

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MERMER SAHALARINDAN ALINABİLECEK
BLOK BOYUTLARININ BELİRLENMESİNDE
YENİ BİR KAYAÇ KÜTLE SINIFLAMA
YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Kerim KÜÇÜK

Haziran, 2009
İZMİR

**MERMER SAHALARINDAN ALINABİLECEK
BLOK BOYUTLARININ BELİRLENMESİNDE
YENİ BİR KAYAÇ KÜTLE SINIFLAMA
YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletme Anabilim Dalı

Kerim KÜÇÜK

**Haziran, 2009
İZMİR**

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

KERİM KÜÇÜK tarafından **PROF. DR. TURGAY ONARGAN** yönetiminde hazırlanan “**MERMER SAHALARINDAN ALINABİLECEK BLOK BOYUTLARININ BELİRLENMESİNDE YENİ BİR KAYAÇ KÜTLE SINIFLAMA YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Turgay ONARGAN

Yönetici

Prof.Dr. Halil KÖSE

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Prof.Dr. M.Yalçın KOCA

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Prof.Dr. Sabit GÜRGEN

Jüri Üyesi

Doç.Dr. Raşit ALTINDAĞ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Cahit HELVACI
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimimden itibaren, doktora çalışmamın konusunun belirlenmesi ve yürütülmesine kadar bilgi ve tecrübesiyle beni yetiştirip, yönlendiren; özellikle saha çalışmalarında bizzat benimle birlikte çalışan, maddi ve manevi yönden her konuda yardımını esirgemeyen Sayın hocam Prof. Dr. Turgay ONARGAN'a,

Doktora çalışmam boyunca çalışmalarımı yönlendiren ve katkı koyan doktora tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Halil KÖSE ve Prof. Dr. M.Yalçın KOCA' ya,

Mermer Blok Analizi Programı'nın geliştirilmesinde her türlü destek ve yardımlarını esirgemeyen Uzman Dr. M.Murat AKSOY'a,

Birlikte çalışmalarımızı yürüttüğümüz, fikir alışverişinde bulunduğumuz Araş.Gör.Dr. Doğan KARAKUŞ, Araş.Gör. Mete KUN ve diğer arkadaşlarıma,

Doktora çalışmamın saha çalışmaları kısmında, bütün imkanlarını bize açan firmaların yetkililerine ve çalışanlarına,

Yer radarı sisteminin çalıştırılması, alınan görüntülerin yorumlanması aşamalarında destek veren, bilgilerini içtenlikle paylaşan Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Selma KADIOĞLU' na,

Doktora çalışmamı yaptığım süre boyunca desteğini ve anlayışını esirgemeyen, her zaman yanımda olan, hayatı paylaştığım değerli eşim Yasemin Gülay KÜÇÜK' e sonsuz teşekkür ederim.

Kerim KÜÇÜK

Not : Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu tarafından **04.KB.FEN.029** proje numarası ile desteklenmiştir.

MERMER SAHALARINDAN ALINABİLECEK BLOK BOYUTLARININ BELİRLENMESİNDE YENİ BİR KAYAÇ KÜTLE SINIFLAMA YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

ÖZ

Bir kaya kütesinin istenilen ticari boyutlarda blok mermer verebilmesi için fiziko-mekanik ve teknolojik özellikleri açısından standartlara uygun, renk ve desen açısından da aranılan niteliklerde olması ve 1.5-10 m³ hacim aralığında bloklar veriyor olması esastır. Bu nedenle bir mermer sahasında, mermer ocağı açılmadan önce saha parametrelerinin detaylıca incelenmesi, hem üretime geçme kararının verilmesi ve hem de üretimin planlanması açısından oldukça önem arz etmektedir.

Mermer sahalardan alınabilecek blok boyutlarının belirlenmesinde yeni bir sınıflama yönteminin geliştirilmesine yönelik yapılan bu çalışmada, Palmström tarafından tünel ve yeraltı yapılarının destek dizaynı için geliştirilen RMI sınıflama sistemindeki blok hacmi ve hacimsel eklem sayısı değerleri ile ISRM tarafından tanımlanan süreksizlik aralığı, süreksizlik devamlılığı ve hacimsel eklem sayısı değerleri, mermer madenciliğine uyarlanarak yeni tanımlama ve puanlama yöntemi geliştirilmiştir.

Visual Basic programlama dili kullanılarak, 12 ayrı mermer ocağının basamaklarında ve aynalarında yapılan jeoteknik çalışmalardan, laboratuvar deneyleri sonuçlarına bağlı olarak üretilen blokların hangi amaçla (döşeme, kaplama) kullanılabileceğine ve ihracatta istenilen CE belgesinin uygunluğuna kadar bütün aşamaları içeren MBA-Mermer Blok Analizi isimli program geliştirilmiştir.

Anahtar sözcükler : Mermer, blok boyutu, kaya kütle sınıflaması, süreksizlik özellikleri, jeoteknik çalışmalar

DEVELOPMENT OF A NEW ROCK MASS CLASSIFICATION METHOD IN THE DETERMINATION OF BLOCK DIMENSIONS EXTRACTED OUT OF MARBLE FIELDS

ABSTRACT

A rock mass should be in accordance with the physico-mechanical and technological properties and should have the desired color and texture and should give blocks within a range of 1.5-10 m³ volume in order to yield block marble at commercial dimensions. For this reason, prior to opening a marble quarry, the field parameters should be investigated in depth from the aspects of decision-making for production and production planning.

In this study which is forwarded to the development of a new classification system in the determination of block dimensions, block volume and volumetric joint count in the RMI system which was developed by Plamström for the support of tunnel and underground support and discontinuity spacing, continuity of discontinuity, volumetric joint count defined by ISRM have been adapted to marble mining and a new definition and grading method has been developed.

By using Visual Basic software, from the geotechnical studies conducted on the benches and faces of 12 marble quarries, the blocks produced depending on the results of the laboratory tests are decided depending on the end use (tiling, cladding), conformity to CE certificate which is desired in export is determined under the software called MBA-Marble Block Analysis.

Keywords: Marble, block dimension, rock mass classification, discontinuity properties, geotechnical studies

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--------------------------------------|-----|
| DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| ÖZ | iv |
| ABSTRACT | v |

BÖLÜM BİR – GİRİŞ

| | |
|--|---|
| 1.1 Mermerin Tanımı | 2 |
| 1.1.1 Bilimsel Tanımı..... | 2 |
| 1.1.2 Endüstrideki Ticari Tanımı | 2 |
| 1.2 Mermerlerin Sınıflandırılması..... | 2 |
| 1.2.1 Mermerlerin Jeolojik Oluşum Bakımından Sınıflandırılması..... | 2 |
| 1.2.1.1 Metamorfik Kökenli Mermerler..... | 3 |
| 1.2.1.1.1 Gerçek Mermerler | 3 |
| 1.2.1.1.2 Sedimanter Kökenli Mermerler | 4 |
| 1.2.1.1.2.1 Kireçtaşları | 4 |
| 1.2.1.1.2.2 Traverten | 4 |
| 1.2.1.3 Magmatik Kökenli Mermerler | 4 |
| 1.2.2 Mermerlerin Sertlik Özelliklerine Göre Sınıflandırılması | 5 |
| 1.2.3 Mermerlerde Diğer Sınıflandırma Yöntemleri | 5 |
| 1.2.4 Mermerlerin Ticari Açısından Sınıflandırılması | 6 |
| 1.3 Türkiye’deki Mermer Kaynakları | 7 |

BÖLÜM İKİ – KAYA KÜTLESİ VE KAYA KÜTLESİNİ OLUŞTURAN

UNSURLAR

| | |
|---|----|
| 2.1 Giriş..... | 11 |
| 2.2 Kaya Kütle Tanımı | 11 |
| 2.3 Kaya Kütlelerini Meydana Getiren Unsurların İrdelenmesi | 12 |
| 2.3.1 Süreksizlik Türleri..... | 13 |
| 2.3.2 Süreksizlik Aralığı | 14 |

| | |
|--|----|
| 2.3.3 Süreksizliklerin Devamlılığı | 17 |
| 2.3.4 Süreksizlik Yüzeylerinin Pürüzlülüğü ve Dalgalılığı | 18 |
| 2.3.5 Süreksizlik Yüzeylerinin Açıklığı..... | 18 |
| 2.3.6 Dolgu Malzemesinin Özellikleri | 20 |
| 2.3.7 Süreksizlik Yüzeylerinin Bozunma Derecesi ve Dayanımı | 20 |
| 2.3.8 Süreksizlik Yüzeylerindeki Su Durumu..... | 22 |
| 2.3.9 Süreksizliklerin Yönelimi ve Süreksizlik Seti Kavramı | 22 |
| 2.3.10 Blok Boyutu | 25 |
| 2.3.10.1 Blok Boyutu İndeksi (Ib) | 26 |
| 2.3.10.2 Hacimsel Eklem Sayısı (Jv) | 27 |
| 2.3.10.3 Blok Hacim Hesabı | 29 |
| 2.4 Kaya Kütle Sınıflama Sistemlerine Genel Bir Bakış | 30 |
| 2.4.1 Palmström tarafından geliştirilen RMI (Rock Mass Index) Sınıflama Sistemi | 33 |
| 2.5 Blok Boyutunu Belirlemeye Yönelik Önceki Çalışmalar | 36 |

BÖLÜM ÜÇ - MERMER SAHALARINDA BLOK BOYUTUNU VE VERİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....41

| | |
|--|----|
| 3.1 Giriş..... | 41 |
| 3.2 Jeolojik Faktörler | 42 |
| 3.2.1 Rezerv Miktarı | 42 |
| 3.2.2 Yapısal Jeoloji Özellikleri..... | 42 |
| 3.2.2.1 Tabakalanma ve Tabaka Kalınlığı | 42 |
| 3.2.2.2 Kıvrımlanma | 43 |
| 3.2.2.3 Faylanma | 44 |
| 3.2.2.4 Kırıklanma | 45 |
| 3.2.2.5 Ayrışma | 45 |
| 3.3 Mermer Üretimi Sürecinde Verim ve Kayıplar | 46 |

BÖLÜM DÖRT - YER RADARI (GPR) VE UYGULAMALARI.....49

| | |
|---|----|
| 4.1 Giriş..... | 49 |
| 4.2 Yer Radarı Yönteminin Uygulama Alanları | 49 |

| | |
|--|----|
| 4.3 Yer Radarı Yönteminin Çalışma Prensipleri..... | 51 |
| 4.4 Zond 12-e Yer Radarı ve Özellikleri..... | 55 |
| 4.5 Yer Radarı Verilerinin Değerlendirilmesi..... | 57 |

BÖLÜM BEŞ - MERMER SAHALARI İÇİN GELİŞTİRİLEN YÖNTEM VE MERMER BLOK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI63

| | |
|---|----|
| 5.1 Giriş..... | 63 |
| 5.2 Geliştirilen Sınıflama Yönteminde Kullanılan Parametreler, Tanımlamalar ve Puanlamalar | 64 |
| 5.2.1 Süreksizlik Aralığı Değerlerine Göre Değerlendirme ve Puanlama ..66 | |
| 5.2.2 Süreksizliklerin Devamlılığına Göre Değerlendirme ve Puanlama ..67 | |
| 5.2.3 Hacimsel Eklem Sayısına Göre Değerlendirme ve Puanlama | 69 |
| 5.2.4 Hacimsel Eklem Sayısı ile Blok Hacminin İlişkilendirilmesi | 70 |
| 5.3 Mermer Blok Analizi (MBA) Bilgisayar Programı | 73 |
| 5.3.1 Jeolojik Saha Çalışmaları Menüsü | 75 |
| 5.3.2 Hacimsel Eklem Sayısı Menüsü | 77 |
| 5.3.3 Blok Özellikleri Menüsü | 78 |
| 5.3.4 Yer Radarı Ölçümleri Menüsü | 80 |
| 5.3.5 Rezerv ve Nihai Ürün Menüsü..... | 81 |
| 5.3.6 Testler ve Uygulamalar Menüsü | 82 |
| 5.3.6.1 CE Belgesi..... | 86 |

BÖLÜM ALTI - SAHA ÇALIŞMALARI89

| | |
|--|-----|
| 6.1 Giriş..... | 89 |
| 6.2 Acar Madencilik A.Ş. Sahalarında Yapılan Çalışmalar..... | 89 |
| 6.2.1 Kayseri Toros Siyahı Mermer İşletmesi | 89 |
| 6.2.1.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi..... | 90 |
| 6.2.1.2 Topoğrafik Ölçüm Çalışmaları | 100 |
| 6.2.1.3 Süreksizlik Ölçümleri | 105 |
| 6.2.1.4 Yer Radarı Ölçümleri..... | 107 |
| 6.2.1.5 Saha Çalışmalarında Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi. 110 | |
| 6.2.2 Amasya Doğantepe Mermer Sahası..... | 113 |

| | |
|--|-----|
| 6.2.2.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi..... | 113 |
| 6.2.2.2 Topoğrafik Ölçüm Çalışmaları | 120 |
| 6.2.2.3 Yer Radarı (GPR) Saha Ölçüm Çalışmaları | 123 |
| 6.2.3 Amasya Meşeliçiftliği Köyü Mermer Sahası..... | 126 |
| 6.2.3.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi..... | 126 |
| 6.2.3.2 Topoğrafik Ölçüm Çalışmaları | 128 |
| 6.2.3.3 Yer Radarı (GPR) Saha Ölçüm Çalışmaları | 131 |
| 6.2.4 Tokat- Zile İlçesi, Kervansaray Köyü Mermer Sahası..... | 132 |
| 6.2.4.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi..... | 132 |
| 6.2.4.2 Topoğrafik Ölçüm Çalışmaları | 137 |
| 6.2.4.3 Yer Radarı (GPR) Saha Ölçüm Çalışmaları | 139 |
| 6.2.4.4 Yapılan Saha Çalışmalarının Değerlendirilmesi | 141 |
| 6.3 Reisoğlu Mermer San. Sahalarında Yapılan Çalışmalar..... | 142 |
| 6.3.1 Manisa-Alaşehir- Hayallli Köyü Mermer İşletmesi..... | 142 |
| 6.3.1.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi..... | 142 |
| 6.3.1.2 Topoğrafik Ölçümler..... | 144 |
| 6.3.1.3 Süreksizlik Ölçümleri | 147 |
| 6.3.1.4 Yer Radarı Ölçüm Çalışmaları..... | 149 |
| 6.3.1.5 Yapılan Saha Çalışmalarının Değerlendirilmesi | 151 |
| 6.3.2 Denizli-Kaklık Traverten İşletmesi..... | 152 |
| 6.3.2.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi..... | 152 |
| 6.3.2.2 Topoğrafik Ölçümler..... | 159 |
| 6.3.2.3 Süreksizlik Ölçümleri | 161 |
| 6.3.2.4 Yer Radarı Ölçüm Çalışmaları..... | 164 |
| 6.3.2.5 Saha Çalışmaları Sonrasında Mermer Sahasının Son Durumu | 165 |
| 6.4 Tureks Mermer San. Sahalarında Yapılan Çalışmalar..... | 166 |
| 6.4.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi..... | 166 |
| 6.4.2 Mermer İşletmesinde Yapılan Saha Gözlemleri ve Ölçümleri | 168 |
| 6.4.2.1 Topoğrafik Ölçümler..... | 170 |
| 6.4.2.2 Süreksizlik Ölçümleri | 173 |
| 6.4.2.3 Yer Radarı Ölçüm Çalışmaları..... | 180 |
| 6.4.2.4 Yapılan Saha Çalışmalarının Değerlendirilmesi..... | 182 |

| | |
|---|-------------|
| 6.5 Granitaş Granit A.Ş. Sahalarında Yapılan Çalışmalar | 183 |
| 6.5.1 Giresun-Bulancak Granit İşletmesi | 183 |
| 6.5.1.1 İşletmenin Lokasyonu Çevresinin Jeolojisi | 184 |
| 6.5.1.2 Topoğrafik Ölçümler..... | 187 |
| 6.5.1.3 Yer Radarı Ölçüm Çalışmaları..... | 191 |
| 6.5.1.4 Yapılan Saha Çalışmalarının Değerlendirilmesi..... | 193 |
| 6.5.2 Çorum-Mecitözü Mermer Sahası..... | 195 |
| 6.5.2.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi..... | 195 |
| 6.5.2.2 Saha Gözlemleri ve Topoğrafik Ölçümler | 200 |
| 6.5.2.3 Yer Radarı Ölçüm Çalışmaları..... | 205 |
| 6.6 Tez Kapsamında Çalışma Yapılan Sahalardan Elde Edilen Verilerin | |
| MBA Bilgisayar Programı Çıktıları | 207 |
| 6.6.1 Acar Madencilik Toros Siyahı Mermer İşletmesi..... | 207 |
| 6.6.2 Tureks Mermer San. Mermer İşletmesi | 211 |
| 6.6.3 Çorum-Mecitözü Mermer Sahası..... | 213 |
| BÖLÜM YEDİ - SONUÇLAR..... | .216 |
| KAYNAKLAR | 222 |

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Ülkelerin kalkınmalarında ve geleceklerine yön vermede zengin ham madde kaynaklarına sahip olmanın önemi bilinen bir gerçektir. Bugün dünyada uygulanan ekonomik sistemlerin tümünde benimsenen ortak görüş, ham madde girdisinin üretim unsurları içindeki önemi ve vazgeçilmezliğidir. Buna bağlı olarak yer altı kaynakları bakımından zengin olan ülkeler, kalkınmalarını büyük oranda tamamlamış ülkelerdir.

Mermer, ülkemiz madenciliği ve ekonomisi için önemli bir yere sahiptir. Buna bağlı olarak mermercilik ülkemizde hızla gelişmekte olan bir sektördür. Ülkemizde ve diğer ülkelerin ekonomilerinde daralma görüldüğü bir dönemde mermer sektöründeki üretim artışı madencilik ve ülkemizin ekonomisi için umut vericidir. Gelişmekte olan mermer sektörünün üretim ve tüm aşamasındaki sorunları irdeleyip çözümler bulmak için değişik bilimsel ve teknik çalışmalar yapılmaktadır ve yapılmalıdır. Günümüzde işletilmekte olan mermer sahalarında ana kütlede ticari blok boyutundaki blok verimleri ortalama % 20-25 ler civarında gerçekleşmekte olup, ciddi üretim kayıpları söz konusu olmaktadır. Bu çalışmanın ana amacı, mermer ocaklarında hakim süreksizlikler ve diğer jeolojik parametrelere bağlı olarak en uygun mermer blok boyutunun belirlenmesi ve işletme yönlerinin tespitine yönelik çalışmalar yaparak, kayıpların en aza indirilmesidir.

Bir kaya kütlelerinin istenilen ticari boyutlarda blok mermer verebilmesi için fiziko-mekanik ve teknolojik özellikleri açısından standartlara uygun, renk ve desen açısından da aranılan niteliklerde olması ve 1,5-10 m³ hacim aralığında bloklar veriyor olması esastır. Bu nedenle bir mermer sahasında, mermer ocağı açılmadan önce saha parametrelerinin detaylıca incelenmesi, hem üretime geçme kararının verilmesi ve hem de üretimin planlanması açısından oldukça önem arz etmektedir.

Ülkemizin büyük bir potansiyeli olan karbonatlı kaya rezervlerimizden optimum koşullarda yararlanabilmemiz ancak doğru işletme şekli ve yönteminin seçiminin mermer sahasının doğal koşulları, ya da jeolojik parametrelerine uygun olarak gerçekleştirilmesi ile mümkün olabilecektir. Bu nedenle mermer ocaklarından, minimum kayıpla maksimum blok mermer verimi elde etmek, ancak bilimsel ve teknik detay çalışmaların yapılması ve sahadaki jeolojik faktörlerin doğru bir şekilde belirlenerek işletilmesi ile mümkün olabilecektir.

1.1 Mermerin Tanımı

Yüksek sıcaklık ve basınç altında başkalaşıma (metamorfizma) uğramış kalkerler mermer olarak tanımlanmaktadır. Endüstriyel anlamda ise işlenebilen, cilâlanabilen, parlayan ve boyutlandırılabilen veya dekoratif amaçlı kullanılan tüm doğal taşlara mermer denilmektedir. Günümüzde özellikle endüstriyel anlamda mermerin yerine doğal taş terimi de kullanılmaktadır.

1.1.1 Bilimsel Tanımı

Mermerler kalker (CaCO_3) ve dolomitik kalkerlerin ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) ısı ve basınç altında metamorfizmaya uğrayarak, tekrar kristalleşmesi sonucunda yeni bir yapı kazanmalarıyla meydana gelen taşlardır.

1.1.2 Endüstrideki Ticari Tanımı

Endüstriyel alanda kesilip boyutlandırılabilen, dekoratif amaçlı kullanılan ve ticari değeri olan her türlü kayaç mermer olarak adlandırılmaktadır.

1.2 Mermerlerin Sınıflandırılması

1.2.1 Mermerlerin Jeolojik Oluşum Bakımından Sınıflandırılması

Mermerler jeolojik oluşum bakımından üç grupta sınıflandırılabilir.

Tablo 1.1 Mermerlerin jeolojik oluşum bakımından sınıflandırılması (Onargan ve diğ., 2005).

| | |
|-----------|---|
| I.GRUP | Metamorfik kökenli mermerlerdir. Tam kristalleşmiş bilimsel gerçek mermer tanımına uygun doğal taşları içerir. Çoğunlukla iyi kristalleşmişlerdir. Renkleri genellikle beyaz ve açık gridir. Bileşimlerinde birçok yabancı madde taşlılar. Gerçek mermerler, oluşuma uygun Kayagan Taşları bu sınıfta yer almaktadır. |
| II. GRUP | Sedimanter kökenli mermerleri içerir. Kireçtaşı, oniks mermerleri, kumtaşları ve travertenleri içerir. Karbonatlı olanlarda yapılarında yalnız CaCO ₃ vardır. Travertenler toplu iğne başından, bir kaç cm. ye varan boşluklar içerebilmektedirler. Kolay işlenebilmekte ve iyi cila kabul etmektedirler. |
| III. GRUP | Magmatik kökenli mermerleri içerir. Andezit, dasit, granit, siyenit, bazalt, diyabaz, gabro vb. gibi |

1.2.1.1 Metamorfik Kökenli Mermerler

1.2.1.1.1 Gerçek Mermerler. Gerçek mermerler, metamorfizma sonucu, kalker ve dolomitik kalkerlerin yeniden kristalleşmesi ile meydana gelmişlerdir. % 95 civarında kalsiyum karbonat, bileşimini oluşturmaktadır. Yapılarında az miktarda magnezyum karbonatın yanı sıra silis, silikat, feldspat, demir oksit, mika fluorit ve organik maddelerde bulunabilir. Renkleri genellikle beyaz ve grimsidir. İçerdikleri yabancı maddelerin etkisi ile sarı, pembe, esmerimsi ve siyah gibi değişik renklere bürünebilirler.

Mermer kalker olarak anılan kireçtaşının metamorfizma geçirmesinden oluşmuş, oldukça sert bir kayadır. Bu genel metamorfizma, oldukça derinlerde şiddetli basınç ve sıcaklığın etkisiyle oluşmaktadır.

Kalsit, kalsiyumlu taşların değişmelerinden, karstik bölgelerdeki çökeltilerden (travertenlerden), kendi eriyiğinden meydana gelir. Mermer bu kalsit kristallerinin sıkışması sonucu meydana gelir. Basınç ve sıcaklık altında kristaller arasındaki boşluklar ortadan kalktığından, kalkere göre daha sert bir yapıya sahiptir

1.2.1.2 Sedimanter Kökenli Mermerler

1.2.1.2.1 Kireçtaşları. Kireçtaşları, gerçek mermerler olmadıkları halde, gerek renk, gerekse sağlamlık ve kullanımlarındaki uygunluk nedeni ile dünya endüstrisinde geniş bir kullanım sahasına sahiptir. Kireçtaşları çok saf olduklarından bileşimlerinde % 56 CaO, % 44 CO₂ bulunur. Yapılarında % 10'dan fazla MgCO₃ bulunan kalkerlere “Dolomitik Kalker” denir. Bu miktar % 45–50 olursa “Dolomit” adını da almaktadır. Bileşimleri kireçli ve dolomitli organik artıkların kimyasal çökmesi esasına göre oluşan bu tip kalkerler tektonik hareketler neticesi kristalleşirler.

1.2.1.2.2 Traverten. Travertenler sıcak su kaynağının kireçtaşını eritmesi ve eriyen materyalleri bünyesine alarak, çatlak veya kırık hatlar boyunca uygun şartlar geliştikçe çökelmeleri sonucunda oluşmaktadır. Travertenler için kaynak olan mineraller; kalsit(CaCO₃), manyezit (MgCO₃), siderit (FeCO₃), rodokrozit (MnCO₃), dolomit (MgCO₃.CaCO₃), Aragonit(CaCO₃), Vihderit (BaCO₃), stronsiyonit (SrCO₃), malakit, azurit ve sodadır.

Oluşum ortamında magma suyunun sıcaklığı çok fazla ve kalsiyum bikarbonat oranı çok yüksek ise, o taktirde çökeltme hızla meydana gelmektedir. Bu şekil bir oluşuma traverten çökeltmesi denir.

Az boşluklu ve ağır olan travertenlerin üretim, işletme ve kesilmesinin kolay olması, fazla miktarda bulunması, bazılarının metal oksitlere bağlı renklenmeleri nedeniyle değişik renklerde bu taşların kaplama işlerinde kullanılmasını sağlamaktadır.

1.2.1.3 Magmatik Kökenli Mermerler

Magmatik kökenli mermerler sert taş olarak adlandırılmaktadır. Sert taşlar kapsamı içerisine, granitler, diyabazlar, gabrolar, diyoritler, serpantinler vs. girmektedir. Kayaçları derinlik, damar ve yüzey kayaçları olarak üç gruba ayırabildiğimiz gibi bunları kimyasal yönden de sınıflandırmak mümkündür. Asit

magmatik kayaçların renkleri siyah, beyaz, gri, yeşil, kırmızı ve kahve-sarı olarak değişmektedir.

1.2.2 Mermerlerin Sertlik Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

Mermerler sahip oldukları yüzey sertliğine göre de sınıflandırılabilir. Çizilebilirlik esasına göre belirlenen ve en yaygın mineral sertlik özellik belirleme yöntemi Moh's skalasına göre belirlenen sertlik değeri mermerin kesilebilirliği ve işlenebilirliğinin yanı sıra cila alma kapasitesinde etkileyen bir özelliktir. Tablo 1.2. de doğal taşları sertlik özelliklerine göre sınıflandırılması verilmektedir.

Tablo 1.2 Mermerlerin sertliğine göre sınıflandırılması

| MERMERLER | | | |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| YUMUŞAK MERMERLER S= 3.5–4 | | SERT MERMERLER S= 6–7 | |
| <u>ACIK RENKLİ</u> | <u>KOYU RENKLİ</u> | <u>ACIK RENKLİ</u> | <u>KOYU RENKLİ</u> |
| Mermerler | Renkli mermerler | Granit | Diyabaz |
| Metamorfik kalker | Renkli metamorfik kayaçlar | Siyenit | Gabro |
| Şistler | Yeşil şistler | Kuvars | |
| Diğerleri | Diğerleri | Diyorit | Serpantinit- Ultrabazik |

S: Moh's sertlik değeri

1.2.3 Mermerlerde Diğer Sınıflandırma Yöntemleri

Mermerler aşağıda verildiği şekilde farklı açılardan sınıflandırmalara da tabi tutulabilirler.

- Mermerlerin, mineral tane boyutlarına göre sınıflandırılması
- Mermerlerin yapı ve dokularına göre sınıflandırılması

Tablo 1.3 Mermerlerin mineral tane boyutlarına göre sınıflandırılması (Onargan ve diğ., 2005).

| KAYAÇ | TANE BOYUTU (mm) |
|--------------------|------------------|
| İnce taneli mermer | < 1 mm |
| Orta taneli mermer | 1 mm - 5 mm |
| İri taneli mermer | 5 mm - 1-2 cm |

Tablo 1.4 Mermerlerin yapı ve dokularına göre sınıflandırılması (Onargan ve diğ., 2005).

| | |
|-----------------|--|
| Masif mermer | Kompakt, ince ve iri taneli |
| Laminalı mermer | İnce taneli, renkli şeritli görünümde, şeritler farklı mineral veya elementler içerirler. |
| Şistli mermer | Yapraklı yapıda, önemli oranda mika içerirler. |
| Breşik mermer | Kırıklanmış, tekrar ikincil minerallerle dolgulanmıştır. Ara dolgular farklı renk ve mineral içerikli olabilirler. |

1.2.4 Mermerlerin Ticari Açıdan Sınıflandırılması

Mermer, yüksek basınç ve sıcaklık koşulları altında metamorfizmaya uğramış kireçtaşıdır. Ancak, kesilip boyutlandırılabilen ve dekoratif amaçlı kullanılan tüm taşlar ticari anlamda mermer olarak tanımlanmaktadır. Bunlar başlıca gerçek mermerler gibi metamorfik kayalar, mikritik kireçtaşları, neojen kireçtaşları, travertenler, kumtaşları vb. tortul kayalar olabildiği gibi andezit, granit, siyenit, granodiyorit, labradorit, çeşitli tüfitler vb. gibi magmatik ve volkanik taşlar da olabilmektedir.

Mermerleri ticari bakımdan;

- Parlatılarak kullanılanlar,
 - Parlatılmadan Kullanılanlar, şeklinde sınıflandırmak mümkündür.
- (Onargan ve diğ., 2005)

1.3 Türkiye'deki Mermer Kaynakları

Ülkemiz değişik jeolojik kuşakların var olduğu bir bölgede yer almaktadır. Bu kuşaklar farklı taşlar içerdiğinden dolayı zengin doğal taş rezervlerine sahiptir. Türkiye'nin bulunduğu Alp kuşağında mermer rezervleri çok büyük miktarlardadır. Fakat ülkemizin sahip olduğu jeolojik rezerv miktarının ne kadarının işletilebilir rezerv olduğu tam olarak saptanamadığından çeşitli kaynaklar farklı değerler verebilmektedir.

Tablo 1.5 Türkiye mermer rezervi (Uyanık, 2007 ; Yüzer ve Angı, 2006)

| | m³ | Ton |
|-----------------|----------------------|-----------------------|
| Bilinen Rezerv | 589 000 000 | 1 590 000 000 |
| Muhtemel Rezerv | 1 545 000 000 | 4 171 000 000 |
| Görünür Rezerv | 3 027 000 000 | 8 172 000 000 |
| TOPLAM | 5 161 000 000 | 13 934 000 000 |

Yukarıda tablodaki değerler 90'lı yıllara ait olduğundan aradan geçen yıllar boyunca yeni doğal taş rezervlerinin bulunduğu göz önüne alındığında şu anda mevcut rezervlerimizin daha fazla olacağı tahmin edilmektedir.

Son zamanlarda ülkemizin bir çok bölgesinde mevcut işletmelerin dışında yeni yeni doğal taşlar bulunmuş ve işletmeye açılmıştır. Farklı bölgelerdeki 80 ayrı ocaktan çıkartılmak üzere; jeolojik, mineralojik, kimyasal, fiziksel, mekanik, teknolojik, ayrıca karakteristik renk ve yapısal özellikleri birbirinden farklı Türkiye mermerleri, hakiki mermer, kireçtaşı, traverten, oniks ve magnetik taşlar (granit, monzonit, siyenit, serpantin ve diyabaz) olmak üzere Tablo 1.6'da verilmektedir.

