

# Çayırhan (Nallıhan - Ankara) termik santrali baca gazı arıtma kireçtaşı

Aydoğan Akbulut, MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüd Dairesi, Ankara

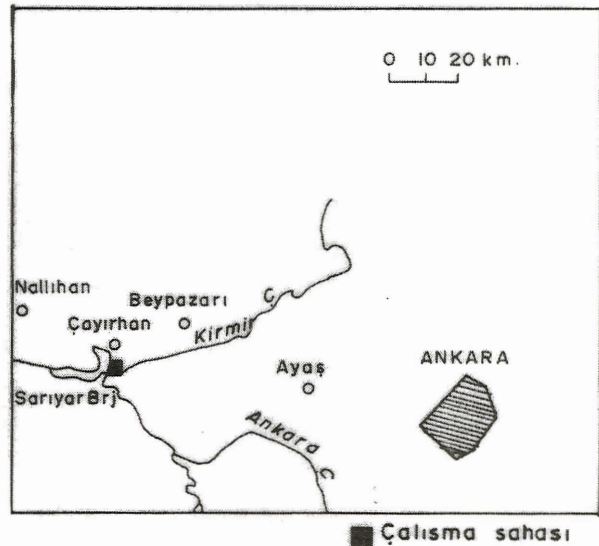
Bu çalışmanın amacı Çayırhan Santrali'nun baca gazı arıtma tesisinde kullanılacak uygun kireçtaşı çevrede olabildiğince yakın bir yerde ve yeterli miktarda belirlemektir. Uygun nitelik ve miktarda görülen kireçtaşı Santral'in üç kilometre güneyinde çakıtaşı, kumtaşı, kiltası, marn, kireçtaşı aralanmasından oluşan Bozçayır Formasyonunda saptanarak incelenmiştir. Üst Miyosen Bozçayır Formasyonu tabanındaki dolomitik marn ve dolomitik kireçtaşlarının üzerinde 25 - 30 metre kalınlıkta bir karbonat istifine sahiptir. Söz konusu karbonat istifi kendi içinde üstten alta "üst kireçtaşı", "ara seviye" ve "alt kireçtaşı" olmak üzere üç bölüme ayrılabilir. Bu seviyeler kendi aralarında düşey geçişli olup çökme anında veya hemen sonrasında yeşil kil safsızlıklarıyla zaman zaman az da olsa karışmıştır. Üst kireçtaşı ortalama 4 metre kalınlıkta ve düşük saflıkta bir kireçtaşı seviyesidir. "Ara seviye" ortalama 7 metre kalınlıkta ve gözenekli, killi, yeryer dolomit - dolomitik kireçtaşı mercekli silisli kireçtaşıdır. "Alt kireçtaşı" ortalama 20 metre kalınlıkta olup orta - yüksek saflıktadır. "Ara seviye" ile karıştırılarak baca gazı arıtması için uygun karışımlar verebilir. Bozçayır Formasyonu kireçtaşı istifinin görünür rezervi "ara seviye" ile birlikte 30 milyon tonun üzerindedir. Pliyosen kil, marn, çakıl ve jipslerinden oluşan örtünün 10 metre kalınlığa kadar olan kısmının altında kalan kireçtaşı istifi değerlendirmeye alınmıştır. Bu sınıra kadar olan örtü miktarı toplam 2 120 921 m<sup>3</sup> tür. Kireçtaşı içinde dolomitik ve uygun olmayan kesimler belirtilmiştir. Kullanıma uygun nitelikte ve yeterli miktarda kireçtaşının varlığı ortaya konulmuştur.

## Giriş

Çayırhan Termik Santrali'nin baca gazlarını arıtacak tesiste kullanılmak üzere büyük miktarda kireçtaşına gereksinim vardır. Bu kireçtaşının gaz arıtmaya en uygun ve en yakın yüzleklerini belirlemek, uygun olmayan kesimlerinin ayırılması kenarındaki küçük bir yerleşim birimidir. Nallıhan'a 25 km, Ankara'ya 125 km uzaklıktadır. Çayırhan Termik Santrali'nin gereksinimine uygun kireçtaşları Bolu H27 - d3 paftasında ve Santral'in yaklaşık 3 km güneyinde bulunur (Şekil 1).

Bilindiği gibi düşük kalorili linyitler en çok termik santrallerde kullanılmaktadır. Türkiye'nin enerji sektöründe kullanılan enerji kaynaklarının 1985 te %19.1 inin linyite dayandığı bilinmekte ve 2010 yılında ise bu miktarın %15 e düşürülmesi beklenmektedir.

Linyitin yakılmasıyla havaya tozlar, kükürt dioksit ve azot oksitler karışmaktadır. Bu maddeler havadaki nem ile tepkimeye girerek asit yağmurlarına neden ol-



Şekil 1. Yer bulduru haritası.

makta, akarsu ve göller ile toprakta asitleşme olayını meydana getirmektedir. Linyitin kükürt içeriği genelde %1-2,6 düzeyinde olup çok tehlikeli bir çevre kirleticisidir. Baca gazlarının kükürt dioksitten arıtılması yaş  $SO_2$  yıkama veya kuru  $SO_2$  yüzeysel tutma yöntemi ile sağlanır. Kuru yöntemdeki uygulamalardan birinde toz halindeki kireçtaşı, nemlendirilmiş baca gazına püskürtülür. Yaş yöntemde, kireçtaşı çözeltisi ile yıkanan  $SO_2$ , tepkime sonucu  $CaSO_3/CaSO_4$  karışımına dönüşür (Durmaz, 1987).

