25
K ₂ O	—	0.14
SO ₃	2.86	0.90
A.Za.	12.50	11.59

Yukarıdaki analizlerden hesaplanan SiO₂/Al₂O₃ oranları 1.3 ve 1.7 kadardır. Bu değerler kilin kaolinit grubunda yer aldığını gösterir. İkinci değerdeki yükselme kaolinit'e ek olarak örnekte bir miktar kuvars da bulunmasındandır. Ateşte kayıp miktarlarının 12.50 ve 11.59 civarında olması, saf kaolinitin % 13.9 olan ateşte kayıp miktarına yaklaştığını, dolayısıyla kaolinleşmenin tam olduğunun kaba bir ölçüsüdür. İkinci analiz sonucuna göre rasyonel analiz aşağıdaki gibidir.

Kaolinit : % 78.08
K-Feldspat : % 1.47
Na-Feldspat : % 1.18
Kuvars : % 16.62
Mineralleri : Kaolinit, kuvars

Kaolin'in Kağıt Sanayiinde Kullanılışı

XV. yüzyılda İstanbul Haliç'de kurulan bir kağıt değirmeni o semte "Kağıthane" adını verdirmişti. Daha sonra XVIII. yüzyılda Yalova'da ve XIX. yüzyılda Beykoz'da birer kağıt yapım yeri kurulmuşsa da, bunlar çeşitli nedenlerle varlıklarını sürdürememişlerdir.

Cumhuriyet döneminde ilk kağıt fabrikası 1936 yılında üretime başlayan "Sümerbank Kağıt ve Karton Fabrikası" idi. 1955 de Türkiye Selüloz ve Kağıt Fabrikaları İşletmesi, SEKA adıyla kamu iktisadi teşekkülüleri arasına katıldı. İzmit'teki fabrikanın kapasitesi 15 ton/yıl olmasına karşın bunun ancak yarısını üretebilmişti. Halen yurt içinde üretilmekte olan 470.000 ton/yıl kağıdın % 75'i SEKA, % 25'i ise özel sektör tarafından sağlanmaktadır. Yapılan talep tahmin projeksiyonları 1990 yılında 1.5 milyon ton, 2000 yılında ise 2.5 milyon ton üretimin gerçekleşeceği şeklindedir.

Kağıt hamuruna mineral maddelerinin katılması çok eskiden beri bilinen bir işlem olup, kağıt yapımının ilk günlerinden beri uygulanmaktadır. Başlangıçta bu

uygulamanın yararına inanılmamakta ve mineral madde içeren kağıdın saflığının bozulacağı sanılmakta idi. Daha sonraları, dolgu maddelerinin yararlı olduğu birçok kağıt cinsleri geliştirildi. Günümüzde kaolin, kalsiyum sülfat, kalsiyum karbonat, titan dioksit, baryum sülfat, talk ve diğerleri bazı cins kağıtların ayrılmaz bir parçası olarak kullanılmaktadır. Gerçekte belirli tür kağıtların dolgu maddesi kullanılmadan yapımı, kaplanması (kuşelenmesi) imkansızdır. Opaklığı, beyazlığı, yüzey düzgünlüğü, mürekkep alma ve baskıya uygunluğu arttırdığı için, genel olarak "Pigmentler" de denen dolgu ve kaplama maddeleri baskı kağıtlarında kullanılır. Titan dioksit en önemli bir dolgu maddesi olmakla birlikte, bütün bu dolgu maddeleri içinde kaolin ve kalsiyum karbonat en yaygın kullanılan beyaz renkli pigmentlerdir.

Bu katkı maddelerinin iki kullanım şekline biri olan dolguya uygun olmaları için, beyazlık dereceleri ve kırılma indeksleri yüksek, partikülleri küçük, suda çözünürlükleri düşük ve özgül ağırlıklarının az olması gerekir. Çamcağız ocağından harmanlama yöntemi ile sağlanan 30 kg kadar kaolin örneğinin, kağıt sanayiinde kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla İZMİT-SEKA Genel Müdürlüğü Araştırma ve Geliştirme Laboratuvarlarında analizi yapılmıştır (Tablo 3).