Tablo 1.6 Türkiye’deki bazı doğal taşların ticari adları, türleri ve yöreleri (Yüzer, Erdoğan, 2008)

| TİCARİ ADI | KAYACIN TÜRÜ | BULUNDUĞU YÖRE (İL, İLÇE, KÖY, MEVKİ) |
|------------------------------|------------------------|--|
| Adapazarı Siyah | Kireçtaşı | Ferizli - Değirmencik - Göktaştepe - Merkez - Göktepe - Taşkısığı |
| Sapanca Serpantini | Serpantin | Adapazarı - Sapanca - Ulviye - Balkaya |
| Marmara Mermeri | Mermer | Balıkesir-Marmara Adaları-Saraylar - Badalan Körfezi - Badalan Tepe - Çukur Bayırlı - Zolta Deresi - Mermercik Körfezi |
| Manyas Mermeri | Mermer | Balıkesir-Manyas-Koçoğlu-Halilölen - Değirmenboğazi - Bıçkı dere |
| Kumru Tüyü | Rekristalize kireçtaşı | Balıkesir - Bigadiç - Çayüstü - Karadağ Tepe |
| Pamukçuk Siyahı | Kireçtaşı | Balıkesir - Pamukçu - Merkez - Asartepe |
| Balıkesir Oniksi | Bal oniks | Balıkesir - Çayüstü - Karadağ |
| Balıkesir Oniksi | Gül oniks | Balıkesir - Çayüstü - Karadağ |
| Balıkesir Oniksi | Paşa oniks | Balıkesir - Çayüstü - Karadağ |
| Kapıdağ Graniti | Granit | Balıkesir - Erdek - Ocaklar - Kapıdağ Yarımadası |
| Ayvalık Graniti | Granit | Balıkesir - Bergama |
| Gölpazarı Beji | Kireçtaşı | Bilecik - Gölpazarı - Şahinler - Bilecikkayası |
| Harmanköy Beji | Kireçtaşı | Bilecik - Gölpazarı - Harmanköy |
| Bilecik Beji | Kireçtaşı | Bilecik - Merkez - Taşocak T. - Vezirhan - Gülümbe Çukurviran - Kaşçıdorğu Tepe - Pehlivanmaya |
| Bilecik (Gülümbe) Pembesi | Kireçtaşı | Bilecik - Merkez - Taşocak T. - Vezirhan - Gülümbe Çukurviran - Kaşçıdorğu Tepe - Pehlivanmaya |
| Söğüt Beji | Dolomitik Kireçtaşı | Bilecik - Söğüt - Merkez - Sıracalı Tepe - Uluyol mevkii |
| Orhangazi Beyazı | Mermer | Bursa - Orhangazi - Fındıklı - Bostanyeri |
| İznik Beyazı | Mermer | Bursa - İznik - Elmalı - Kapıkaya Tepe, Özekdere |
| Bursa (İnikli) Beyazı | Mermer | Bursa - İznik - İnikli - Kuzgunbaşı |
| Kemalpaşa Beyazı | Mermer | Bursa - Kemalpaşa - Soğucak - Çamseki Sırtı |
| Kemalpaşa Sedef | Mermer | Bursa - Kemalpaşa - Örencik |
| Yenişehir Beji | Kireçtaşı | Bursa - Yenişehir - Gökpınar - Düzdağ |
| İznik Silahı | Rekristalize Kireçtaşı | Bursa - İznik - Dereköy - Kadıncık Tepe |
| Karacabey Siyahı | Kireçtaşı | Bursa - Karacabey - Seyran - Taşalan Tepe |
| M. Kemalpaşa (Bursa) Beji | Kireçtaşı | Bursa - M. Kemalpaşa - Çördük - Kadir çeşme - Maksişpınar - Sincan - Sarıç |
| Gemlik Diyabazı | Diyabaz | Bursa - Gemlik - Merkez - Karsak Vadisi |
| Ezine Graniti | Siyenit | Çanakkale - Ezine - Koçali - Turplu Tepe |
| Vize Pembe | Mermer | Kırklareli - Vize - Sergen - Kanlıdere |
| Vize Platin | Mermer | Kırklareli - Vize - Sergen - Kanlıdere |
| Kurudere Leylak | Dolomitik Mermer | Kırklareli - Vize - Kurudere - Pehlivanbayırı |
| Sazara Sedef | Mermer | Kırklareli - Sazara - Sarpdere - Yıldırım Pınarı |
| Trakya Beyazı | Mermer | Kırklareli, Üsküp, Sazara, Sarpdere Çukurpınar, Yıldırım Pınarı, Mağra Kaynağı - Palamuttepe |
| Şükrüpaşa Beyazı | Mermer | Kırklareli - Üsküp - Şükrüpaşa - Taşlıtepe |
| Dereköy Çimen Yeşili | Mermer | Kırklareli - Dereköy - Ömerin Tepe |
| Demirköy Yeşil Graniti | Granit | Kırklareli - Demirköy - Balaban - İstihkam Tepe |
| Trakya Graniti | Monzonit | Kırklareli - Dereköy - Besirtepe - Keçikale |
| Afyon Mermeri (Afyon Beyaz) | Mermer | Afyon - İncehisar - Merkez - Damgalıkaya Mvk. - Mermer Ocağı Mvk. Dangıççalı Mvk. Kasak Tepe |
| Afyon Mermeri (Afyon Kaymak) | Mermer | Afyon - İncehisar - Merkez - Damgalıkaya Mvk. - Mermer Ocağı Mvk. Dangıççalı Mvk. Kasak Tepe |

Tablo 1.6 Türkiye’deki bazı doğal taşların ticari adları, türleri ve yöreleri (Devamı)

| | | |
|--------------------------------|-----------------------|--|
| Afyon Mermeri (Afyon Şeker) | Mermer | Afyon - İncehisar - Merkez - Damgalıkaya Mvk. - Mermer Ocağı Mvk. Dangiççalı Mvk. Kasak Tepe |
| Afyon Mermeri (Kaplan Postu) | Mermer | Afyon - İncehisar - Merkez - Damgalıkaya Mvk. - Mermer Ocağı Mvk. Dangiççalı Mvk. Kasak Tepe |
| Afyon Mermeri (Afyon Bal) | Mermer | Afyon - İncehisar - Merkez - Damgalıkaya Mvk. - Mermer Ocağı Mvk. Dangiççalı Mvk. Kasak Tepe |
| Afyon Traverteni | Traverten | Afyon - Emirdağ - Gümü - Güzeren Sırtı |
| Söke Mermeri | Mermer | Aydın - Söke - Davutlar - Samsun Dağı |
| Afrodisiyas (Aydın Mermeri) | Mermer | Aydın - Karasu - Geyre - Taşkısığı Mvk. |
| Denizli Traverteni | Traverten | Denizli - Akköy - Kocabaş - Killiktepe |
| Denizli Traverteni | Traverten | Denizli - Akköy - Gölmeşeli - Balkaya Mvk. |
| Denizli Traverteni | Traverten | Denizli - Tavas - Vakıf Köy - Cananova Tepe - Kömürlük mvk. |
| Karaburun Beji | Kireçtaşı | İzmir - Karaburun - Balıklıova - Aralık Dağ. - Manastır Mvk. |
| Belevi Mermeri | Mermer | İzmir - Ortaklar - Belevi |
| Ege Kahve | Kireçtaşı | Manisa - Akhisar - Efkartepe |
| Demirci Oniks | Oniks | Manisa - Demirci - Saraycık |
| Ege Bordo | Mermer | Muğla - Milas - Kalnağıl - Tesbihlik Tepe |
| Yatağan Beyaz Mermeri | Mermer | Muğla - Yatağan - Eskişehir - Küçükkümes Tepe - Kozagaç - Kızılmeşe Sırtı - Eğri Dere - Nebiköy - Zeytinlik Tepe |
| Ege Antik | Mermer | Muğla - Kavaklıdere - Kestanecik - Acılı Tepe - Suvarigeçer Mvk. |
| Kavaklıdere Beyaz Mermeri | Mermer | Muğla - Kavaklıdere - Merkez - Döşemetepe - Buzdoğan - Gölmahalle - Kartaltepe |
| Kütahya Mermeri | Mermer | Kütahya - Altıntaş - Çakırsaz - Cıbrı Tepe - Erdemir - Tatar Ahmet Mvk. |
| Uşak Beyazı | Mermer | Uşak - Sivaslı - Merkez - Burgaz Dağı |
| Uşak Sarısı | Mermer | Uşak - Selvioğlu - Hacıhüseyinler |
| Uşak Yeşili | Mermer | Uşak - Karahallı - Duraklı - Yelkova Deresi |
| Kozan (Adana) Beji | Kireçtaşı | Adana - Kozan - Pekmezci - Kiristepe |
| Bucak (Adana) Beji | Kireçtaşı | Adana - Bucak - Gök Mah. |
| Burdur Kahve | Kireçtaşı | Burdur - Yeşilova - Sazak - Akkaya Tepe - Kara Tepe |
| Burdur Traverteni | Traverten | Burdur - Bucak - Çamlık - Hacıbağ |
| İskenderun (Hatay) Siyahı | Kireçtaşı | Hatay - İskenderun - Bitişik - Gömbece |
| Ortaköy (Aksaray) Graniti | Granit | Aksaray - Ortaköy - Gökkaya - Boztepe |
| Haymana (Ankara) Beyi | Kireçtaşı | Ankara - Haymana - Karahoca - Küçükkaya Tepe - Çaldağ Mvk. |
| Çankırı Serpantini | Serpantin | Çankırı - Kurşunlu - Sarıalan Köyü |
| Eskipazar (Çankırı) Traverteni | Traverten | Çankırı - Eskipazar |
| Süpren Mermeri (Bordogrizo) | Rekristaliz Kireçtaşı | Eskişehir - Merkez - Süpren - Sığıreğrek Tepe - Avdan - Balık Sırtı |
| Süpren Mermeri (Salome) | Rekristaliz Kireçtaşı | Eskişehir - Merkez - Süpren - Sığıreğrek Tepe - Avdan - Balık Sırtı |
| Sivrihisar Beji | Kireçtaşı | Eskişehir - Sivrihisar - Dümek - Çiğdem Tepe - Yukarıbayır |
| Toros (Kayseri) Siyahı | Kireçtaşı | Kayseri - Develi - Saraycık |
| Kırşehir Beyazı | Mermer | Kırşehir - Merkez - Çayağazı - Bozçaldağı |
| Kırşehir Ebru | Mermer | Kırşehir - Merkez - Çayağazı - Bozçaldağı |

Tablo 1.6 Türkiye’ deki bazı doğal taşların ticari adları, türleri ve yöreleri (Devamı)

| | | |
|-----------------------------|------------------------|--|
| Kaman (Kırşehir) Graniti | Granit, granodiyorit | Kırşehir - Kaman - Ömerhacılı - Baranadağ |
| Eşrefli (Kırşehir) Siyeniti | Siyenit | Kırşehir - Kaman - Eşrefli - Harmanyeri |
| Akşehir (Konya) Siyahı | Rekristalize Kireçtaşı | Konya - Akşehir - Mevlütlü - Yılanlı |
| Hadim (Konya) Siyahı | Rekristalize Kireçtaşı | Konya - Hadım Merkez - Çalgüney |
| Kozaklı (Nevşehir) | Traverten | Nevşehir - Kozaklı - Küçükyazılı - Kayabaşı |
| Niğde Beyazı | Mermer | Niğde - Merkez - Gümüşler - Çaldağ - Çalkalamatepe |
| Sivas Traverteni | Traverten | Sivas - Yıldızeli - Merkez - Çimen Sırtı - Kandil Mevkii |
| Göynük Traverteni | Traverten | Bolu - Göynük – Umurlar - Susuzdere - Susuzlar |
| Harşit (Giresun) Graniti | Kuvarlı Granodiyorit | Giresun – Harşit |
| Topçam (Ordu) Graniti | Granodiyorit | Ordu - Mesudiye - Kızılbayır |
| İkizdere (Rize) Graniti | Granit | Rize - İkizdere - Bayırköy - Güney Mah. |
| Elazığ Vişne | Melanj Breşi | Elazığ - Alacakaya - Merkez - Ziyarettepe |
| Harput (Elazığ) Beji | Kireçtaşı | Elazığ - Harput - Merkez - Gavuruntaşı Tepe |
| Hazar Pembe (Diyarbakır) | Kireçtaşı | Diyarbakır - Çermik - Merkez - Peteklikaya - Gelincik Tepe |

BÖLÜM İKİ

KAYA KÜTLESİ VE KAYA KÜTLESİNİ OLUŞTURAN UNSURLAR

2.1 Giriş

Kaya kütlesi, süreksizlikler içeren kütle olarak tanımlanabilir. Kaya kütlesi içinde bulunan süreksizlikler çeşitli şekil ve boyutlarda bloklaşmalara neden olmaktadır. Bloklaşma şekil ve boyutları, sadece süreksizliklerin geometrik özelliklerinin bir fonksiyonu olmaktadır. Bloklaşmaya neden olan süreksizlik özellikleri, süreksizlikler arası mesafe, süreksizliklerin birbirine göre konumu, süreksizlik takım sayısı ve yine bu takımların birbirine göre konumu, süreksizlik yoğunluğu vb. olarak sıralanabilir. Mevcut blok şekli ve dağılımı yerüstü ve yeraltı madenciliği ile taş ve mermer işletmeciliğinde, kaya kütlesinin davranışı üzerinde göz önüne alınması gereken en önemli özellikten birisidir. Blok boyutu ve dağılımı, ocağın verimi üzerinde yapılan çalışmalarda karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca blok şekilleri ve boyut dağılımı ocağın duraylılığı üzerinde de önemli bir etken olarak nitelendirilmektedir. Tüm bu nedenler yüzünden, süreksizlik özellikleri ve ortaya çıkan kaya blok şekil ve dağılımları işletmeye başlanılmadan ortaya konulmalıdır (Turanboy, 2004).

2.2 Kaya Kütlesi Tanımı

Kaya kütlesi içinde görülen süreksizlikler, çeşitli şekil ve boyutlarda bloklaşmalara neden olmaktadır. Blok şekil ve boyutları, süreksizliklerin özelliklerinin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kaya kütlesi içerisinde bloklaşmaya sebep olan süreksizlik özellikleri; süreksizlikler arası mesafe, süreksizliklerin eğim ve doğrultusu, süreksizlik takım sayısı ve süreksizlik takımlarının birbirine göre konumu, süreksizlik yoğunluğu vb. olarak sıralanabilir.

Blokların şekil ve boyutları, yeraltı ve yerüstü madenciliği ile mermer işletmeciliğinde göz önüne alınması gereken en önemli özelliklerdendir. Blok boyutları ve kaya kütlesi içindeki dağılımı, ocağın verimliliği üzerinde yapılan çalışmalarda önemli rol oynamaktadır.

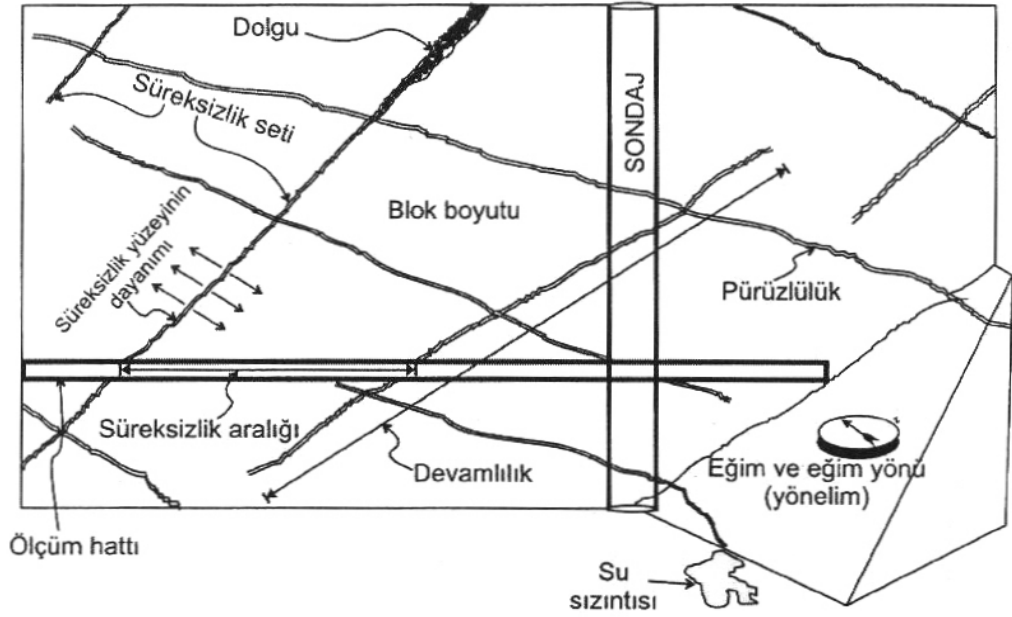
2.3 Kaya Kütlelerini Oluşturan Unsurlar

Üretim yapılacak bölgelerde süreksizliklerin özelliklerinin belirlenmesindeki amaç, sahanın jeolojik yapısının belirlenmesi ve kaya kütlelerinin mühendislik sınıflamalarında kullanılacak özelliklerinin belirlenmesidir. Özellikle mermer işletmelerinde kaya kütlelerinin blok verme durumunda süreksizlikler çok büyük önem taşımaktadır.

Jeolojik arazi çalışmalarında süreksizliklerin özellikleri, üretim öncesi mostra üzerinden ve sondaj çalışmalarıyla elde edilen karotlardan, ayrıca işletme aşamasında ise üretim basamaklarından değişik ölçüm teknikleri uygulanarak tanımlanmaktadır.

Süreksizliklerin tanımlanmasında aşağıda belirtilen ve Şekil 2.1’de gösterilen fiziksel parametreler belirlenmektedir :

- (a) Süreksizliğin türü
- (b) Süreksizlik aralığı
- (c) Süreksizliğin devamlılığı
- (d) Süreksizlik yüzeyinin pürüzlülüğü ve dalgalılığı
- (e) Süreksizlik yüzeyinin açıklığı
- (f) Süreksizlikler arasındaki dolgu malzemesinin özellikleri (kalınlığı ve cinsi)
- (g) Süreksizlik yüzeyinin bozunma derecesi ve dayanımı
- (h) Süreksizlik bölgesindeki su durumu
- (i) Süreksizliğin yönelimi ve süreksizlik takımı kavramı
- (j) Blok boyutu



Şekil 2.1 Kaya kütlelerinin tanımlanmasında süreksizliklerin esas alınan başlıca özellikleri (Ulusay ve Sönmez, 2002)

2.3.1 Süreksizlik Türleri

Süreksizliklerin özellikleri tanımlanırken, öncelikle süreksizliğin türü belirlenmelidir. Başlıca yapısal süreksizlik (zayıflık düzlemi) türleri aşağıda verilmiştir.

Dokanak; iki farklı litolojik birim arasındaki sınır olup, bu sınır uyumlu, ya da uyumsuz veya geçişli olabilen bir süreksizlik yüzeyidir.

Tabaka düzlemi; Sedimanter kayaçların oluşumu sırasında tane boyu ve yönelimi, mineralojik bileşim, renk ve sertlik gibi faktörlerdeki değişime bağlı olarak gelişen bir yüzeydir. Tabakalanma, her zaman ayrık bir süreksizlik yüzeyi olmayabilir ve bazı durumlarda kayaç malzemesi içinde hafif bir renk değişimi şeklinde de gözlenebilir. Tabaka düzlemleri arasındaki uzaklık, birkaç milimetreden (laminasyon) metre (çok kalın tabaka) boyutuna kadar değişebilir.

Fay ve makaslama zonu; yüzeyi boyunca birkaç santimetreden metrelerce uzunluğa kadar göreceli bir yer değiştirmenin meydana geldiği makaslama

yenilmesine maruz kalmış yüzeylerdir. Faylar, çoğu kez tek bir düzlem olmaktan çok, birbirine paralel veya yan paralel konumlu gruplar halinde meydana gelirler ve bunlar fay zonu veya makaslama zonu şeklinde adlandırılırlar.

Eklemler; yüzeyi boyunca herhangi bir yer değiştirmenin meydana gelmediği doğal kırıklardır. Kırık yüzeyleri, örtü yükünün kalkması (gerilim boşalması), patlatma...v.b nedenlerle birbirlerinden bir miktar uzaklaşmış (açılmış) olmakla birlikte, aralarında gözle görülür göreceli bir hareket söz konusu değildir.

Dilinim (Klivaaj); ince taneli kayalarda, sıkıştırıcı kuvvete dik yönde oluşmuş, sık aralıklı, birbirine paralel yönde gelişmiş zayıflık düzlemleridir. Mekanik anlamda, makaslama yüzeylerini oluşturan bu yüzeyler boyunca kayma söz konusu olabilir.

Diğer bir dilinim türü ise, *akma dilinimi* olup, yeniden kristallenme ve mika gibi yapraklı minerallerin birbirlerine paralel şekilde yönelmelerine bağlı olarak, bir foliasyon yapısının oluşumuyla gelişmektedir. Bu tür dilinim, genel olarak, ince taneli kayaların yüksek sıcaklık ve/veya yüksek basınç altında metamorfizmaya uğramış olmalarıyla yakından ilgilidir. Dilinim, özellikle sleyt, fillit ve şist gibi kayalarda gözlenmekle birlikte, dilinim düzlemlerinin çoğu önemli derecede çekilme dayanımına sahip oldukları için süreksizlik ağı kapsamında değerlendirilmezler.

Fisür; Fourmaintraux (1975) ve Priest (1993) tarafından "iki yönde gözlenebilen, ancak üçüncü yönde sınırlanan düzlemsel süreksizlik" şeklinde tanımlanmaktadır. (Ulusay ve Sönmez, 2002)

2.3.2 *Süreksizlik Aralığı*

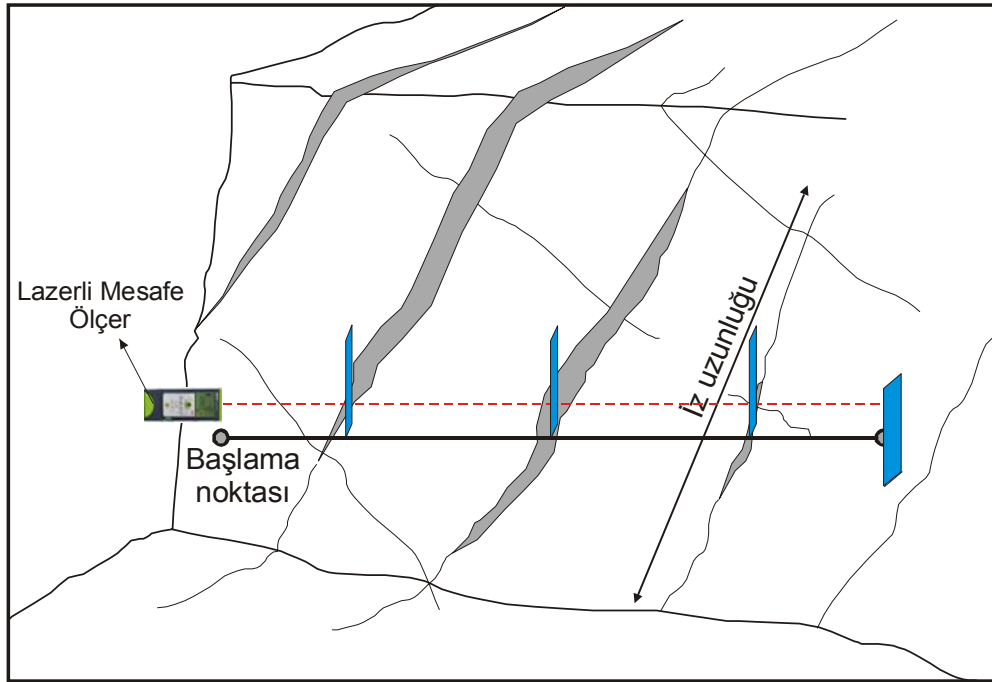
Süreksizlik aralığı, kaya kütlelerinde komşu konumlu iki süreksizlik veya birbirine paralel eklemlerden oluşan bir süreksizlik takımındaki iki süreksizliğin arasındaki dik mesafedir. Süreksizlik veya bunun tersi olan süreksizlik sıklığı, ya da eklemler sıklığı parametresi; süreksizlik yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla

kullanılmasının yanı sıra, kaya kütlesinin geçirgenliğinin ve kayaç malzemesinin oluşturduğu blokların boyutlarını denetleyen bir parametre olması nedeniyle de kaya kütlelerinin en önemli özelliklerinden biridir. Bu parametre, kaya kütlelerinin dayanımı ve davranışı üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğu için, yerüstü kazılarının veya açıklıklarının duraylılıklarını da doğrudan etkilemektedir. Süreksizlik aralığının düşük olması, özellikle yeraltı açıklıklarında duraylılığın sağlanmasını güçleştiren bir faktör olarak bilinir. Bu nedenle, süreksizlik aralığı parametresinin ölçülüp tanımlanması kaya mühendisliği uygulamalarında önem taşır.

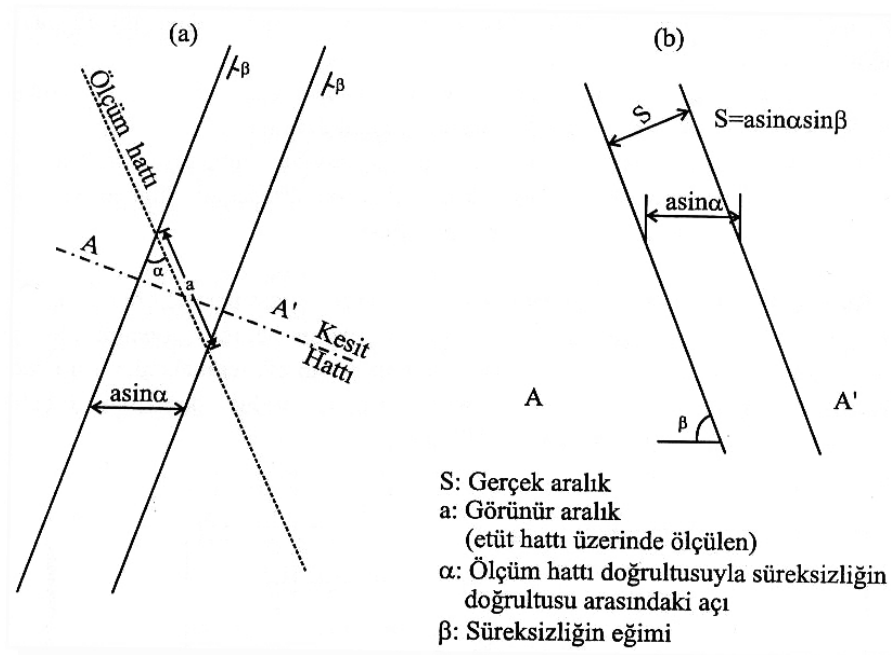
Süreksizlik aralığı, mostra yüzeyi üzerinde belirli bir yönde serilen şerit metre boyunca şerit metreyi kesen süreksizliklerden ölçülebileceği gibi (Şekil 2.2), sondaj karotlarından da tayin edilebilir. Ancak uygulamada şerit metrenin her zaman süreksizlik takımlarına dik yönde serilmesi mümkün olmadığından, iki tür açıklık ölçülebilmektedir.

- Görünür açıklık (şerit metre veya sondaj eksenini boyunca karşılaşılan süreksizlikler arasındaki uzaklık; Şekil 2.3a' da "a" mesafesi)
- Gerçek aralık (birbirine paralel yönde gelişmiş süreksizliklerin oluşturduğu bir süreksizlik takımına ait iki süreksizlik düzlemi arasındaki dik mesafe; Şekil 2.3b' de S mesafesi)

Bir süreksizlik takımındaki süreksizliklerin birbirlerine tam paralel olması çok ender olarak görüldüğü için, gerçek aralık parametresi ölçüm hattının yöneliminden veya ölçümün yapıldığı mostranın, ya da aynanın konumundan etkilenmektedir. Bu nedenle, süreksizlik sıklığının değerlendirilmesinde görünür aralık değerinin ölçülmesi uygulamada daha yaygın şekilde tercih edilmektedir (Ulusay ve Sönmez, 2002)



Şekil 2.2 Ölçüm hattı boyunca süreksizlik aralığının tayini



Şekil 2.3 Görünür (a) ve gerçek aralık (b) parametrelerinin ilişkisi(Ulusay,Sönmez,2002)

Tablo 2.1 Süreksizlik aralığının tanımlama ölçütleri (ISRM, 1981)

| Aralık (mm) | Tanımlama |
|-------------|-------------------------------|
| <20 | Çok dar aralıklı |
| 20-60 | Dar aralıklı |
| 60-200 | Yakın aralıklı |
| 200-600 | Orta derecede aralıklı |
| 600-2000 | Geniş aralıklı |
| 2000-6000 | Çok geniş aralıklı |
| >6000 | İleri derecede geniş aralıklı |

2.3.3 Süreksizliklerin Devamlılığı

Süreksizlik düzlemleri kaya kütlelerinde sonsuz bir devamlılığa sahip değildir. Süreksizliklerin iz uzunluğu bir kaya mostrasında gözlenebildiği için, bunların devamlılıklarının ölçülmesi de çoğu kez üzerinde çalışılan mostranın yüzeyi ile sınırlanmaktadır. Dolayısıyla bu durum, devamlılık parametresinin ölçülmesini güçleştiren bir faktördür.

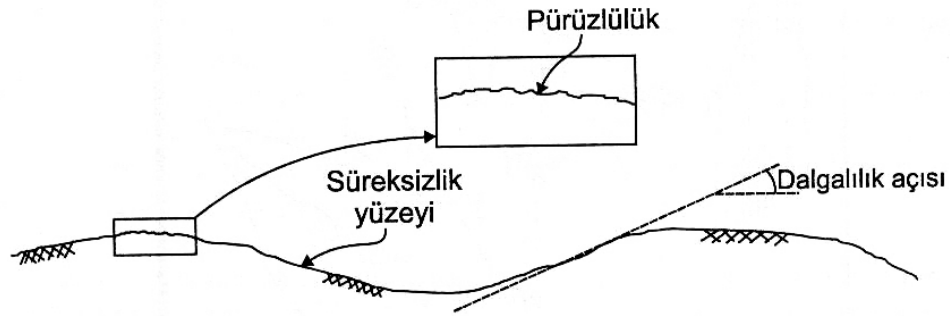
Süreksizliklerin devamlılığı, süreksizliklerin bir düzlemdeki alansal yayılımının göstergesi veya boyutları olup, duraylılığı etkileyen önemli bir parametredir (Ulusay ve Sönmez, 2002).

Tablo 2.2 Süreksizliklerin devamlılığını tanımlama ölçütleri (ISRM, 1981)

| Tanımlama | Süreksizlik izinin uzunluğu |
|-------------------------|-----------------------------|
| Çok düşük devamlılık | < 1 m. |
| Düşük derece devamlılık | 1-3 m. |
| Orta derece devamlılık | 3-10 m. |
| Yüksek devamlılık | 10-20 m. |
| Çok yüksek devamlılık | >20 m. |

2.3.4 Süreksizlik Yüzeylerinin Pürüzlülüğü ve Dalgallığı

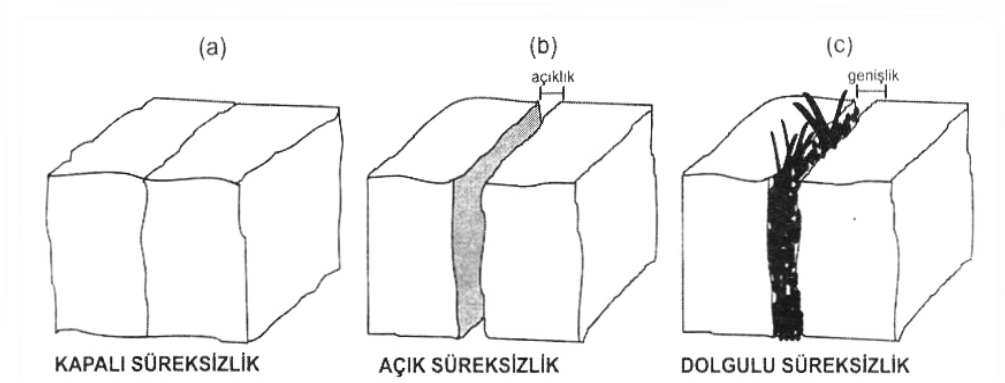
Pürüzlülük ve dalgallık sırasıyla, bir süreksizlik yüzeyinin küçük ve büyük ölçekte düzlemsellikten sapmasının bir ölçüsüdür. Dalgallık, düzlemsellikten büyük ölçekteki bir sapmayı karakterize ederken, küçük ölçekteki sapmalar ise pürüzlülük olarak tanımlanır (Ulusay ve Sönmez, 2002).



Şekil 2.4 Süreksizlik yüzeylerinin dalgallığı ve pürüzlülüğü (Ulusay, S, 2002)

2.3.5 Süreksizlik Yüzeylerinin Açıklığı

Eğer süreksizlik yüzeyi temiz ve kapalı (sıkı) ise, diğer süreksizlik parametreleri jeoteknik tanımlama açısından yeterli olabilmektedir. Ancak süreksizlik yüzeyi açık ise, bu açıklığın ölçülmesi gerekmektedir. Açıklık, bir süreksizliğin karşılıklı iki yüzeyi arasındaki dik uzaklık olup, boş olabileceği gibi, su veya herhangi bir dolgu malzemesi tarafından doldurulmuş da olabilir (Şekil 2.5)



Şekil 2.5 Kapalı, açık ve dolgulu süreksizlikler (Ulusay ve Sönmez, 2002)

Süreksizlik açıklıklarının ölçülmesinde, ölçüm hattını kesen tüm süreksizliklerin açıklıkları temizlenerek, açıklıklar kumpas ile ölçülmektedir. Süreksizlik açıklığı süreksizlik boyunca değişiklik gösteriyorsa ortalama açıklık hesaplanmaktadır



Şekil 2.6 Süreksizlik yüzeyinde kumpas ile açıklık ölçümü

Süreksizlik açıklıklarının tanımlanması amacıyla ISRM (1981) tarafından önerilmiş ölçütler Tablo 2.3' de verilmiştir.

Tablo 2.3 Süreksizlik açıklığının tanımlanmasına ilişkin ölçütler (ISRM, 1981)

| Açıklık | Tanımlama | |
|---------------|---------------------|---------------------------|
| | < 0,1 mm | Çok sıkı |
| 0,1 – 0,25 mm | Sıkı | |
| 0,25 – 0,5 mm | Kısmen açık | |
| 0,5 – 2,5 mm | Açık | "Boşluklu" süreksizlikler |
| 2,5 – 10 mm | Orta derecede geniş | |
| >10 mm | Geniş | |
| 1-10 cm | Çok geniş | |
| 10- 100 cm | Aşırı geniş | |
| > 100 cm | Boşluklu | "Açık" süreksizlikler |

Açıklık parametresi değerlendirilirken, her süreksizlik takımı için ortalama açıklık değeri belirlenir ve ortalama değerden daha geniş açıklığa sahip süreksizlikler, lokasyonları ve yönelimleri (eğim/eğim yönü) ile birlikte tanımlanır (Ulusay ve Sönmez, 2002).

2.3.6 Dolgu Malzemesinin Özellikleri

Dolgu malzemesi, süreksizliğin karşılıklı iki yüzeyinin arasını dolduran ve genellikle ana kayaç malzemesinden daha zayıf olan malzemedir (Şekil 2.5c). Kum, şilt, kil, breş ve milonit tipik dolgu malzemeleridir. Dolgulu bir süreksizlikte süreksizliğin iki yüzeyi arasındaki uzaklık dolgunun kalınlığı olarak tanımlanmaktadır.

2.3.7 Süreksizlik Yüzeylerinin Bozunma Derecesi ve Dayanımı

Kaya kütleleri yüzeye yakın kesimlerde genellikle bozunmuş veya biraz daha derinde hidrotermal süreçlere bağlı olarak alterasyona uğramış olabilirler. Bu nedenle süreksizlik yüzeylerinin dayanımı, bu yüzeylerin ve yakın civarındaki kaya kütlelerinin bozunma derecesiyle yakından ilişkilidir (Ulusay ve Sönmez, 2002).

Tablo 2.4 Kaya kütlelerinin bozunma derecesiyle ilgili sınıflama (ISRM, 1981)

| Tanım | Tanımlama ölçütü | Bozunmanın derecesi |
|----------------------|--|---------------------|
| Bozunmamış (taze) | Kayaçın bozunduğuna ilişkin gözle ayırt edilebilir bir belirti olmamakla birlikte, ana süreksizlik yüzeylerinde önemsiz bir renk değişimi gözlenebilir. | 1 |
| Az bozunmuş | Kayaç malzemesinde ve süreksizlik yüzeylerinde renk değişimi gözlenir. Bozunma nedeniyle tüm kayaçın rengi değişmiş ve kayaç taze halinden daha zayıf olabilir. | 2 |
| Orta derece bozunmuş | Kayaçın yarısından az bir kısmı toprak zemine dönüşerek ayrılmış ve/veya parçalanmıştır. Kayaç; taze yada renk değişimine uğramış olup, sürekli bir kütle veya çekirdek taşı halindedir. | 3 |
| Tamamen bozunmuş | Kayaçın tümü toprak zemine dönüşerek ve/veya parçalanmıştır. Ancak orijinal kaya kütlelerinin yapısı halen korunmaktadır. | 4 |
| Artık zemin | Kayaçın tümü toprak zemine dönüşmüştür. Kaya kütlelerinin yapısı ve dokusu kaybolmuştur. Hacim olarak büyük bir değişiklik olmakla birlikte zemin taşınmamıştır. | 5 |

Dayanımın tahmin edilmesi amacıyla basit deneylerden veya Schmidt çekicinden yararlanılmaktadır. Ayrıntılı tanımlama ölçütleri Tablo 2.6' da verilen basit deneyler, süreksizlik yüzeylerinde veya bu yüzeyleri temsil eden kayaç malzemesi üzerinde yapılabilir. Bu deneylerle tahmin edilen dayanım tamamen göreceli olup, kayaç malzemesini temsil eden el örneklerinde, bıçak veya jeolog çekici darbeleriyle kayacın ufalanmasına veya kırılmasına göre zayıf, orta v.b gibi tanımlamalar esas alınmaktadır.

Tablo 2.5 Kayaç malzemesinin bozunma derecesiyle ilgili sınıflama (ISRM, 1981)

| Tanım | Tanımlama ölçütü |
|-------------------|---|
| Taze (bozunmamış) | Kayaç malzemesinin bozunduğuna ilişkin görünür bir belirti yoktur |
| Rengi değişmiş | Orijinal kayaç malzemesinin rengi değişmiş olup, renkteki değişimin derecesi belirgindir. Renk değişimi sadece bazı mineral taneleri ile sınırlı ise bu durum kayıtlarda belirtilmelidir. |
| Bozunmuş | Kayaç malzemesi orijinal dokusunu korumakla birlikte, toprak zemine dönüşmüştür. Ancak minerallerin bir kısmı veya tamamı bozunmuştur. |
| Bozunmuş-dağılmış | Kayacın orijinal dokusu korunmakla birlikte kayaç malzemesi tamamen bozularak toprak zemine dönüşmüş olup, kırılındır. |

Tablo 2.6 Süreksizlik yüzeylerinin tek eksenli sıkışma dayanımına ve arazi tanımlamalarına göre sınıflandırılması (ISRM, 1981)

| Simge | Tanım | Saha Tanımlaması | Tek eksenli sıkışma dayanımı, σ_c (MPa) |
|-------|-----------------------------|--|--|
| R0 | Aşırı derecede zayıf kayaç | Kayacın yüzeyinde tırnak ile çentik oluşturulabilir | 0,25 – 1,10 |
| R1 | Çok zayıf kayaç | Jeolog çekiciyle sert bir darbeyle ufalanan kayaç çakı ile doğranabilir | 1,0 – 5,0 |
| R2 | Zayıf kayaç | Kayaç, çakı ile güçlükle doğranır. Jeolog çekiciyle yapılacak sert bir darbe kayacın yüzeyinde iz bırakır | 5,0 – 25 |
| R3 | Orta derece sağlam kayaç | Kayaç, çakı ile doğranamaz. Kayaç örneği, jeolog çekiciyle yapılacak tek ve sert bir darbe ile kırılabilir | 25 – 50 |
| R4 | Sağlam kayaç | Kayaç örneğinin kırılabilmesi için jeolog çekiciyle birden fazla darbenin uygulanması gerekir | 50 – 100 |
| R5 | Çok sağlam kayaç | Kayaç örneğinin kırılabilmesi için jeolog çekici ile çok sayıda darbe gerekir | 100 – 250 |
| R6 | Aşırı derecede sağlam kayaç | Kayaç örneği, jeolog çekiciyle sadece yontulabilir | > 250 |

2.3.8 Süreksizlik Yüzeylerindeki Su Durumu

Kaya kütlelerinde suyun sızması, birbirleriyle bağlantılı süreksizlikler boyunca (ikincil geçirgenlik) meydana gelen akışla gerçekleşmektedir.