Bu gün çevre sağlığı bakımından yasal bir zorunluluk olan baca gazı arıtma sistemleri içinde şimdilik en yaygın olanı yaş kireçtaşı yöntemidir. Dolayısıyla bu yöntemde büyük miktarlarda, uygun kalitede kireçtaşına gereksinim duyulmaktadır. Örneğin kireçtaşının  $CaCO_3$ 'ü en az %85,  $MgO$ 'ü en çok %3,  $SiO_2$ 'ü en çok %4 ve  $R_2O_3$  ü en çok %4 olmalıdır. Bu araştırma böyle bir kireçtaşı sahası belirleme amacıyla yapılmıştır.

Çayırhan Termik Santrali baca gazı arıtma tesisinde yaş kireçtaşı yöntemi kullanıldığı için burada öz olarak yalnızca bu yönteme değinilecektir. Arıtma tesisi birbirinin aynı iki birimden oluşur. Tam kapasite ile çalıştırıldığında her biri saatte 200 ton kireçtaşı tüketir. Kireçtaşı depodan besleme hunisine, sarsıntılı eleğe ve sırasıyla kırıcı, yaş bilyalı değirmene, havalı ayırıcılara ve absorban toplama kazanına gelir. Yaş baca tabanındaki kazandan birinci aşama püskürme düzeyine gönderilen kireçtaşı çözeltisi ve ikinci aşama düzeyindeki kireçtaşı çözeltisi baca gazı ile tepkimeye girerek  $CaSO_3/CaSO_4$  karışımı halinde arıtma bacası tabanındaki kazanda toplanır. Burada bir taraftan sürekli baca gazı üzerine gönderilirken bir taraftan da toplanma kazanında oksitleyici hava pompalarından gelen hava ile oksitlenerek  $CaSO_4$  haline dönüştürülür.  $CaSO_4$  çamuru kazandan çekilerek pompalarla jips toplama deposuna gönderilir (Şekil 2).

Yaş kireçtaşı yönteminde  $SO_2$  arıtma verimi kömürün kükürt oranına bağlıdır. Kükürt oranı % 0.75 - 1 olan kömürlerde yanma sonrası atmosfere dağılan  $SO_2$  miktarı bu yöntemle  $400 \text{ mg/m}^3$  ün altına düşürülebilmektedir. Yine bu yöntemde baca gazı sıcaklığı 50 santigrad dereceye düşüğüünden baca çekişini sağlamak için baca girişinden önce gazın yeniden ısıtılması gerekir.

## Jeoloji

Çayırhan çevresinde temeli oluşturan en yaşlı birim "Ayırtlanmamış Temel Karmaşığı" (Altınlı, 1973) olarak isimlendirilen Paleozoyik metamorfik ve metaültrabazitleridir. Çayırhan'ın yaklaşık 20 km kuzeyinde gö-

rülen metamorfikler dışında Nallıhan yöresinde temeli Jura öncesi yaşta granitik sokulum kayaları oluşturur (Saner, 1980). İnceleme alanının kuzeyinde metamorfikler üzerinde tektonik dokanakla Soğukçam Formasyonu yer alırken Nallıhan yöresinde granitik temel üzerinde Bilecik Kireçtaşı ve üste doğru geçişli olarak Soğukçam Formasyonu bulunur. Yörede çeşitli amaçlarla Jensenko (1955), Gökmen (1965), Wedding (1965), Aziz (1976), Işıganer (1976), Narin (1980), Siyako (1983) ve Çelik (1988) çalışmışlardır. Bu çalışmalara göre metamorfik ve granitik sokulum kayalarının üzerinde çeşitli Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı çökel, volkanoçökel ve volkanik birimler uyumsuz olarak yer alır.

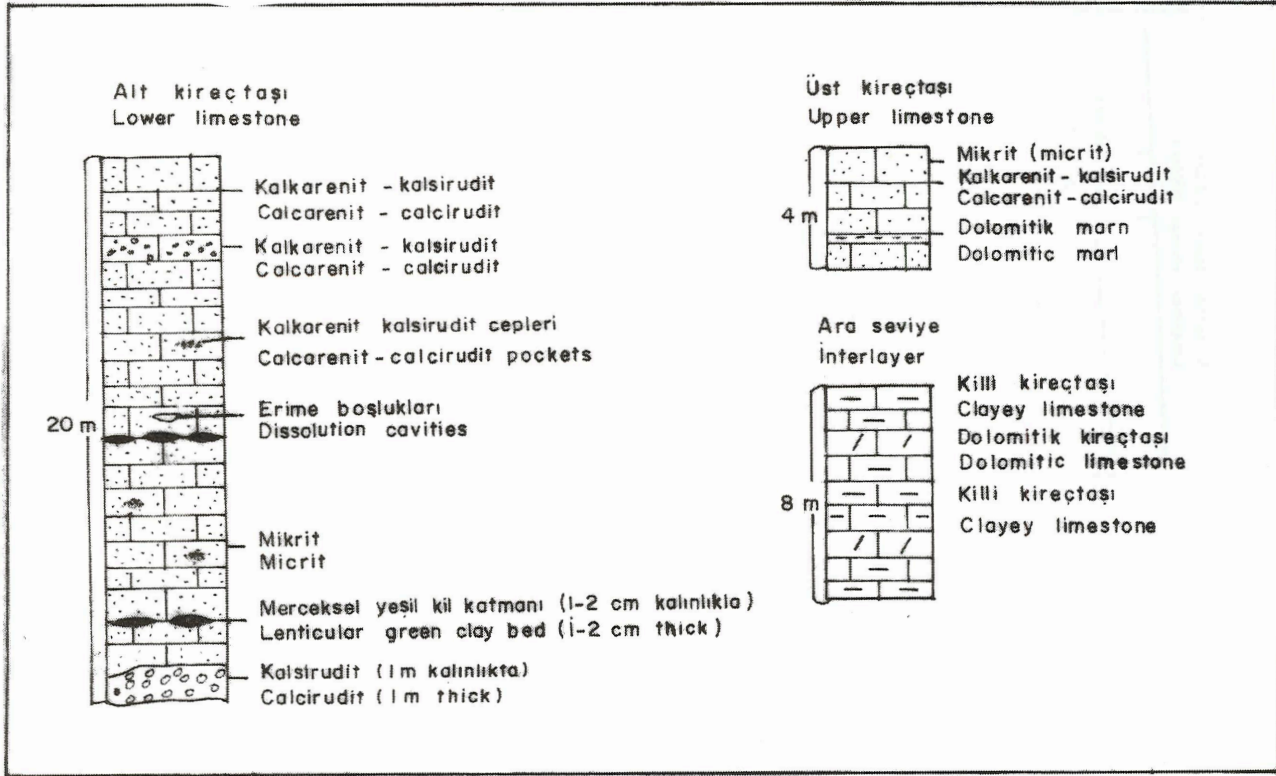
İnceleme alanında Tersiyer, Neojen alt sistemi; Neojen de Miyosen ve Pliyosen serileri ile temsil edilir. Miyosen bölgede geniş bir alana yayılır ve kalınlığı 1000 metreye kadar çıkar. Miyosen birbiri ile uyumlu, alttan üste şu formasyonlardan oluşur: Boyalı Formasyonu (çakıltaşı, kumtaşı, kömürlü kilitaşı-tüfit), Hırka Formasyonu (şeyl, bitümlü şeyl-tüfit, soda "trona"), Karadoruk Formasyonu (çörtlü dolomitik kireçtaşı), Akkum Formasyonu (bentonitik kilitaşı, marn, tüfit, kireçtaşı), Kızılkum Formasyonu (kırmızı, yeşil kilitaşı - tüfit) ile Acısu Formasyonu (tüfitik kilitaşı - marn)'ndan oluşur (Çelik, 1988).