Tablo: 3
Dolgu Tutumu Deney Sonuçları

SiO ₂	=	% 50.87
Al ₂ O ₃	=	% 34.81
Fe ₂ O ₃	=	% 0.13
CaO + MgO	=	% 1.74
Ateşte kayıp (1000°C de)	=	% 12.57
Beyazlık	=	% 83.80
CO ₃	=	Yok
MnO	=	Yok
Nem	=	% 1.82
Eleğ bakiyesi (25 mikronluk)	=	% 7.40
Kullanılan Hamur	% Kül	% Dolgu Tutumu
1- % 100B.Sül.Sel		
% 2 Reçine	0.88	—
% 4 Şap		
2- % 100 B.Sül.Sel.		
% 5 Kaolin	2.32	28.80
% 2 Reçine		
% 4 Şap		
3- % 100 B.Sül.Sel.		
% 10 Kaolin	3.78	29.00
% 2 Reçine		
% 4 Şap		
4- % 100 B.Sül.Sel.		
% 15 Kaolin	6.10	34.86
% 2 Reçine		
% 4 Şap		

Yıkama yoluyla 4 partikül boyu fraksiyonunu ayrılmış kaolinden elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir (Casey, 1960). Bu tablodan görüleceği gibi, ince partiküllü kaolinin tutumu, içinde şap bulunmayan, tutkallanmamış ve öğütülmemiş hamur kullanıldığında çok küçüktür. Hamura şap katılmasıyla bütün partikül boylarında kaolinin tutumu artar. Fakat özellikle büyük artış, partikül boyu ufak olan kaolin fraksiyonu ile edilmektedir. Öğütülmüş ve iyi tutkallanmış hamur kullanıldığında, farklı partikül boyundaki kaolinlerin tutumları arasında çok ufak fark vardır:

Tablo: 4
Çeşitli Partikül Boylarındaki Kaolinin Tutumu

Hamur	Reçine Tut- kallaması %	Şap %	% Tutum			
			5 Mikron	5-12 Mikron	12-20 Mikron	20-44 Mikron
Öğütülmemiş	0	0	8	15	25	32
Öğütülmemiş	0	2	36	34	47	54
Öğütülmemiş	2.3	0.84	28	32	39	42
Öğütülmemiş	2.3	2.50	38	41	49	55
Öğütülmüş	2.3	2.50	71	72	74	76

Dolgu maddesi katılmasında esas amaç; kağıdın opaklığını ve parlaklığını artırmaktır. İkinci en önemli amaç; safihanın özellikle kalenderden geçirildikten sonraki düzgünlüğünü, perdahını ve baskı yeteneğini geliştirmektir. Kağıdın baskı yeteneği, kaolin partikülleri liflerden daha kolay mürekkeple ısladığı ve daha çok ince kanallar sağladığı için gelişir. Dolgu maddesi katılmasında başka özel nedenler de olabilir. Örneğin sigara kağıdında yanma hızını ayarlamak için kalsiyum karbonat, elektrik geçiren kağıtlarda geçirgen madde olarak karbon kullanılması gibi...

Dolgu maddesi konulmasıyla elde edilen safiha beyazlığı, kısmen pigmentin başlangıçtaki beyazlığına, kısmen de pigmentin partikül boyu ile örtme kuvvetine bağlıdır. Pigment selülozdan daha beyaz ise, partikül boyu küçüldükçe beyazlık artar. Partikül boyları farklı kaolinlerin beyazlatma etkileri farklıdır. Kaolinlerde maksimum beyazlık % 85 civarındadır. Siparişlerde beyazlığın % 75'in altına düşmemesi istenir.

Hem içeriği yüksek olduğunda kaolin iyi bir şekilde akmaz ve işlenmesi güçleşir. İyi bir kaolinin nem içeriği % 1.5 civarında olmalıdır.

Denemeler sırasında üretilen kağıtların incelenmesi sonucunda, halen sadece seramik için tüketilen kaolinlerin kağıt sanayiinde dolgu maddesi olarak da kullanılabileceği ve alümitli kaolinlerin kağıt sanayiinde sorun yaratmayacağı anlaşılmıştır.