Kaya mühendisliği uygulamaları, kaya kütleindeki suyun drene olması yönünde rol oynarlar. Bu nedenle, mühendislik yapısının belirli bir bölümüne kaya kütlelerinden gelen suyun tanımlanmasında yarar vardır. Tablo 2.7’ de ISRM (1981) tarafından verilen su sızıntıları için tanımlama ölçütleri verilmektedir (Ulusay ve Sönmez, 2002).

Tablo 2.7 Kaya kütleleri için su sızıntılarını sınıflama ve tanımlama ölçütleri (ISRM,1981)

| Sızıntı Sınıflaması | Tanımlama |
|---------------------|--|
| 1 | Süreksizlik yüzeyleri kuru, sızıntı yok |
| 2 | Çok az sızıntı gözleniyor |
| 3 | Orta derecede akış, sürekli akışın gözleendiği süreksizlikler belirlenmeli |
| 4 | Önemli miktarda akış gözlenen süreksizlikler belirlenmeli |
| 5 | Ender olarak yüksek miktarda su akışı gözleniyor |

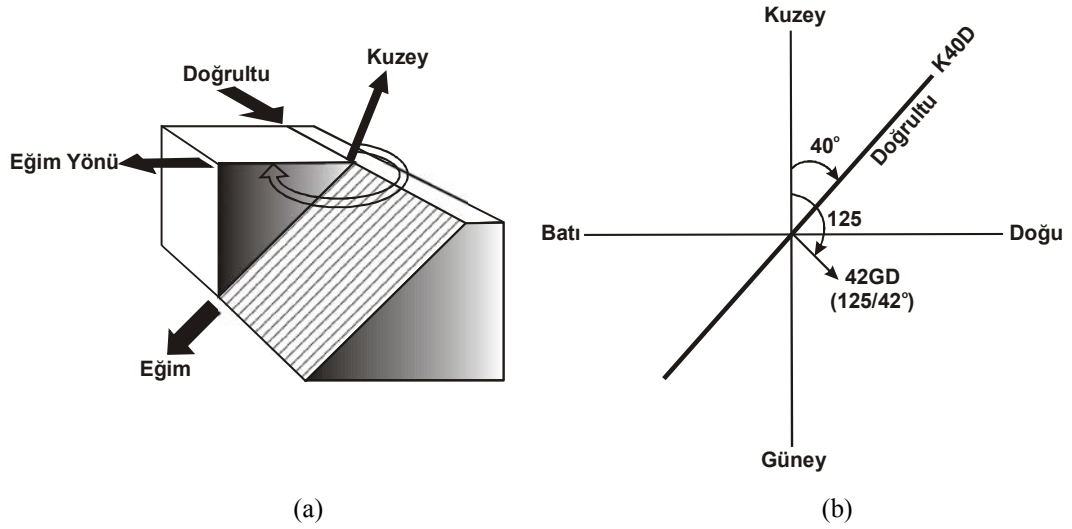
2.3.9 Süreksizliklerin Yönelimi ve Süreksizlik Seti Kavramı

Süreksizliklerin uzaydaki konumları, eğim ve doğrultularıyla tanımlanır. Özellikle genel jeoloji çalışmalarında esas alınan bu iki parametre, jeolog pusulası ile ölçülmektedir. Buna karşın, daha hızlı ölçüm alınmasını sağlaması ve veri işlemeyi (değerlendirmeyi) kolaylaştırması nedeniyle, jeoteknik uygulamalarda doğrultu yerine eğim yönünün ölçülmesi tercih edilmektedir.

Eğim, bir süreksizlik düzleminin yatay düzlemlerle yaptığı açıdır. Eğim yönü ise, kuzeyden itibaren saat yönünde ölçülen ve kuzey yönü ile eğim çizgisinin yatay düzlemdeki izdüşümü arasındaki açı olarak tanımlanır (Şekil 2.7a). Doğrultu ile eğim yönü arasında 90°’lik bir fark vardır. “Doğrultu/eğim” değerleri K20D/37GD

olan bir süreksizlik düzleminin “eğim yönü/eğim” değerleri $110/37^\circ$ dir (Şekil 2.7b). Eğim yönü değerleri, 0° ile 360° arasında değişir. Dolayısıyla 0° ile 99° arasındaki eğim yönlerinin eğim değerleriyle karıştırılmaması amacıyla, bu aralıktaki eğim yönü değerlerinin önüne 0 eklenir (örneğin; 060, 091 gibi). Süreksizlik düzlemlerinin konumlarını tanımlayan bu iki değer, eğim yönü/eğim veya eğim/eğim yönü şeklinde kaydedilir (örneğin; $110/65^\circ$ veya $65^\circ/110$ gibi).

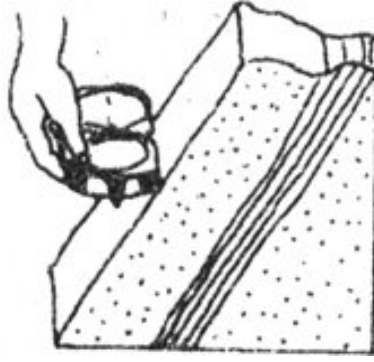
Süreksizlik yönelimi verileri, grafiksel olarak “gül diyagramları ve histogramlar” ve “stereografik izdüşüm” teknikleriyle değerlendirilir (Ulusay ve Sönmez, 2002)



Şekil 2.7 Doğrultu, eğim ve eğim yönü kavramları arasındaki ilişki

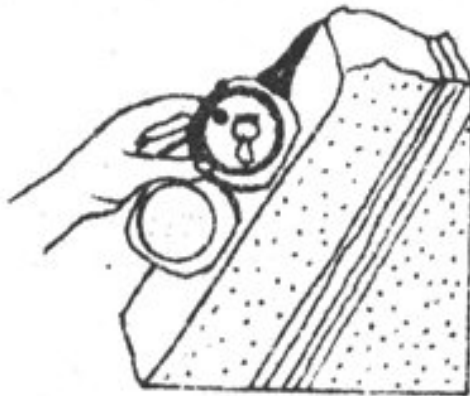
Doğrultu ve eğim kavramlarının arazide jeolog pusulası ile ölçülmesi aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

Doğrultu yönü ve doğrultu açısının ölçümünde; pusulanın E (East-Doğu) veya W (West-Batı) kenarı ölçülecek düzlemsel yapıya yaslanır (Şekil 2.8). Pusula tabanı, tabaka düzleminden kaldırılmadan, yuvarlak kabarcıklı düzeç yardımıyla yataylanır. Doğrultunun değeri, pusula kadranının üst kısmında bulunan dereceli (0-360) kadrandan okunur. Doğrultu açısı, pusula ibresinin kuzeyle yapmış olduğu dar açıdır (E-N-W aralığında pusula ibresinin hangi ucu kalırsa kalsın). Doğrultunun değerini gösteren pusula ibresinin yönü ise bize doğrultunun yönünü vermektedir.



Şekil 2.8 Jeolog pusulası ile doğrultu yönü
ve doğrultu açısının ölçümü

Eğim yönü ve eğim açısının ölçümünde; Pusulanın N (North-Kuzey) veya S (South-Güney) kenarı pusulanın doğrultusuna paralel bir şekilde yaslanır. Pusulanın N kenarı yaslanırsa, pusula ibresinin S ucunun (Ağırlıklı uç); S kenarı yaslanırsa, pusula ibresinin N ucunun gösterdiği yön bize eğim yönünü vermektedir. Eğim açısını ölçerken Brunton jeolog ve Breithaupt Jeolog pusulalarında farklılıklar bulunmaktadır. Brunton jeolog pusulası için; pusulanın klinometreli tarafı (W kenarı) düzlemin doğrultusuna dik ve düşey bir şekilde yaslanır (Şekil 2.9). Daha sonra pusulanın arkasında bulunan sarkaç sağa-sola çevrilerek silindirik kabarcıklı düzeç (Klinometre düzeci) yataylanır ve eğim açısı, pusula tabanındaki dereceli (90-0-90) bölmeden okunur. Breithaupt Jeolog pusulası için; pusulanın kenarı (Oynar sarkaçlı kenar) düzlemsel elemanın doğrultusuna dik şekilde yaslanır (Üstteki şekil). Pusulanın içinde bulunan, oynar sarkacın gösterdiği değer, eğim açısı olarak okunur.

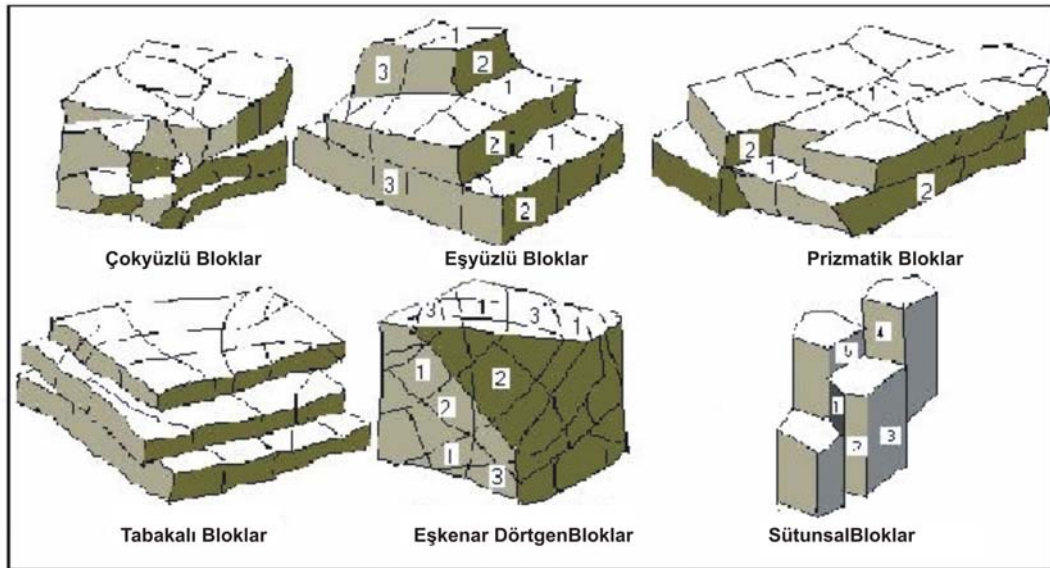


Şekil 2.9 Jeolog pusulası ile eğim yönü
ve eğim açısının ölçümü

2.3.10 Blok Boyutu

Blok boyutu ve dağılımı kaya kütlesinin davranışını belirleyen önemli parametrelerden birisidir. Blok boyutu ve dağılımı üretim açısından, taş ve mermer işletmeciliğinde üretim bloklarının boyutlandırılmasıyla doğrudan ilişkilidir. Blokları sınırlayan süreksizliklerin hem duraylılık, hem de üretim ile yakın ilişkisi onların tüm özelliklerinin ortaya konulmasını gerektirmektedir (Turanboy, 2004).

Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği (ISRM, 1981), bu özellikleri sınıflandırarak ayrıntılarıyla rapor etmiştir. Blok boyutu veya hacmi; süreksizlik aralığı, süreksizlik takım sayısı ve rasgele eklemler ile açıklanmakta, bir başka deyişle süreksizlikler ve blok şekil ve boyutları arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Kısaca blok şekil ve boyutlarını süreksizlikler ortaya koymaktadır. Blok boyutlarının incelenmesi bir çok araştırmacı tarafından yapılmış olup, bunlardan birisi Şekil 2.10'da verilmektedir (Palmström, 2000).

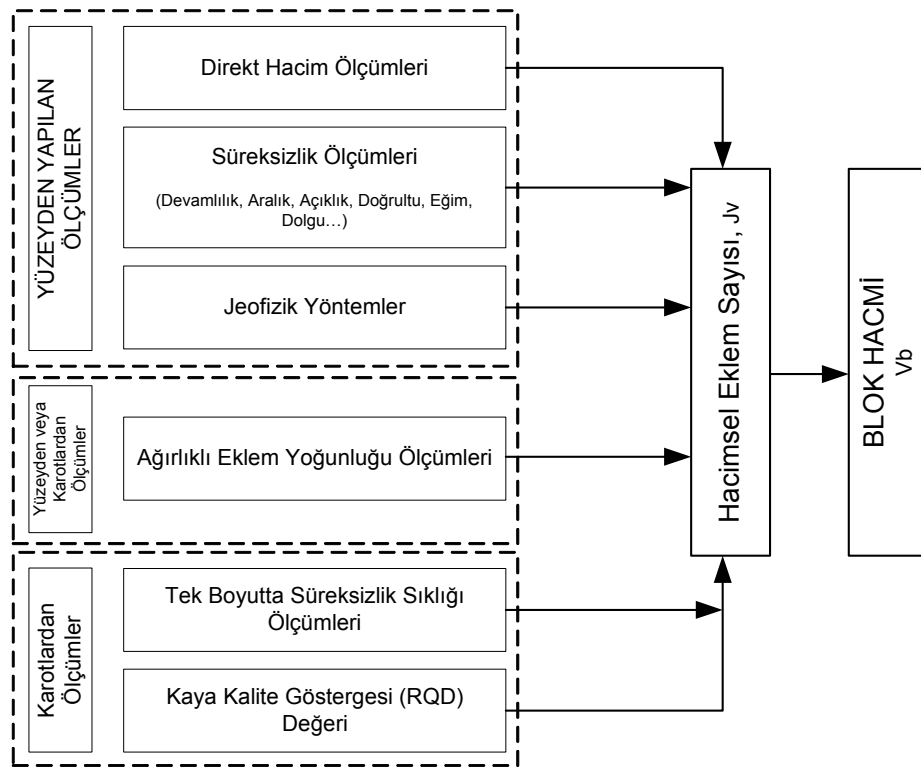


Şekil 2.10 Çeşitli blok şekilleri (Palmström, 2000)

Kaya kütlesi içinde oluşan blokların şekilleri kübikten çeşitli çokyüzlülere kadar değişim göstermektedir. Birbirlerine paralel gelişen süreksizlikler arasındaki blokların şekilleri daha düzgün geometrilere sahiptir. Özellikle sedimanter ve buna bağlı ikincil yataklarda daha düzgün geometrilere sahip bloklar oluşmaktadır. Ayrıca bölgenin geçirmiş olduğu tektonizmalar sonucu farklı yön ve kuvvetlerle oluşan gerilmelerle

oluşan süreksizlikler şekil üzerinde etkili olmaktadır. Blok şekline, atmosferik koşullar, mekanizasyon gibi ikincil faktörlerden başka, etki eden iki önemli faktör, doğal oluşum ve tektonizmadır (Turanboy,2004).

Blok boyutu; tipik blokların ortalama boyutuyla (blok boyutu indeksi, I_b) veya birim hacimdeki bir kaya kütleğinde gözlenen süreksizliklerin toplam sayısı ile (hacimsel eklem sayısı, J_v) tanımlanır. Ayrıca ağırlıklı eklem yoğunluğu (wJ_d) da benzeri amaçla kullanılan diğer bir parametredir (Ulusay ve Sönmez, 2002)



Şekil 2.11 Blok hacminin belirlenmesinde yapılan ölçümler
(Palmström,1995'den düzenlenerek)

2.3.10.1 Blok boyutu indeksi (I_b)

Bu indeksin (I_b) tayin edilmesinden amaç, tipik kaya bloklarının ortalama boyutlarını tanımlamaktır. İndeks, arazide seçilen tipik blokların boyutları tayin edildikten sonra bunların ortalamasının alınması esasına dayanır. İndeksin değeri milimetreden birkaç metreye kadar olabileceği için, ölçümler %10 duyarlılıkta

alınmalıdır. Dördüncü bir süreksizlik takımının varlığı halinde, I_b yapay olarak artacak, ancak bu takımın dikkate alınmış olması sahada gözlenen gerçek blok boyutları üzerinde çok az etkili olacaktır.

Sedimanter kayalarda birbirine dik yönde gelişmiş iki eklem takımı ve tabakalanma, kübik veya prizmatik bir blok şekli oluşturur ve I_b aşağıdaki ifadeden daha duyarlı şekilde hesaplanabilir.

$$I_b = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{3}$$

Yukarıdaki eşitlikte S_1 , S_2 ve S_3 , her eklem takımı için hesaplanmış ortalama modal aralık değerleridir.

2.3.10.2 Hacimsel eklem sayısı (J_v)

Palmström ile diğer bilim adamları tarafından tanımlanan hacimsel eklem sayısı (J_v) birim hacimdeki bir kaya kütleğinde gözlenen süreksizliklerin toplamıdır. Bu parametrenin tayininde rastgele gelişmiş süreksizlikler de dikkate alınabilir ve J_v 'yi önemli ölçüde etkilemez. Ölçüm hattının uzunluğu hakkında bir takım değerlendirmeler bilim adamları tarafından yapılmıştır. Bu konuda Palmström'ün görüşü aşağıda belirtilmiştir.

“Bu konuda elde edilen deneyimler, ölçüm hattı uzunluklarının 5-10 m arasında seçilebileceğini göstermiştir” (Palmström, 1996).

J_v , aşağıdaki ifadeden hesaplanmaktadır:

$$J_v = \frac{N_1}{L_1} + \frac{N_2}{L_2} + \dots + \frac{N_n}{L_n}$$

N_n : Gözlenen her bir eklem (süreksizlik) takımı (l ' den n ' e kadar) için ölçüm hattı boyunca sayılan süreksizliklerin sayısı

L_n : Gözlenen her bir eklem takımına (l ' den n ' e kadar) dik yönde seçilmiş ölçüm hattının uzunluğu

Yukarıdaki ifadeden belirlenen J_v değerine göre, Tablo 2.8' de verilen aralıklar esas alınarak blok tanımı yapılır. J_v ' nin hesaplanması ve değerlendirilmesiyle ilgili bir örnek aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.8 Hacimsel eklem sayısına (J_v) göre blok boyutu tanımlaması (ISRM,1981)

| Tanım | J_v (eklem /m ³) |
|---------------------------|--------------------------------|
| Çok geniş bloklar | < 1 |
| Geniş bloklar | 1 – 3 |
| Orta büyüklükteki bloklar | 3 – 10 |
| Küçük bloklar | 10 – 30 |
| Çok küçük bloklar | > 30 |

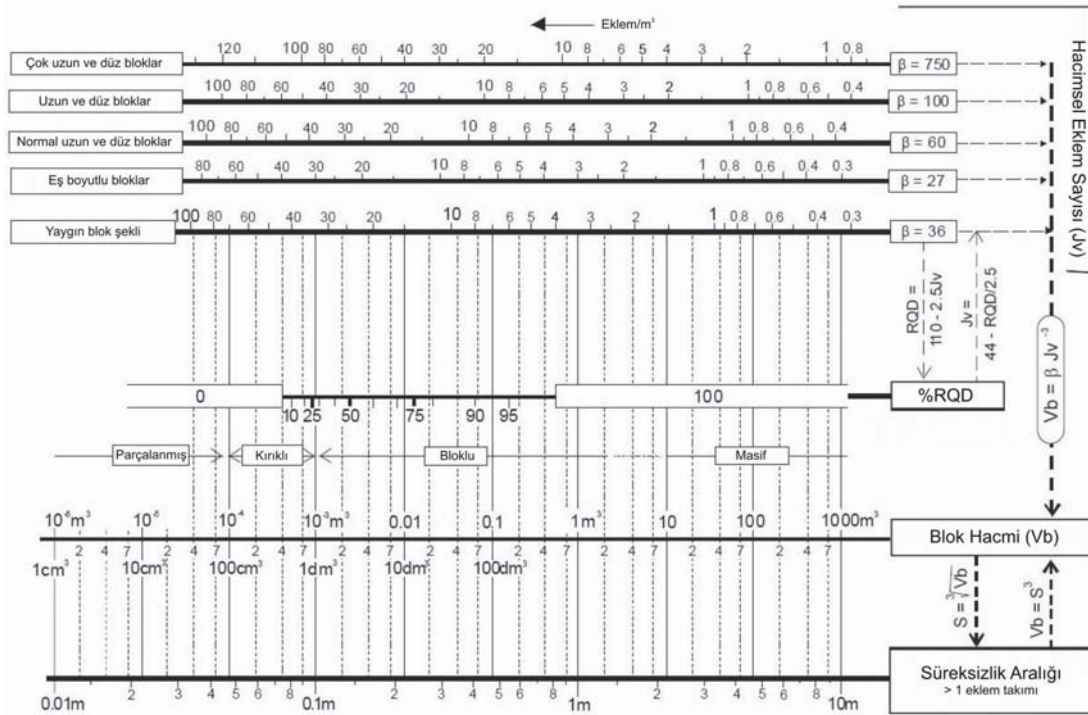
Hacimsel eklem sayısı ve blok boyutu hesaplamasında kullanılan çeşitli metotlar aşağıda verilmektedir.

Tablo 2.9 Hacimsel eklem sayısı ve blok hacmi hesaplanmasında kullanılan formüller (Palmström, 1996)

| Eklem arası mesafe | | Ölçüm | Hacimsel eklem sayısı ve blok hacminin hesaplanması |
|--------------------|---|---|--|
| 3-D | Eklem takımı aralıkları S1, S2, S3 ⁽¹⁾ | Blok hacmi, Vb | $V_b = S_1 \times S_2 \times S_3 \times (\sin\gamma_1 \times \sin\gamma_2 \times \sin\gamma_3)$ $V_b = \beta \times J_v^{-3}$ (2) |
| | | Hacimsel eklem sayısı, J_v | $J_v = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3} + \dots + \frac{N_r}{S}$ |
| 2-D | Eklem takımı aralıkları S1, S2, S3 | Ölçüm alanındaki eklem yoğunluğu, Na | $J_v = k_a \times N_a$ |
| | | Ölçüm alanındaki ağırlıklı eklem yoğunluğu, wJd | $J_v \approx wJd$ |
| 1-D | Eklem sınırı, Ji | Sondaj veya ölçüm hattı boyunca eklem yoğunluğu, N1 | $J_v \approx k_1 \times N_1$ |
| | | %RQD | $J_v \approx 35 - RQD/3,3$ |
| | | Ölçüm hattı boyunca ağırlıklı eklem yoğunluğu, wJd | $J_v \approx wJd$ |

⁽¹⁾: Eklem takımı içindeki eklem arası mesafe

⁽²⁾: β = Blok şekil faktörü $\rightarrow \beta = 20 + 7a_3/a_1$ (a_3 ve a_1 en uzun ve en kısa blok boyutlarıdır) k_1 ve k_a ise 1 ve 2 boyutlu (1-D, 2-D) ölçümleri hacimsel 3 boyutlu ölçümlere çevirmek için kullanılan faktörlerdir.



Şekil 2.12 Hacimsel eklem sayısı, %RQD değeri ve blok hacmi arasındaki ilişki
(Palmström, 2000)

Tablo 2.9’da verilen formüllerde %RQD değeri, tez kapsamında yapılan hesaplamalara dahil edilmemiştir. Bunun sebebi, mermer sahalarından alınabilecek blok hacimleri 3 m^3 ün üzerinde olması gerektiği için, Şekil 2.12’de %RQD değeri 100 olduğunda bile, blok hacmi 3 m^3 ün altında kalmaktadır. Şekil 2.12’den de görüldüğü üzere hacimsel eklem sayısı ile blok hacmi ters orantılıdır.

2.3.10.3 Blok Hacim Hesabı

Mermer bloklarının ölçülendirilmesi ve m^3 bazında fiyatlandırılması, blokların üretimi ile birlikte daha ocak aşamasındayken başlayan bir sorundur. Bu konu ilk olarak işveren-taşeron arasında ortaya çıkar ve ocak işletmecisi ile blok alıcısı arasında devam eder.

Köşelendirilmiş blokların ölçülendirilmesinde önemli bir sorun yoktur. Esas sorun, şekilsiz ve/veya çatlaklı blokların boyutlandırılmasıdır. Burada dikkat edilmesi gereken konu, bloktan alınabilecek maksimum plaka veya strip miktarının baz alınmasıdır.

Düzgün yüzeyli bir blokta fiyatlandırmayı esas alınacak hacim;

$V = (a-0.03) \times (b-0.03) \times (h-0.03)$ (m³) formülü ile hesaplanır.

Yukarıdaki ayrıntılar göz önünde tutarak şekilsiz blokların boyutlandırılmasında ise, blok içine yerleştirilecek maksimum ürün verebilecek düzgün dikdörtgen hacmi hesaplamada esas alınabilir.

$V = a \times b \times h$ (m³) (Onargan ve Köse, 1997)

2.4 Kaya Kütle Sınıflama Sistemlerine Genel Bir Bakış

Kaya mekaniğinde kaya kütesinin tanımlanmasında, sınıflandırma ve karakterizasyon terimleri kullanılmaktadır. Pratikte, kaya kütesinin sınıflandırılması ile karakterizasyonu arasında fark yoktur. Kaya kütle karakterizasyonunda, kayacın rengi, şekli, ağırlığı gibi özellikleri vurgulanmaktadır. Kaya kütle sınıflaması ise, bir özel sistem veya ilkeyi izleyerek farklı gruplar veya sınıflar içindeki bir kaya kütesinin bir düzen içerisinde birleştirilmesidir.

Çok sayıda genel amaçlı olmak üzere bazı özel uygulamalar için de kaya kütle sınıflama sistemleri bazı parametrelere göre geliştirilmiştir. Bu parametreler süreksizliklerle ilgili olup; bunlardan bazıları, eklem takımı sayısı, eklem aralığı, pürüzlülük, eklemlerin alterasyonu ve dolgu durumu, su durumu ve bazı sınıflama sistemlerinde kullanılan sağlam kayacın dayanımı gibi özelliklerdir.

Kaya kütesi sınıflama sistemleri doğru bir şekilde kullanıldıkları zaman bu sistemler, ön tasarımda yararlı birer araç olabilmektedirler.

Kaya kütesi sınıflama sistemlerinin kullanılmasındaki başlıca amaçlar şunlardır,

- a) Kaya kütesinin davranışını etkileyen en önemli parametreleri tayin etmek,
- b) Kaya kütlelerini kendi içlerinde benzer özellikler gösteren bölgelere ayırarak değişik kaya kütesi sınıflarını belirlemek,
- c) Her kaya kütesi sınıfının karakteristiklerini anlamak amacıyla bir esas oluşturmak,

- d) Bir sahadaki kaya koşulları ile ilgili kazanılan deneyimin diğer sahalarda karşılaşılan koşullarla karşılaştırıp ilişki kurmak,
- e) Mühendislik tasarımı için sayısal veri ve bir kılavuz elde etmek.
- f) Mühendisler arasında ortak bir temele dayalı bilimsel ve teknik anlamda iletişim sağlamak,

Sınıflama sistemlerinde çoğunlukla; sağlam kayacın dayanımı, eklem aralığı, eklem dayanımı ve su durumu gibi parametreler kullanılmıştır. Sınıflama sistemlerinde, kayacın jeolojik veya jeomorfolojik kökenine bağlı olarak gelişmiş doğal süreksizliklerin kullanılması önerilmektedir. Bununla birlikte bir süreksizliğin doğal veya yapay (delme-patlatma, kazı ...vb.) olduğunun tahmin edilmesi imkansız değil ancak oldukça zordur. Sınıflama sistemlerinde kullanılan sayısal parametreler Tablo 2.10’da verilmektedir.

Tablo 2.10 Farklı sınıflama sistemlerinde kullanılan sayısal parametreler

| Parametreler | <i>RQD</i> | <i>RSR</i> | <i>RMR</i> | <i>Q</i> | <i>MRMR</i> | <i>RMS</i> | <i>MBR</i> | <i>SRMR</i> | <i>SMR</i> | <i>RAC</i> | <i>GSI</i> | <i>N</i> | <i>RMI</i> |
|-------------------------|------------|------------|------------|----------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|----------|------------|
| Blok Boyutu | - | - | - | - | - | - | X | - | - | - | - | - | X |
| Blok eklem oryantasyonu | - | - | - | - | - | - | X | - | - | - | - | - | X |
| Eklem set sayısı | - | - | - | X | - | X | - | - | - | - | - | X | X |
| Eklem uzunluğu | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | X |
| Eklem aralığı | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Eklem dayanımı | - | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Kaya tipi | - | X | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gerilme durumu | - | - | - | X | X | - | X | - | - | - | - | - | - |
| Su durumu | - | X | X | X | X | X | X | X | X | - | - | X | - |
| Sağlam kayanın dayanımı | - | - | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Patlatma hasarı | - | - | - | - | X | - | X | X | - | - | X | - | - |

RQD : Rock Quality Designation

RSR : Rock Structure Rating

RMR : Rock Mass Rating

Q : The Rock Mass Quality System

MRMR : Mining Rock Mass Rating

RMS : Rock Mass Strength

MBR : Modified Basic Rock mass rating

SRMR : Simplified Rock Mass Rating

SMR : Slope Mass Rating

RAC : Ramamurthy and Arora Classification

GSI : Geological Strength Index

N : rock mass Number

RMI : Rock Mass index

1946’den bu yana değişik araştırmacılar tarafından, değişik kaya kütlesi sınıflama sistemleri geliştirilmiş ve/veya önerilmiştir (Tablo 2.11). Bu sistemlerin bir bölümü, kendilerinden önce önerilmiş olan sistemlerin, bazı faktörler dikkate alınarak yeniden düzenlenmesi sonucunda ortaya çıkmıştır.

Tablo 2.11 Başlıca kaya kütle sınıflama sistemleri

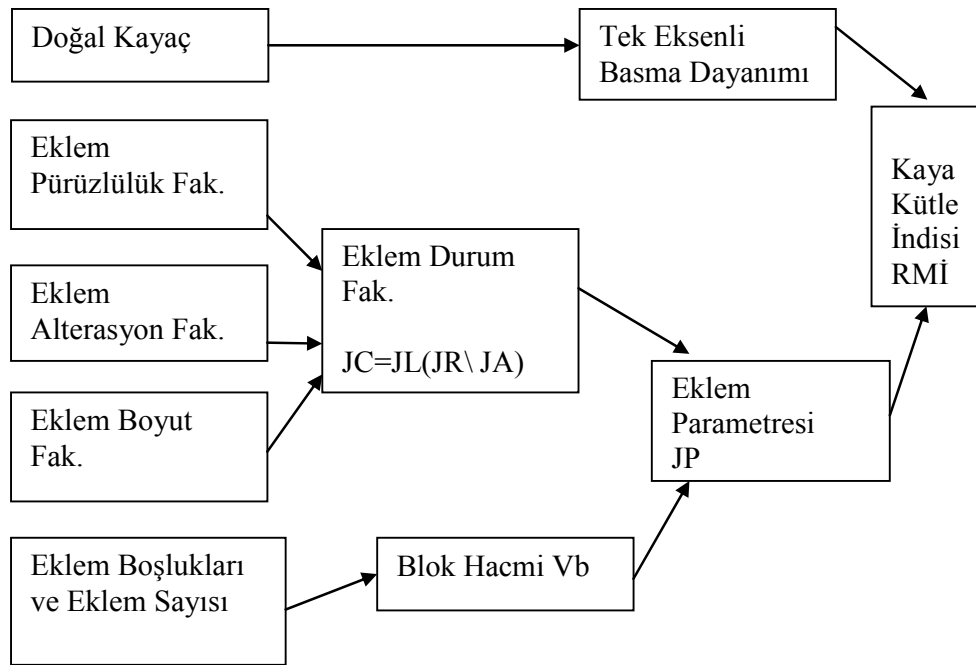
| Sınıflama Sisteminin Adı | Formu ve Tipi (*) | Ana Uygulama Alanları | Kaynak |
|--|---|---|--------------------------------------|
| Terzaghi Kaya Yüğü Sınıflama Sistemi | Tanımlayıcı ve Kaya Davranış formu, Fonksiyonel Tip | Tünellerde çelik tahkimat dizaynı | Terzaghi, 1946 |
| Lauffer Tahkimatsız Durabilme Süresi Sınıflama Sistemi | Tanımlayıcı Form, Genel Tip | Tünel dizayn verileri | Lauffer, 1958 |
| Yeni Avusturya Tünelcilik Metodu (NATM) | Tanımlayıcı ve Kaya Davranış formu, Tünel Konsepti | Yüksek gerilimli zeminlerde kazı ve dizayn | Rabcewicz, Müller ve Pacher, 1958-64 |
| Kaya Mekanik Özellikleri için Kaya Sınıflaması | Tanımlayıcı Form, Genel Tip | Kaya Mekanik verileri | Patching ve Coates, 1968 |
| Kaya ve Zeminlerin Sınıflaması | Tanımlayıcı Form, Genel Tip | Kominikasyon için partükül ve blok tanımlamaları | Deere et al., 1969 |
| Kaya Kalite Göstergesi (RQD) | Sayısal Form, Genel Tip | Karot loglaması ve diğer sistemlerde kullanılır | Deere et al., 1967 |
| Boyut-Dayanım Sınıflaması | Sayısal Form, Fonksiyonel Tip | Kaya dayanımı ve blok çaplarını esas alır, genelde madencilikte | Franklin, 1975 |
| Kaya Yapısı Derecesi (RSR) | Sayısal Form, Fonksiyonel Tip | Tünellerde çelik tahkimat dizaynında | Wickham et al., 1972 |
| Kaya Kütle Derecesi (RMR) | Sayısal Form, Fonksiyonel Tip | Tünel ve madencilikte | Bieniawski, 1973 |
| Q Sınıflama Sistemi | Sayısal Form, Fonksiyonel Tip | Yeraltı madencilik kazısında tahkimat dizaynı | Barton et al., 1974 |
| Topolojik Sınıflama | Tanımlayıcı Form, Genel Tip | Kominikasyon | Matula ve Holzer, 1978 |
| Tek Form Kaya Sınıflama Sistemi | Tanımlayıcı Form, Genel Tip | Kominikasyon | Williamson, 1980 |
| Basit Jeoteknik Sınıflama | Tanımlayıcı Form, Genel Tip | Genel | ISRM, 1981 |
| Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) | Sayısal Form, Fonksiyonel Tip | Yeraltı kazısında tahkimat dizaynı | Hoek, 1995 |
| Kaya Kütle İndeksi (RMI) | Sayısal Form, Fonksiyonel Tip | Genel karakterizasyon, tahkimat dizaynı, TBM uygulamaları | Palmström, 1995 |
| (*) Tanımlayıcı Form: Tanımlama için verilerin sisteme girilmesi Sayısal Form: Karaktere göre sayısal derecelerin veri olarak kullanılması Davranış Formu: Tünellerde kaya davranışının veri olarak kullanılması Genel Tip: Sistemin genel karakterizasyon olarak çalışması Fonksiyonel Tip: Sistemin özel uygulamalar için yapılandırılması (Örneğin, tahkimat için) | | | |

Tablo 2.11'de verilen sınıflama sistemlerine bakıldığında, geliştirilen sistemler içerisinde blok boyutunu ele alan iki yöntem bulunmaktadır. Bunlardan birincisi Modifiye Temel Kaya Kütle Göstergesi, diğeri ise Palmström tarafından geliştirilen Kaya Kütle İndeks sistemidir.

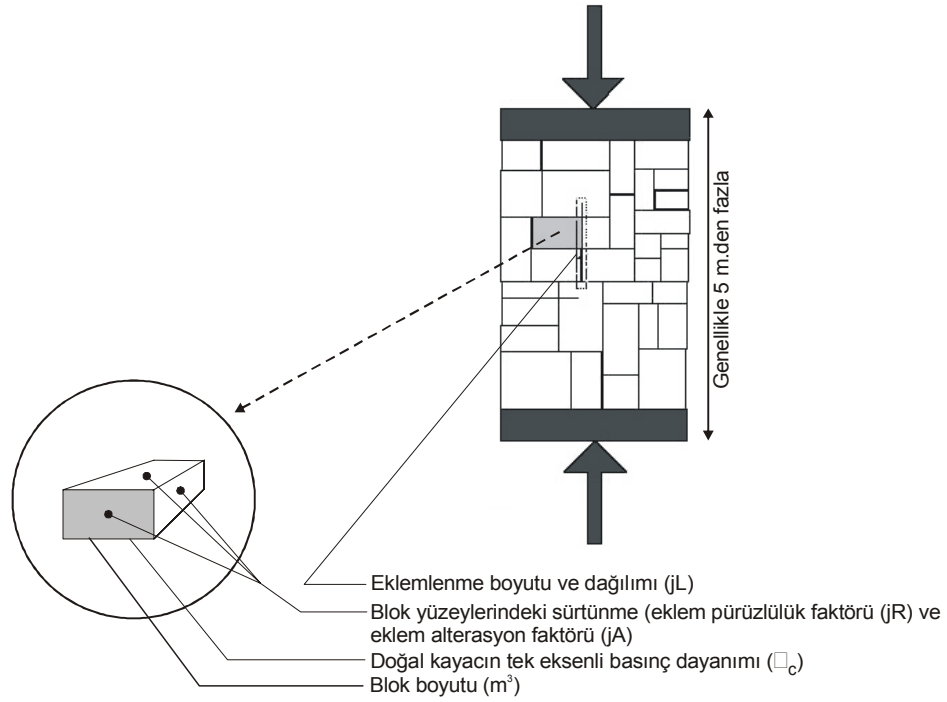
2.4.1 Palmström Tarafından Geliştirilen RMI (Rock Mass Index) Sınıflama Sistemi

Kaya kütle indeksi, (RMI), bir kaya kütesini temsil ettiği yapısal malzemenin genel dayanım özelliği olarak geliştirilmiştir. Bu nedenle sadece kaya kütesindeki temel özellikleri veya parametreleri içermektedir.