Diğer bir çalışmada Neojen öncesi metamorfik, ofiyolit, granit, kireçtaşı ve kırıntılı kayalardan oluşan temel üzerinde uyumsuz olarak Orta Miyosen ve Üst Miyosen formasyonları ayırtlanmıştır (İnci ve diğ., 1988, Tatar ve diğ., 1993'ten).

Bu çalışmada Orta Miyosen yaşlı Çoraklar Formasyonu (linyitli, çapraz katmanlı çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı), Hırka Formasyonu (şeyl, bitümlü şeyl, trona ve tüf), Akpınar Formasyonu (silisleşmiş kilitaşı, kireçtaşı ve çört), Çayırhan Formasyonu (kilitaşı, çamurtaşı, ince taneli kumtaşı) ve Üst Miyosen yaşlı Bozbelen Formasyonu (çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı), Sarıyar Kireçtaşı ve Kırmir Formasyonu (Kilitaşı, çamurtaşı ve jips) tanımlanmıştır.

Bu çalışmada Üst Miyosen yaşlı Sarıyar Kireçtaşı Işıganer (1976)'da Bozçayır Formasyonu içindeki kireçtaşları ile; Çelik (1988)'deki Pliyosen yaşlı Bozalan Formasyonu'nun en üst seviyesindeki kireçtaşlarının eşleniği olmalıdır. Çalışmamızda söz konusu kireçtaşları Bozçayır Formasyonu adı altında tanımlanacaktır. Üstündeki birimler de Pliyosen yaşlı Softa 1 ve Softa 2 formasyonları olarak anlatılacaktır.





Şekil 3. "Alt kireçtaşı", "ara seviye" ve "üst kireçtaşı seviyeleri".

## Bozçayır Formasyonu

Bozçayır Formasyonu inceleme alanında altı görülmeyen açık yeşil - beyaz dolomitik marn, kil ve dolomitik killi kireçtaşı arakatmanları içeren bir taban seviyesi ile başlar. Taban seviyesi üzerinde "alt kireçtaşı", onun üzerine marn-kil, killi kireçtaşı "ara seviyesi" ile "üst kireçtaşı" seviyesi gelir (Şekil 3 ve 4).

**Taban seviyesi;** Alttaki marn, killi kireçtaşı, kil ve dolomitik marn litolojileri inceleme alanının batı ve güney kenarlarında, Sarıyar baraj gölünün hemen kıyısındaki yamaçlarda görülür. Yer yer kahverengi siltli kesimlerin dışında sertçe, beyaz, silisleşmiş marn - kil ile gevşek yapıda açık yeşil marn ve killerden oluşur. Bu seviye içinde yer yer dolomit, dolomitik marn - kireçtaşı ve mercemsel kireçtaşı arakatmanlarına rastlanır.

**Alt kireçtaşı;** Sarıyar baraj gölü kıyısı boyunca, dik, kalın bir yar halinde uzanır. Az çok dalgalı, yeşilimsi beyaz bir dolomitik kil taban üzerinde iyi yuvarlak, yumurta biçimli 10 - 20 cm boyunda kendi kireçtaşı çakıllarından ibaret bir kireçtaşı seviyesiyle başlar. Bu çakılların arasında küçük, yeşil kil cepleri bulunur. Üste doğru mikrit ve kalkarenit - kalsirudit kalın katmanları aralanarak "ara seviye" ye geçer. Ortalama 20 metre kalınlıktadır.