Kağıt sanayiinde kaolinin kullanıldığı ikinci alan kuşeleme (kaplama) dir. Kuşeleme; çeşitli kuşe karışımlarının taban kağıdına uygulanması olarak tanımlanır. Bu tür kağıtlar baskıda büyük ölçüde kullanılırlar. Kuşeleme için 3 ana hammaddeye ihtiyaç vardır:

1- Pigment

2- Yapıştırıcı

3- Pigmentin üzerine bağlandığı taban kağıdı.

Yaygın olarak kullanılan pigmentler kaolin, kalsiyum karbonat, saten beyazı ve titan dioksittir. Yapıştırıcılar ise, kazein nişasta ve sentetik reçinelerdir. Taban kağıdı ise daha önce dolgu maddesi kullanılarak fabrikasyonla elde edilir. Kuşe karışımında, pigment % 75-90 ve yapıştırıcı % 10-25 kadardır.

Türkiye'de kuşeleme prosesinin yapıldığı en modern kağıt fabrikası Muğla-Dalaman'da kurulmuştur. Seka Genel Müdürlüğüne bağlı Kamu İktisadi Teşekkülü olan fabrikada 1980 yılında 75.000 ton yazı, baskı, paketleme kağıdı üretilmiştir. Bu amaçla, 12.000 ton dolgu ve 4.000 ton kaplama için kaolin tüketilmiştir.

Kuşeleme için gerekli kaolin Türkiye'de üretilmediğinden kaolin dış alımla sağlanır. Deney için tonlarca kaolin örneği istendiğinden, Çamcağz kaolinleri için analiz yaptırılmamıştır. Fabrikaya göre; hem kaplama hem de dolgu materyali olarak kaolinlerde istenen bazı özellikler şöyledir:

	Kaplama	Dolgu
Beyazlık:	% 85-90	% 77-80
2 mikron	% 80 den fazla	% 45 den fazla
Tane boyutu: 10 mikron	% 0.2 den az	% 10 dan az
100 mikron	% 0.01 den az	% 0.02 den az

Günümüzde dolgu kaolini sağlamakta güçlük olmamakla beraber kaplama kaolininin dış alımla sağlanması döviz kaybına neden olmaktadır. Kuşeleme işlemi yapılan tek fabrikamızda makineler dış alımla sağlanacak kaolinlerin özelliklerine bağımlı şekilde düzenlenmiştir. Ülkemizde kurulu yıkama tesisleri de küçük işletmeler halinde olup, elde olunan ürünlerde standartlaşma yoktur.

Kaolinin Seramik Sanayinde Kullanılışı

Oluşumu, mineralojik ve kimyasal özellikleri daha önce belirtilen Çamcağz Kaolin Yatağı seramik üretimi için işletilmektedir. Ocaktan İstanbul'daki fabrikalara nakledilen kaolin, diğer seramik hammaddeleri olan feldspat ve kuvars gibi ön kırma işlemine tabi tutularak depolanır. Depolardan belirli reçeteye uygun miktarlarda tartılarak alınan hammaddeler, gerekli su ve elektrolit ilave edilip bilyah değirmenlerde ince öğütülmüş çamur haline getirilir. Bu çamur karıştırma tanklarında hızla dönen pervaneler yardımıyla iyice karıştırılarak homojenleştirilir. Pelteleşmeye engel olabilmek ve çamuru döküm kıvamına getirebilmek için, elektrolit ilave edilerek pompalarla stok havuzuna nakledilir. Bu arada, olek ve manyetik seperatör sistemiyle iyi öğütülmemiş kalıntılar ve hammadde hazırlanmasından kalan demir tanecikleri atılır. Stok havuzunda dinlendirme sonucu özellikleri homojenleştirilen çamur presle veya dökümle şekillendirmeye sokulur. Kuruyarak küçülen döküm kalıptan kurtulunca, yüzeyi temizlenir ve bisküvi pişirimine gönderilir. Kontrol ve damgalamadan sonra, ürün sırlanmaya hazırdır. Sırlama işleminden sonra yaklaşık 1200°C de fırınlama yapılır. Fırından çıkan mallar kalite kontrol istasyonlarında ambalajlandıktan sonra satışa sunulur.