Mühendislik çalışmalarında en önemli işlemlerden birisi, RMI'deki parametrelerin doğru bir şekilde kullanımınıdır. RMI değerinin belirlenmesinde kullanılan veriler ve girilen bilgilerle ilgili ana prensipler, Şekil 2.13 ve Şekil 2.14 de gösterilmiştir.



Şekil 2.13 RMI nin Hesaplama Yolunun Genel Akım Şeması(Palmström,1995)



Şekil 2.14 Kaya Kütesindeki Yaklaşık Olarak Kayacın Tek Eksenli Basma Dayanımı Karakterize Eden Parametreler (Palmström,1995).

RMI, kaya içindeki eklemlenmelerin kesişmesinin kayacın dayanımını düşüreceği prensibi üzerine kurulmuştur. Bu şu şekilde ifade edilmektedir.

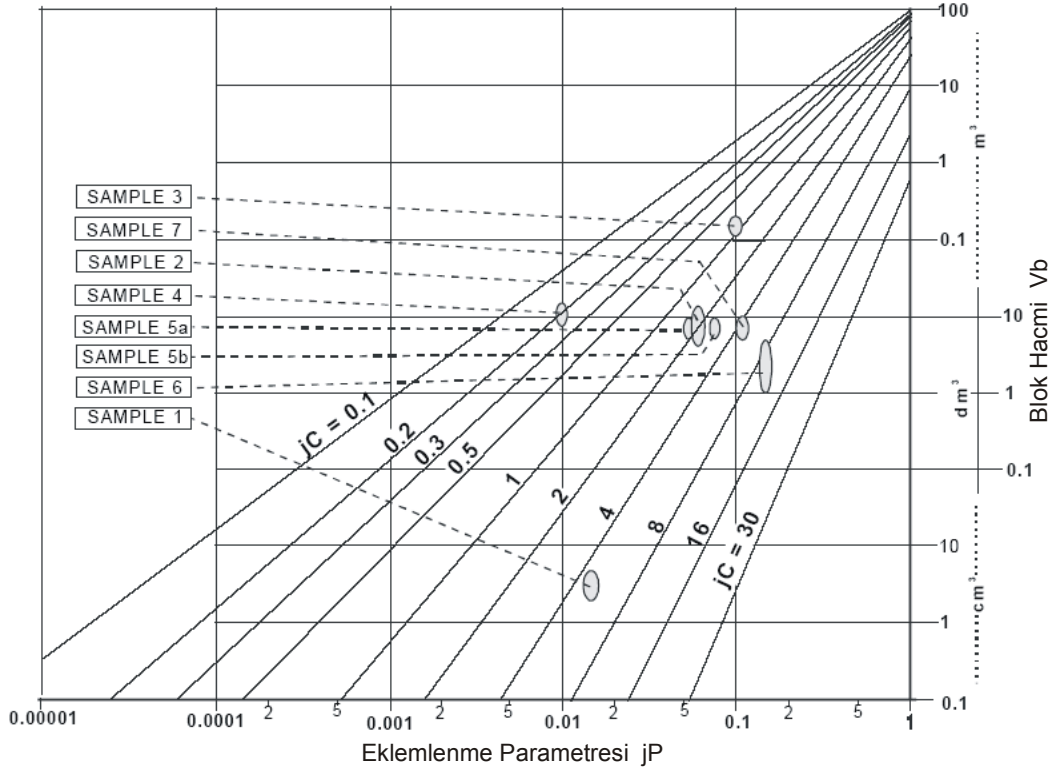
$$RMI = \sigma_c \times jP$$

Burada ;

σ_c : Doğal kayaç örneklerinde hesaplanmış olan, kayacın tek eksenli basma dayanımıdır (MPa)

jP : Doğal kayaçta, eklemlenmeler nedeniyle meydana gelen dayanım kaybını ifade eden, eklemlenme parametresidir.

jP' değeri, Şekil 2.15' deki diyagram kullanılarak bulunabilmektedir.



Şekil 2.15 jP ve Blok Hacmine Bağlı Diyagram. (Palmström,1995)

jP değeri ayrıca Şekil 2.14'ten de faydalanılarak aşağıdaki formül ifade edilmektedir.

$$jP = 0.2 \times (jC)^{1/2} \times Vb^D$$

$$D = 0.36 jC^{-0.2}$$

Şekil 2.15' deki diyagram, Vb ve jC ; saha çalışmaları ve gözlemleri ile bulunduğu ve bilindiği takdirde, jP' yi bulmak için kullanılabilir.

2.5 Blok Boyutunu Belirlemeye Yönelik Önceki Çalışmalar

Bugüne kadar kayaçlar üzerinde blok boyutuna yönelik yapılan çalışmalar, genellikle yeraltı açıklıklarının üretim yöntemine göre dizaynı ve stabilitesine, açık işletmelerde patlatma parametrelerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar olup, bu çalışmalarda mevcut sınıflama sistemleri esas alınarak modelleme ve simülasyon benzeri çalışmalar üzerinde durulmuştur. Mermer sahalarından alınabilecek blok boyutlarına yönelik önceki çalışmalar yukarıda bahsedilen çalışmalara nazaran çok daha azdır. Blok boyutuna yönelik yapılmış çalışmalar aşağıda sırasıyla verilmektedir.

MAERZ ve GERMAIN, 1996; Simülasyonlar kullanarak yeraltı açıklıkları etrafındaki blok boyutlarının belirlenmesi konulu yayında, blok boyutunu genel olarak belirlemede kullanılan hacimsel eklem sayısı, %RQD ve blok boyutu indeks değerlerinden başka gerçek blok veya blok boyut dağılımı değerlerinin tanımlanması gerektiğini vurgulamışlardır. Kaya kütlelerinin yerinde blok boyutunun yeraltı açıklıklarının dayanımını ve stabilitesini etkileyen en önemli parametre olmasına karşılık yerinde blok boyutunun belirlenmesinin de o kadar zor olduğunu belirtmişlerdir.

Süreksizliklerin karakterizasyonunu belirlemek amacıyla standart ölçüm hattı haritalama tekniğini kullanarak Kanada'da bulunan Gaspé ve Brunswick yeraltı madenlerinde olasılıklı analiz çalışmaları yapmışlardır. Olasılıklı analiz için, eklem oryantasyonu ve aralık değerini, ölçülen ortalama eğilim ve dağılım değerlerine çevirmişlerdir. Oryantasyon verisi için, her bir eklem takımı için ortalama normal vektör hesaplanmış; aralık değeri için ise, oluşturulan kümülatif sıklık değerine karşılık her bir eklem takımı için ölçülen aralığın bir histogramı olarak kabul edilmiştir. Histogram eğrisini çizmek için, 50 adet aralık değişkeni yatay olarak 50 aralık frekansında veya rasgele seçilmiş 50 frekans değerinden faydalanılmıştır. Daha sonra söz konusu yer altı açıklıklarında belirlemiş oldukları ölçüm hatlarındaki süreksizliklere göre blok boyutunu belirlemeye yönelik MAKEBLK ve SIMBLOC simülasyon programlarını kullanmışlardır. Kullandıkları programların hafızalarının

sınırlı olması ve ölçüm hattının küçük boyutlarda alınması nedeniyle tek bir analizle simülasyon yapıldığını, ilerideki çalışmalarda programın geliştirileceğini ve daha detaylı analiz yapılacağını belirtmektedirler.

WANG ve diğerleri 2003; Çalışmacılar, Çin'in kuzeyinde bulunan blok göçertme yöntemiyle üretim yapılan bir bakır madeninde, kaya bloklarının yerinde şekil ve boyut dağılımı konusunda çalışma yapmışlardır. Blok göçertme yönteminde, cevher parçalanmasında boyut dağılımının tahmini ve cevher kütleindeki süreksizliklerin karakteristiklerinin analizi için geliştirilen MAKEBLOCK isimli programı kullanarak kaya parçalarının üç boyutlu modellemesinin analizi üzerinde çalışmışlardır.

JERN, 2004; Kırıklı kayaçlarda yerinde blok boyut dağılımının belirlenmesi ve kaya elek analizi ile yerinde kayaç karşılaştırılması için bir yaklaşım konulu yayınında yazar, sahadan (Billingsryd işletmesi, İsveç) fotoğrafladığı çatlaklı kaya kütlelerinin fotoğrafını dijitize edip, çatlakları belirginleştirerek, her bir çatlağın oluşturduğu kapalı alanı blok olarak tanımlamıştır. Daha sonra oluşturulan imaj üzerinde yukarı (Z) ve sağa (X) olacak şekilde iki yönde belirlediği hattı kesen süreksizliklerin ara mesafelerini hesaplamıştır. Elde ettiği verileri matematiksel olarak formülize eden yazar, daha sonra her bir süreksizlik arasında kalan parçanın eleme yöntemiyle simülasyonunu yaparak, ocak aynasındaki görüntüden blok boyut dağılımını belirlemeye çalışmıştır.

TURANBOY, 2004; Bu araştırma çalışmasında yazar, kaya kütlelerini oluşturan doğal blokların ve üretim sonrası elde edilen ürünlerin dağılımı arasındaki ilişkileri yeni bir yaklaşımla ele almıştır. Özellikle taş ve mermer ocaklarında nihai blokların dağılımlarını gösteren grafiksel sunumlar üzerinde yorumlarda bulunulmuştur.

Blok boyut dağılımını, tümevarım bir metotla inceleyen yazar, doğal kaya blokları düzensiz ve her yüzeyi dışbükey (konveks) olan, lineer düzlemlerle sınırlı çokyüzlüler olarak kabul etmiştir.

Çalışmanın temelinde, kaya kütlesi içindeki blokların hem ayrıık hem de bireysel gösterimini matematiksel dönüşümler ve eşitlikler ile izometrik perspektif kurallarından geliştirilen bir model niteliğinde olup kaya kütlesinin içerdiği blokların üç boyutlu bir sunumu olarak tanımlanabilir.

KALENCHUK ve diğerleri, 2006; Eklemlı kaya kütlelerinde blok geometrisinin tanımlanması isimli çalışmada, Kanada'nın Ontario bölgesinde bulunan kuvarsit işletmesinde 2 ayrı lokasyonda süreksizlik ölçümleri yapılarak, birinci lokasyonda 114 adet süreksizlik haritalanmış ve DIPS programı ile istatistiksel analizi yapılarak stereografik projeksiyonları çizilmiştir.

Bir eklem takımındaki her bir süreksizliğin ayrı ayrı aralık değerleri belirlenerek hesaplanmış ve süreksizliklerin veri tabanı oluşturulmuştur. Süreksizliklerin eğim, eğim yönü, aralık ve süreklilik değerleri belirlenmiş ve daha sonra haritalanan süreksizlikler, Itasca tarafından geliştirilen ayrıık elemanlar modelleme programında (3DEC – 3 Dimensional Distinct Element Code) modellenmiştir. Ayrıca elde edilen verilere göre blok şekil diyagramları çıkarılarak kaya kütlesini oluşturan blokların şekil ve boyut analizleri yapılmıştır.

NEFESLİOĞLU ve diğerleri, 2006; Eskişehir Süpren mermerlerinde ampirik ve bulanık mantık modelleri ile ağırlıklı eklem yoğunluğunun dolaylı olarak tahmini başlıklı çalışma 3 aşamalı olarak yapılmıştır. Birinci aşamada iki farklı mermer ocağının basamak aynalarında ölçüm hattı yöntemi kullanılarak 45 adet basamak yüzeyinde toplamda 244 m.lik ölçüm hattı üzerinde ölçüm hattını kesen süreksizliğin özellikleri belirlenmiştir.

İkinci aşamada aynalara ölçek teşkil etmesi amacıyla cisimler konularak, ölçüm hattı boyunca renkli fotoğrafları çekilmiştir. Bu fotoğraflar dijitize edilerek süreksizliklerin 2 boyutlu özellikleri (süreksizlik aralığı, devamlılığı...vs.) belirlenmiştir. Üçüncü aşamada ise, elde edilen veriler ışığında regresyon analizi yapılmıştır. Bulanık modele göre bu değerler değerlendirilmiş ve üç aşama sonucunda ağırlıklı eklem yoğunluğu değerini hesaplamışlardır. Yapılan çalışmada, sahadan alınabilecek blok boyutu ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

KIM ve diğeri, 2007; Eklem devamlılığını göz önüne alarak blok boyutlarının belirlenmesi için yeni bir yöntem önererek doğrulamasını yapmışlardır. Çalışma, GSI kaya kütle sınıflandırma sistemini kullanarak kesin blok boyutunun belirlenmesini amaçlamaktadır. Eklem yönelimi, eklem aralığı ve eklem sürekliliği gibi verilerin kombinasyonuna bağlı olarak kaya köprülerinin (eş düzlemliler veya eş düzlemliler olmayan süreksizlikleri ayıran kaya kütleleri) dağılımını istatistiksel olarak belirlemişler, farklı elemanlar analiz yöntemi kullanılarak dikey düzende farklı geometrik şartlarda eklemelerin çeşitli kombinasyonlarını oluşturmuşlardır. Eşdeğer blok boyutları (2 boyuttaki alanlar ve 3 boyutlu hacimler) ve bunların dağılımlarını sayısal modellemeden elde etmişlerdir.

MUTLUTÜRK, 2007; Bükrüce mermer sahasında yapılmış olan çalışmada, üretimde birim hacimde (20x20x10m) belirli şekilde ve boyutta satılabilir blokların belirlenmesinin ana aşamaları için en uygun yöntem belirlenmiştir. Seçilen birim hacimdeki çatlak, kırık, fay, eğim ... gibi gerekli saha verileri elde edildikten sonra her bir kaya kütlelerinin şekli bu kırık ve çatlaklara bağlı olarak grafiksel yöntemle tanımlanmıştır. 300 m³ hacminde alınan örnek blok modelinde uygulanan yöntem ile 158 m³ satılabilir 142 m³ standart dışı atık blok belirlemiştir. Çalışmada uygulanan method aşağıda 5 aşama halinde sıralanmıştır.

- Farklı blokları betimlemek için, boşluk yönelimlerine göre birim hacimdeki süreksizlik düzlemlerinin yerleşimi
- Birim hacimdeki yüzeylerden atık yüzeylerin (üretimde kullanılmaya uygun olmayan ayrılmış yüzeylerin) uzaklaştırılması
- Satılabilir boyuttaki çıkarılabilir farklı blokların seçimi ve fiili işletme işlemi boyunca her bir uzaklaştırmanın grafiksel olarak uygunluğu göz önüne alınarak uzaklaştırılması,
- Bir önceki aşamada uzaklaştırılan her bir çıkarılabilir blok içinde belirlenen şekil ve boyuttaki satılabilir blokların ölçülendirilmesi
- Ocak atıkları ile üretimin her birim hacmi için işletmede son kütle bakiyesi ve her boyuttaki satılabilir blok miktarı göz önünde tutularak birim hacmin hesaplanması

ÖZDOĞAN ve diğerleri, 2008; İzmir Aliğa ilçesindeki bir andezit ocağında üç farklı yöntem kullanılarak blok boyutunu belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Birinci yöntem olarak hat etüdü tekniği ile iki takım soğuma çatlağı ve bir takım akma bant yapısına ait jeoteknik veriler değerlendirilerek, andezit ocağından alınabilecek ortalama ve maksimum blok boyutu değerleri hesaplanmıştır.

İkinci yöntemde, dijital olarak panoramik, ölçek konularak çekilen fotoğraf üzerinden süreksizlik takımlarına ait ara uzaklık değerleri Screen Calipers bilgisayar programı kullanılarak da ölçülmüştür.

Üçüncü yöntemde ise, fotoğraf makinası ile ölçekli bir görüntü elde edilmiş, görüntü işleme tekniği ile süreksizliklere ait ayrıntılar belirgin hale getirilmiştir. Karakuş ve Onur (2006) tarafından geliştirilen görüntü analiz programı ile görüntü pikselleştirilerek süreksizliklere ait aralık değerleri hesaplanmıştır. Bu teknik kullanılarak geleneksel yöntemlerle blok boyutu hesabı yapılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

MERMER SAHALARINDA BLOK BOYUTUNU VE VERİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

3.1 Giriş

Genelde doğal taşlar, doğada heterojen yapıda olup; fiziksel, mekaniksel ve diğer özellikler bakımından bir çok farklılıklar içermektedir. Bu farklılıklar kayaçların oluşum koşulları, çevresel etkenler v.b gibi iç ve dış etkilerden kaynaklanmaktadır. Bir çok araştırma, bu çok bilinmeyenli kaya kütlelerinin mühendislik tasarımlarında kullanılmasına yönelik, kaya kütle tanımlama ve sınıflama sistemi geliştirmek için yapılmıştır ve yapılmaktadır.

Mermer ocaklarının blok verimliliğine yönelik yapılan çalışmalar, genellikle kayaçların içerdikleri süreksizlik düzlemlerinin bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak tahmin edilmesi esasına dayanmaktadır. Kayaçların içerdikleri düzenli eklem setlerinin varlığı göz önüne alınarak yapılan modelleme çalışmalarında, süreksizlik düzlemlerine ait bilgiler, mostradan veya ocak aynalarından elde edilmektedir.

Bir kayacın fiziko-mekanik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi oldukça hızlı sonuçlanan bir aşama olmasına rağmen; ocaktan alınabilecek blok boyutlarının belirlenmesi ve üretime yön verilmesi daha uzun ve detaylı bir saha çalışmasını gerektirmektedir. Bir mermer sahasından alınabilecek blok boyutlarının belirlenmesinde detaylı saha çalışması yapılırken, süreksizlik haritalarının oluşturulmasını takiben belirlenecek lokasyonlarda sondaj veya jeofizik yöntemler kullanılmaktadır. Yatay ve düşey yönde çok kısa mesafelerde bile değişiklikler gösterebilen mermerlerde, sadece yüzeyden yapılan çalışmalar ile renk, desen ve tektonik özellikler açısından kesin sonuçlar elde edilememektedir (Yavuz, 2001).

3.2 Jeolojik Faktörler

3.2.1 Rezerv Miktarı

Mermer ocaklarının ekonomik olarak işletilmesi için, rezervin en az 20-25 yıl boyunca ihtiyacı karşılaması gerekmektedir. Rezervin rakam olarak büyüklüğü ne kadar önemli ise de, asıl önemli olan işletilebilir rezervin olmasıdır. İşletilmesi düşünülen mermer sahasında mevcut süreksizliklerin dağılımlarının ve sahadaki konumlarının belirlenmesi, olumsuzluk yaratabilecek jeolojik faktörlerin ortaya konulması sonucunda işletilebilir ticari boyutta blok verebilecek bölgelerin tanımlanması gerekmektedir.

3.2.2 Yapısal Jeoloji Özellikleri

Mermer kütesinin oluşumu sırasında veya sonradan dış etkenlerle sahip olduğu yapısal özellikler, alınabilecek blok boyutlarını ve işletme verimini etkileyen en önemli parametrelerdir.

3.2.2.1 Tabakalanma ve Tabaka Kalınlığı

Genel olarak tabakalanma metamorfik mermerlerde, gösel ve mikritik kireçtaşlarında görülür. Travertenlerde ise oluşum bantları belirgindir. Oniklerde de genellikle tabakalanma görülmez. Granit ve serpatinitlerde tabakalanma görülmez (Yavuz, 2001).

Mermer sahalarında tabakalanmanın blok boyutu üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. İşletilmesi düşünülen mermerlerin olabildiğince masif olması istenilen bir özelliktir. Tabakalı yapı gösteren mermerlerde tabaka kalınlığı ticari anlamda büyük önem taşımaktadır. Tabakalı yapı gösteren mermer işletmelerinde tabaka kalınlıkları en az 1 metre kalınlığında olmalıdır. Ancak oniks türü mermerlerde 40-50 cm. lik tabaka kalınlıkları işletilebilir olmaktadır.

Tabakalı yapı gösteren mermer sahalarında tabakaların doğrultusu ve eğimi ocak işletme yönünü belirlemektedir. Seçilecek ocak yönü tabakanın eğimi yönünde, ocağın ilerleme yönünün ise tabaka doğrultusunda yapılması uygun olacaktır. Daha açık ifadeyle, mermer işletmesinin üretim ve ilerleme yönü, mermer tabakasının eğim ve doğrultusuna paralel olması gerekmektedir.

Tabakalar arasında renk ve yapısal farklılıklar olması durumunda, blok homojenitesi ve blok boyutu olmak üzere işletmecilik sorunlarına neden olacaktır. Sahadan alınan bloklardan plaka üretimi sırasında da bu renksel ve yapısal farklılıklardan sebebiyle üretim problemleri oluşabilmektedir.

3.2.2.2 Kıvrımlanma

Meydana gelen tektonik hareketler sonucunda kayaçlar üzerinde dalga şeklinde oluşan deformasyonlara kıvrımlanma denir. Kıvrımlanmada etkin olan parametreler kayacın maruz kaldığı kuvvetlerin yönü ve büyüklüğü, iç direnç ve porozitesidir. Bu parametrelere bağlı olarak kayaçlar iki çeşit hareket sergilerler. Kayaçlar ya kırılırlar ya da sünüm yaparlar (Yavuz, 2001).

Doğada, mermer oluşumu esnasında mermer çeşitli tektonik hareketlere maruz kalmaktadır. Bu tektonik hareketler sonucu mermerde kıvrımlanmalar meydana gelir. Kıvrımlanmalar ocaktan çıkartılan blokların işlenmesi esnasında etkisini göstermektedir. Kıvrımlanmalar, kayacın maruz kaldığı strese (gerilim) göre farklılık gösterir. Deformasyonun yoğunluğuna bağlı olarak tabakaların içsel yapılarına ait özellikler görülmeyebilir.

Kıvrımlanmalar, çıkartılan ve işlenilen bloklar için bazı durumlarda önemlidir. Burada kıvrımlanmanın homojen bir yapıda olması gerekir. Çünkü bu tipte oluşan kıvrımlanmalar göze hoş görünen bir yapı sunabilir ve bu da bloğa pazarlanma imkânı sunabilir (Karaca, 2001).

Kıvrımlanma blok ve plaka boyutlarını sınırlayan bir unsurdur. Antiklinal ve senklinal eksenlerinde yoğun olarak görülen kıvrımlanmalar sonucu oluşan gerilmeler ve kırıklar, genellikle bu tür yapıların tepe ve alt noktalarında blok veriminin düşük olmasına neden olmaktadır.

3.2.2.3 Faylanma

Dünyamızı oluşturan kayalar çeşitli hareketler sonucunda deformasyona uğrarlar. Bu deformasyon, kayaların ve onları etkileyen kuvvetlerin özelliklerine bağlı olarak sünek ya da kırılğan nitelikte olabilir. Sünek deformasyon, kayaların kıvrımlanmasına yol açarken kırılğan deformasyon da kayaların Fay adı verilen düzlemler boyunca kırılmasına neden olur. Fayların boyutları ve atımları (blokların fay boyunca ötelenme miktarı) birkaç santimetreden kilometrelere hatta yüzlerce kilometreye kadar değişebilmektedir.

Ülkemizde coğrafik olarak bulunulan konumdan kaynaklı her türlü ölçekte faylar görülmektedir. Faylar, mermer sahalarından elde edilecek blok boyutlarını olumsuz etkilemektedir. Büyük ölçekli faylar, geçtiği formasyonun yakınındaki birimleri aşırı miktarda bozulma ve kırılmalara maruz bırakarak, blok boyutlarının şekilsiz ve bol çatlaklı olmasına neden olmaktadır.

İşletilmesi düşünülen mermer sahalarında detaylı jeoteknik çalışmaların yapılarak, sahada mevcut büyük veya küçük ölçekli fayların varlığı ortaya konulmalı, mümkünse bu faylardan kaçılarak üretim çalışmaları planlanmalıdır. Faylanmanın belirgin olarak görüldüğü bölgelerde ve çevresinde mermer işletmeciliğinin yapılması verimli blok alımı yönünden sağlıklı değildir.

Bazı bölgelerde, yeterli bilgiye sahip olmayan kişi ve firmalar tarafından üretime hemen geçmek amacıyla sağlam kayaç görüntüsü veren fay aynalarında üretim yapıldığı görülmektedir. Dışarıdan bakıldığında düz bir basamak (ayna) görüntüsü veren bu kayaç yapısı, aslında faylanmanın etkisiyle hareket eden kaya kütlesi olup bu bölgelerde bol miktarda kırık ve çatlak sistemleri gelişmiştir.

3.2.2.4 Kırıklanma

Tektonizma sonrası yönlü yer değiştirme görülmeksizin kayaçlarda meydana gelen açıklıklara kırık denir.... Mermer ocaklarının açılmasında ve ocak ağzının seçimin etkileyen parametrelerden birisidir. Bunun için kırıklar ve karakterlerinin iyi tayin edilmesi gerekir (Yavuz, 2001).

Mermer işletmesine karar verilmeden önce, sahada mevcut çatlak ve kırık sistemlerinin özelliklerinin (açıklık, devamlılık, dorultu, eğim...vb) detaylı saha çalışmalarıyla belirlenmesi gerekir. Daha sonra gül diyagramlarıyla bu çatlak ve kırık sistemlerinin ana yönleri, yönelimleri belirlendikten sonra işletmeye geçiş kararı alınmalı ve üretim yönüne buna göre karar verilmelidir. Çatlak ve kırık sistemleri farklı yönlerde gelişmişse, bloklar düzensiz şekilli olacak, dolayısıyla blok veriminde azalma görülecektir.

Yan kayaç özellikleri mermerin yapısını doğrudan etkilemektedir. Çatlak ve kırık sistemlerinin varlığı ile, yan kayaç mermer bünyesine dahil olabilmektedir. Mika, zımpara, şist ... vb mineraller mermer içerisine nüfuz etmekte ve blok veriminde ve boyutlarında etkili olmaktadır. Ayrıca mermer bünyesine giren bu tür yan kayaçlar fabrikada kesim aşamasında sorun olmaktadır.

3.2.2.5 Ayrışma

Ayrışma, yerkabuğunu oluşturan kayaçlarda yüzey ve yüzeye yakın kesimlerde yer değiştirmeye uğramadan, mekanik ve kimyasal süreçlerle meydana gelen nitelik değişimleri olarak tanımlanır.

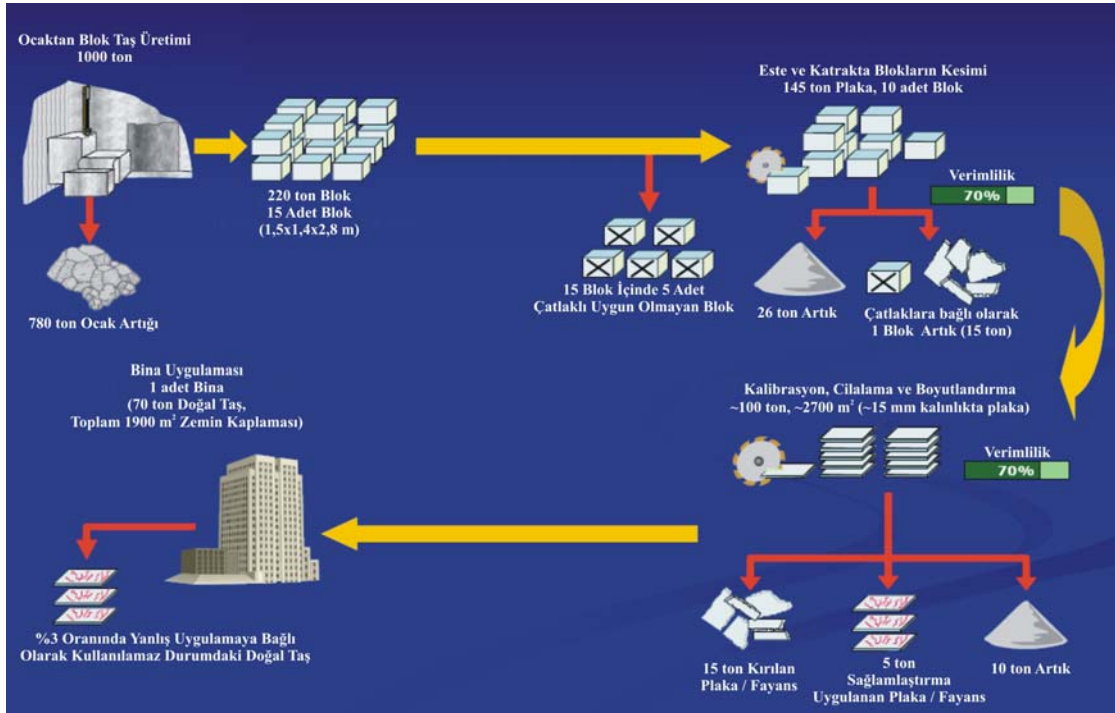
Kayaçlardaki ayrışma, çeşitli fiziksel etkiler altında gelişebileceği gibi mineraller arasındaki bağlayıcının kimyasal süreçlerle bozularak ortadan kalkması sonucu da oluşabilmektedir. Hava bileşiminde yer alan gazlar, su, sıcaklık, canlı ve organik maddeler ayrışma sürecinin başlıca etkenleridir.

Ayrışma, kayaçların indeks ve mühendislik özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerden birisidir. Ayrışma sonucu kayacı oluşturan mineraller değişime uğrayarak yeni mineraller oluşmakta, kayacın yapısal özellikleri değişerek, porozitesi ile boşluk oranı artan kayacın birim hacim ağırlığı ile dayanımı azalmaktadır (Koca ve Türk, 1994).

Mermerlerde ayrışma genellikle, yüzeyden itibaren üç ayrı zonda gelişmektedir. İlk 1-3 metrelik kısımda, kayaç çatlak açıklıkları 3-50 cm arasında değişen ve mermerlerin ayrışma ürünü olan kalıntı zemin ile dolgulu süreksizlik düzlemleri ile kesilmiştir... Birinci ayrışma zonunda, düzenli süreksizlik setlerinin yanı sıra, çok sayıda düzensiz süreksizlik düzlemleri de bulunmaktadır. Bu zonu izleyen ve 5 – 7 m derinlere kadar devam eden 2 nolu ayrışma zonunda, kayacın içerdiği düzensiz süreksizlik düzlemlerinin sayısında azalma, süreksizlik düzlemlerinin çatlak açıklıkları daralmakta, çatlak ara uzaklıkları ise genişlemektedir. Bu zonun alt sınırlarına doğru, kayacın içerdiği ilksel tabakalanma düzlemlerinin çatlak açıklıkları belirgin ölçüde kapanmaktadır. Bu zonun altında yer alan 3 nolu ayrışma zonunda ise, kayacın içerdiği süreksizlik düzlemlerinin çatlak açıklıkları 0,1 – 0,3 cm arasında değişirken, genellikle dolgu malzemesi içermezler. Bu zon içerisinde, çatlak açıklıkları 1 cm'den büyük ve kil dolgulu olan süreksizlik düzlemlerinin sayısı yok denecek kadar azalmıştır (Yavuz, 2001).

3.3 Mermer Üretimi Sürecinde Verim ve Kayıplar

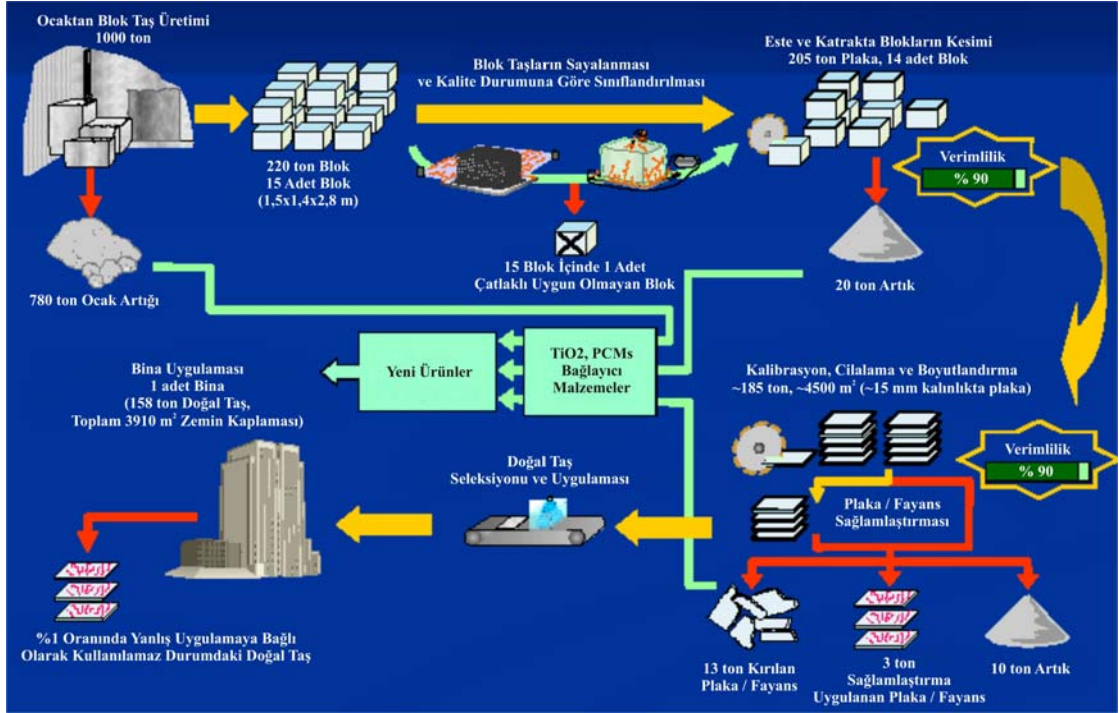
Bilindiği üzere, ülkemizde faaliyet gösteren mermer ocakları %20-25 verimle çalışmaktadır. Daha basit ifadeyle, çıkarılan 100 birim taşın 80 birimi atılmaktadır. Bu verim düşüklüğünün bir çok sebebi bulunmaktadır. Bunların başında, ülkemizin bulunduğu coğrafik konum itibarıyla mermer ocaklarının tektonizmaya maruz kalmış olması gelmektedir. Sahalarda mevcut olan mermer kütlelerindeki yapısal bozukluklar; planlı, detaylı saha çalışmaları ile belirlenerek bu sahalardan alınabilecek blok taşları en düşük kayıpla almak mümkündür. Blok alınması istenen sahaya, detaylı mühendislik çalışması yapılmadan, sahanın yapısal özellikleri bilinmeden girilmesi durumunda bu kadar büyük kayıpların olması kaçınılmazdır.



Şekil 3.1 Doğal taşların üretim, işleme ve uygulama aşamalarındaki kayıplar (Onargan, 2007)

Şekil 3.1’de, ülkemizde yaklaşık bütün ocak ve işletmelerde yaşanan kayıpların genel bir gösterimi verilmektedir. Ocaktan üretilen 1000 ton taşın, tüketicinin kullanımına sunuluncaya kadar geçen süreçte ancak 70 tonu nihai ürün olarak uygulama alanlarında kullanılmaktadır. Ocaktan üretilen 1000 ton taşın, 780 tonu ocak artığı, toplamda yaklaşık 150 tonu da kesim, kalibrasyon, cilalama, boyutlandırma ve uygulama aşamalarında insan faktörü veya doğal taşın yapısal özellikleri sebebiyle artık olarak kalmaktadır.

Ancak, gelişmiş ülkelerde bu konuda yeni teknolojiler geliştirilmiş ve ocakta blok üretiminden başlayarak son kullanım aşamasına kadar meydana gelen kayıplar engellenerek verimlilik arttırılmıştır. Örneğin kaybın en çok olduğu ocakta artık diye kenara atılan molozlar ile kesim-kalibrasyon-cilalama aşamalarında oluşan artıklardan, yeni geliştirilen teknolojiler sayesinde çeşitli bağlayıcı malzemeler kullanılarak yeni ürünler insanların kullanımına sunulur hale gelmiştir. Şekil 3.2’de mermer madenciliğinde oluşan artıkların geri dönüşüm teknolojisiyle nasıl kullanılır hale geldiği aşamalar halinde gösterilmektedir.