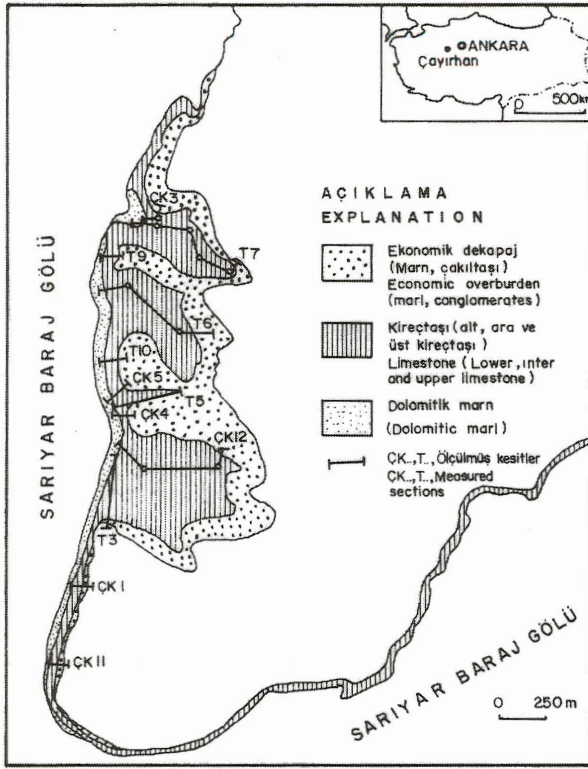
Beyazımsı bej, mikritik kireçtaşı - kalsirudit - kalkarenit dokulu ardalanan seviyeler halindeki bu kireçtaşı 15 - 25 metre kalınlıkta ve ara seviye ile alttaki dolomitik marnların arasında bulunur. Genelde orta - yüksek saf kireçtaşı kalitesindedir. Bazen ara seviye ve tabandaki dolomitik marnlarla düşey geçişler yapar.

İnce kesitte kenarları net olmayan mikritik tanelerden boşluğa doğru, giderek büyüyen spar kalsit çimento görülür. Bazı boşluk ve tane kenarlarında bakımsız sparitik çimento ile mikrit içinde kuş gözü yapıları gözlenmiştir. Mikritik parça ve tanelerin bazı ostrakod kavraklarıyla çökme anında veya hemen sonrasında sığ göl tabanının hareketliliği nedeniyle birbirinin içine karıştığı ve hatta zaman zaman suyun azalması ile su yüzüne çıktığı izlenimi algılanmaktadır.

Daha çok tabana yakın kısımlarda yaygın yumrulu kireçtaşı veya kalsirudit fasiyesi, çimentosunda bir miktar yeşil kil ve mikritik kireçtaşının parçalarını bulundurarak incelik kalınlaşan bir seviye oluşturur. Breşik görümlü bu seviyenin kalınlığı 0.5 - 1.5 metre arasında değişmektedir.

"Alt kireçtaşı"nın üste yakın kesimlerinde yer yer 0.2 metre kalınlığında 0.5 metre uzunluğunda mercemsel dolomitik kireçtaşı seviyesi gözlenir. Bu seviyeler bazen dolomitik marn - marn görümlü yumuşak beyaz dolomitler halindedir.

"Ara seviye". Kendi içinde killi kireçtaşı-marn-kil-



Şekil 4. Çayırhan Termik Santrali kireçtaşı sahasında, kireçtaşı ve ölçülmüş kesit dağılımı.

kireçtaşı geçişleri gösterir. Açık yeşil-beyazımsı renkleri ve düşük açılı yamaçlar halinde görünüşleriyle tanınır. Bolca gözenekli ve daha az sert yapıdadırlar. Ortalama 6 metre kalınlıktadır. Bu seviye yumrulu, killi kireçtaşı ve mercekse dolomitik killi kireçtaşı oluşur. "Üst kireçtaşı"nın altında, düşük yamaç eğimleri ile 3 - 10 metre kalınlıkta bir seviye halinde görülür. Yeşilimsi krem renkli, bolca gözenekli, yumrulu, yüksek silis ve  $R_2O_3$  içeriklidir. Gözenekler birincil ve çoğu da erime sonrası oluşmuştur. Gözeneklerin önemli bir bölümüne yeşil kil dolmuştur. Bu yüzden dayanımlı kireçtaşı yumruları arasında % 25 - 30 kadar yeşil kil kapanlanmıştır. Yeşil killi, yumrulu kireçtaşı "ara seviye" de killi kireçtaşı ile yanal ve düşey geçişlidir.

Kireçtaşı yumrularının ince kesitlerinde mikrit içinde erime ve birincil boşluklar ile çatlaklarında yer yer kuvars kırıntılarının kalmış olduğu görülür. Gerek "üst kireçtaşı" gerekse "ara seviye" kil hamurlu yumrulu kalkarenit ince kesitlerinde ostrakod kavrıklarına rastlanmaktadır.

**Üst Kireçtaşı:** Kahverengi bej renkli, beyazımsı - bej mikrit ve kalkarenit dokulu bir seviyedir. Bu seviye kendi içinde yer yer 0.5 metre kalınlıkta dolomitik marn arakatmanı içerir. Bazen erime boşluklu, kalsit dolgulı,

kalın kalsirudit - kalkarenit katmanları halinde de görünürler. Ortalama kalınlığı 4 metredir.

Üst kireçtaşı, dış görünümü yer yer koyu yeşil kara yosunlarıyla kaplı, kovuklu, 0.5 - 1 cm kadar ayrışma kabuklu, açık bej kireçtaşıdır. Ara katman olarak ortalama 0.5 metre kalınlıkta fakat yer yer 5 - 10 cm ye kadar incelen bir dolomitik kireçtaşı kuzeyden güneye doğru ara seviyenin üzerinde bulunur.