Seramik hammaddelerinin çıkarılması ve ön hazırlaması seramik sanayiinde önemli bir aşamayı oluşturur. Saf ve özellikleri belirlenmiş hammadde sağlanması için madencilik ve cevher hazırlamada birçok metod geliştirilmiştir. Özellikle, Türkiye'de seramik üretiminde kullanılabilecek hammaddelerin kalite yönünden çok farklı, küçük rezervli ve impuriteli oluşları, belirli bir standardı sağlamayı güçleştirir. Hazırlama yöntemleriyle, çeşitli partiler halinde gelen malın gerekli kalite kontrol testleri yapılarak, işletme koşullarına en uygun harmanlama yapılarak uzun süreli hammadde stokları hazırlanır. Kullanılan hammaddelerin araştırma-geliştirme ve kalite kontrolünü belirlemek amacıyla, laboratuvarlarda gerektiği anda mineralojik ve kimyasal analizler yapılmaktadır. Ancak, bu analizler kadar önemli olan diğer analizler de fiziksel metodların uygulanmasıdır. Özellikle fayans ve yer karosu gibi ürünlerde ayrıca kırılma dayanımı, porselenlerde çarpmaya karşı dirence belirleyen mekanik testler de yapılır. Dilatometre ile sıcaklığa karşı boyut değişimleri, elektronik devrelerle düzenlenen bir sistemle yazıcıya aktararak genleşme, küçülme ve sıcaklık yükselmeleri aynı anda saptanır. Bu sayede devamlı sevk edilen bir hammaddenin değişikliğe uğrayıp uğramadığı tesbit edilerek, pişirilme rejimi ayarlanır.

Yapılacak analizlerde kaolinlerin aşağıdaki özellikleri taşıması istenir:

Oksidler	%
Al ₂ O ₃	15-32
Fe ₂ O ₃	1.00 max.
TiO ₂	0.75 max.
CaO	1.00 "
MgO	0.10 "
K ₂ O	0.20 "
Na ₂ O	0.40 "
SO ₃	1.00 "
Diğer özellikler ise:	
Su emme	= % 20
Toplu küçülme	= % 7
Deformasyon	= 5 mm
pH	= 7-8
Max. Solid Kons.	= % 66-71
Opt. Elektrolit Miktarı	= 0.10-0.50 CC/100 gr Kaolin
Opt. Döküm Hızı	= 1-2 mm ² /dak.

Serbest silis, mika gibi plastik olmayan silikatlar killerin plastisitesini, küçülmeyi ve kuru dayanımı azaltır. Demir bileşikleri pişme rengini etkiler, bazen de sır üzerinde köpürmeye neden olur. Organik veya karbonlu maddeler pişme esnasında koyu bir renk oluşturur, fırın içinde indirgeyici bir ortam meydana getirirler. Bu nedenlerle adı geçen oluşuklar da istek dışıdır.

Önceki bölümlerde mineralojik-kimyasal özellikleri belirlenen hammaddenin seramik sanayiinde uygunluğu araştırılmış ve Tablo 5 deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo: 5
Çamcağız Kaolini Döküm, Pişme Sonrası ve Tane İriliği Özellikleri

Döküm Özellikleri	Pişme Sonrası Özel.	Tane İriliği (clek analizi)	
		Mikron	%
Litre ağırlığı : 1650 gr/lt	Pişme Sıcak. : 1225°C		
Viskozite : 65"	Pişme rengi : Beyaz	+ 150	—
Kuru küçülme : % 3.6	Pişme küçül. : % 4.8	150-102	0.02
Kuru Mukavem. : 4.7 kg/cm ²	Topl. Küçül. : % 8.4	102-60	0.08
Döküm hızı : 1.07 mm ² /dak	Su emme : % 26.05	60-44	0.52
Yoğrulma suyu : 30	Deformasyon : 28 mm	— 44	99.37
Plastiklik : 33			
Katı malz. mik. : % 66			
Opt.elekt. mik. : % 0.55 ml			
Elektrolit : Na ₂ SiO ₃			
pH : 7.5			

Yukarıda belirtilen özelliklerdeki kaolin için 1. kalite seramik hammaddesi olduğu söylenebilir. Ancak, yer yer varlığı bilinen demir, alünit gibi safsızlıklar seramik hammaddesinin kalitesini düşürür.