Şekil 3.2 Doğal taşların üretim, işleme ve uygulama aşamalarındaki kayıplar (Onargan, 2007)

Şekil 3.2'ye bakıldığında ise, ocaktan üretilen 1000 ton doğal taşın 780 tonu artık olarak ayrılmaktadır. Geriye kalan 220 ton yani yaklaşık 15 adet blok, sayılma ve kalite sınıflamasına tabi tutulduğunda en az bir tanesi uygun olmayan blok olarak kenara atılmaktadır. İşleme tesisine gelen 14 adet bloktan kesim aşamasında ve sonrasında bloklar içerisindeki yapısal özellikler veya insan faktörü sebebiyle 205 ton plaka elde edilirken geriye kalan 20 ton artık olarak çıkmaktadır. İşleme tesisinde kalibrasyon, cilalama ve boyutlandırma işlemleri sırasında ise, geriye kalan 185 tondan; 13 tonu kırılan fayans, 3 tonu sağlama uygulanan fayanslardan çıkan artıklar ve 10 tonu kesim artıkları olmak üzere toplam 26 ton kayıp olmaktadır. Nihai ürün haline gelen fayansların bir bina uygulamasında kullanıldığı düşünüldüğünde, geriye kalan 158 ton doğal taştan (kaplama malzemesi) yaklaşık 3910 m² kaplama yapılmaktadır. Uygulama sırasında yine bu miktarın % 1'i yanlış uygulama sonucunda kullanılamaz ürün olarak atılmaktadır.

Sonuç olarak, ülkemizde üretilen 1000 ton blok taştan yaklaşık 1900 m² kaplama malzemesi çıkarılırken, artıkların değerlendirilmesi ile 1000 ton üretimden 3910 m² kaplama malzemesi çıkarılabilmektedir.

BÖLÜM DÖRT

YER RADARI (JEORADAR - GPR)

VE UYGULAMALARI

4.1 Giriş

Yer radarı (GPR – Ground Penetrating Radar) yöntemi, yüzeye yakın yapıların araştırmalarında yüksek frekanslı elektromanyetik dalgaları kullanan bir jeofizik yöntemdir.

Son otuz yıl içerisinde elektronik endüstrisinde yaşanan olağanüstü gelişmeler, bir zamanlar zahmetli ve pahalı bir iş olan ışık hızı ölçümlerini son derece ucuz, kolay ve duyarlı bir şekilde dönüştürmüştür. 1970'li yıllarda milisaniye (10^{-3} s) duyarlılıkla yapılan zaman ölçümleri, 1980'li yıllarda mikro saniye (10^{-6} s), 1990'lı yıllarda ise nano saniye (10^{-9} s) duyarlığa kadar inmiştir. Elektronikteki bu gelişmelere paralel olarak, yeraltında ışık hızına yakın bir süratle hareket eden elektromanyetik dalgaların yolculuk sürelerinin nano saniye mertebesinde ölçülebilmesi, sığ jeofizik görüntüleme yöntemlerine önemli katkılarda bulunmuştur.

Yöntem özellikle sığ derinliklerde yüksek çözünürlülük sağladığından yeraltı jeolojisi ve heterojenliği hakkında detaylı bilgi vermektedir. Yer Radarı yönteminde yer içerisine yüksek frekanslı (10 MHz - 3 GHz) elektromanyetik enerji bir anten yardımıyla kısa zaman dilimleriyle gönderilir. Bu radar sinyalinin yayılımı ortamın elektrik ve manyetik özelliklerine bağlıdır.

4.2 Yer Radarı Yönteminin Uygulama Alanları

1960'lı yıllardan beri dünyada kullanılmakta olup ilk çalışmalarda buzul jeolojisi incelemelerinde, daha sonra jeoloji ve jeofizik ve madencilik alanlarında geniş kullanım alanı bulmuştur.

Genel olarak yer radarının kullanım alanlarından bazıları aşağıda verilmiştir:

- Zemin Etütleri: Yol, havaalanı, baraj, su kanalı, santral, yerleşim alanı zeminlerinin etütleri,
- Tünel Etütleri: Demiryolu, karayolu, su tünelleri, tüp geçitler, maden galerisi etütleri,
- Yapı Etütleri: Tavan, taban ve duvarların incelenmesi, restorasyon amaçlı etütler,
- Arkeojeofizik Etütler: Antik şehir, tapınak, mezar, duvar, temel, dehliz ve benzeri tarihi kalıntıların bulunması,
- Endüstriyel atık, sızıntı ve çevre kirlenmesinin araştırılması: Eski veya kaydı bulunmayan endüstriyel atık alanlarının tespiti, fabrika, akaryakıt istasyonu, su yolu vb. kaçak ve sızıntılarının belirlenmesi, çöp boşaltım alanlarının zemin etütleri,
- Eski veya kaydı bulunmayan şehir altyapılarının tespiti: Eski kanalizasyon, su yolu, kanal, boru, sığınak, elektrik ve telefon hatlarının tespiti,
- Adli ve Adli Tıp: Cezaevi firar tünellerinin tespiti, ceset ve toplu mezarların yerlerinin bulunması,
- Yeryüzü ve galerilerde maden etütleri: Yüze yakın madenlerin aranması ve rezerv geliştirme, galeri sürülerek yapılan maden (kömür) etütleri, göçük ve maden kazalarında ilk yardım amaçlı çalışmalar (<http://tr.wikipedia.org>).

GPR yöntemi başlıca yapısal araştırmalarda toprak stratigrafisinin ortaya çıkarılmasında (Davis and Annan, 1989), yüze yakın jeolojik birimlerin tespitinde (Kadioğlu, 2003), fay, kırık ve çatlakların haritalanmasında (Aldaş ve diğ., 2003; Alp ve diğ., 2003; Slater and Niemi, 2003; Green et al., 2003), yeraltı karstik boşluklarının aranmasında (Kadioğlu, 2004; Ulugergerli ve diğ., 2004), yeraltı su seviyesinin tespitinde (Bano et al., 2000; Dannowski and Yaramancı, 1999; Aspiron and Aigner, 1999; Harari, 1996, Benson, 1995), yüze yakın sıvı hidrokarbon aramalarında (Changryol et al., 2000) kullanılır. Bununla birlikte arkeolojik çalışmalarda tapınak, mezar, duvar, temel ve benzeri tarihi kalıntıların bulunmasında (Saka ve diğ., 2003; Cezar et al., 2001; Sambuelli, et al., 1999, Hruska and Fuchs, 1999), metalik

materyal arama çalışmalarında yeraltında gömülü boru, boru hattı, su veya akaryakıt tankı ve eski endüstriyel atık alanlarının tespitlerinde (Kadioğlu and Daniels, 2002; 2004), zemin araştırmalarında, tünel araştırmalarında karayolu, demiryolu, su tünelleri, tüp geçitler, maden galerileri içinde duvar cephelerinin sağlamlık tespitinde, galeri içinde bozunmuş zon ve cevher aramada, galeri ilerleme yönü tespitlerinde (Kadioğlu ve diğ., 2003; Cardelli, et al., 2002) ve yeraltındaki insan kalıntılarını aramada (Hammon III ve diğ., 2000) kullanılmaktadır (Kadioğlu, 2004).

4.3 Yer Radarı Yönteminin Çalışma Prensibi

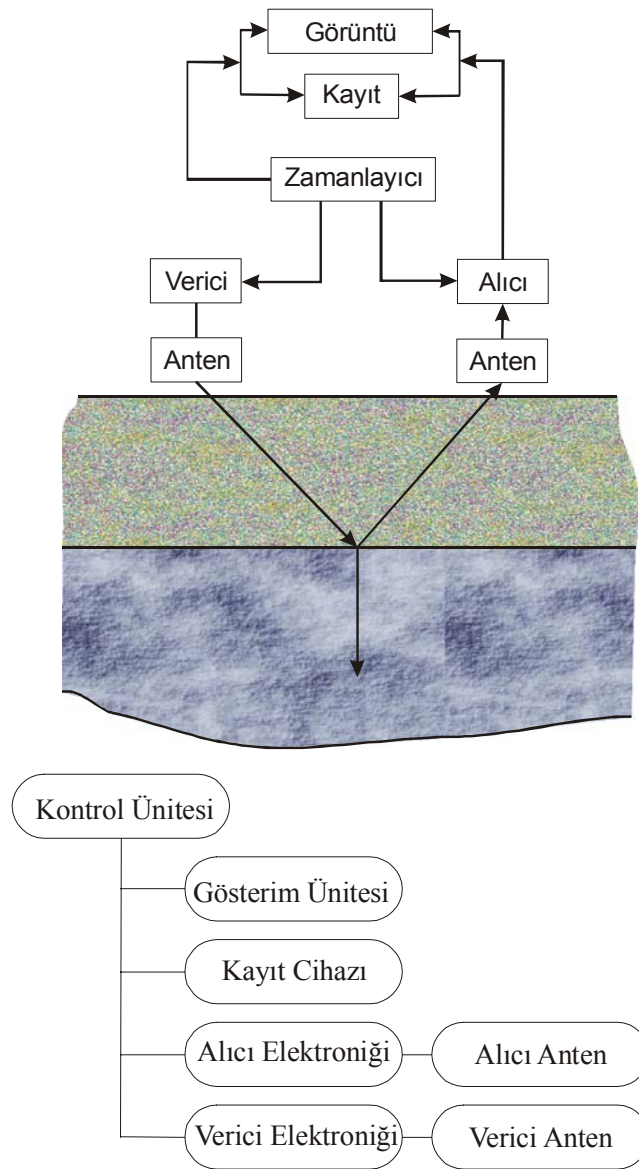
Yer radarı (GPR) yöntemi, yatay doğrultuda elektrik alan vektörü olan bir verici anten aracılığı ile yer içine gönderilen çok yüksek frekanslı elektromanyetik dalgaların ara yüzeylerden yansması ilkesine dayanmaktadır. Şekil 4.1’de yer radarı ölçüm sistemi şematik olarak verilmektedir.

Yer radarı sistemi, bir verici (transmitter), bir alıcı (receiver) antenler ve bir kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Sistemin çalışması, yere verici tarafından gönderilen elektromanyetik sinyalin yer içindeki süreksizliklerden yansarak alıcı tarafından algılandıktan sonra kontrol ünitesinde amplitüd titreşimi olarak kayıt edilmesine dayanmaktadır.

Elektromanyetik dalgalar ortamın kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre yayınırlar. Buna göre elektromanyetik dalgaların hızları, içinde yayıldıkları ortamın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Herhangi bir atom içinde yayılan radyo dalgalarının hızları, ışığın boşluktaki hızına ($c=0.3 \text{ m/ns}$), göreceli dielektrik sabitesine (ϵ_r) ve göreceli manyetik geçirgenliğe bağlıdır.

Fay hatları, kırık ve çatlaklar elektromanyetik sinyalin ortamdaki yayılım hızını değiştirdiğinden bu özellikler ve yerleri özellikle yüksek frekanslı yer radarı kesitlerinde belirlenebilmektedir. Yöntemde araştırma derinliği; uygulamada kullanılan sisteme ve frekansa, yer tabakalarının elektromanyetik enerjiyi soğurma ve ara yüzeylerinde yansıtma özelliğine bağlı olarak değişmektedir.

Penetrasyon derinliği ve radar sinyalinin çözünürlülük gücü iletilen dalganın frekansına bağlı olmaktadır. Kullanılan frekans hem penetrasyon derinliğini hem de çözünürlülüğu etkilemektedir. Araştırma derinliği ve çözünürlülük iletilen frekansın dışında araştırılan ortamdaki malzemenin dielektrik özelliklerine de bağlıdır. Genellikle ortamın düşük kayıplı ortam olması istenir. Kum ve granit gibi düşük iletkenlikli ortamlarda yer radarı dalgaları derinlere ulaşabilirken, kil, şeyl gibi iletken ortamlar iletilen sinyalin penetrasyon derinliğinin azalmasına ve soğurulmasına neden olmaktadır (Alp ve diğ., 2003).



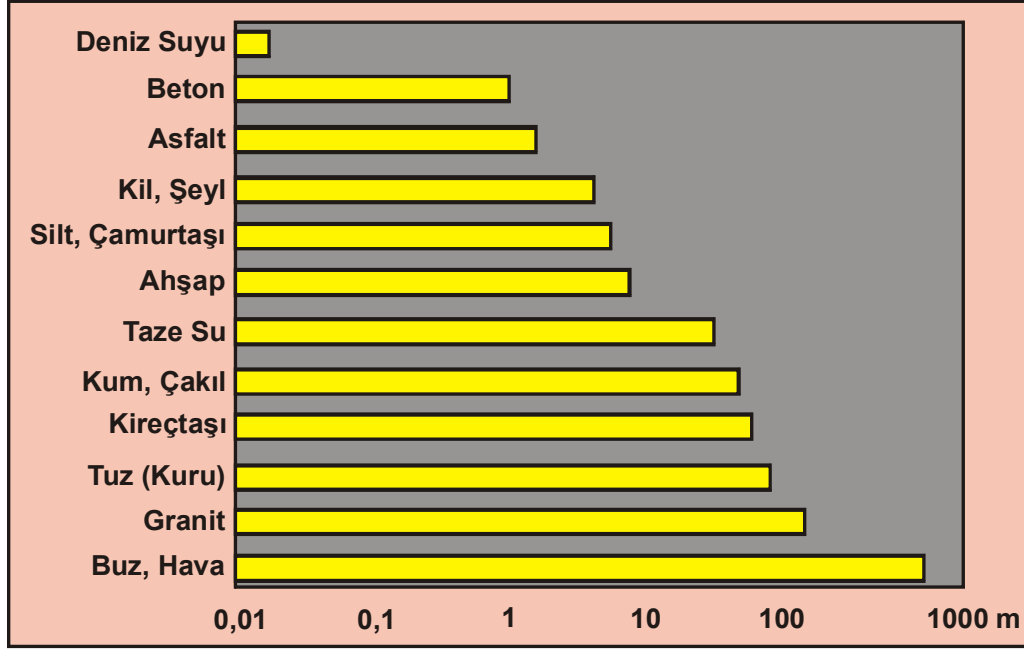
Şekil 4.1. Yer radarı ölçüm sistemi ve elemanları

Kontrol ünitesi sistemin en önemli parçası olup, radar sinyal üretimini ve zaman fonksiyonu olarak gelen sinyalleri kontrol etmektedir. Verici elektroniği, çok kısa bir süre yüksek voltajda bir sinyal üreterek; verici anten bu sinyalin yer içinde yayılmasını sağlamaktadır. Verici elektroniği ve verici anten çifti yayılan sinyalin frekansını ve şeklini belirlemektedir. Alıcı elektroniği ve alıcı anten, verici elektroniği ve antenin özelliklerine göre tanımlıdır. Yer içinden yansımış veya saçılmış sinyal anten aracılığı ile alıcı elektroniğine ulaştırılmaktadır. Amaç, zamanın bir fonksiyonu olarak gelen sinyalin genliğini ölçmektir. Kayıt ünitesi alıcı ünitesinden gelen sinyali kaydetmektedir. Gösterim ünitesi ise her bir kayıt noktasında elde edilen sinyalin kayıt ekranında anlık görüntülenmesini sağlamaktadır (Kadıoğlu, 2004).

Yer radarı yöntemi sismik yöntemden farklıdır. Sismik çalışmalarda yeraltına gönderilen akustik dalgalar, tabakaların akustik empedans farklarından oluşan yansımaya yüzeylerinden geri yansımaları sonucu kaydedilirken, georadar tekniği ile yeraltına gönderilen elektromanyetik dalgalar ortamların dielektrik sabitlerinin farklılık gösterdiği ara yüzlerden geri yansiyarak alıcılara ulaşmakta ve kaydedilmektedir. Sismik uygulamalarda akustik dalgaların sığ yeraltı katmanlarındaki gidiş-geliş zamanları onlarca mili saniye ile tanımlanırken, georadar uygulamalarındaki elektromanyetik dalga hareketinin aynı ortamdaki gidiş-geliş zamanı birkaç nano saniye ile ifade edilmektedir.

Ortamın dielektrik sabiti (K) elektromanyetik dalganın yayılma hızını belirlemektedir. Düşük dielektrik sabit yüksek yayılma hızına karşılık gelmektedir. Elektromanyetik dalganın ortam içerisinde yayılması esnasında ani bir dielektrik sabiti düşmesi meydana geldiğinde hızda ani bir artış ortaya çıkmakta, bu ortam değişikliği sınırı da bir yansımaya yüzeyi yarattığından ilerleyen dalganın bir kısmı (ara yüzeyin katsayısı oranında) geri dönerek alıcı antene ulaşmaktadır. Bu geri dönen sinyalin karakteri, yansımaya yüzeyine bağlı olarak yansımaya, kırılma veya saçılma olabilmektedir. Ortamın dielektrik sabiti arttığında ise elektromanyetik dalganın hızı azalmakta, karşılaştığı direnç nedeniyle kayba uğramaktadır. Dielektrik sabitinin arttığı ortamlar genelde su içeriğinin yüksek olduğu formasyonlar olup özellikle killi

seviyeler yer radarı araştırmaları için zor ortamlardır. Yer radarının çeşitli madde ve birimlere göre etki derinlikleri Şekil 4.2’de verilmektedir.



Şekil 4.2. Yer radarının çeşitli madde ve jeolojik birimlere göre etki derinliği

Yer radarının portatif tařınabilir olması, ćevreye herhangi olumsuz bir etki yapmaması, dięer jeofizik yontemlere göre ćok daha hızlı veri toplanabilmesi ve yuęsek ćozunuřluęlu yeraltı goruńtuřlemesini yapabilmesi yontemin en buyuęk avantajlarıdır.

GPR yontemini kısıtlayan durumlar ise; yuęsek iletken bir ortamda ćalıřamaması ve derinlikle ćozunuřluę derecesinin azalmasıdır. Radar penetrasyon derinlięi ve herhangi bir derinlikteki hedef nesnenin belirlenebilmesi o bultedeki toprak ozelliklerine baęlıdır. Toprak yuęsek iletkenlikli ise GPR yontemini etkisiz hale getirebilmektedir. Yontemin sonuę vermesi ićin aranan nesne ile ćevre birim arasında yeterli elektriksel kontrastın olması gerekmektedir. Radar verisi yorumlamaları oznel olup yorumcunun deneyimi ćok onemlidir (Kadioęlu, 2004).

4.4 Zond 12-e Yer Radarı ve Özellikleri

Zond-12e yer radarı, tek operatörlü taşınabilir bir ses yansımali yer altı radar cihazı olup; jeoteknik, jeoloji, maden, çevre vb. mühendislik branşlarında yapılan çalışmalarda ve tahribatsız (kazısız) yer altı görüntü alma ve ölçümleme yöntemlerinde kullanılmaktadır. Yer radarı ölçüm sistemi, kontrol ünitesi (Şekil 4.3) ve antenlerden (Şekil 4.4) oluşmakta olup cihazın teknik özellikleri aşağıda verilmektedir.

- Tek yada çift kanal özelliği
- 1-2000 nanosaniyeye kadar 1'er aralıklı olarak seçebilme imkanına olanak sağlayan ölçme zaman aralığı
- 115 kHz transmit (iletme) oranı
- Tek kanalı da 56, çift kanallı da 80 tarama /saniye tarama oranı
- Her taramada alınan ölçüm sayısı: 512
- 16 bit çözünürlük
- Kullanıcı tarafından seçilebilir filtreler
- Ethernet üzerinden PC'ye anlık veri transferi



Şekil 4.3. Yer radarı sistemi kontrol ünitesi



Aksesuarlar



38-75-150 anten grubu



100 MHz anten



300 MHz anten



500 MHz anten



750 MHz anten



1,5 GHz anten



2 GHz anten

Şekil 4.4. Yer radarı sistemi aksesuar ve antenleri

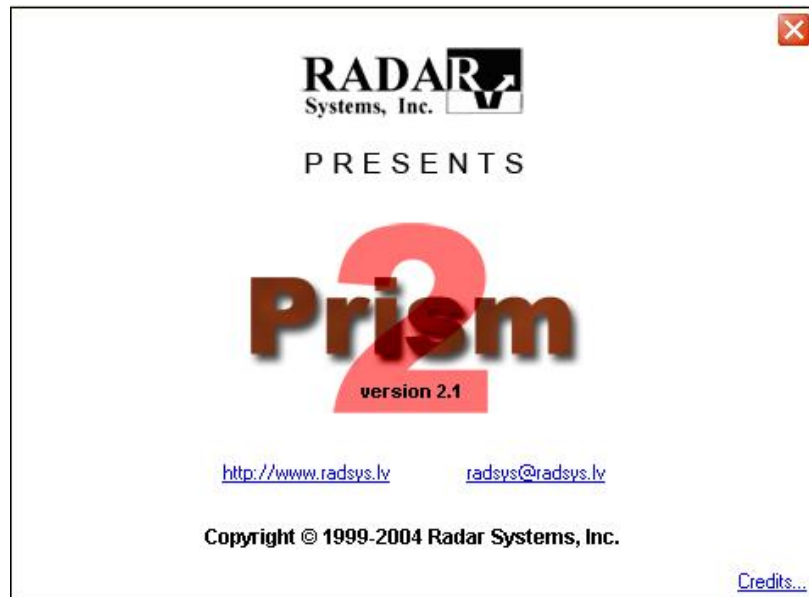
Görüntü alma işlemi esnasında operatör cihaz tarafından gönderilen radyo dalgalarının sonuçlarını anında ekranda görmekte ve aynı zamanda bu bilgiler daha sonra da kullanılabilir şekilde hafızaya kaydedilebilmektedir.

4.5 Yer Radarı Verilerinin Değerlendirilmesi

Yer radarı kayıtlarının bir takım veri-işlem aşamalarından geçirilmesi gerekmektedir. Arazide alınan yer radarı kayıtları üzerinde, bilgisayar ortamında belirgin aşamalardan geçirilerek çeşitli filtreleme ve proses programları kullanılarak son yığma kesitlerine ulaşılmaktadır.

Görüntü işleme, gerekli sinyallerin bulunması ve cızırtıların, karışıklıkların ve ilgi içermeyen sinyallerin engellenmesini kapsamaktadır. Bu yüzden, işlenmeden önce, sinyaller ve parazitler arasında farklılık yaratan parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir.

Çalışmalarda sahadan alınan yer radarı görüntüleri, *Prism 2 v. 2.1* programında genlik düzeltmesi, filtreleme, topoğrafya düzeltmesi v.b. işlemlerden geçirilerek derinliğe bağlı kırık, çatlak sistemlerinin durumu ve formasyon kalınlıkları belirlenmiştir. Şekil 4.5’de programın açılış görüntüsü görülmektedir.

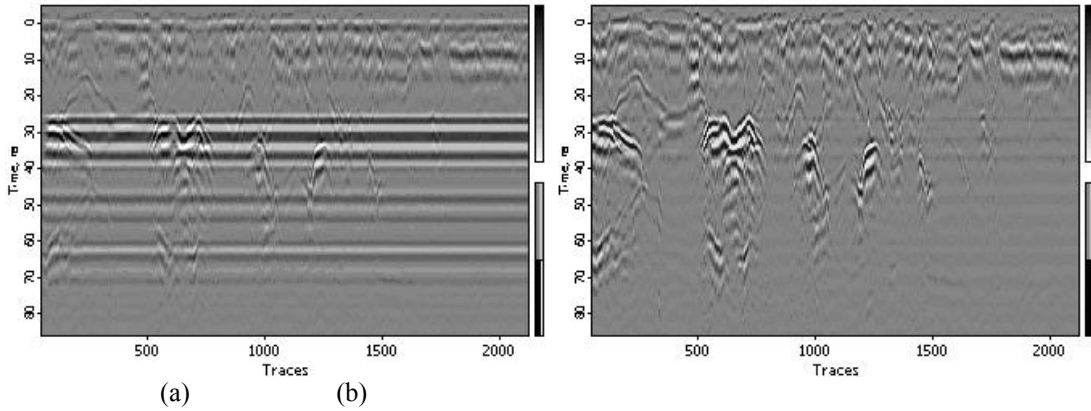


Şekil 4.5 Prism 2 programı açılış görüntüsü

Genel olarak kayıt edilen yer radar görüntülerinin işlenmesinde kullanılan parametreler aşağıda sırasıyla verilmektedir:

Arka plan kaldırma (Background Removal)

Bazı ölçüm durumlarında, sinyaller profilde yatay çizgiler olarak görünen ve şiddetiyle zaman pozisyonu hiç değişmeyen, gerçek yansıyan sinyallerin örtülmesine neden olabilecek “arka planlara” sahiptirler. Bu durumda bu prosedür arka plan gürültüsünün susturulmasını sağlamaktadır (Şekil 4.6). Algoritma şöyledir: toplam ve normalizasyon dışarı alınarak profil ortalama izi hesaplanmakta, bu da orijinal profilin her bir izinden çıkarılmaktadır. Direkt sondaj sinyallerinin çıkarılmasını önlemek için arka plan çıkarımının yapılacağı pencerenin uzunluğu belirlenebilir.



Şekil 4.6 Arka plan kaldırma fonksiyonu örnek görüntüsü (a) Orijinal görüntü (b) Sonuç

Yatay LP-filtresi (Horizontal Low Pass Filter)

Profil ile birlikte, antenin hareket yönüne doğru çalışan, düşük geçirici filtredir. Bu hızlı değişken sinyallerin engellenmesi ama yavaş değişken sinyallerin (örneğin katman sınırları) çıkarılması için tasarlanmıştır. Burada kullanılan algoritma belirgin bir penceredeki ortalama izin, pencerenin ortasında bulunan girdi profil izi yerine konulmasını sağlamaktadır. Sonuçta oluşan iz alınmakta ve uygun profil pozisyonlarında kaydedilmektedir.

Yatay HP-filtresi (Horizontal High Pass Filter)

Antenin hareket yönünde profille birlikte çalışan, yüksek geçirici filtredir. Profil dışı sinyallerin engellenmesi ve hızlı değişken sinyallerin (ör. küçük objeler, borular

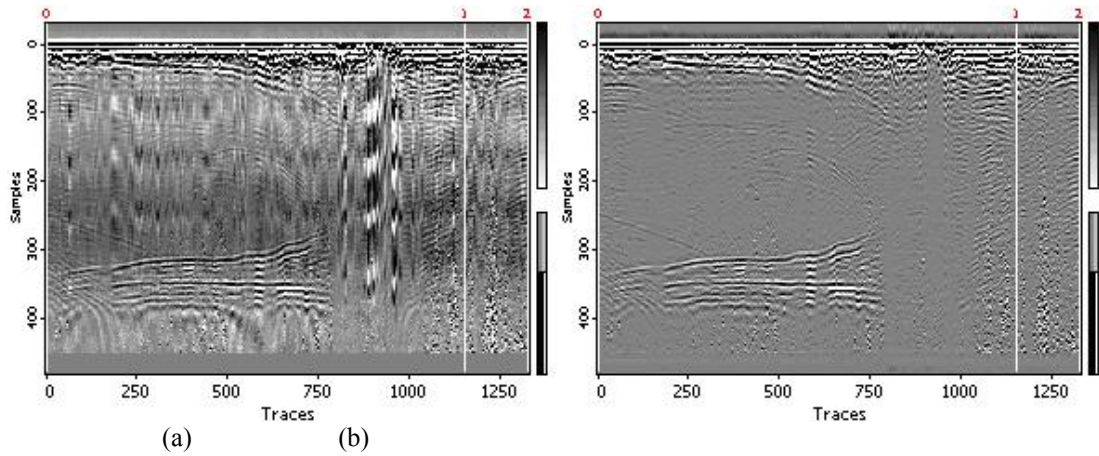
vs.) çıkarılması için kullanılmaktadır. Burada kullanılan algoritma belirgin bir penceredeki toplanma ve normalizasyondan oluşan izlerin, pencerenin ortasında bulunan çıktı profilinden çıkarılmasını sağlamaktadır. İz böylece uygun bir profilde kaydedilebilmektedir. Pencere genişliği bu prosedürde girdi parametresi olup, bu prosedürün direkt sondaj sinyallerinin çıkarılması istenmiyorsa, çıkarımın yapılacağı pencere yüksekliğinin belirtilmesi gerekmektedir.

Ormsby bant geçiricisi (Ormsby Bandpass)

Bant geçirici filtre izler üzerinde çalışmaktadır. Düşük frekanslı parazitlerin ve sinyallerin yüksek frekanslı parçalarının ayrılması için tasarlanmıştır. Burada kullanılan algoritma üç adımdan oluşmaktadır:

- Direkt FFT (Fast Fourier Transform, hızlı Fourier dönüşümü) ile zaman boyutunun frekans boyutuna çevrilmesi,
- İz spektrumunda yüksek frekanslı ve düşük frekanslı bileşiklerin engellenmesi,
- Frekans boyutundan zaman boyutuna geçiş için ters FFT uygulaması.

Bu prosedürün girdi parametreleri arasında frekans ekseninin düşük frekans ve yüksek frekans bölgelerinde engellenmesi/geçirilmesi bulunmaktadır. Filtrenin ismi frekans ekseninde belirlenen noktaların kosinüs ortalamalarına göre belirlenmektedir (Şekil 4.7).



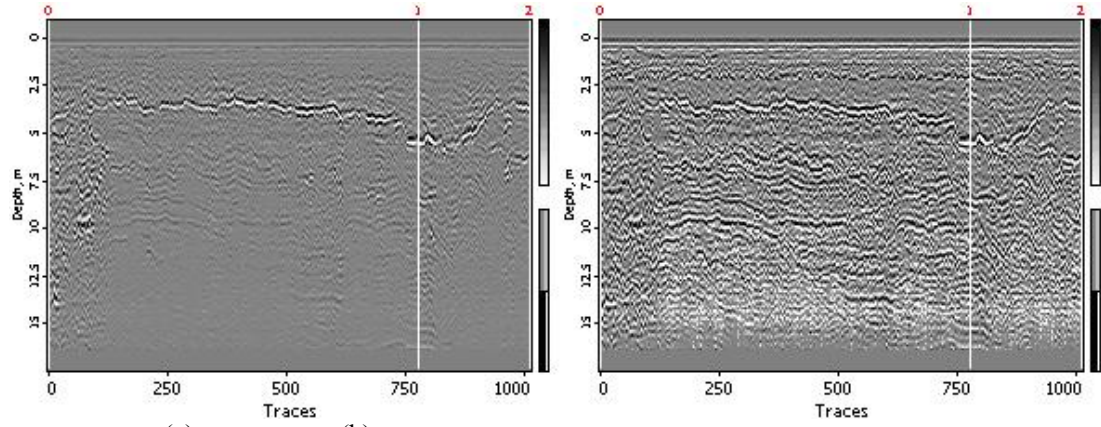
Şekil 4.7 Ormsby bant geçiricisi fonksiyonu örnek görüntüsü (a) Orijinal görüntü (b) Sonuç

Notch filtresi (Notch Filter)

Sinyallerin karışması ya da birbirini bozması durumunda düşük bant parazitlerini geniş bant sinyal arka planında engellemek için kullanılır. Burada kullanılan algoritma bant geçirici filtre algoritmasının tersidir.

AGC-Otomatik alım kontrolü (Automatic Gain Control)

Her ayrı iz için pencere genişliğinde otomatik sinyal alımı için ve bir izdeki tüm sinyalleri seviyelendirmek için kullanılmaktadır (Şekil 4.8).



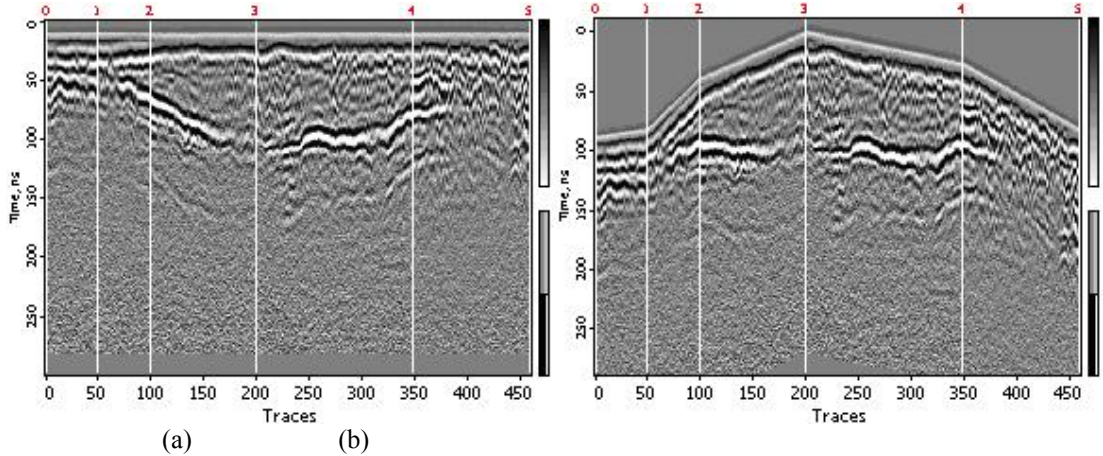
Şekil 4.8 Otomatik alım kontrol fonksiyonu örnek görüntüsü (a) Orijinal görüntü (b) Sonuç

Ters çevirme (Reverse)

Arkadan öne iz düzenlemesi yapmak için (yani son izin birinci iz olması, birincinin sonuncu olması vs) kullanılmaktadır. Bu özellik bir alandaki izler için ölçüm yapıldığında, ikincinin ters tarafa yapılabilmesi için faydalı olabilmektedir. Ölçüm verilerinin tutarlı analizi ve anlaşılması için, bu prosedürün her çift (ya da tek) profil için kullanılması gerekmektedir.

Topoğrafya (Topography)

Bir profilin ölçüm yerinin bulunması için kullanılan bir fonksiyondur (Şekil 4.9). Bu prosedürün girdi parametresi, işaretli noktanın rakımı (metre olarak) olmaktadır. Prosedürün hatasız uygulanması için, işaretlerin artan sayı şeklinde sıralanması gerekmektedir.



Şekil 4.9 Topoğrafya fonksiyonu örnek görüntüsü (a) Orijinal görüntü (b) Sonuç

X-ara değerlendirme (X-interpolation)

Bu fonksiyon, profildeki hareketten oluşan sarsılmanın etkisini kaldırmak ve dosyayı izler arasında belirlenmiş, sabit aralıklar ile yaratmak için kullanılmaktadır. Bunun için iki alternatif bulunmakta olup; birincisi koordinatları bilinen işaretlerle belirlenmiş profiller için, ikincisi ise genel alternatif teker ya da GPS ile pozisyon belirlemek içindir.

Moveout düzenleyici (Moveout Correction)

Sinyaller antenlerin ortasındaki bir noktadan yayınlanıyor ve alınıyormuş gibi bir modelde profilin yeniden kurulması işlemidir. Bu fonksiyon, ayrı iletim ve alım antenleri kullanımında oluşan, yükselen ama dikey olmayan mesafeler olduğunda direkt sinyalin iletim anteninden alım antenine gönderiminde oluşan sorunları ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır.