Taze kırılma yüzeyi beyazımsı çok açık bej renkli, 0.1 - 1 cm intraklastlı, birincil ve erime boşluklu "üst kireçtaşı" seviyesi kalkarenit - kalsirudit olarak tanımlanabilir. Üst bölümü bazen mikritik dokulu olabilmekte fakat orta ve alt bölümü hemen daima kalkarenit - kalsirudit dokuludur. Taneler mikritten ibarettir. Çatlaklar ince kesitte mikrosparit çimento dolgulı görünür. Olasılıkla erken erime ve yeniden kristallenme sonucu yer yer oluşmuş bu dağınık çatlak dolgusu, mikrit kökenli bir mikrosparidir.

Üst kireçtaşı kuzeyden güneye doğru bazen "düşük saflıkta kireçtaşı", bazen "orta saflıkta kireçtaşı" kalitesinde ve bazen de yalnız "dolomitik kireçtaşı" olarak ortalama 4 metre kalınlıkta bir seviye halinde uzanır.

Denize! fosil bulunmayışı, sık sık dolomit ve silis oranlarının değişmesi, su seviyesinin önemli değişimler göstermesi sonucu ortama kil karışması gibi olaylar, söz konusu kireçtaşlarının sığ bir göl ortamına ait olabileceğini düşündürür (Collinson, 1978). Ayrıca kireçtaşlarının bolca intraklast ve birincil boşluk içermesi göl tabanının durağısız ve suyun genelde yüksek enerjili olduğunu gösterir.

### Softa 1 Formasyonu

Boz, yeşilimsi kahverengi çakıltaşı, beyazımsı açık yeşil marn - kil ve yer yer ince kireçtaşı arakatmanlarından oluşur. Çakıltaşı; 0.5 - 30 cm boyunda, yarıyuvarlak - yuvarlak çört, sokulum ve püskürük kaya çakıllarından oluşmuştur. Çakıllar ortalama 10 cm boyunda olup az çok yassı biçimli, kötü boylanmalıdır. Çimento kumlu kireçli olup çakıllar sıkıca tutturulmuştur. Ancak tutturulmuş haldeki çakıllar birkaç küçük yüzlek dışında genelde dağılmış haldedir.

Marn ve killer yeşilimsi beyaz, gevşek yapıda ve birbiriyle geçişli olup yer yer ince marnlı kireçtaşı - kireçtaşı arakatmanları içerir. Söz konusu kireçtaşı kahverengi - bej mikritik dokulu ve en çok yarım metre kalınlıktadır. Softa 1 Formasyonu inceleme alanında 120 metre kalınlığa ulaşır.

## Softa 2 Formasyonu

Sarımsı kahverengi - gri, mam ve killerden ibarettir. Jips arakatmanları sayesinde biraz duraylılık kazanırlar. Çoğun kolay aşınıp yamaç aşağı aktıklarından üstlerindeki jips katmanından blokları da beraberinde sürükleyebilmektedirler.

Bozçayır Formasyonu ile Softa 1 ve Softa 2 formasyonları arasında çok düşük açılı bir uyumsuzluk vardır. Olasılıkla Miyosen sonu Pliyosen öncesi Genç Alpin Orojenezinin Rodaniyen fazı Bozçayır Formasyonunu etkilemiştir. Bozçayır Formasyonunun katmanları 10 derecelik bir eğimle kuzey dalmaktadır. Kendi içinde yaklaşık doğu - batı yönlü küçük atımlı düşey blok hareketleri ve bunlara bağlı çatlakların gelişmiş olduğu görülmüştür.

## Ekonomik Jeoloji

Kireçtaşı, en az %80 CaCO<sub>3</sub> içeren bir çökel kayadır. Sanayide kullanılan başlıca karbonat kayaları kireçtaşı ve dolomittir. Kireçtaşları içerdikleri CaCO<sub>3</sub> oranlarına göre beş saflık grubuna ayrılır (Bridge ve Gozzard, 1981):

CaCO<sub>3</sub> %

- 1) Çok yüksek saflıkta kireçtaşı >98.5
- 2) Yüksek saflıkta kireçtaşı 97 - 98.5
- 3) Orta saflıkta kireçtaşı 93.5 - 97
- 4) Düşük saflıkta kireçtaşı 85 - 93.5
- 5) Saf olmayan kireçtaşı 65 - 85

Kireçtaşı şeker, cam, kağıt, çelik, çimento sanayileri ile baca gazı arıtma tesislerinde ve daha birçok alanda kullanılmaktadır.

Baca gazı arıtma tesislerinde kullanılacak kireçtaşının CaCO<sub>3</sub> nın % 85 in üzerinde, MgO inin % 3 ün altında, SiO<sub>2</sub> inin % 4 ün altında olması istenmektedir (TEK ve MTA arasında yapılan teknik sözleşme).

## Yöntem ve örnek alımı

Jeoloji haritası yapıldıktan sonra Bozçayır Formasyonu'nun uygun yerlerinden "alt kireçtaşı", "ara seviye" ve "üst kireçtaşı" nı kapsayan ölçülmüş dikme kesitler yapılmıştır. Dikme kesitlerden söz konusu seviyelerde her 2 metre kalınlıktan bir oluk örnek derlenmiştir. Toplam 126 örnekte kimyasal analiz yapılarak CaCO<sub>3</sub>, MgO, SiO<sub>2</sub> ve R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarları % cinsinden bulunmuştur. Kimyasal analizler yaş kimyasal ve gravimetrik yöntemlerle yapılmış olup bu analizlerde hata sınırı %2 olarak kabul edilmiştir.