Çamcağız ve Türkmen Tepe sahalarındaki ocaklardan selektif madencilik yapılarak sadece seramik sanayii için üretim yapılmaktadır. Oysa, üretim artışı olarak terkedilen kaolinlerden de, özelliklerine göre kağıt sanayiinde, çimento sanayiinde refrakter ve dolgu sanayiinde yararlanmak mümkün görülmektedir.

SONUÇLAR

1- Kaya birimleri esas alınarak, bölgenin stratigrafisi yapılırken kayaçların ayrıntılı petrografik tanımlamaları yapılmıştır.

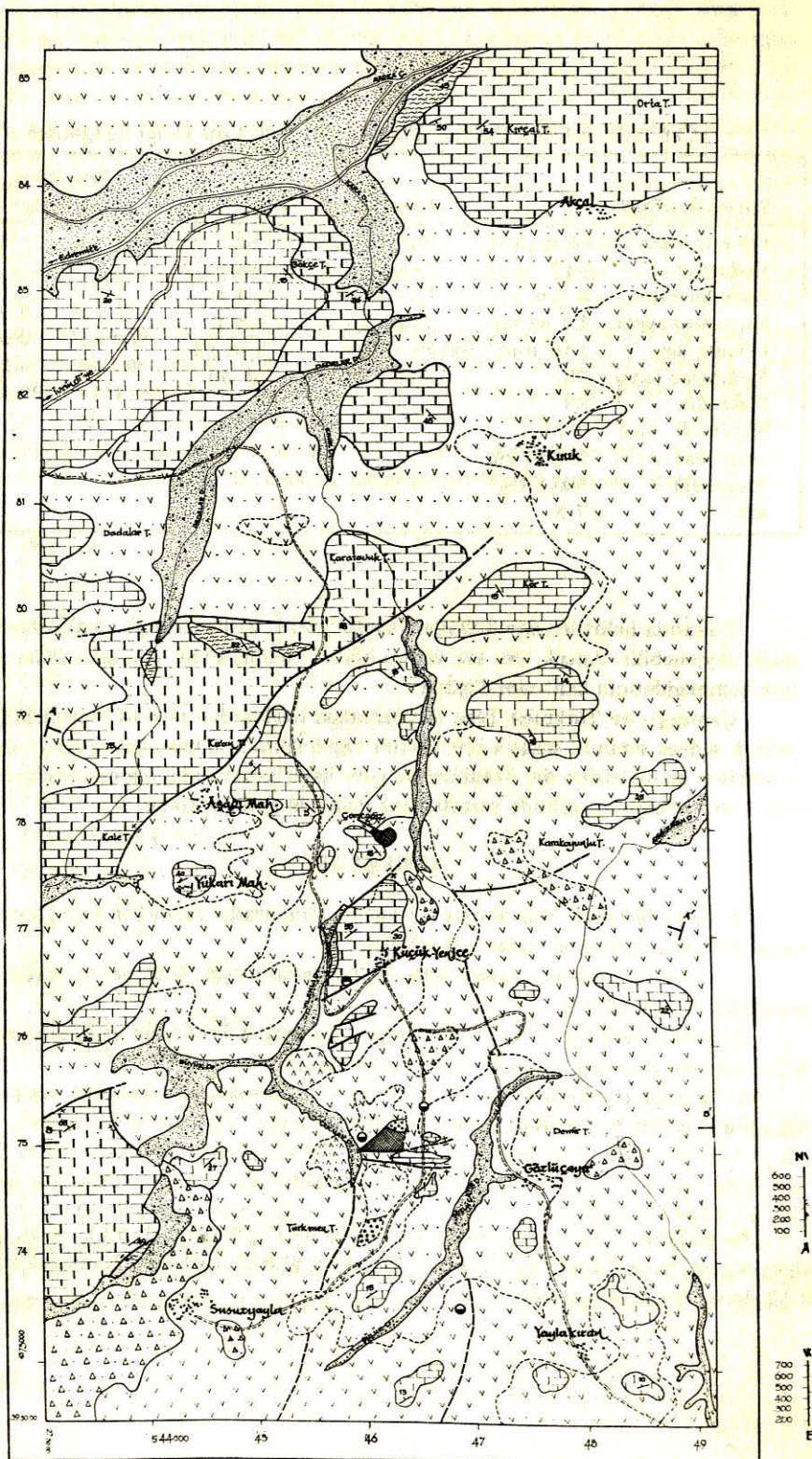
2- Ocaktan derlenen kaolin örneklerinin minerolojik, kimyasal ve teknolojik özellikleri belirlenmiştir.