Zaman-derinlik çevirimi (Time-Depth Conversion)

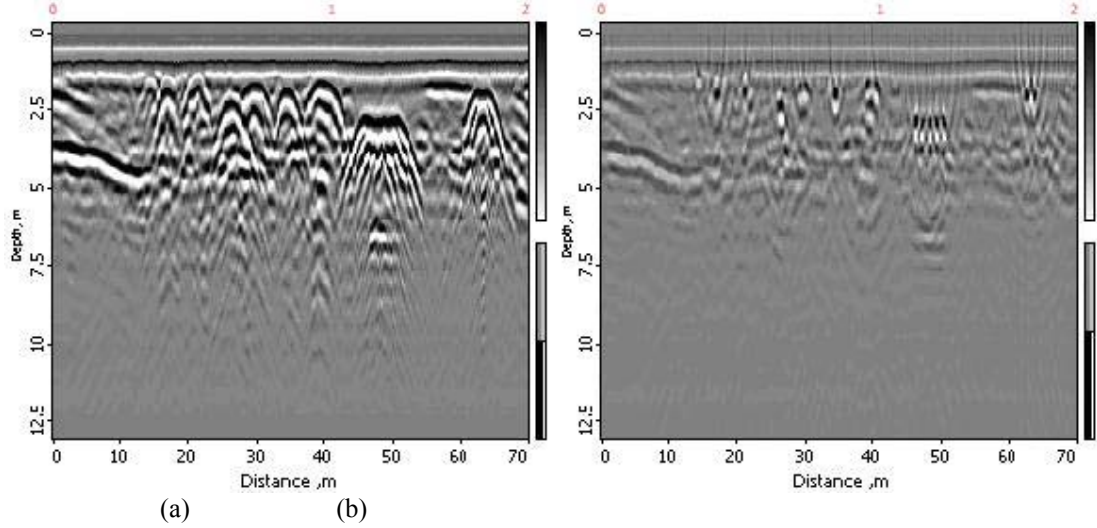
Başlangıç zaman profilini derinlik profiline çevirmek amacıyla kullanılan bir fonksiyondur. Belirlenmemiş alanlardaki profil kısımları, profil parametrelerinde belirlenmiş ortalama dielektrik geçirgenliğe uygun şekilde baştan yapılandırılabilir. Belirlenmemiş alanlardaki profil kısımları, profil parametrelerinde belirlenmiş ortalama dielektrik geçirgenliğe uygun şekilde baştan yapılandırılabilir.

Düzleştirme (Flattening)

İlk profilin düz yatay profile çevrilmesi için kullanılır.

Yerdeğişim (Migration)

Yer altı ara yüzü ve yerel cisimlerin radyolokasyon profiline göre tekrar yapılandırılmasını sağlayan fonksiyondur.



Şekil 4.10 Yerdeğişim fonksiyonu örnek görüntüsü (a) Orijinal görüntü (b) Sonuç

Zarf (Envelope)

Alınan görüntülerde, Hilbert dönüşümü ile edinilen ve iz boyunca çalışan bir sinyal zarfı olabilmektedir. Burada kullanılan algoritma dört devreden oluşur, bunlar: FHT (fast Hartley transform, hızlı Hartley dönüşümü) ile zaman boyutunun frekans boyutuna çevrilmesi, Hilbert dönüşümü, ters FHT ile zaman boyutuna dönüş, ve izin ilk ve Hilbert dönüşümünden geçmiş sinyallerinin karesi ve kökünün toplanmasının hesaplanması şeklindedir.

BÖLÜM BEŞ

MERMER SAHALARI İÇİN GELİŞTİRİLEN YÖNTEM VE MERMER BLOK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI

5.1 Giriş

Süreksizliklerle ilgili yapılan bütün çalışmalardaki temel amaç, kaya kütlelerinin üç boyutlu yeraltı geometrisinin ortaya çıkarılmasıdır. Yapılan yüzey gözlemleri ve alınan ölçüler yardımı ile yeraltı yapısı modellenmeye çalışılmakta ve mühendislik işlerinde kullanılacak parametreler elde edilmektedir. Bu çalışmalarda yüzey-yeraltı ilişkisinin de belirlenmesi gereklidir. Çünkü yüzeyde gözlenen süreksizliklerin dağılımı ile yeraltındaki dağılımı arasında farklılıklar gözlenmektedir.

Yüzeyde gerilim boşalması nedeniyle gelişmiş kırıklar, paralel/yarı paralel takımlar halinde görülen sistematik eklemler, gelişigüzel dağılan sistematik olmayan eklemler ve tabaka düzlemleri gibi süreksizliklerin hepsi mostrada gözlenmektedir. Yüzeyde gözlenen süreksizlikler, sonsuz bir devamlılığa sahip olmadığı için yeraltında belirli bir mesafe gidildikten sonra kaybolmakta olup, ölçümler mostra yüzeyinde gözlenebildiği mesafe ile sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle süreksizlik yüzey gözlemlerinin istatistiksel değerlendirilmesi ve üç boyutlu yeraltı geometrisinin araştırılması literatürde önemli bir yer tutmaktadır.

Bir süreksizliğin üç boyutlu geometrisi, süreksizliğin konumu (doğrultu-eğim) ile devamlılığına (yüzey ve yeraltında) bağlıdır. Süreksizlik sayısının birden fazla olması halinde yeraltı yapısının üç boyutlu geometrisinin belirlenmesinde süreksizlik aralığının da bilinmesine gereksinim vardır. Süreksizlik düzlemlerinin arakesitleri ile ortaya çıkacak kaya ortamın geometrik modeli, aynı zamanda blok boyutlarının da belirlenmesine yardımcı olacaktır.

Mermer sektöründe şu ana kadar kullanılan, mermer ocağından alınabilecek blok boyutunun ve rezervin hesabını takiben, fabrika çıkışı nihai ürün kademesinden

ihracata kadar olan süreçte hesaplama ve analiz yapan ticari bir bilgisayar programını mevcut değildir.

Bu amaçla, Visual Basic programlama dili kullanılarak Mermer Blok Analizi isimli program geliştirilmiştir. Geliştirilen program, mermer ocağının basamaklarında ve aynalarında yapılan arazi çalışmalarından (süreksizlik ölçümleri, GPR ölçümleri...), laboratuvar deneyleri sonuçlarına bağlı olarak üretilen blokların hangi amaçla (döşeme, kaplama) kullanılabilmesine ve ihracatta istenilen CE belgesinin uygunluğuna kadar bütün aşamaları içermektedir.

Visual Basic, Microsoft tarafından geliştirilmiş modern bir programlama ortamıdır. Visual Basic, bir programın yazılıp çalıştırılmasından öte, program geliştirmek için çok sayıda araca sahip olması; kullanıcı ara biriminin tasarlanması, hataların giderilmesi, veritabanı yaratılması gibi gelişmiş özelliklere sahiptir. Visual Basic, içinde uygulamanın temel yapı taşı olan form ve denetimleri görsel olarak tasarlanabilen grafik bir ortam sunan nesne tabanlı programlama teknolojisidir.

Nesne tabanlı terimi, değişik anlamlar taşımakla birlikte sağladığı standartlarla bileşen programlamasını kolaylaştırmaktadır. Visual Basic içinde çok sayıda nesne hazır olarak bulunur. Visual Basic'te form nesnesi bir arabirim sunan bütün uygulamaların temelidir. Nesne tabanlı programlama dillerinde nesnelerin özellikleri ve üzerinde uygulanan olaylar ile gelişmiş programlar hazırlanabilmektedir.

5.2 Geliştirilen Sınıflama Yönteminde Kullanılan Parametreler, Tanımlamalar ve Puanlamalar

Bugüne kadar bilim adamları tarafından geliştirilmiş kaya kütle sınıflama sistemlerine bakıldığında, genel olarak hepsinde kayacın içerdiği yapısal özellikler göz önüne alınarak bir değerlendirme yapılmaktadır. Mermer işletmeciliğinde esas olan blok boyutu parametresi, sınıflandırma sistemlerinde sadece MBR (Modifiye Temel Kaya Kütle Sınıflaması) ve RMI sınıflama sistemlerinde ele alınmıştır (Tablo 5.1).

MBR sınıflama sisteminde, eklem set sayısı ve eklem uzunluğu parametreleri değerlendirmeye dahil edilmemiştir. Eklem set sayısı ve eklem uzunluğu, mermer işletmeciliğinde alınabilecek blok hacmini belirleyen en önemli parametrelerdendir. Dolayısıyla tez kapsamında geliştirilen sınıflama yönteminde, MBR sınıflama sistemi değil, eklem set sayısı ve eklem uzunluğu faktörlerini de içeren RMI (Kaya Kütle İndeksi) sınıflama sistemi temel olarak alınmıştır.

Palmström tarafından Tünel ve yeraltı yapılarının destek dizaynı için geliştirilen RMI (Kaya Kütle İndeksi) sınıflama sistemindeki blok hacmi (V_b) ve hacimsel eklem sayısı (J_v) değerleri ile ISRM (1981) tarafından tanımlanan süreksizlik aralığı, devamlılığı ve hacimsel eklem sayısı değerleri mermer madenciliğine uyarlanarak yeni tanımlama ve puanlama yöntemi oluşturulmuştur.

Tablo 5.1 MBR ve RMI sınıflama sistemlerinde kullanılan sayısal parametreler

| Parametreler | MBR | RMI |
|-------------------------|------------|------------|
| Blok Boyutu | X | X |
| Blok eklem oryantasyonu | X | X |
| Eklem set sayısı | - | X |
| Eklem uzunluğu | - | X |
| Eklem aralığı | X | X |
| Eklem dayanımı | X | X |
| Kaya tipi | - | - |
| Gerilme durumu | X | - |
| Su durumu | X | - |
| Sağlam kayanın dayanımı | X | X |
| Patlatma hasarı | X | - |

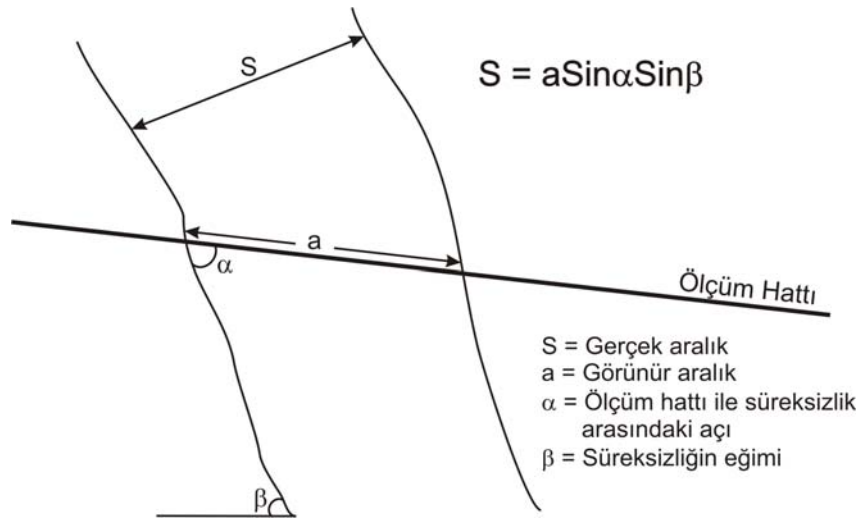
Blok boyutunun belirlenmesinde yeni bir sınıflama yönteminin geliştirilmesine yönelik yapılan bu çalışmada, süreksizlik aralığı, süreksizliklerin devamlılığı ve hacimsel eklem sayısı parametreleri kullanılmıştır.

Sahadan ölçümler sonucunda elde edilen süreksizlik aralığı, süreksizliklerin devamlılığı ve hacimsel eklem sayısı verileri, belirli değer aralıklarında puanlamaya

tabii tutulmuştur. Puanlamalar, önceki çalışmacılar tarafından yapılan arazi çalışmalarının verileri ile tez kapsamında çalışmaları yapılmış arazilerdeki jeolojik verilerin değerlendirilmesi sonucunda belirlenen değer aralıklarına göre yapılmıştır.

5.2.1 Süreksizlik Aralığı Değerlerine Göre Değerlendirme ve Puanlama

Süreksizlik aralığı, komşu konumlu iki süreksizlik veya birbirine paralel yönde gelişmiş süreksizlikler arasındaki dik mesafe olarak tanımlanmaktadır. Ölçüm hattı boyunca karşılaşılan süreksizlikler arası mesafe “Görünür Aralık”; birbirine paralel yönde gelişmiş süreksizlikler arası dik mesafe ise “Gerçek Aralık” olarak bilinmektedir. Ancak doğada, süreksizliklerin birbirlerine tam paralel şekilde konumlanması nadir olduğu için ve şerit metre ile ölçümde tam diklik sağlanamadığından süreksizlik aralığı ölçümleri ölçüm hattı boyunca ölçüm hattını kesen süreksizlikler arası mesafe (görünür aralık) olarak alınmıştır.



Şekil 5.1 Gerçek süreksizlik aralığı hesaplama örneği

ISRM (1981) tarafından süreksizlik aralık değerlerine göre tanımlama ölçütleri Tablo 5.2’de verilmektedir.

Tablo 5.2 Süreksizlik aralığının tanımlama ölçütleri (ISRM, 1981)

| Aralık (mm) | Tanımlama |
|-------------|-------------------------------|
| <20 | Çok dar aralıklı |
| 20-60 | Dar aralıklı |
| 60-200 | Yakın aralıklı |
| 200-600 | Orta derecede aralıklı |
| 600-2000 | Geniş aralıklı |
| 2000-6000 | Çok geniş aralıklı |
| >6000 | İleri derecede geniş aralıklı |

Tez kapsamında yapılan arazi çalışmalarında, ölçüm hattı ile süreksizlik arasındaki açı ve süreksizlik eğiminden yukarıdaki formül kullanılarak süreksizlikler arasındaki gerçek süreksizlik aralıkları hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda ISRM tarafından yapılan tanımlamalar mermer ocaklarına uyarlanmış olup, süreksizlik aralık değerleri ve bu değerlere karşılık yapılan tanımlama ve puanlar Tablo 5.3'de verilmektedir.

Tablo 5.3 Mermer ocaklarına uyarlanan süreksizlik aralığı değerlerine göre tanımlama ve puanlar

| Aralık (m) | Tanımlama | Puan |
|------------|--------------------------------|------|
| < 0,3 | çok dar aralıklı (parçalanmış) | 0 |
| 0,3 - 1,0 | yakın aralıklı (çok kırıklı) | 2 |
| 1,0 - 2,0 | orta derece aralıklı (kırıklı) | 4 |
| 2,0 - 5,0 | geniş aralıklı (az kırıklı) | 6 |
| > 5,0 | çok geniş aralıklı (masif) | 8 |

5.2.2 Süreksizliklerin Devamlılığına Göre Değerlendirme ve Puanlama

Süreksizliklerin devamlılığı, mostradan veya basamak aynasından şerit metre yardımı ile ölçülmektedir. Süreksizliklerin başlangıç ve bitiş noktalarının belirlenmesi devamlılığın ölçülmesinde önemli olup, çoğunlukla süreksizliklerin her iki ucunun da ölçüm yapılacak bölgede belirlenmesi mümkün olmamaktadır.

Devamlılığı ölçülecek olan her bir süreksizliğin uçlarının basamak aynasında veya mostrada devam edip etmediği belirlenmelidir. Devamlılığın tespitinde, süreksizliğin

varsa alt veya üst kademelerden takibinin yapılması gerekmektedir. Yüksek devamlılık gösteren süreksizliklerin yeraltındaki konumu ve devamlılığı GPR yöntemi kullanılarak belirlenebilmektedir. Süreksizliklerin devamlılığına yönelik ISRM (1981) tarafından yapılan tanımlama ölçütleri Tablo 5.4’de verilmektedir. Palmström (1995) tarafından eklem boyutu ve süreklilik faktörüne ilişkin tanımlamalar Tablo 5.5’de verilmektedir.

Tablo 5.4 Süreksizliklerin devamlılığını tanımlama ölçütleri (ISRM, 1981)

| Tanımlama | Süreksizlik izinin uzunluğu |
|-------------------------|-----------------------------|
| Çok düşük devamlılık | < 1 m. |
| Düşük derece devamlılık | 1-3 m. |
| Orta derece devamlılık | 3-10 m. |
| Yüksek devamlılık | 10-20 m. |
| Çok yüksek devamlılık | >20 m. |

Tablo 5.5 Eklem boyutu ve süreklilik faktörü (jL) (Palmström,1995)

| EKLEM UZUNLUĞU | TERİM VE TİP | | jL ORANI | |
|----------------|----------------|--------------------------------|------------------|-------------------|
| | | | Sürekli eklemler | Süreksiz eklemler |
| < 1 m | çok kısa | yataklanma/foliasyon kısımları | 3 | 6 |
| 0.1-1.0 m | kısa/küçük | eklem | 2 | 4 |
| 1-10 m | orta | eklem | 1 | 2 |
| 10-30 m | uzun/geniş | yataklanma/foliasyon kısımları | 0.75 | 1.5 |
| > 30 m | çok uzun/geniş | dolgulu eklem ve ya damar | 0.5 | 1 |

Mermer ocaklarında mevcut üretim basamaklarının aynasından veya mostradan şerit metre yardımıyla belirlenen süreksizliklerin devamlılıkları değerlendirilmiştir. Değerlendirmelere göre, süreksizliklerin devamlılığına yönelik ölçütler mermer ocakları için yeniden tanımlanmıştır. Devamlılık değerlerine karşılık gelen tanımlama ve puanlar Tablo 5.6’da verilmektedir.

Tablo 5.6 Mermer ocaklarına uyarlanan devamlılık değerlerine göre tanımlama ve puanlar

| İz uzunluğu (m) | Tanımlama | Puan |
|-----------------|---------------------------|------|
| < 1,0 | çok düşük devamlılık | 10 |
| 1,0 - 3,0 | düşük derecede devamlılık | 8 |
| 3,0 - 7,0 | orta derecede devamlılık | 6 |
| 7,0 - 10,0 | yüksek devamlılık | 4 |
| 10,0 - 20,0 | çok yüksek devamlılık | 2 |
| > 20,0 | aşırı yüksek devamlılık | 0 |

5.2.3 Hacimsel Eklem Sayısına Göre Değerlendirme ve Puanlama

Hacimsel eklem sayısı (J_v), birim hacimdeki bir kaya kütleğinde gözlenen süreksizliklerin toplamıdır. Bu parametrenin tayininde rastgele gelişmiş süreksizlikler de dikkate alınabilir ve J_v 'yi önemli ölçüde etkilememektedir. Bu konuda elde edilen deneyimler, ölçüm hattı uzunluklarının 5-10 m arasında seçilebileceğini göstermiştir (Palmström, 1996). Hacimsel eklem sayısı değerlerine göre ISRM (1981) tarafından yapılan tanımlamalar Tablo 5.7'de verilmektedir.

Tablo 5.7 Hacimsel eklem sayısına (J_v) göre blok boyutu tanımlaması (ISRM,1981)

| Tanım | J_v (eklem /m ³) |
|---------------------------|--------------------------------|
| Çok geniş bloklar | < 1 |
| Geniş bloklar | 1 – 3 |
| Orta büyüklükteki bloklar | 3 – 10 |
| Küçük bloklar | 10 – 30 |
| Çok küçük bloklar | > 30 |

ISRM (1981) ve Palmström (1995) tarafından hacimsel eklem sayısına göre yapılan tanımlamalar, tez kapsamında yapılan jeoteknik çalışmalar sonucunda yeniden tanımlanmış ve puanlamaya tabi tutulmuştur. Tablo 5.8'de mermer ocakları için hacimsel eklem sayısına göre yeniden yapılan tanımlamalar ve puanlar verilmektedir.

Tablo 5.8 Hacimsel eklem sayısı değerlerine göre puanlamalar

| J_v | Tanımlama | Puan |
|----------------------|----------------------|-------------|
| < 1,5 | Masif bloklar | 10 |
| 1,5 - 1,8 | Çok Geniş bloklar | 8 |
| 1,8 - 2,2 | Geniş bloklar | 6 |
| 2,2 - 2,6 | Orta boyutlu bloklar | 4 |
| 2,6 - 3,0 | Küçük bloklar | 2 |
| > 3,0 | Çok küçük bloklar | 0 |

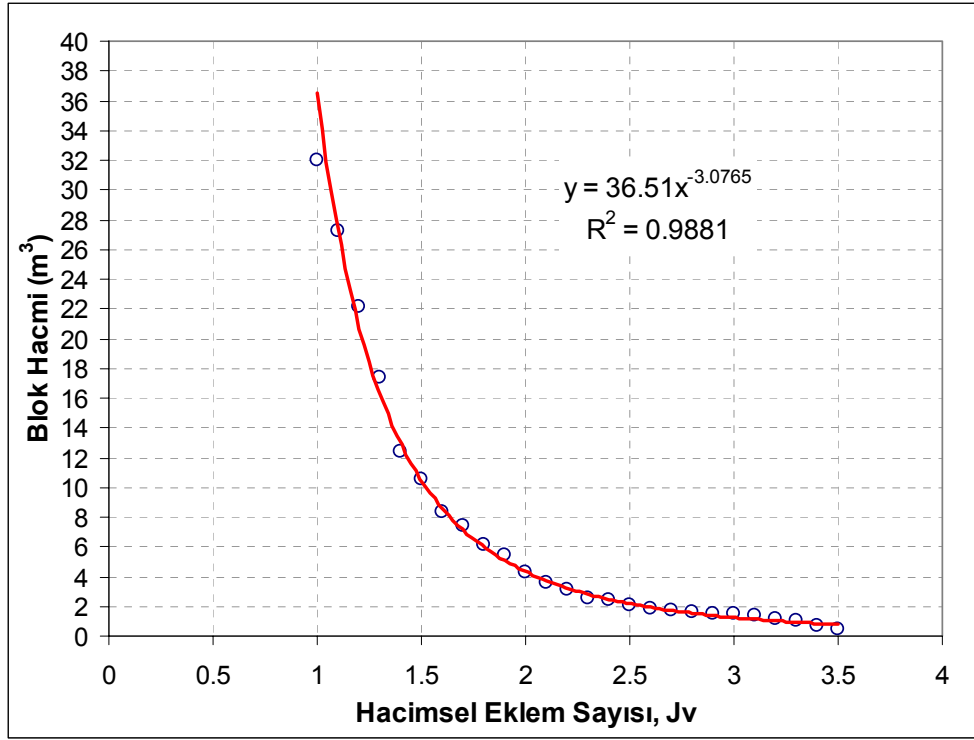
5.2.4 Hacimsel Eklem Sayısı ile Blok Hacminin İlişkilendirilmesi

Tez kapsamında mermer sahalarında yapılan jeoteknik çalışmalar sonucunda elde edilen süreksizlik özellikleri değerlendirilerek hacimsel eklem sayısı değerleri belirlenmiştir. İşletmelerden alınan blok boyutları ile işletme basamaklarında belirlenen hacimsel eklem sayıları karşılaştırılarak, her bir hacimsel eklem sayısı değerine karşılık gelen blok hacim değerleri belirlenmiştir. Hacimsel eklem sayısı değerlerine karşılık gelen blok hacimleri Tablo 5.9’da verilmektedir.

Tablo 5.9 Hacimsel eklem sayısına karşılık gelen blok hacimleri

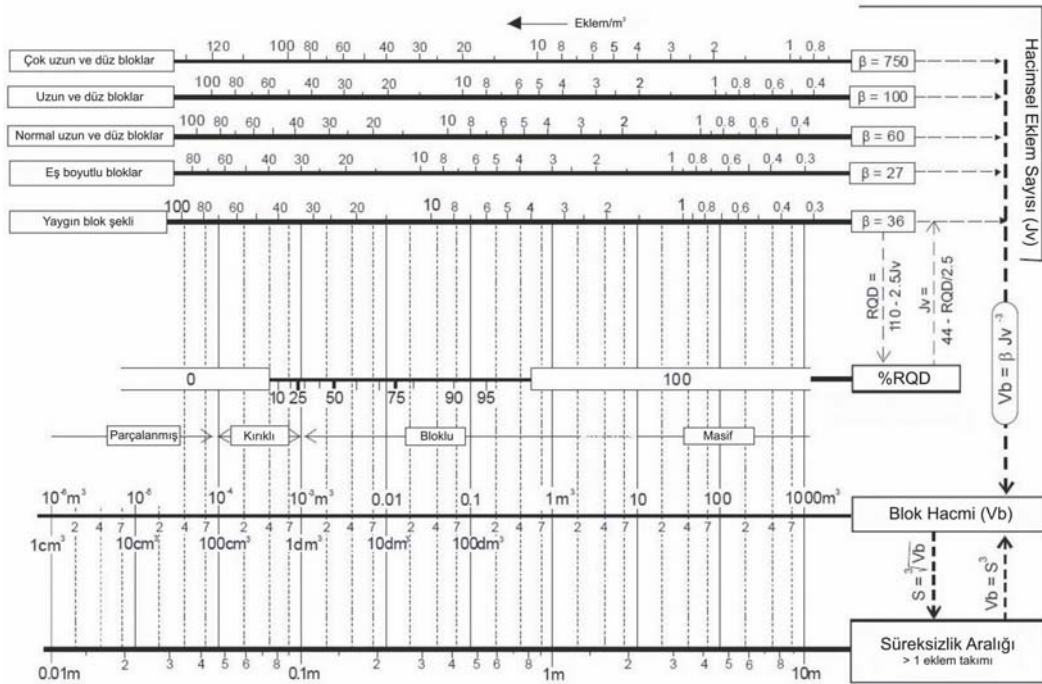
| Hacimsel Eklem Sayısı, J_v eklem/m³ | Blok Hacmi, V_b m³ | Hacimsel Eklem Sayısı, J_v eklem/m³ | Blok Hacmi, V_b m³ |
|---|--|---|--|
| 1,0 | 32,00 | 2,3 | 2,60 |
| 1,1 | 27,20 | 2,4 | 2,40 |
| 1,2 | 22,10 | 2,5 | 2,10 |
| 1,3 | 17,40 | 2,6 | 1,90 |
| 1,4 | 12,40 | 2,7 | 1,75 |
| 1,5 | 10,50 | 2,8 | 1,65 |
| 1,6 | 8,40 | 2,9 | 1,54 |
| 1,7 | 7,40 | 3,0 | 1,48 |
| 1,8 | 6,20 | 3,1 | 1,36 |
| 1,9 | 5,50 | 3,2 | 1,20 |
| 2,0 | 4,25 | 3,3 | 1,00 |
| 2,1 | 3,60 | 3,4 | 0,70 |
| 2,2 | 3,10 | 3,5 | 0,50 |

Jeoteknik saha çalışmalarından elde edilen verilere göre, hacimsel eklem sayısına karşılık gelen blok hacmi değerleri Şekil 5.2’de grafiksel olarak verilmektedir.



Şekil 5.2 Hacimsel eklem sayısı-blok hacmi grafiği

Palmström (2000) tarafından yapılan çalışmalarda; blok hacmi, hacimsel eklem sayısı, %RQD ve süreksizlik aralığı değerleri arasındaki ilişki ortaya konulmuştur (Şekil 5.3).



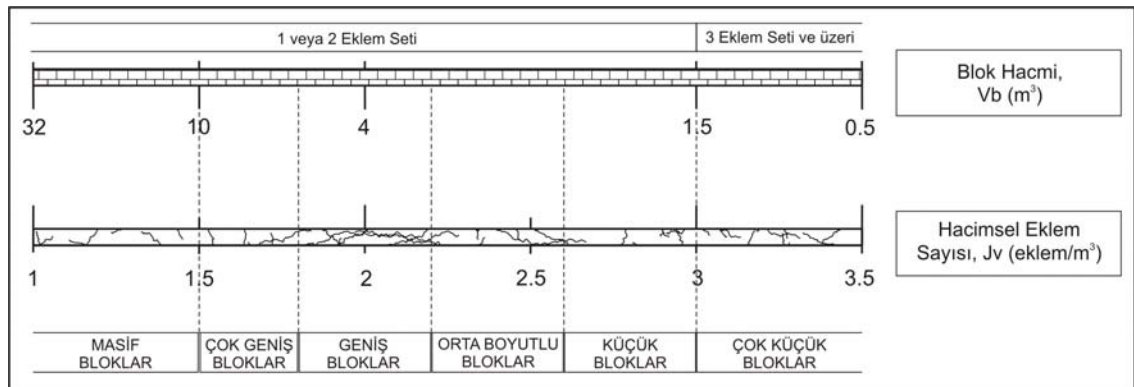
Şekil 5.3 Hacimsel eklem sayısı, %RQD değeri ve blok hacmi arasındaki ilişki (Palmström, 2000)

%RQD değeri, 10 cm ve 10 cm'den büyük alınan sağlam karot uzunluğu toplamının, toplam ilerleme uzunluğuna oranı şeklinde tanımlanmaktadır (Deere ve diğ., 1967). Karotlu sondajlar ile süreksizlik özelliklerinin (devamlılık, aralık...vb) ortaya konulması ancak sık aralıklarla bir çok sondaj yapılmasını gerektirir ki bu da yüksek maliyetli bir işlemdir. Yapılan sondajların da yönlü olarak yapılması ve titizlikle çalışılması gerekmektedir.

Mermer sahalarında yapılan karotlu sondajlarda 10 cm'den büyük karot alınabilir ancak bu, sahadan blok alınabilir anlamına gelmemektedir. Dolayısıyla, mermer sahalarında yapılacak karotlu sondajlardan süreksizliklere göre blok boyutunun belirlenmesi yanıltıcı olacaktır.

Mermer sahalarından alınabilecek blok hacimleri en az 1 m³ ün üzerinde olması gerektiği için, Şekil 5.3'de %RQD değeri 100 olduğunda, blok hacmi 1 m³ ün altında kalmaktadır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, mermer sahalarından alınabilecek blok boyutlarını belirleme de %RQD değerinin önemini olmadığı; sahanın genelinde bulunan süreksizlik ve süreksizlik takımlarının yapılan karotlu sondaj ile ortaya konulamayacağı belirlenmiştir. Bu nedenlerden dolayı, %RQD değeri, tez kapsamında yapılan hesaplamalara dahil edilmemiştir.

Şekil 5.3'deki skala, tez kapsamında yapılan bütün saha çalışmaları sonucunda yeniden düzenlenerek, mermer madenciliği için hacimsel eklem sayısı-blok hacmi ilişkisini ortaya koyan bir skala geliştirilmiştir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Hacimsel eklem sayısı-blok hacmi arasındaki ilişki

5.3 Mermer Blok Analizi (MBA) Bilgisayar Programı

Çalışmalar kapsamında, öncelikle mermer ocaklarından blok boyutlarını ve üretimi etkileyen parametrelerin belirlenmesini takiben, ihracat aşamasına kadar geçen süreçte yapılması gereken hesaplamalar ve analizleri içermesi sebebiyle geliştirilen programa “Mermer Blok Analizi (MBA)” adı verilmiştir. Şekil 5.5’de programın açılış görüntüsü verilmektedir. Program Türkçe ve İngilizce olarak hazırlanmıştır.



Şekil 5.5 Mermer Blok Analizi (MBA) programının açılış görüntüsü

Yazılan programda, sahadan elde edilen jeolojik verilere ve laboratuvar deneylerine bağlı olarak yapılan hesaplamaların konu başlıkları Tablo 5.10’da verilmektedir.

Programın açılıştan sonraki görüntüsünün üst paneline, sahasında çalışma yapılan firma, çalışılan basamak, tarih, taşın ticari ismi, taşın cinsi (gerçek mermer, kireçtaşı, traverten) ve üretildiği bölge bilgileri girilmektedir (Şekil 5.6).

| | | | |
|---------------------|----------------------------|-------------------|------------|
| Firma Adı: | Turek Mermer San. Ltd. Şti | | |
| Çalışılan Kademe: | 1 | Ticari Adı: | Casablanca |
| Tarih: | 07.10.2008 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 3 | Üretildiği Bölge: | Eskişehir |

Şekil 5.6 Mermer Blok Analizi (MBA) programının üst paneli

Tablo 5.10 Yazılan programda yer alan ana başlıklar, saha verileri ve hesaplanan değerler

| Program Alt Menüleri | Saha Verileri ve Hesaplanan Değerler |
|------------------------------|---|
| 1. Jeolojik saha çalışmaları | Ölçüm hattı uzunluğu Süreksizlik sayısı Görünür süreksizlik aralığı Ölçüm hattı ile süreksizlik arasındaki açı Süreksizliklerin devamlılığı Eğim yönü Eğim |
| 2. Hacimsel eklem sayısı | Minimum hacimsel eklem sayısı Maksimum hacimsel eklem sayısı Ortalama hacimsel eklem sayısı Ortalama gerçek süreksizlik aralığı Birbirini kesen süreksizlik setlerinin sayısı Tabakalanma varlığı Fay varlığı |
| 3. Blok Özellikleri | Blok tanımı Alınabilecek minimum blok hacmi Alınabilecek maksimum blok hacmi İşletme yönü |
| 4. Yer Radarı Ölçümleri | Yer radarı kesit hattı sayısı Kesit hatları arası mesafe Kesit hattı uzunluğu Ortalama süreksizlik aralığı Tabaka kalınlığı |
| 5. Rezerv ve Nihai Ürün | Görünür rezerv (m ³) Görünür rezerv (ton) Nihai ürün (m ²) |
| 6. Testler ve Uygulamalar | Dekorasyon, süs ve duvar kaplama malzemesi Döşeme ve zemin kaplama malzemesi CE belgesi |

5.3.1 Jeolojik Saha Çalışmaları Menüsü

MBA programı Jeolojik Saha Çalışmaları menüsünde, bir mermer ocağı aynasında veya mostrada yapılan süreksizlik ölçümleri sonucunda elde edilen verilerin programa aktarılması işlemi gerçekleştirilmektedir.

The screenshot shows the 'MBA - Mermer Blok Analizi' software window. The top section contains a form with the following fields:

- Firma Adı: Turek Mermer San. Ltd. Şti
- Çalışılan Kademe: 1
- Tarih: 07.10.2008
- Ölçüm Hattı Sayısı: 3
- Ticari Adı: Casablanca
- Petrografik Adı: Kireçtaşı
- Üretildiği Bölge: Eskişehir

The main interface is divided into three tabs: 'Yer Radar Ölçümleri', 'Rezerv ve Nihai Ürün', and 'Testler ve Uygulamalar'. The 'Jeolojik Saha Çalışmaları' tab is active, showing a sub-tab 'Hacimsel Eklem Sayısı'. The 'Ölçüm Hattı No' is set to 1, 'Süreksizlik Sayısı' is 9, and 'Ölçüm Hattı Uzunluğu' is 10.26. The 'Dosyadan Aç' dropdown is set to 'input'.

The data table below shows the following measurements:

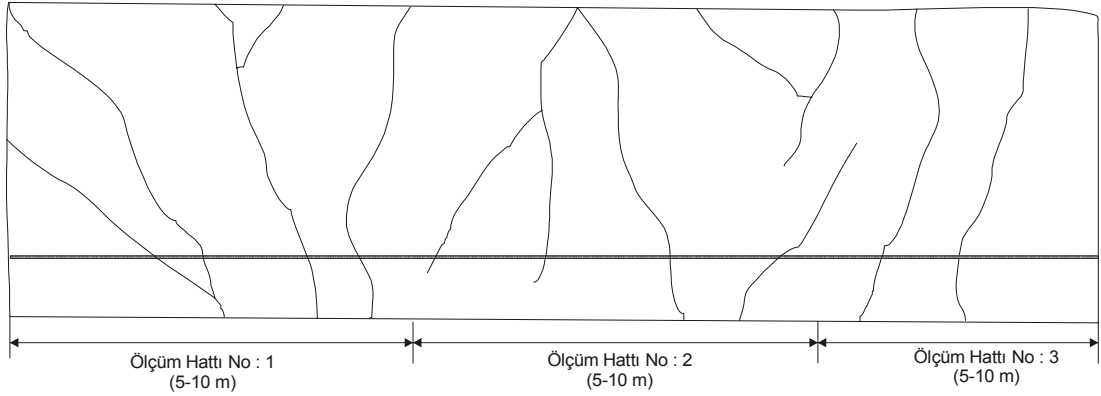
| | Görünür Süreksizlik Aralığı (m) | Ölçüm Hattı ile Süreksizlik Arasındaki Aç | Süreksizliklerin Devamlılığı (m) | Eğim Yönü | Eğim |
|---|---------------------------------|---|----------------------------------|-----------|------|
| 1 | 3.079 | 80 | 9.67 | 342 | 80 |
| 2 | 1.546 | 65 | 9.1 | 354 | 65 |
| 3 | 0.437 | 85 | 4.87 | 338 | 85 |
| 4 | 0.378 | 72 | 2.52 | 346 | 72 |
| 5 | 1.256 | 82 | 8.46 | 334 | 82 |
| 6 | 0.577 | 82 | 7.32 | 130 | 82 |
| 7 | 1.343 | 75 | 6.87 | 120 | 75 |
| 8 | 0.33 | 86 | 6.7 | 106 | 86 |
| 9 | 0.771 | 85 | 8.22 | 126 | 85 |
| * | | | | | |

Şekil 5.7 MBA programı Jeolojik Saha Çalışmaları menüsü

Bu menüde işletme basamağından ölçülen görünür süreksizlik aralığı, ölçüm hattı ile süreksizlik arasındaki açı, devamlılık, eğim yönü ve eğim değerlerinin programa veri olarak girişi opsiyonel olup; veriler programa direkt girilebileceği gibi, bilgisayarda kayıtlı olan bir Microsoft Excel veya Microsoft Access dosyasından da veriler okutturulabilmektedir.