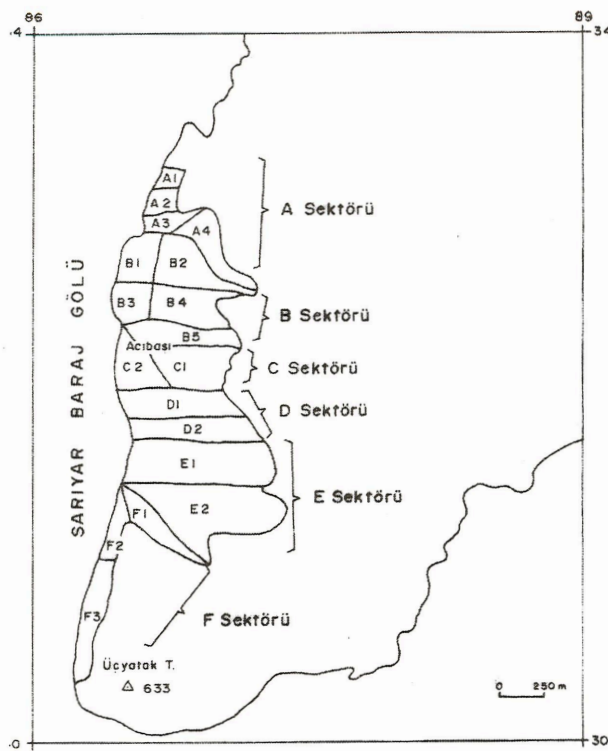
Kireçtaşı olarak değerlendirilebilecek litofasiyelerde 12 den fazla ölçülmüş dikme kesit yapılmıştır (Şekil 4). Ölçülmüş dikme kesitlerde "Jakob çubuğu" yöntemi uygulanmıştır. Kireçtaşı işletme alanı ekonomik dekapaj oranına uygun sınırlar ile haritalanmış; kendi içinde "çok yüksek saf kireçtaşı", "yüksek saf kireçtaşı", "orta saf kireçtaşı", "düşük saf kireçtaşı", "dolomitik kireçtaşı", "kalsitik dolomit", "dolomitik mam", "dolomitik ve silisli kireçtaşı", "silisli kireçtaşı" ve "kireç çakıltısı" kalite bölümlerine ayrılmıştır.

Rezerv hesapları hem "kesit" hem de "blok" yöntemine göre yapılmıştır. Kesit yönteminde kuzeyden güney her 100 metre ara ile doğu - batı yönlü 27 adet harita enine kesitleri hazırlanmış; 45°lik şev açısı dikkate alınarak 10 metrelik örtü kalınlığı sınırına kadar olan bölüm değerlendirilmiştir. Blok yönteminde de aynı şev açısı ve örtü kalınlığı dikkate alınarak bloklar (sektörler) kendi içinde panolara ayrılarak  $V = h/3 (S1 + S2) + \sqrt{S1 \times S2}$  formülünden hacimler bulunmuş; özgül ağırlık 2 g/cm<sup>3</sup> alınarak rezervleri hesaplanmıştır.

## Ölçülmüş dikme kesitlerin irdelenmesi

Üst kireçtaşı %85 - 97 CaCO<sub>3</sub> içerikleriyle kullanıma uygun bir kireçtaşı olup arakatmanı ve altındaki "ara seviye" yumrulu kireçtaşı ile belli oranlarda karıştırılırsa "ara seviye"nin baca gazı arıtma tesisinin aradığı özelliklere uygun gereç haline gelmesini kısmen sağlayabilir.

Ara seviye silisli ve silisli - dolomitik kireçtaşı ve marnlarının bütün saha genelinde ortalama CaCO<sub>3</sub> i %84; SiO<sub>2</sub> i % 6 ve MgO i % 2 dolayındadır. Bu seviyenin değerlendirilebilmesi uygun oranlarda "alt" ve "üst kireçtaşı" ile karıştırılmasına bağlıdır. Bu bağlamda A sektörünün A1, A2 ve A3 panoları ele alındığında (Şekil 5) "üst kireçtaşı"nın ortalama CaCO<sub>3</sub> i % 90.4; MgO i % 1.7; SiO<sub>2</sub> i % 2.7 dir. "Ara seviye"nin ortalama CaCO<sub>3</sub> i % 87.7; SiO<sub>2</sub> i % 6.9 ve MgO i % 1.2 dir. Üst kireçtaşından üç kısım "ara seviye"nin bir kısmı ile karıştırılırsa karışımın ortalama bileşimi % 89.7 CaCO<sub>3</sub>, % 1.6 MgO ve % 3.75 SiO<sub>2</sub> olacaktır. Üst kireçtaşının 3 metrelik ortalama kalınlığı ile "ara seviye"nin en üst bölümündeki 1 metrelik kısım karıştırılarak uygun karışımlar elde edilebilir. "Ara seviye"nin artakalan 7 metre kalınlıktaki bölümü de "alt kireçtaşı"nın uygun oranlarda karıştırılmasıyla değerlendirilebilir. Çünkü "alt kireçtaşı"nın hem kalınlığı fazla hem de saflığı "üst kireçtaşı"ndan daha iyidir.



Şekil 5. Kireçtaşı sahasının sektör ve pano dağılımı.

"Alt kireçtaşı" güney tarafında yersel 2 metre kalınlığındaki düşük saf kireçtaşı seviyesi dışında orta ve yüksek safıktadır (Şekil 6). Kendi içinde yanal ve düşey kalite geçişlidir.

"Ara seviye"nin değerlendirilmesi bağlamında örneğin A sektörünün A3 panosu ele alınırsa "alt kireçtaşı"nın 4 - 5 metre kalınlıktaki bölümü bile 7 metre kalınlıktaki "ara seviye" killi kireçtaşlarından uygun karışım elde edilmesine yetmektedir. Çünkü "ara seviye"nin ortalama % 6.76 olan  $SiO_2$ 'ne karşın "alt kireçtaşı"nın ortalama  $SiO_2$  i % 1.13 tür. Yani "ara seviye"nin 1 kısım, 2 kısım "alt kireçtaşı" ile karıştırılırsa  $SiO_2$  uygun düzeye çekilebilmektedir.