3- Sadece seramik sanayiinde tüketilen Çamcağız Kaolininin kağıt sanayiinde dolgu maddesi olarak kullanılabileceği saptanmıştır.

4- Seramikte tüketilen kaolinin döküm ve pişme sonrası teknolojik özellikleri itibarıyla 1. kalite hammadde olduğu belirtilmiştir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma sırasında laboratuvar imkanlarından yararlandığım İ.Ü. Müh. Fak. Dekanlığına, Seka Genel Müdürlüğüne, ESAN ve SEREL Şirketleri Hammadde Müdürlüklerine teşekkür ederim.



İvrindi - Balıkesir - ÇEVRESİNİN HARİTASI

Açıklamalar

SEDİMENTİT



Alluvyon



Kireçtaşı



Aglomera



Bazaltik Tuf



Sili sişiye Kayalar



Andezitik Tuf



Kireçtaşı



Şeyl, grvnlk, kumtaşı

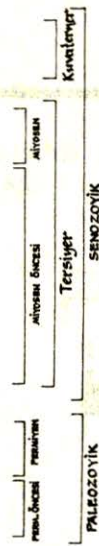
VOLKANİT



Bazalt



Andezit



İşaretiler



Kesir Kontakt



Olasılıklı Kontakt



Fay



Olasılıklı Fay



Tabaka doğrultu ve eğimi



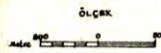
Kaolin



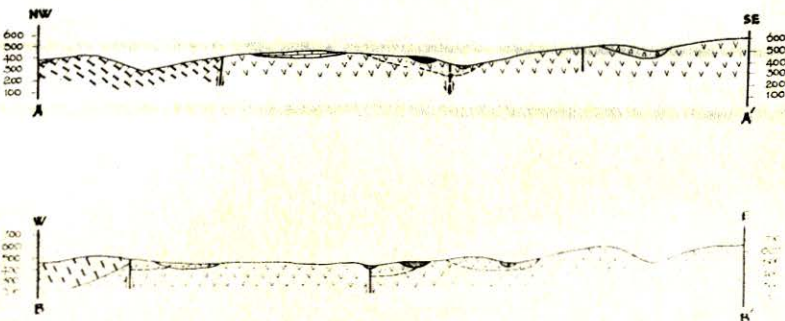
Antimonit



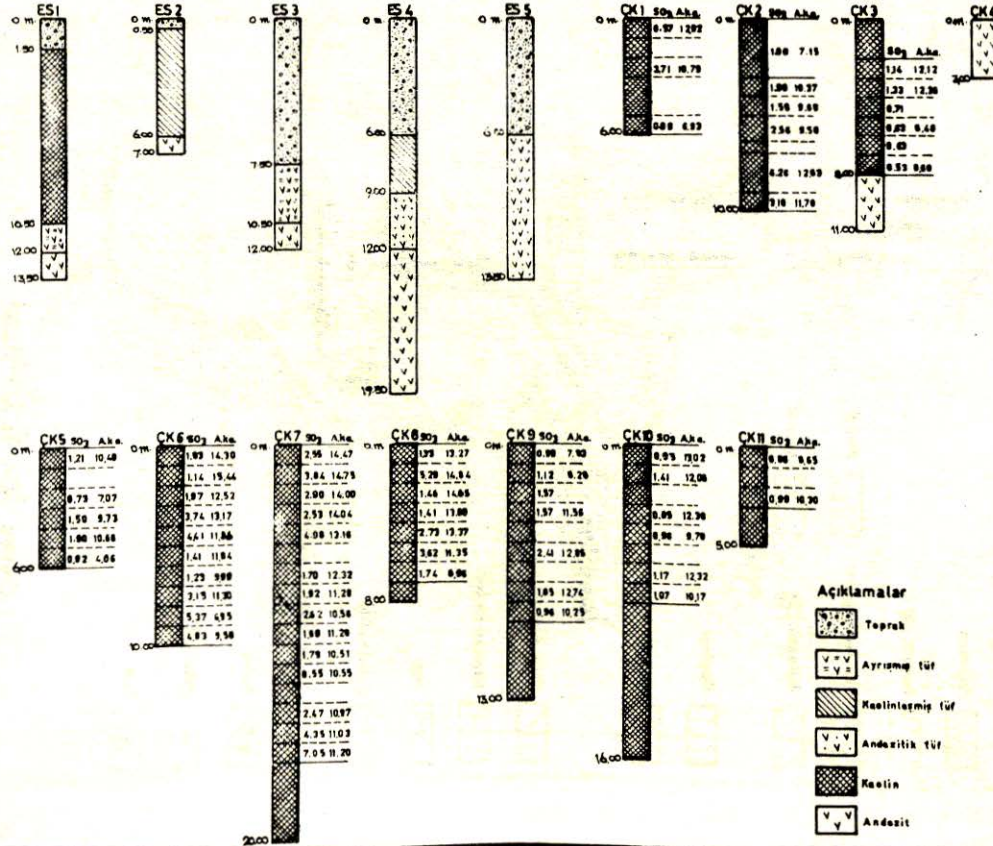
Cüla



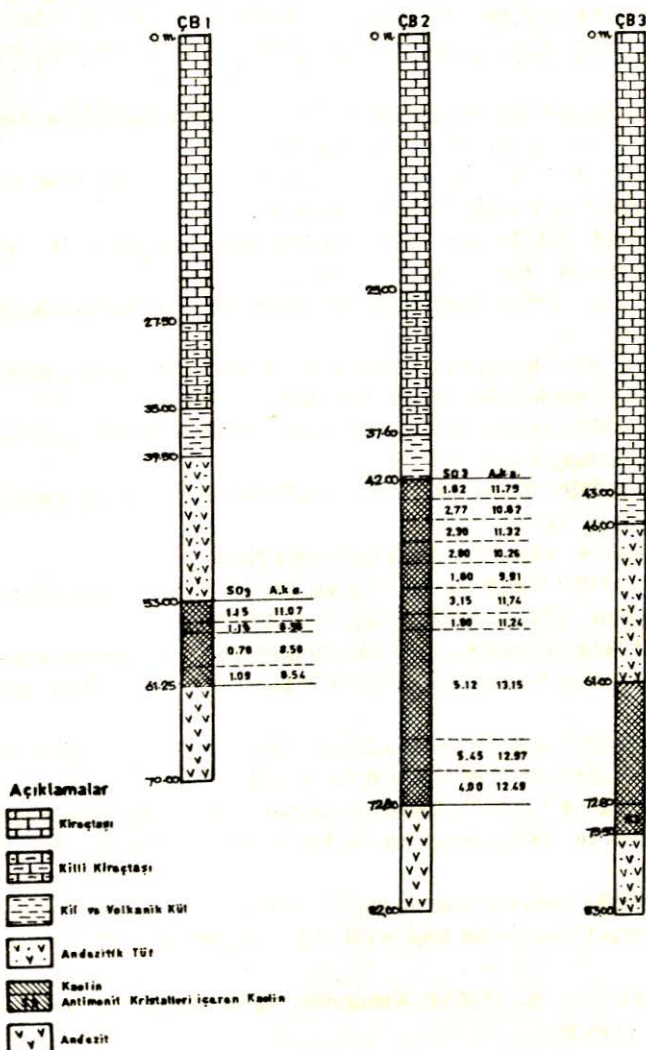
ENİNE JEOLÖJİ KESİTLERİ



İVRİNDİ-ÇAMCAĞIZ MEVKİİNDE YAPILAN EL SONDAJI LOGLARI



ÇAMCAĞIZ MEVKİİ KAOLİN REZERVİ GELİŞTİRME SONDAJ LOGLARI



KAYNAKLAR

1. AKYÜREK, B. ve SOYSAL, Y. (1978): Kırkağaç-Soma-Savaştepe-Koruyucu-Ayvalık-Bergama civarının jeolojisi. MTA rap. Ankara.
2. ALKAN, V. ve NAR, T. (1970): Balıkesir-İvrindi-Koruyucu-Taşdibi antimon madeni etüdü. MTA rap. no: 34, Ankara.