Jeolojik saha çalışmaları menüsünde yer alan bilgiler aşağıda detayları ile verilmektedir.

Ölçüm Hattı No : Çalışma öncesinde aynada ölçüm hatlarının sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Aynanın uzunluğuna bağlı olarak ölçüm hatlarının uzunlukları 5-10 m arasında seçilmelidir. Ölçüm Hattı No kutusuna ayna üzerinde seçilen hatlardan kaçınıcısında ölçüm yapılacaksa o değer girilmektedir.



Şekil 5.8 Aynada belirlenebilecek ölçüm hatları örneği

Süreksizlik Sayısı : Ölçüm yapılan her bir ölçüm hattında ölçüm hattını kesen süreksizlik sayısı bu kutudan seçilmektedir. Örneğin; Şekil 5.8'de 1 no'lu ölçüm hattını kesen süreksizlik sayısı 4, 2 no'lu ölçüm hattını kesen süreksizlik sayısı 4 ve 3 no'lu ölçüm hattını kesen süreksizlik sayısı 2 olarak görülmektedir.

Ölçüm Hattı Uzunluğu : Ayna üzerinde belirlenen ölçüm hatlarının uzunlukları bir çelik şerit metre ile veya lazerli mesafe ölçer ile belirlenmektedir. Palmström (1996)'e göre ölçüm hattı uzunluğunun, 5-10 metre arasında seçilmesi uygun olacaktır.

Dosyadan Aç : Saha verilerinin bilgisayarda kayıtlı olduğu bir Microsoft Excel veya Microsoft Access dosyasından hedef gösterilerek verilerin açılıp okunmasını sağlamaktadır.

5.3.2 Hacimsel Eklem Sayısı Menüsü

Palmström ile diğer çalışmacılar tarafından tanımlanan hacimsel eklem sayısı (J_v) birim hacimdeki bir kaya kütleğinde gözlenen süreksizliklerin toplamı olarak bilinmektedir. Bu parametrenin tayininde rastgele gelişmiş süreksizlikler de dikkate alınabilmekte ve J_v 'yi önemli ölçüde etkilememektedir.

MBA programı Hacimsel Eklem Sayısı menüsünde, jeolojik saha çalışmaları menüsünde girilen saha ile ilgili süreksizlik verilerine göre hesaplamalar yapılarak, süreksizlik ölçümleri yapılan bölgeye ait her bir ölçüm hattı için hacimsel eklem sayıları (J_v) ve ortalama gerçek süreksizlik aralık değerleri bulunmaktadır. Aynı zamanda hesaplanan hacimsel eklem sayısı değerlerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri aynı menüde görülmektedir.

The screenshot shows the 'Hacimsel Eklem Sayısı' menu in the MBA - Mermer Blok Analizi software. The interface is divided into several sections:

- Header Information:**
 - Firma Adı: Turek Mermer San. Ltd. Şti
 - Çalışılan Kademe: 1
 - Tarih: 07.10.2008
 - Ölçüm Hattı Sayısı: 3
 - Ticari Adı: Casablanca
 - Petrografik Adı: Kireçtaşı
 - Üretildiği Bölge: Eskişehir
- Navigation Tabs:**
 - Yer Radarı Ölçümleri
 - Rezerv ve Nihai Ürün
 - Testler ve Uygulamalar
- Main Content Area:**
 - Jeolojik Saha Çalışmaları:**
 - Hacimsel Eklem Sayısı (eklem/m³):**

| Ölçüm Hattı | Hacimsel Eklem Sayısı (eklem/m ³) | Ort. Gerçek Süreksizlik Aralığı (m) |
|----------------|---|-------------------------------------|
| 1. Ölçüm Hattı | 14.1 | 1 |
| 2. Ölçüm Hattı | 2.3 | 1.3 |
| 3. Ölçüm Hattı | 13.8 | 0.9 |
 - Ort. Gerçek Süreksizlik Aralığı (m):**
 - Jv (min): 2.3
 - Jv (max): 14.1
 - Ortalama Jv: 10.1
 - Other Options:**
 - Tabakalanma (<2 m): VAR YOK
 - Birbirini Kesen Süreksizlik Setlerinin Sayısı:
 - Fay: VAR YOK

Şekil 5.9 MBA programı hacimsel eklem sayısı menüsü

Hacimsel eklem sayısı menüsünün alt kısmında ise, incelenen mermer ocağında 2 metreden küçük tabakalanma olup olmadığı, birbirini kesen süreksizlik setlerinin sayısı ve fay olup olmadığı seçenekler halinde verilmektedir. Sahaya uyan parametreler seçilmelidir. Bu üç seçenek mermer ocağından alınabilecek blok boyutunun belirlenmesinde en önemli parametrelerdir.

Programın bu kısmında saha verilerine (süreksizlik aralığı, süreksizliklerin devamlılığı ve hacimsel eklem sayısı) bağlı olarak bir puanlama yapılmaktadır. Yapılan puanlama sonrasında, toplam puana göre mermer sahasından alınabilecek blokların tanımı yapılmaktadır (masif bloklar, geniş bloklar...vb.)

5.3.3 Blok Özellikleri Menüsü

Blok özellikleri menüsünde, hacimsel eklem sayısı menüsünde programa girilen verilerden faydalanarak her bir ölçüm hattından alınabilecek blok boyutlarının tanımlanması yapılmaktadır.

| | | | |
|---------------------|----------------------------|-------------------|------------|
| Firma Adı: | Turek Mermer San. Ltd. Şti | | |
| Çalışılan Kademe: | 1 | Ticari Adı: | Casablanca |
| Tarih: | 07.10.2008 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 3 | Üretildiği Bölge: | Eskişehir |

| | | |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Yer Radarı Ölçümleri | Rezerv ve Nihai Ürün | Testler ve Uygulamalar |
| Jeolojik Saha Çalışmaları | Hacimsel Eklem Sayısı | Blok Özellikleri |

| | |
|----------------|----------------------|
| Blok Tanımı | |
| 1. Ölçüm Hattı | Küçük Bloklar |
| 2. Ölçüm Hattı | Orta Boyutlu Bloklar |
| 3. Ölçüm Hattı | Küçük Bloklar |

Alınabilecek Minimum Blok Hacmi (m3) : 0

Alınabilecek Maksimum Blok Hacmi (m3) : 2.6

İşletme Yönü : 206

Şekil 5.10 MBA programı blok özellikleri menüsü

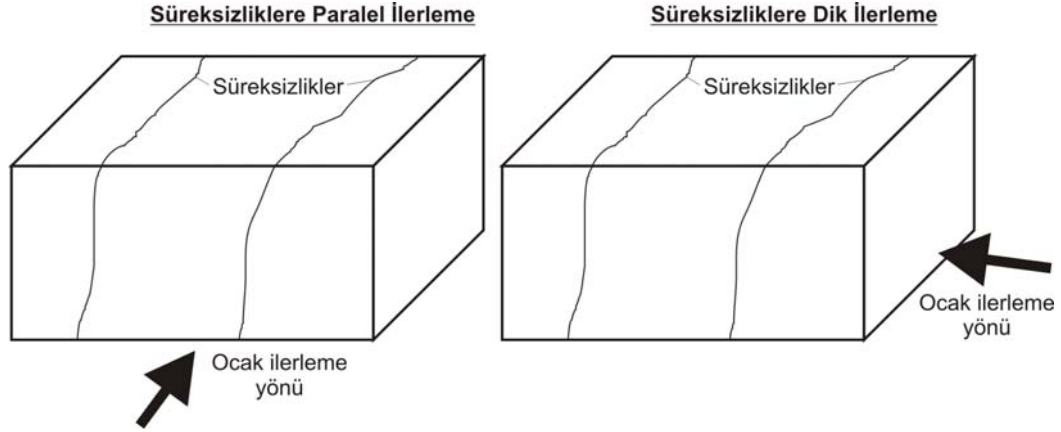
Tanımlama işlemi puanlama esasına göre yapılmaktadır. Süreksizlik aralığı, süreksizliklerin devamlılığı ve hacimsel eklem sayısı değerlerine göre hesaplanan puanlar toplanmaktadır. Eğer mermer sahası 2 metreden küçük tabakalardan oluşuyorsa, birbirini kesen 2, 3 veya daha fazla süreksizlik varsa, ayrıca sahada gözlenen fay varsa, hacimsel eklem sayısı menüsünde bu verilerin girilmesi gerekmektedir. Bu parametrelerin her birine atanan puanlar yukarıdaki toplamdan çıkarılmaktadır. Sonuç olarak kalan puan, sahadan alınması muhtemel blok özelliğini tanımlamaktadır. Tablo 5.11’de elde edilen toplam puana göre sahadan alınabilecek blokların tanımlamaları verilmektedir.

Tablo 5.11 Sahadan alınabilecek blok büyüklüklerine göre puanlamalar

| TOPLAM PUAN | BLOK TANIMI |
|--------------------|----------------------|
| 22,0 - 28,0 | Masif Bloklar |
| 16,0 - 22,0 | Geniş Bloklar |
| 10,0 - 16,0 | Orta Boyutlu Bloklar |
| 4,0 - 10,0 | Küçük Bloklar |
| 0 - 4,0 | Çok Küçük Bloklar |

Menünün sağ tarafında sahadan alınabilecek minimum ve maksimum blok boyutları ve işletmenin üretim yönüne ait bilgiler bulunmaktadır. Sahadan alınabilecek minimum ve maksimum blok boyutları bir önceki menüde hesaplanan minimum ve maksimum hacimsel eklem sayısı değerlerine göre hesaplanmaktadır.

Menüde işletme yönü olarak verilen değer, jeolojik saha çalışmaları menüsünde veri olarak girilen süreksizliklerin eğim yönü değerlerine göre hesaplanmış olup, üretim yönünün kuzeyden olan açısını vermektedir. Bu açısal değerde, sahadan ölçülmüş eğim yönlerinin ortalaması alınarak, ortalama eğim yönü değeri veya 180 derece farklı açı değeri verilmektedir. Bunun nedeni, ocaklarda görülen süreksizliklerin eğim yönüne dik şekilde ilerleme yapılarak süreksizliklerin tek seferde geçilmesi amaçlanmaktadır. Süreksizliklere paralel şekilde ilerlenmesi durumunda her kademedeki süreksizlikler sorun olarak karşımıza çıkacaktır (Şekil 5.11).



Şekil 5.11 Süreksizliklere dik ve paralel ilerleme şekli

Mermer sahalarından alınabilecek ticari blok boyutları göz önüne alındığında, hacimsel eklem sayısı 3,3 olan bir sahadan yaklaşık 1 m^3 lük blok alınabilmektedir. Hacimsel eklem sayısına bağlı olarak üst sınır ise $1,5 \text{ eklem/m}^3$ olup, hacim olarak yaklaşık $10,5 \text{ m}^3$ 'e denk gelmektedir. Tez kapsamında mermer sahaları için geliştirilen yöntemde hacimsel eklem sayısı aralığı $1-3,5 \text{ eklem/m}^3$ aralığına genişletilerek, bu aralık değerlerine karşılık gelen blok hacim değerleri belirlenmiştir. Bu değerlerin altı ve üstü değerler dikkate alınmamıştır.

5.3.4 Yer Radarı Ölçümleri Menüsü

Yer radarı ölçümleri menüsü, çalışma sahasında belirlenen, birbirine paralel olarak alınan yer radarı kesit hatlarının değerlendirilerek sayısal verilerin girildiği bir menüdür. Menüde kesit hattı sayısı, kesit hatları arası mesafe, kesit hattı uzunluğu, ortalama süreksizlik aralığı ve tabaka kalınlığı değerlerinin veri olarak girildiği kutucuklar bulunmaktadır.

Bu değerler, alınan yer radarı görüntüsünün filtreleme aşamalarından geçirildikten sonra işlenmiş görüntüden elde edilen veriler olup, bir sonraki menü olan “Rezerv ve Nihai Ürün” menüsünde kullanılacaktır.

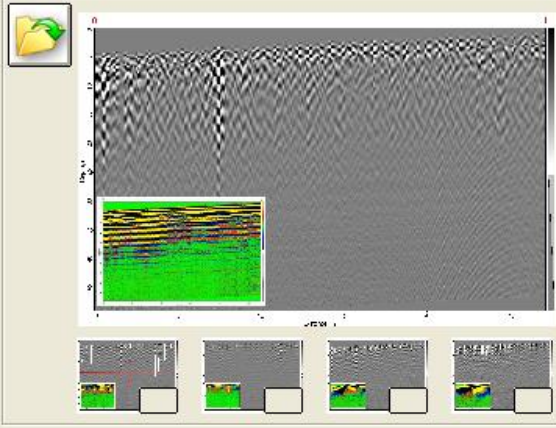
MBA - Mermer Blok Analizi

| | | | |
|---------------------|----------------------------|-------------------|------------|
| Firma Adı: | Turek Mermer San. Ltd.Şti. | | |
| Çalışılan Kademe: | 1 | Ticari Adı: | Casablanca |
| Tarih: | 07.10.2008 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 3 | Üretildiği Bölge: | Eskişehir |

Jeolojik Saha Çalışmaları Hacimsel Eklem Sayısı Blok Özellikleri

Yer Radarı Ölçümleri Rezerv ve Nihai Ürün Testler ve Uygulamalar

Sahadan ayrı lokasyonlarda alınan yer radarı kesit hattı sayısı : 16



Kesit Hattı Sayısı : 6

** Kesit Hatları Arası Mesafe (m) : 20

Kesit Hattı Uzunluğu (m) : 40

Ortalama Süreksizlik Aralığı (m) : 2.5

Tabaka Kalınlığı (m) : 20

** Kesit hatları, mümkün olduğunca birbirine paralel ve aynı uzunlukta olmalıdır.

Şekil 5.12 Yer radarı ölçümleri menüsü

5.3.5 Rezerv ve Nihai Ürün Menüsü

Rezerv ve nihai ürün menüsünde öncelikle, yer radarı ölçümleri menüsünde belirlenen değerler kullanılarak m^3 cinsinden görünür rezerv hesabı yapılmaktadır. Daha sonra bu rezerv değeri mermerin birim hacim ağırlığıyla çarpılarak rezervin m^3 cinsinden değeri bulunmaktadır.

Ülkemizde üretilen blok taşlar fabrikada kesim aşamasında birçok kayıplara uğramaktadır. Ortalama olarak $1 m^3$ blok taştan $20 m^2$ $1,5 cm$ 'lik plaka çıkmaktadır. Bu rakamdan yola çıkılarak yaklaşık %50 verimle 1 ton blok taştan $3,9-4,0 m^2$ $1,5 cm$ 'lik plaka elde edildiği hesaplanmıştır.

En son aşamada ise, hesaplanan ton cinsinden rezerv değeri 1 ton blok taştan alınabilecek m² cinsinden rakamla çarpılıp, fabrikada kesim sonrası elde edilebilecek m² olarak nihai ürün hesaplanmıştır.

The screenshot shows the 'MBA - Mermer Blok Analizi' software window. At the top, there is a header bar with the title 'MBA - Mermer Blok Analizi'. Below the header, there is a table with the following data:

| | | | |
|---------------------|----------------------------|-------------------|------------|
| Firma Adı: | Turek Mermer San. Ltd.Şti. | | |
| Çalışılan Kademe: | 1 | Ticari Adı: | Casablanca |
| Tarih: | 07.10.2008 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 3 | Üretildiği Bölge: | Eskişehir |

Below the table, there are three main menu categories: 'Jeolojik Saha Çalışmaları', 'Hacimsel Eklem Sayısı', and 'Blok Özellikleri'. Under 'Blok Özellikleri', there are three sub-menus: 'Yer Radar Ölçümleri', 'Rezerv ve Nihai Ürün', and 'Testler ve Uygulamalar'. The 'Rezerv ve Nihai Ürün' menu is currently selected and displays the following data:

| | |
|----------------------------------|--------|
| Görünür Rezerv (m3) (yaklaşık): | 80000 |
| Görünür Rezerv (ton) (yaklaşık): | 208000 |
| Nihai Ürün (m2) (yaklaşık)**: | 813280 |

Below the table, there is a note: '** 1.5 cm kalınlıkta plaka için hesaplanmıştır.'

Şekil 5.13 Rezerv ve nihai ürün menüsü

5.3.6 Testler ve Uygulamalar Menüsü

Testler ve uygulamalar menüsünde, saha çalışmaları yapılan doğal taşın fiziko-mekanik özelliklerine göre standartlar dahilinde hangi tür kullanım alanına uygun olduğunu belirlemek ve günümüzde yapı malzemelerinin ihracatı için mutlaka gerekli olan CE belgesine uygunluğu kontrol edilmektedir.

MBA - Mermer Blok Analizi

| | | | |
|---------------------|--------------------------|-------------------|------------|
| Firma Adı: | Turek Mermer San.Ltd.Şti | | |
| Çalışılan Kademe: | 1 | Ticari Adı: | Casablanca |
| Tarih: | 07.10.2008 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 3 | Üretildiği Bölge: | Eskişehir |

Jeolojik Saha Çalışmaları Hacimsel Eklem Sayısı Blok Özellikleri

Yer Radarı Ölçümleri Rezerv ve Nihai Ürün **Testler ve Uygulamalar**

Dekorasyon,Süs ve Duvar Kaplama Malzemesi Döşeme ve Zemin Kaplama Malzemesi CE Belgesi

Petrografik Adı: Kireçtaşı

Birim Hacim Ağırlığı: 2.42 gr/cm3 > 2.16

Ağırlıkça Su Emme: 3.23 % < 4

Don Sonrası Kütle Kaybı: 1.82 % < 2

Sürtünme ile Aşınma Kaybı: 13.56 cm3/50 cm2 < 15

Darbe Dayanımı: 6 kg.cm/cm3 > 4

Tek Eksenli Basınç Dayanımı: 42.4 MPa > 30

Asitlere Dayanıklılık: Dayanıklı

Pas Tehlikesi: Yok

DEĞERLENDİRME **DEKORASYON VE DUVAR KAPLAMA MALZEMESİ OLARAK KULLANILABİLİR**

Şekil 5.14 Dekorasyon, süs ve duvar kaplama malzemesi menüsü

MBA - Mermer Blok Analizi

| | | | |
|---------------------|--------------------------|-------------------|------------|
| Firma Adı: | Turek Mermer San.Ltd.Şti | | |
| Çalışılan Kademe: | 1 | Ticari Adı: | Casablanca |
| Tarih: | 07.10.2008 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 3 | Üretildiği Bölge: | Eskişehir |

Jeolojik Saha Çalışmaları Hacimsel Eklem Sayısı Blok Özellikleri

Yer Radarı Ölçümleri Rezerv ve Nihai Ürün **Testler ve Uygulamalar**

Dekorasyon,Süs ve Duvar Kaplama Malzemesi **Döşeme ve Zemin Kaplama Malzemesi** CE Belgesi

Petrografik Adı: Kireçtaşı

Birim Hacim Ağırlığı: 2.42 gr/cm3 > 2.16

Ağırlıkça Su Emme: 3.23 % < 4

Don Sonrası Kütle Kaybı: 1.82 % < 2

Sürtünme ile Aşınma Kaybı: 13.56 cm3/50 cm2 < 10

Darbe Dayanımı: 6 kg.cm/cm3 > 6

Tek Eksenli Basınç Dayanımı: 42.4 MPa > 50

Asitlere Dayanıklılık: Dayanıklı

Pas Tehlikesi: Yok

DEĞERLENDİRME **KULLANIM DIŞI**

Şekil 5.15 Döşeme ve zemin kaplama malzemesi menüsü


Testler ve uygulamalar menüsünde üç ayrı alt menü bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, doğal taşın dekorasyon, süs ve duvar kaplama malzemesi, ikincisi ise döşeme ve zemin kaplama malzemesi olarak kullanılabilirliğini kontrol eden menülerdir. Bu menülerde, söz konusu doğal taşın (gerçek mermer, kireçtaşı, traverten) laboratuvar deneyleri ile elde edilen değerler, Türk Standartlarında olması gereken değerlerle karşılaştırılmaktadır.

Üçüncü menüde ise doğal taşın ihracat yapılabilmesi için gerekli olan CE belgesine uygun olup olmadığı kontrol edilmekte, eğer uygunsa fabrikada ihracat yapılacak kasaların üzerine yapıştırılması gereken CE uygunluk belgesi oluşturulmaktadır (Şekil 5.17).

The screenshot shows the 'MBA - Mermer Blok Analizi' software interface. At the top, there are input fields for 'Firma Adı: Turek Mermer San.Ltd.Şti', 'Çalışılan Kademe: 1', 'Tarih: 07.10.2008', 'Ölçüm Hattı Sayısı: 3', 'Ticari Adı: Casablanca', 'Petrografik Adı: Kireçtaşı', and 'Üretildiği Bölge: Eskişehir'. Below these are tabs for 'Jeolojik Saha Çalışmaları', 'Hacimsel Eklem Sayısı', and 'Blok Özellikleri'. The 'Testler ve Uygulamalar' tab is active, showing 'Dekorasyon, Süs ve Duvar Kaplama Malzemesi' and 'Döşeme ve Zemin Kaplama Malzemesi' options. A 'CE Belgesi' section is visible with a CE logo. The 'CE MARKASI İÇİN ZORUNLU ÖZELLİKLER' section is divided into 'CEPHE KAPLAMA MALZEMESİ' and 'DÖŞEME-ZEMİN KAPLAMA MALZEMESİ'. Each section has a table of properties with values and comparison buttons. For 'CEPHE KAPLAMA MALZEMESİ', the properties are: Eğilme Dayanımı (Mpa): EN 12372, 3.2, >=, 3; Kayma Direnci (Cilasız - Kuru): EN 1341, 37, >=, 35; Donma Direnci (Kütle %): EN 12371, 1.82, <, 2; Yoğunluk (gr/cm3): EN 1936, 2.42. For 'DÖŞEME-ZEMİN KAPLAMA MALZEMESİ', the properties are: Eğilme Dayanımı (Mpa): EN 12372, 3.2, >=, 3; Kayma Direnci (Cilasız-Kuru): EN 14231, 37, >=, 35; Donma Direnci (Kütle %): EN 12371, 1.82, <, 2; Aşınma Direnci (mm): EN 1342, 2.72, <, 2. Below these are buttons for 'CE BELGESİ ALABİLİR' and 'CE BELGESİ ALAMAZ'. At the bottom, there are sections for 'CE MARKASI İÇİN İSTEĞE BAĞLI ÖZELLİKLER' with checkboxes for 'Atmosfer Basınında su emme', 'Genişlik ve yükseklik', 'Kalınlık', 'Yüzey bozuklukları', 'Yassılık ve düzlük', and 'Görünüm'.

Şekil 5.16 CE belgesi menüsü

Türk standartları için karşılaştırmada gerçek mermerler için TS 10449, kireçtaşları için TS 11137 ve travertenler için TS 11143 standartları kullanılmıştır. Programda karşılaştırması yapılan bu standartlar Tablo 5.12, 5.13 ve 5.14'de verilmektedir.

|  | Referans Standart : EN 1469 Ürün : Cephe kaplaması için kullanılan doğal taşlar EN 12440'a bağlı olarak taşın isimlendirilmesi: Ticari adı: Casablanca Petrografik adı: Kireçtaşı Üretildiği bölge: Eskişehir | |
|---|--|----------------|
| | Firma adı ve adresi : Turek Mermer San.Ltd.Şti Yıl :07.10.2008 | |
| Özellikler | Beyan edilen değerler | Test yöntemi |
| Ateşe karşı tepki | Sınıf A1 | Test edilmeden |
| Eğilme direnci | 3.2 Mpa | EN 12372 |
| Donma direnci | 01.82 % | EN 12371 |
| Yoğunluk | 2.42 g/cm ³ | EN 1938 |

Şekil 5.17 Programdan alınan CE uygunluk belgesi çıktısı

Tablo 5.12 Mermer-Kalsiyum Karbonat Esaslı-Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan (TS 10449)

| ÖZELLİKLER | Birim | Döşeme ve Zemin Kaplaması | Dekorasyon, Süs ve Duvar Kaplaması |
|-----------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|
| Birim Hacim Ağırlık | (gr/cm ³) | > 2,55 | |
| Su Emme | (Kütlece) | < %0,4 | |
| Don Sonrası Basınç Dayanımı | (kg/cm ²) | < %1 | |
| Aşınmaya Karşı Mukavemet | (cm ³ /50 cm ²) | < 15 olmalı | < 25 |
| Darbe Dayanımı | (kg.cm/cm ³) | > 6 | > 4 |
| Basınç Dayanımı | (kg/cm ²) | > 500 | > 300 |

Tablo 5.13 Kireçtaşı (Kalker)- Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan (TS 11137)

| ÖZELLİKLER | Birim | Döşeme ve Zemin Kaplaması | Dekorasyon, Süs ve Duvar Kaplaması |
|-----------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|
| Birim Hacim Ağırlık | (gr/cm ³) | > 2,16 | |
| Su Emme | (Kütlece) | < %4 | |
| Don Sonrası Basınç Dayanımı | (kg/cm ²) | < %2 | |
| Aşınmaya Karşı Mukavemet | (cm ³ /50 cm ²) | < 10 | < 15 |
| Darbe Dayanımı | (kg.cm/cm ³) | > 6 | > 4 |
| Basınç Dayanımı | (kg/cm ²) | > 500 | > 300 |

Tablo 5.14 Traverten-Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan (TS 11143)

| ÖZELLİKLER | Birim | Döşeme ve Zemin Kaplaması | Dekorasyon, Süs ve Duvar Kaplaması |
|-----------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|
| Birim Hacim Ağırlık | (gr/cm ³) | > 2,30 | |
| Su Emme | (Kütlece) | < %3 | |
| Don Sonrası Basınç Dayanımı | (kg/cm ²) | < %5 | |
| Aşınmaya Karşı Mukavemet | (cm ³ /50 cm ²) | < 15 olmalı | < 20 |
| Darbe Dayanımı | (kg.cm/cm ³) | > 6 | > 4 |
| Basınç Dayanımı | (kg/cm ²) | > 480 | > 300 |

5.3.6.1 CE Belgesi

Avrupa Birliği Standartlar Birliği (CEN) tarafından son olarak doğal taşlarla ilgili CEN/TC 246 numaralı standart oluşturulmuştur. Bu standartlar özellikle bilinen standart özelliklere ilave olarak 12 çevrimlik donma-çözünme sonucu eğilme ve çekme direncinin belirlenmesi, SO₂ gazının etkilerine karşı dayanım gibi yeni testleri de gündeme getirmiştir. Mart 2004 tarihinden itibaren Avrupa Birliği ülkelerine yapılacak yapı malzemeleri ihracatında ve ülke içi satışlarda CE belgesi taşıma zorunluluğu da getirilmiş bulunmaktadır. Söz konusu bu belge üreticinin ürün ve kullanımı konusunda alıcıya garanti ve kalite belgesi yerine geçeceğinden ürünün fiziksel, mekaniksel özelliklerinin yetkili kuruluşlarca belirlenmiş olması ve kullanıma yönelik standartları da taşıyor olması gerekecektir. Doğal taş ürününün ağır darbelere karşı dirençli olduğu, stabilitesi, yangın güvenlik standartları, müşteri emniyeti, gürültü toleransları, hijyen, çevresel ve insan sağlığına karşı etki standartları, enerji kaynaklarının korunumu ve termal yalıtkanlık konularında gerekli koşulları taşıyor olması gerekmektedir.

Dış cephe kaplamasında kullanılacak taş levhalar, karo ve kaldırım taşları, ve bordürler için kontrol edilmesi gereken özelliklerin test yöntemleri 2 kategoride ele alınmıştır.

- CE markası için şart olan özellikler
- CE markası için gerekli olmayan ancak ticari amaç ve kullanım için gereken özellikler.

Temel özelliklerin test sonuçlarına dayanarak üretici, ürettiği malzemenin üzerine CE damgasını vurmaktadır. Bu belge üretimi tamamlanmış ürünlere uygulanabileceği gibi üretim aşamasındaki ürünlere de uygulanabilmektedir. Dış cephe kaplamalarında kullanılacak doğal taşlarda kontrol ve beyan edilmesi gereken özellikler Tablo 5.15, 5.16 ve 5.17’de verilmektedir. Ürünlerin üzerine yapıştırılması gereken örnek CE belgeleri ise şekil 5.18, 5.19 ve 5.20’de verilmektedir.

Tablo 5.15 Dış cephe kaplamasında kullanılan levhalarda kontrol ve beyan edilmesi gereken özellikler

| A- Gerekli Özellikler (CE markası için şart olan özellikler) | Test Yöntemleri |
|---|--|
| Eğilme Dayanımı Kayma Direnci Aşınma Direnci Donma Dayanımı | EN 12372 EN 1341 EK D EN 1341 EK C EN 12371 |
| B – Diğer Özellikler (İsteğe bağlı) | Test Yöntemleri |
| Petrografik Adı Atmosfer basıncında Su emme Alan Boyutları Kalınlık Yüzey Bozuklukları Yassılık ve Düzlük Görünüm | EN 12407 EN 13755 EN 1341 EK A3 EN 1341 EK A4 EN 1341 EK A5 EN 1341 EK A6 Referans Örnekle Kıyaslama |

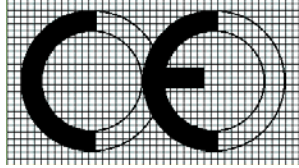
Tablo 5.16 Dış cephe kaplamasında kullanılan bordürlerin özellikleri

| A- Gerekli Özellikler (CE markası için şart olan Özellikler) | Test Yöntemleri |
|--|--|
| Eğilme Dayanımı Kayma Direnci Aşınma Direnci Donma Dayanımı | EN 1926 EN 1342 EK C EN 1342 EK B EN 12371 |
| B – Diğer Özellikler (İsteğe bağlı) | Test Yöntemleri |
| Petrografik Adı Atmosfer basıncında Su emme Alan Boyutları Kalınlık Yüzey Bozuklukları Köşenin Dikliği Görünüm | EN 12407 EN 13755 EN 1342 EK A2 EN 1342 EK A2 EN 1342 EK A2 EN 1342 EK A3 Referans Örnekle Kıyaslama |

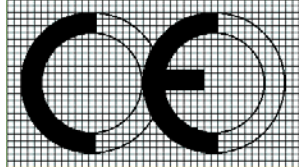
Tablo 5.17 Dış cephe kaplamada kullanılan kenar taşlarında beyan edilmesi gereken özellikler

| A- Gerekli Özellikler (CE markası için şart olan Özellikler) | Test Yöntemleri |
|--|--|
| Eğilme Dayanımı Donma Dayanımı | EN 12372 EN 12371 |
| B – Diğer Özellikler (İsteğe bağlı) | Test Yöntemleri |
| Petrografik Adı Atmosfer basıncında Su emme Genişlik ve Yükseklik Yüzey sapması (sadece düz olanlar için) Çap (sadece kavisli olanlar için) Yüzey Bozuklukları Görünüm | EN 12407 EN 13755 EN 1343 EK A3 EN 1343 EK A3 EN 1343 EK A3 EN 1343 EK A3 Referans Örnekle Kıyaslama |

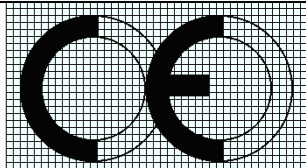
CE damgasında olması gerekenler; genel özellikler (üreticinin adı, damgalandığı yılın son iki basamağı, ürün tanımı, kullanılacağı yer ve bağdaştırılmış standartların referans numarası) ve temel özellik test sonuçlarıdır. CE damgası bütün ambalajlarda ve/veya eşlik eden ticari dokümanlarda bulunmak zorundadır.

| |
|--|
|  |
| AnyCo LTD.Posta kutusu 21, B1050 Yıl:03 |
| Referans Standart : EN1341 : 2001 Ürün : Dış cephe kaplaması için kullanılan Levhalar Özellikler: Beyan edilmiş değerler Eğilme Dayanımı : 3,6 Mpa Eğilme Dayanımı : 3,2 Mpa (Donma testinden sonra) Kayma Direnci : 45 Aşınma Direnci: 22 mm |

Şekil 5.18 Dış cephe kaplamasında kullanılan levhalar için
CE Damgası örneği

| |
|---|
|  |
| AnyCo LTD.Posta kutusu 21, B1050 Yıl:03 |
| Referans Standart : EN1342 : 2001 Ürün : Dış cephe kaplaması için kullanılan Bordürler Özellikler: Beyan edilmiş değerler Basınç Dayanımı : 42 Mpa Basınç Dayanımı : 40 Mpa (Donma testinden sonra) Kayma Direnci : Kaygan olmayan Aşınma Direnci: 22 mm |

Şekil 5.19 Dış cephe kaplamasında kullanılan bordürler için
CE Damgası örneği

| |
|--|
|  |
| AnyCo LTD.Posta kutusu 21, B1050 Yıl:03 |
| Referans Standart : EN1342 : 2001 Ürün : Dış cephe kaplaması için kullanılan Kenar taşları Özellikler: Beyan edilmiş değerler Eğilme Dayanımı : 3.6 Mpa Eğilme Dayanımı : 3.2 Mpa (Donma testinden sonra) |

Şekil 5.20 Dış cephe kaplamasında kullanılan kenar taşları için
CE Damgası örneği

BÖLÜM ALTI

SAHA ÇALIŞMALARI

6.1 Giriş

Tez çalışması kapsamında farklı bölgelerde olmak üzere toplam 12 adet sahada jeoteknik çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda, saha ve çevresinin jeolojisi incelenmiş, işletme aşamasındaki sahaların mevcut üretim basamaklarında; işletmeye geçmemiş sahaların ise mostralarında “hat etüdü tekniği”ne göre (ISRM, 1981; Wittke, 1990; Barton ve Zoback, 1990; Priest ve Hudson, 1993; Doyuran ve diğ.,1993) süreksizlik ölçümleri yapılmıştır.

Mermer kalınlığının ve sahada mevcut hakim süreksizlik sistemlerinin belirlenmesine yönelik olarak yer radarı çalışmaları yapılmıştır. Sahalarda belirlenen kesitlerde yer radarı ile yaklaşık 35-40 metre derinliğe kadar görüntüler alınmıştır. Zond 12e marka yer radarı ile 38 mHz anten kullanılarak farklı uzunluklarda hatlar belirlenmiştir. Bu belirlenen hatlar üzerinde, yerden yaklaşık 25-30 cm yukarıdan tutulan antenle hat üzerinde yürüyerek, kontrol ünitesine monteli bilgisayarda eş zamanlı görüntüler elde edilmiştir. Alınan bu görüntüler Prism 2D programında sırasıyla genlik düzeltmesi, filtreleme, topoğrafya düzeltmesi v.b. işlemlerden geçirilerek derinliğe bağlı çatlak ve çatlak sistemlerinin durumu, formasyon kalınlıkları belirlenmektedir.

Çalışma yapılan firma ve firmalara ait sahalarda yapılan çalışmalar aşağıda sırasıyla verilmektedir.