B sektöründe "ara seviye"nin 10 metre kalınlıktaki yeşil kil hamurlu, yumrulu kireçtaşı - killi kireçtaşı fasiyesinin ortalama  $SiO_2$  i % 6.12 dir. "Alt kireçtaşı"nın yumrulu kireçtaşı seviyeleri sıkı dayanımlı ve çok az yeşil kil hamurlu olduğundan, breşik kireçtaşı görünümündedir. Ortalama  $SiO_2$ 'i % 1.45 düzeyindedir. Bu nedenle "ara seviye"nin bir kısım killi kireçtaşına 2 kısım "alt kireçtaşı" karıştırılırsa  $SiO_2$  oranı uygun düzeye (% 4) indirilmiş olabilir. Diğer bileşenler bakımından ise herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

C sektöründe "ara seviye" nin ortalama  $SiO_2$  i %1 dir. Yani yaklaşık 3 kısım "alt kireçtaşı" 1 kısım "ara seviye" ile karıştırılırsa uygun bir karışım elde edilebilir. Ancak mercekli dolomitli, silisli yeşil kil hamurlu, yumrulu kireçtaşının  $SiO_2$  i 10 un üzerinde olan 4 metrelik bölümü değerlendirmeye alınmayabilir, atılabilir. "Ara seviye"nin bu aşırı silisli ve dolomitli kısmı ki, 3 - 4 metre uzunlukta yarım metre kalınlıkta mercekler ve bol yeşil kil hamurlu, yumrulu kireçtaşı - dolomitik kireçtaşı fasiyesi ile dikkati çeker, ayrılacak olursa geri kalan kısım alt kireçtaşı ve üst kireçtaşı ile 1/2 oranında karıştırılarak uygun karışımlar elde edilebilir. Bu yüksek silis olasılıkla yeşil killerde bulunan bir bileşen olup kireçtaşının kendi bünyesinde o kadar yüksek değildir.

D sektöründe "ara seviye" nin ortalama  $SiO_2$  i % 11 dolayında ve kalınlığı 8 metredir. "Alt kireçtaşı"nın orta ve yüksek saf oluşu; ortalama % 1.2  $SiO_2$  içermesi ve 18 metre kalınlıkta olması karışım için büyük yarar sağlayacaktır. Örneğin 3 kısım "alt kireçtaşı" 1 kısım "ara seviye" ile karıştırılırsa uygun bir karışım elde edilebilir.

E ve F sektörlerinde de benzer durumlar söz konusudur. Ekonomik değerlendirmeler doğrultusunda karışım ve dekapaj işlemleri uygulanabilir.

## Sonuçlar

Baca gazı arıtma tesislerinde kullanılacak kireçtaşı Çayırhan beldesinin yaklaşık 3 kilometre güneyinde belirlenmiştir. Baraj gölünün doğu kenarında yüzlek veren kireçtaşında aşağıdaki ekonomik jeoloji bulguları saptanmıştır:

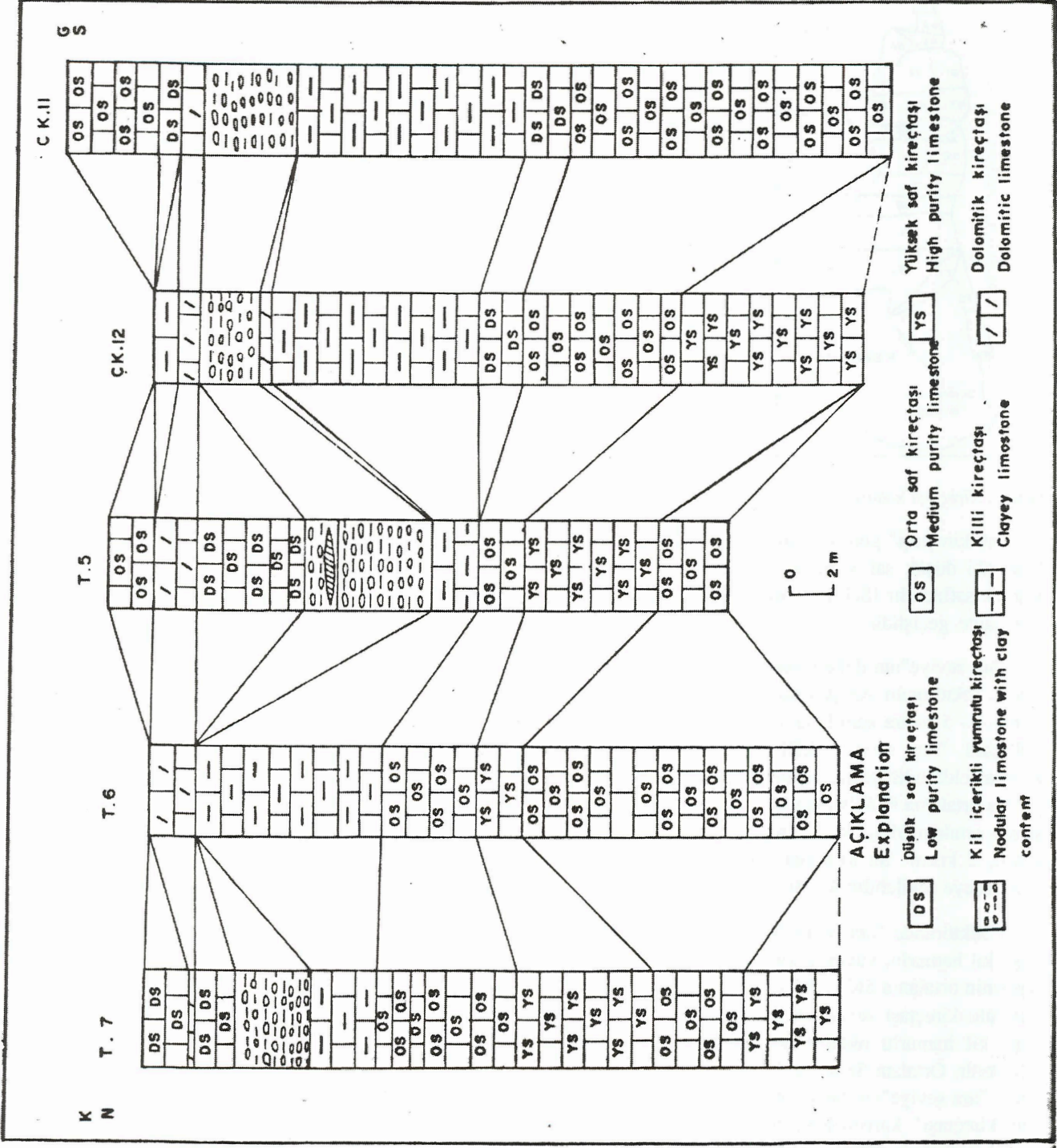
- TEK Çayırhan Termik Santrali baca gazı arıtma tesisi için belirlenen kireçtaşı, silisli ve yer yer mercekli dolomitli "düşük saf", "orta" ve "yüksek saf" kalite gruplarındadır.