3. ASLANER, M. (1965): Etude geologique et petrographique de la region d'Edremit-Havran. MTA yay. No: 119, Ankara.
4. AYGİN, T. (1956): Balya bölgesi jeolojik etüdü. MTA yay. Seri: D, No: 11, Ankara.
5. BENDA, L. ve dğl. (1974): Stratigraphic and radiometric data of the Neogene in Northwest Turkey. Z. Deutsch. Geol. Ges. V: 125.
6. BİNGÖL, E. (1968): Contribution a l'etude geologique de la partie centrale et sud-est du massif de Kazdağ. Nancy, France, Univ. Nancy.
7. BORSI, G. ve dğl. (1972): Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea. Bull. Volc., v: 36, no: 3.
8. BRINKMANN, R. (1966): Geotektonische gliederung von Westanatolien. N. Jb. Geol. Pal. Mh. 10.
9. BÜRKÜT, Y. (1966): Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plutonların mukayeseli jeenetik etüdü. İTÜ Maden Fak. yayını. İstanbul.
10. CASEY, J.P. (1960): Selüloz ve Kağıt kimyası ve kimyasal teknolojisi (Çeviri). Interscience Publishing Inc. New York.
11. DORA, O.Ö. (1969): Karakoca granit masifinde petrolojik ve metalojenik etüdü. MTA Derg. No: 73 Ankara.
12. DPT, 1979-1983 Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı.
13. ERDİNÇ, H. (1979): İvrindi ilçesi — Küçük Yenice Köyü çevresinin jeolojisi ve kaolin yatakları. MTA Enst. EHM Rap. No: 185. Ankara.
14. GÜMÜŞ, A. (1964): Contribution a l'etude geologique du secteur septentrional de Kalabak Köy-Eymir Köy (region d'Edremit) Turquie. MTA yay. No: 117, Ankara.