- "Ara seviye" genel olarak "alt" ve "üst kireçtaşı" ile 1/2 - 1/3 oranlarında karıştırılarak uygun bileşimli kireçtaşı karışımları elde edilebilir.

- Kullanıma uygun kireçtaşının "ara seviye" dışındaki görünür rezervi 26 635 287 ton; "ara seviye"nin görünür rezervi 3 900 000  $m^3$  tür.

- "Ara seviye"nin belli oranlarda "alt" ve "üst kireçtaşı" ile değerlendirilmesi durumunda işletilebilir kireçtaşı rezervi en azından 30 000 000 tonu bulacaktır.

- Toplam örtü miktarı 2 milyon  $m^3$  olup kil, marn, gevşek ve tutturulmuş çakıltaşı türündedir.



Şekil 6. Çayırhan Termik Santrali baca gazı arıtma tesisi kireçtaşlarında kuzeyden güney kalite değişimi.



## DEĞİNİLEN BELGELER

- Altınlı, İ.E., 1973, Bilecik Jurassığı. 50. Yıl Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri, 17 - 19 Aralık 1973, MTA - TJK Ankara, 103 - 111.
- Aziz, A., 1976, Beypazarı - Yeniçayırhan ve Karaköy arasındaki sahanın jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Gen. Müd. raporu, 4461 (yayımlanmamış).
- Bridge, McC.D. and Gozzard, J.R., 1981, The Limestone and Dolomite Resources of the Country Around Bakewell, Derbyshire. Inst. Geol. Sci. Min. Ass. Rep. 79, 66 p. London.
- Collinson, J.D., 1978, Lakes. Reading, H.G., ed. Sedimentary Environments and Facies'de. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 61 - 79.
- Çelik, E., 1988, Çayırhan doğal sodyum sülfat yatağı maden jeolojisi raporu: Maden Tetkik ve Arama Gen. Müd. raporu, 8354 (yayımlanmamış).
- Dumnaz, A., 1987, Türkiye'nin enerji alt yapısı ve hava kirliliği. Dumnaz A.R. ve Ercan A. ed., Uluslararası Yanmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğini Kontrolü Sempozyumu, 23 - 25 Eylül, 1987, Ankara, 1 - 74.
- Gökmen, V., 1965, Nallıhan - Beypazarı civarındaki linyit ihtiva eden Neojen sahasının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Gen. Müd. raporu, 3802 (yayımlanmamış).
- Işıganer, T., 1976, Beypazarı - Mihaliççık dolayındaki kömürlü alanın jeolojisi. İ.Ü. Müh. tezi (yayımlanmamış).
- Jesenko, P., 1955, Nallıhan-Mihaliççık sahalarında harita çalışmalarına ait ihzari mahiyette rapor. Maden Tetkik ve Arama Gen. Müd. raporu, 2436 (yayımlanmamış).
- Narin, R., 1980, Orta Anadolu Beypazarı, Beyşehir linyit yatakları. Jeol. Müh. Bült. 2, 231 - 239.
- Saner, S., 1980, Mudumu - Göynük havzasının Jura ve sonrası çökelim nitelikleriyle paleocoğrafya yorumlaması. Türkiye Jeoloji Kurumu Bült. 1, 39 - 52.
- Siyako, F., 1983, Beypazarı (Ankara) kömürlü Neojen havzası ve çevresinin jeolojisi raporu: Maden Tetkik ve Arama Gen. Müd. raporu. 7431 (yayımlanmamış).
- Tatar, Ç., Köse, H. ve Helvacı, C., 1993, Çayırhan kömür havzasında yeni kömür damarlarının jeolojisi ve uygulanabilecek üretim yöntemi. Cum. Üniv. Müh. Fak. Mad. Bil. ve Tekno. Derg. 1, 11 - 28.
- Wedding, H., 1965, Çayırhan Neojen havzası (Nallıhan / Beypazarı - Ankara). Maden Tetkik ve Arama Gen. Müd. raporu: 3924 (yayımlanmamış).