15. İZDAR, E. (1968): Kozak intrüfif masifi petrolojisi ve Paleozoik çevre kayalar ile jeolojik bağıntıları. TJK bült. cilt XI, sayı: 1-2, Ankara.
16. KAADEN, G. Van der (1957): Çanakkale-Biga-Edremit bölgesindeki jeolojik saha çalışmaları ve maden yatakları hakkında rapor. MTA rap. No: 2661. Ankara.
17., (1959): Anadolu'nun kuzeybatı kısmında yer alan metamorfik olaylarla magmatik faaliyetler arasındaki yaş münasebetleri. MTA derg. No: 52. Ankara.
18. KALAFATÇIOĞLU, A. (1961): Karaburun yarımadasının jeolojisi. MTA derg. No: 56, Ankara.
19. KALAFATÇIOĞLU, A. (1963): Ezine civarının ve Bozcaada'nın jeolojisi. MTA derg. No: 60, Ankara.
20. KETİN, İ. (1966): Anadolu'nun tektonik birlikleri. MTA derg. No: 66.

21. KRUSHENSKY, R. ve dğl. (1971): Geology of an area east of Edremit, Biga Peninsula, Northwestern Turkey. Un. Stat. Dep. Int. geol. surv. prof. rep. (IR) TU-25.
22. LAHUSEN, L. (1964): Yeniceisağır-Susuzyayla havalisinde yapılan harita etüdü ve mevcut antimonit zuhurları hakkında muvakkat rapor. MTA derg. rap. No: 3507. Ankara.
23. SAVAŞÇIN, M.Y. (1978): Foça-Urta Neojen volkanitlerinin mineralojik-jeo-kimyasal ve kökensel yorumu. Doç. Tezi. EÜYF.
24. USTAER, C. and GURGEY, I. (1975): The separation of alunite in alunitic kaolin by selective flocculation. Clays and olay minerals. Vol. 23 pp. 468-472. Perg. Press 1975. Great Britain.