6.2 Acar Madencilik A.Ş. Sahalarında Yapılan Çalışmalar

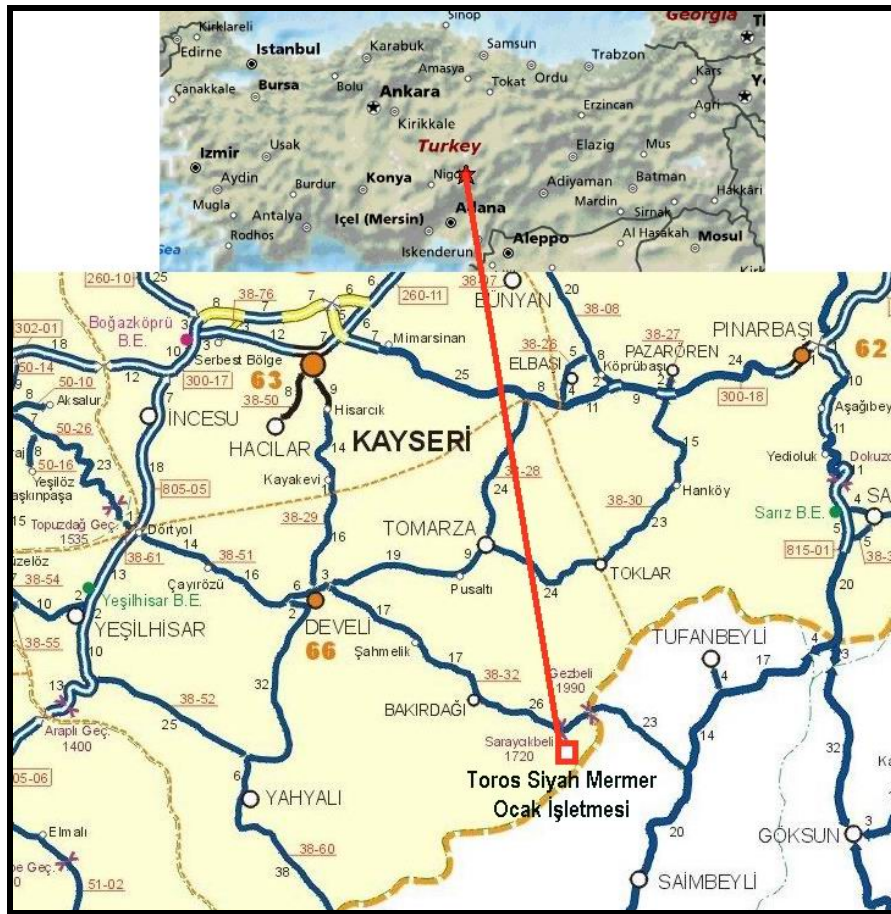
6.2.1 Kayseri Toros Siyahı Mermer İşletmesi

Kayseri ili Develi ilçesi Haydanın yurdu mevkiinde yer alan mermer ocak işletmesinde işletilebilir mermer rezervlerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışma kapsamında, sahada uydudan koordinat okuyan el GPS leri ile topoğrafik çalışmalar gerçekleştirilmiş, ayrıca mermer ayna ve mostralarında süreksizlik ölçümleri ayrıntılı

olarak yapılmıştır. Litolojik birimlerin derinliğe bağlı kalınlık, litolojik homojenite ve diğer mühendislik jeolojisi ile ilgili değişimlerini belirleyebilmek için yer radarı (Ground Penetration Radar, GPR) kullanılmış ve 35-40 metre derinliğe kadar elde edilen kesit görüntüleri, iki boyutlu Prism 2D programında değerlendirilmiştir.

6.2.1.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi

İnceleme alanı Kayseri İli, Develi İlçesi'ne bağlı Saraycık Köyü yakınlarında olup Kayseri'ye 110 km mesafede yer almaktadır.



Şekil 6.1 Toros Siyahı Mermer Ocak İşletmesi Lokasyonu

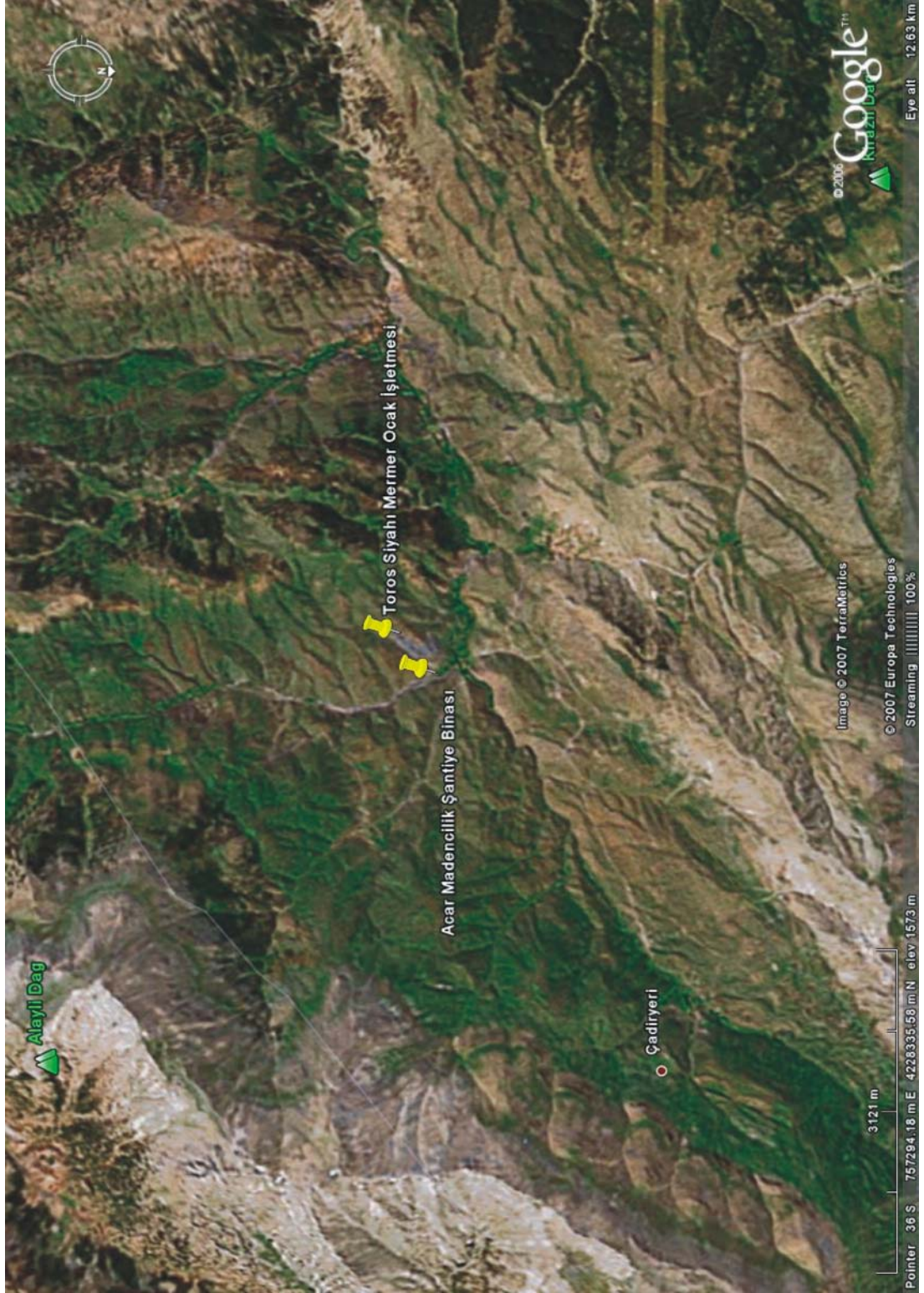
Çalışma alanı ve çevresi dağlık bir bölgede olup yükseltiler dereler ve süreksizlikler ile kesilmekte ve engebeli arazi şartları sunmaktadır (Şekil 6.2).

Çalışma alanı ve çevresinin genel jeolojik yapısı önceki araştırmalardan derlenmiştir. Bölgede genelde Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları geniş yayılım göstermektedir. Bu tür jeolojik birimin Sarız'ın kuzeyinde, Tufanbeyli dolaylarında Feke ve Kozan yörelerinde, Saimbeyli dolaylarında, ve Bakırdağ ve Alaylıdağlar'da geniş mostralar verdiği önceki araştırmacılar tarafından belirlenmiştir.

İncelenen alan tektonik hareketlerin oldukça yoğun olduğu bir bölgede yer almaktadır. Otokton olarak kabul edilen istifte, tabandan tavana doğru Karbonifer ile Permian, Triyas ile Jura, Eosen ile Üst Kretase, Eosen ile Miyosen, Orta Miyosen ile Üst Miyosen ve Pliyosen ile diğer daha genç birimler arasında uyumsuzluklar olduğu görülmektedir (Şekil 6.3). Sahada KD-GB doğrultusunda, uzunlukları 100 km yi aşan itki veya ters faylar ve doğrultu atımlı fayların varlığı söz konusudur (Şekil 6.4) (Metin ve diğ., 1986).

Kıvrım eksenine ve tabaka doğrultuları da KD-GB olup, bu yapılar, adı geçen itki fayları ile GD dan KB ya doğru faylanmışlardır. Bölgeye iki fay sistemi egemendir. Birincisi KD-GB doğrultusunda onlarca km uzanan faylar, ikincisi kısa mesafeler kat eden ve birincileri kesen D-B uzanımlı faylardır. Çalışma alanının doğusunda kilometrelerce uzanan bir ters fay mevcuttur (Metin ve diğ., 1986).

İnceleme alanında üretilen kireçtaşları mikrokristal doku özelliği sunmaktadır. Tane boyutu 0.003-0.1 mm arasında olan kalsit tanelerinin, sedimanter ortamlarda birbirlerine kenetlenerek diyajenez geçirmesi ile oluşmuş olan kireçtaşı damarı çok ince taneli karbonat veya karbonat çamurlarından oluşmuşlardır.



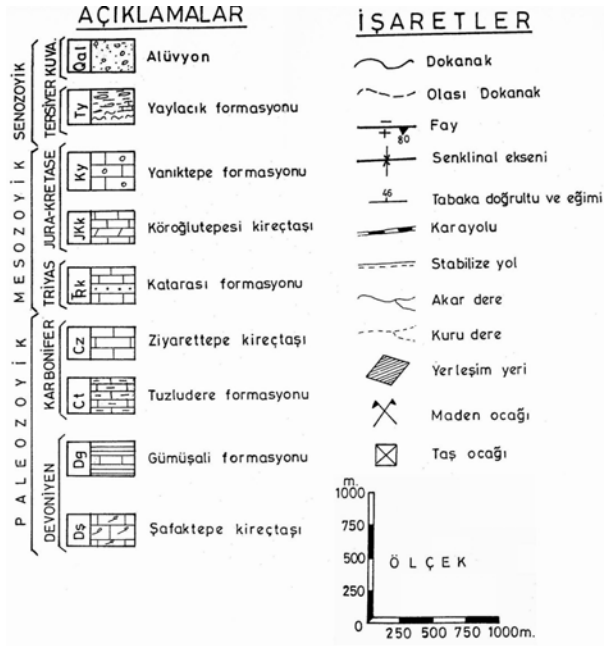
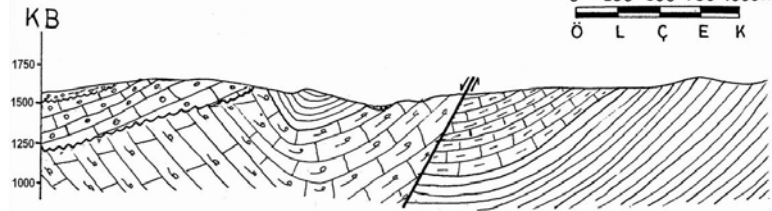
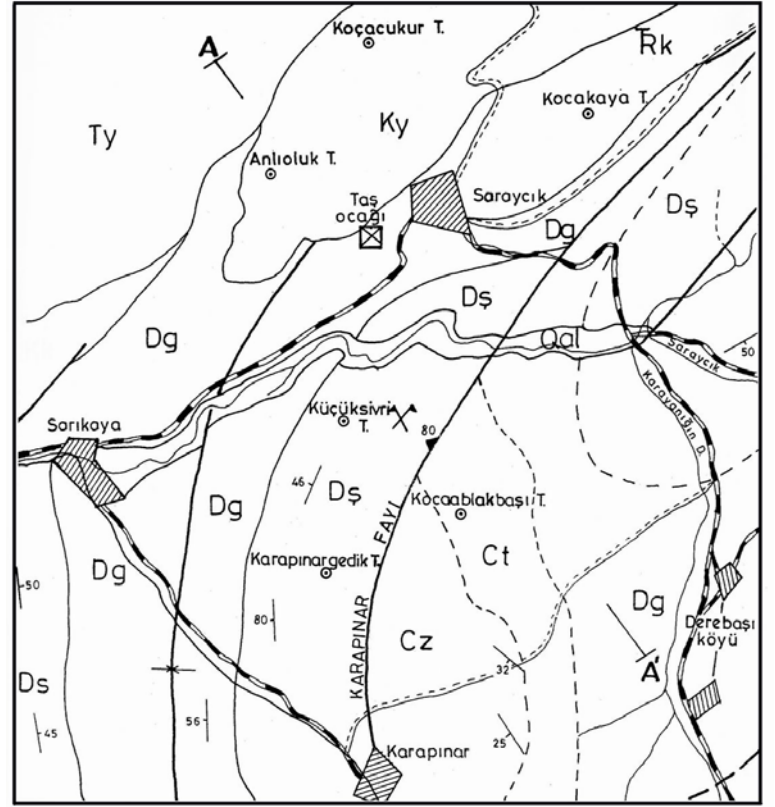
Şekil 6.2 İşletme ve çevresinin topoğrafik ve morfolojik yapısı

| ÜST SİSTEM | | SENZOYİK | | MESOZOYİK | | PALEOZOYİK | | LİTOLOJİ | AÇIKLAMALAR |
|------------------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|--------------------------|-------------------------|----------|--|
| SİSTEM | KUWATNER | TERSİYER | PLİYOSEN | JURA - KRETASE | TRİYAS | KARBONİFER | DEVONİYEN | | |
| SERİ | | | | ÜST KRETASE | ALT | ALT | ÜST | | |
| KAT | | | | KAMPANİYEN- MBASTRİYEN | SKİTİYEN | VİZEYEN | FRANSİYEN- FAMANİYEN | | |
| FORMASYON | | YAYLACIK | | YANIKTEPE | KATARASI | ZİYARETTEPE KİREÇTAŞI | GÜMÜŞALİ | | |
| SİMGE | | Ty | | Ky | Ꞥk | Cz | Dg | | |
| KALINLIK (m.) | | | | 200 | 250 | 240 | 190 | 485 | |
| | | | | | | | | | Alüvyon |
| | | | | | | | | | UYUMSUZLUK |
| | | | | | | | | | Gölsel marn ve kireçtaşı |
| | | | | | | | | | UYUMSUZLUK |
| | | | | | | | | | Kalın tabakalı, bol rudist parçalı, genellikle beyaz renkli kireçtaşı |
| | | | | | | | | | UYUMSUZLUK |
| | | | | | | | | | Kalın tabakalanmalı, bej renkli biremikritik ve yer yer dolomitik kireçtaşı |
| | | | | | | | | | UYUMSUZLUK |
| | | | | | | | | | Marnlı kireçtaşı, kumtaşı |
| | | | | | | | | | UYUMSUZLUK |
| | | | | | | | | | Orta kalın tabakalı, siyah renkli soliter ve koloni mercanlı, bol foraminiferli kireçtaşı |
| | | | | | | | | | UYUMSUZLUK |
| | | | | | | | | | Kalın tabakalı, çapraz laminalı kumtaşı. |
| | | | | | | | | | Orta tabakalı, boz renkli, bitümlü şeyl, silttaşı ve kumtaşı |
| | | | | | | | | | UYUMSUZLUK |
| | | | | | | | | | Kumtaşı-silttaşı-kireçtaşı-şeyl açık kahve veya kirli sarı renkli bol Brakyopod'lu, yer yer çapraz laminalı ve dalga kırışıklı kumtaşı kireçtaşı ardalanması |
| | | | | | | | | | UYUMSUZLUK |
| | | | | | | | | | Taze yüzeyi koyu siyah, ayrışma yüzeyi açık siyah bol gastropodlu kireçtaşı |

M.T.A.Sait METİN (1986)'dan alınmıştır.

ÖLÇEKSİZ

Şekil 6.3 Acar Madencilik Toros Mermer İşletmesi ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Metin ve diğ., 1986)



Şekil 6.4 İnceleme alanı ve çevresinin genel jeoloji haritası (Metin ve diğ., 1986)

Toros Siyahı ticari adıyla üretilip pazarlanan kireçtaşı jeolojik haritada da görüleceği üzere, Şafaktepe Kireçtaşı (Dş) olarak adlandırılan taze yüzeyi koyu siyah, ayrışma yüzeyi açık siyah olan bol gastropotlu kireçtaşı formasyonunun bir bölümünü oluşturmaktadır. Birim mavimsi-siyah renkli, orta-kalın katmanlı kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 6.4).

Üretim yapılan kireçtaşı biriminde altta dolomitize kireçtaşları ile başlayıp üst seviyelere doğru gastropotlu kireçtaşları ile devam eden bir seri özelliği göstermektedir. Mermer ocak işletmesinde A bandı üretim serisi (en üst seri) olarak tanımlanan seviye gastropotlu seviyeye karşılık gelirken C ve D serileri dolomitik kireçtaşı özelliği sunmaktadır (Şekil 6.5).



Şekil 6.5 Blok mermer üretimi yapılan Şafaktepe Kireçtaşı birimi

Dolomitize kireçtaşları siyah-koyu gri renkli; ayrışma rengi ise boz açık kül rengidir. Tabakalanma belirgin olup orta-kalın tabakalıdır. Bol amfipora fosilleri içeren kireçtaşlarında beyaz renkli kalsit damarları gözlenmektedir (Şekil 6.6). Üst

seviyelere doğru koyu siyah renkli, ayrışma yüzeyi açık siyah renkli; orta-kalın katmanlı, bol gastropod fosilli kireçtaşları gözlenmektedir.



Şekil 6.6 Toros siyahı kireçtaşında beyaz renkli kalsit damarları

Çalışma alanında görünür temeli oluşturan kireçtaşları üzerine Üst Devoniyen yaşlı Gümüşali Formasyonu uyumlu olarak gelmektedir. Bu birim açık kahve-kirli sarı renkli, orta-ince katmanlı kumtaşı-silttaşı-kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır (Şekil 6.7). Altta mercanlı kireçtaşları ile başlayan birim, üst seviyelere doğru yer yer çapraz laminalı ve dalga kaşıklı kumtaşı ve kireçtaşları ile devam etmektedir. Birimi oluşturan litolojiler birbirleriyle yanıl ve düşey yönde geçişlidir.

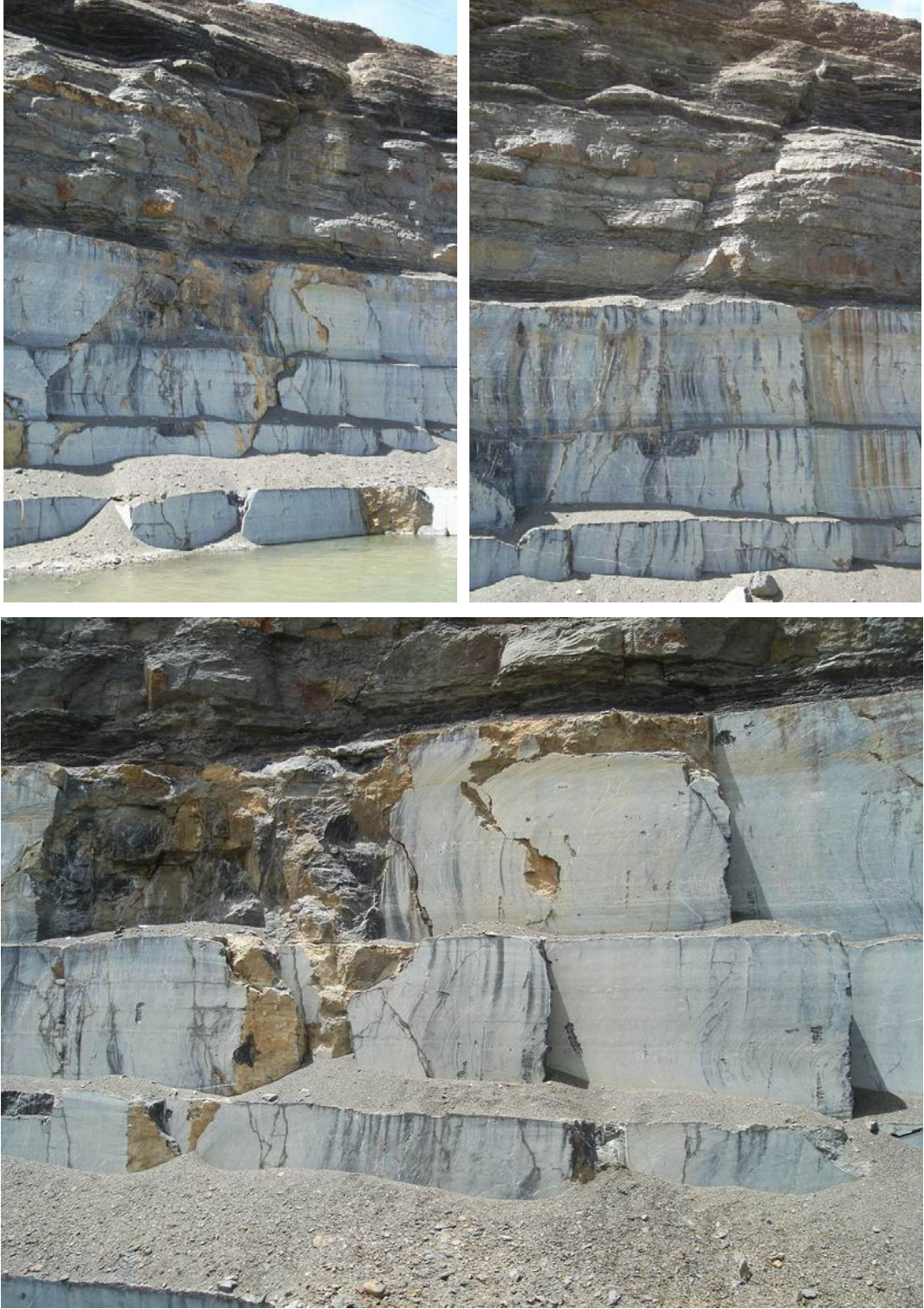
Üretim yapılan kireçtaşı serisinde düzenli eklem sistemleri gözlenmiş olup, mevcut süreksizliklerin üretim aynalarından kuzeye doğru arttığı ve blok verimliliğine de olumsuz etki yaptığı gözlemlenmiştir (Şekil 6.8).



Şekil 6.7 Mermer ocak işletmesinde üstten alta doğru gözlenen litolojik birimler

İncelenen mermer ocak işletmesindeki çalışma aynalarından güney ve güney-doğu doğrultusunda birimdeki düzenli eklem ve kırık sistemlerinin azaldığı görülmekte ve güneye doğru blok verimliliğinde de gözle görülür bir artışın olduğu da yapılan saha çalışmalarında açıkça görülmüştür. Mermer ocak işletmesinin doğusunda yer alan en önemli fay K-G boyunca kat eden Karapınar Fayı'dır. Mermer üretim bölgesi bu faydan oldukça etkilenmiş görülmektedir.

Üretim yapılan mermer işletmesinde üretim damarı ve üzerindeki faylar tektonizmadan etkilenmiş durumda sistematik eklem ve eklem takımlarına sahiptir ve bu faylarla kesişen dik faylarda bunlara zaman zaman eşlik etmektedirler. Üretim damarı üzerindeki birimlerde daha düşük eğime sahip süreksizlikler mermer damarında bazen daha dik eğimlerde devamlılık arz etmekte bazen de aynı eğimle devamlılık sunduğu görülmektedir (Şekil 6.8).



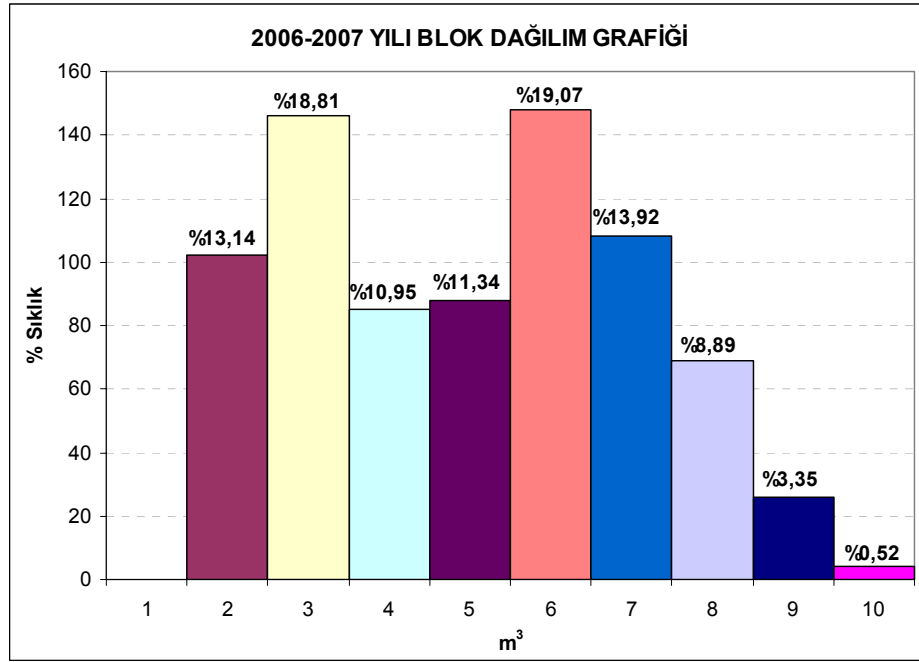
Şekil 6.8 İşletmede gözlenen sistematik çatlak ve kırık sistemleri ve üretilen damara olan etkileri

Tablo 6.1 Toros Siyahı kireçtaşının fiziko-mekanik, mineralojik ve kimyasal özellikleri

| ÖZELLİKLER | DEĞER | BİRİM | TS 11137 | TS 2513 / TS 1910 |
|---|---------|--------------------------------------|--|--|
| Sertlik | 3-4 | Mohs | ----- | |
| Birim Hacim Ağırlığı | 2,71 | gr / cm ³ | min \geq 2,16 gr/cm ³ | |
| Özgül Ağırlık | 2,73 | ----- | ----- | 2,55 |
| Atm. Bas. Ağır. Su Emme (Ağırlıkça) | 0,074 | % | Kütlece % 4'den fazla olmamalı | Ağırlıkça % 1,8'den fazla olmamalı |
| Porozite | 0,70 | % | ---- | < 2 |
| Tek Eksenli Basınç Dayanımı | 1382 | kg / cm ² | En az \geq 50 N/mm ² olmalı | > 500 |
| Don Sonrası Tek Eksenli Basınç Dayanımı | 1144 | kg / cm ² | Dayanım azalması max. % 2 olmalı | Dayanım azalması max. % 5 olmalı |
| Eğilme Dayanımı | 146 | kg / cm ² | | > 40 |
| Darbe Dayanımı | 20 | kg-f / cm ³ | En az \geq 0,6 N.mm/mm ³ olmalı | > 6 kaplama > 10-12 yol parkesi, bordür |
| Sürtünme İle Aşınma Dayanımı | 19 | cm ³ / 50 cm ² | < 10 döşeme ve zemin kaplama < 15 duvar kaplama | < 10 yol parkesi, bordür < 15 kaplama |
| Elastisite Modülü | 171 581 | kg / cm ² | | |

| | | |
|--------------------------|--|-------|
| Minerolojik Özellikleri: | Makro ve mikro kırılmış fosil parçacıkları içermektedir. Karbonat matrisi içerisinde dolomit ve mikro kuvars tanecikleri de yer almaktadır. İkincil kırıklar, dolgu mineralleri olarak kalsit ve limonit içermektedir. | |
| Kimyasal Analiz | | % |
| | SiO ₂ | 2,56 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0,51 |
| | CaO | 49,97 |
| | MgO | 2,07 |

Şirket kayıtlarından alınan fiziksel, mekaniksel, kimyasal ve teknolojik test sonuçlarına göre plaka ve levha üretimine uygun olan Toros Siyah kireçtaşı mermerinin dekorasyon amaçlı kullanım, dış döşeme (donma-çözünme periyodu yüksek olan bölgeler dışında) ve kaplama malzemesi uygulamalarına uygun yapıda olduğu görülmektedir.



Şekil 6.9 2006 - 2007 yıllarına ait üretilen blok hacimlerinin sıklık değerleri

Şirket kayıtlarında 2006 yılı çalışılan üretim basamaklarından üretilmiş olan ticari mermer blok boyutları ile ilgili veriler m^3 cinsinden aşağıda sıklık oranları ile birlikte grafiksel olarak verilmiştir. Söz konusu şekilden de görüleceği üzere halen çalışılan lokasyondaki blok verimliliği açısından mermer işletmesinde alınan ticari blok boyutları genelde $2 m^3$ ile $10 m^3$ arasından değişmektedir. Ortalama ticari blok boyutu ise 4 farklı kademe için 3 ile $6 m^3$ arasında değiştiği görülmektedir.

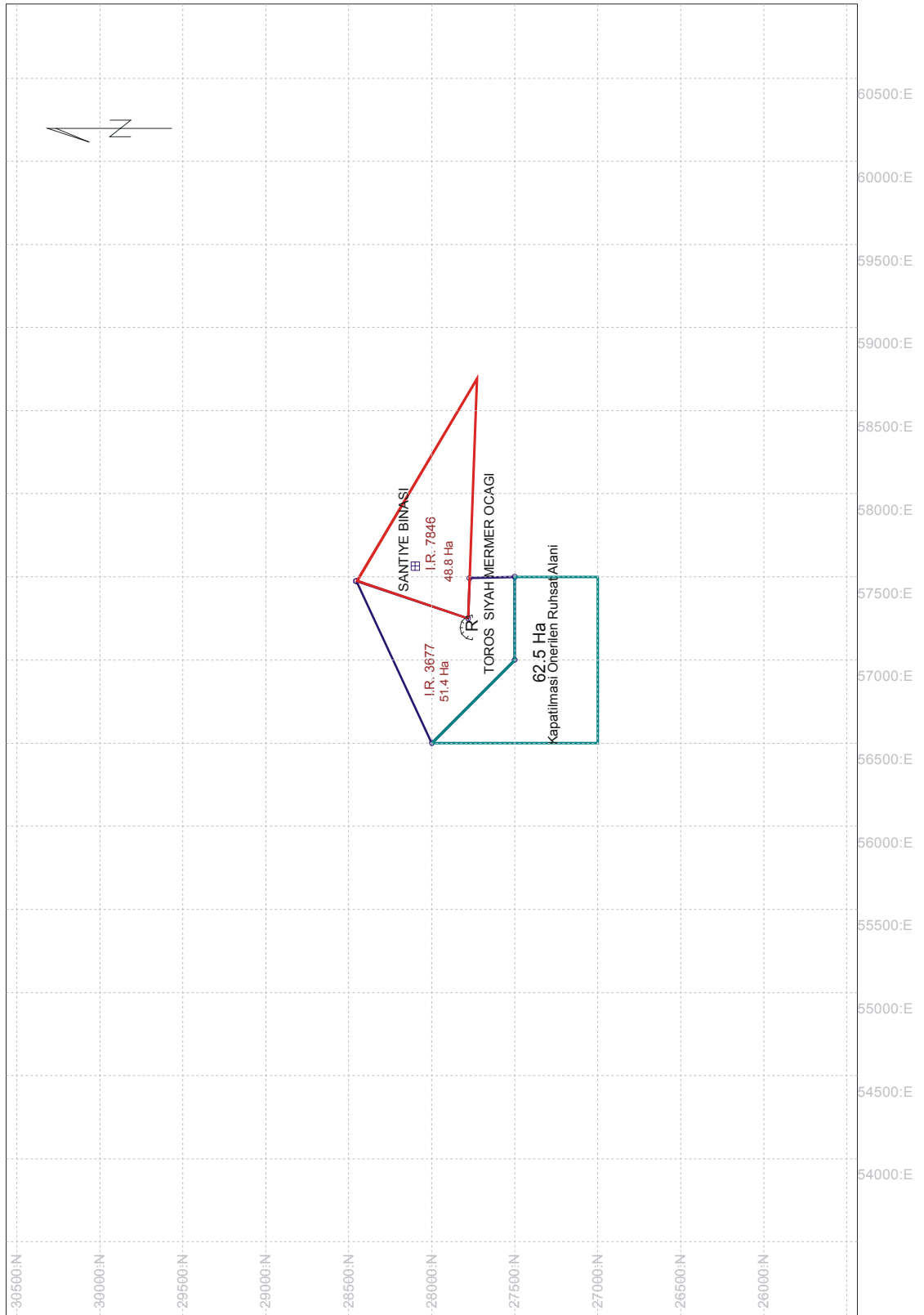
6.2.1.2 Topoğrafik Ölçüm Çalışmaları

Mermer ocak işletmesi mevcut aynalarında ve civarında topoğrafik ölçümler kapsamında GARMIN marka 2 adet el GPS'i ile koordinat okumaları yapılmıştır. Mevcut mermer ocağı aynalarının konumu ve ayrıca belirlenen GPR kesit hatlarının lokasyonları da aynı cihaz ile saptanmıştır. Tablo 6.2'de okunan değerler UTM koordinat sisteminde 1/25 000 lik koordinatlarda verilmiştir. Şekil 6.11'de ölçüm noktaları ve GPR kesit hatları çizimi verilmektedir.

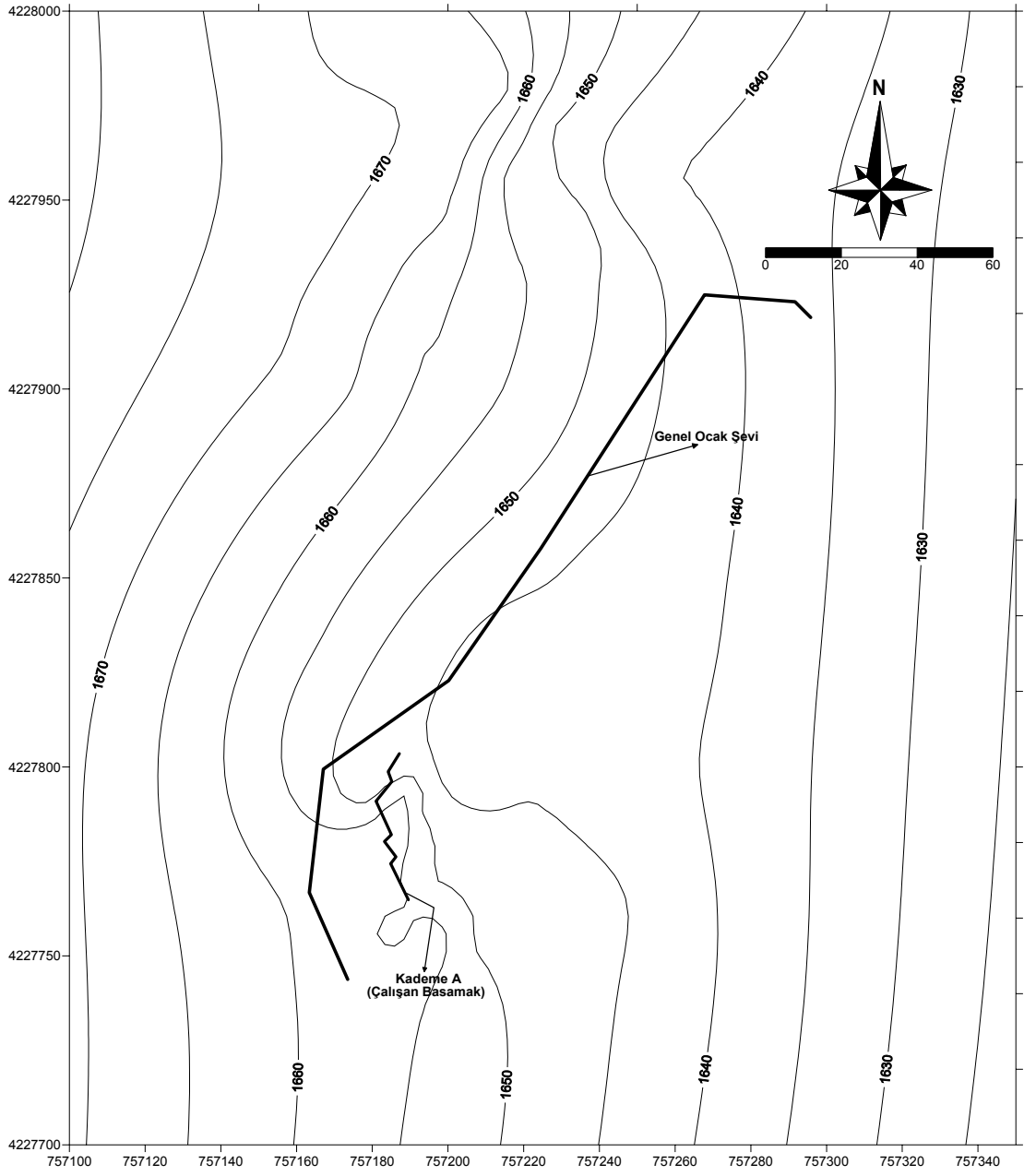
Acar Madencilik A.Ş. ye ait komşu iki adet Mermer İşletme Ruhsatı koordinatları aşağıda Tablo halinde verilmektedir. Şekil 6.10'da ise ruhsat sınırları, şantiye ve ocak aynalarının konumları birlikte ölçekli olarak verilmiştir.

Tablo 6.2 GPS ölçüm nokta koordinatları

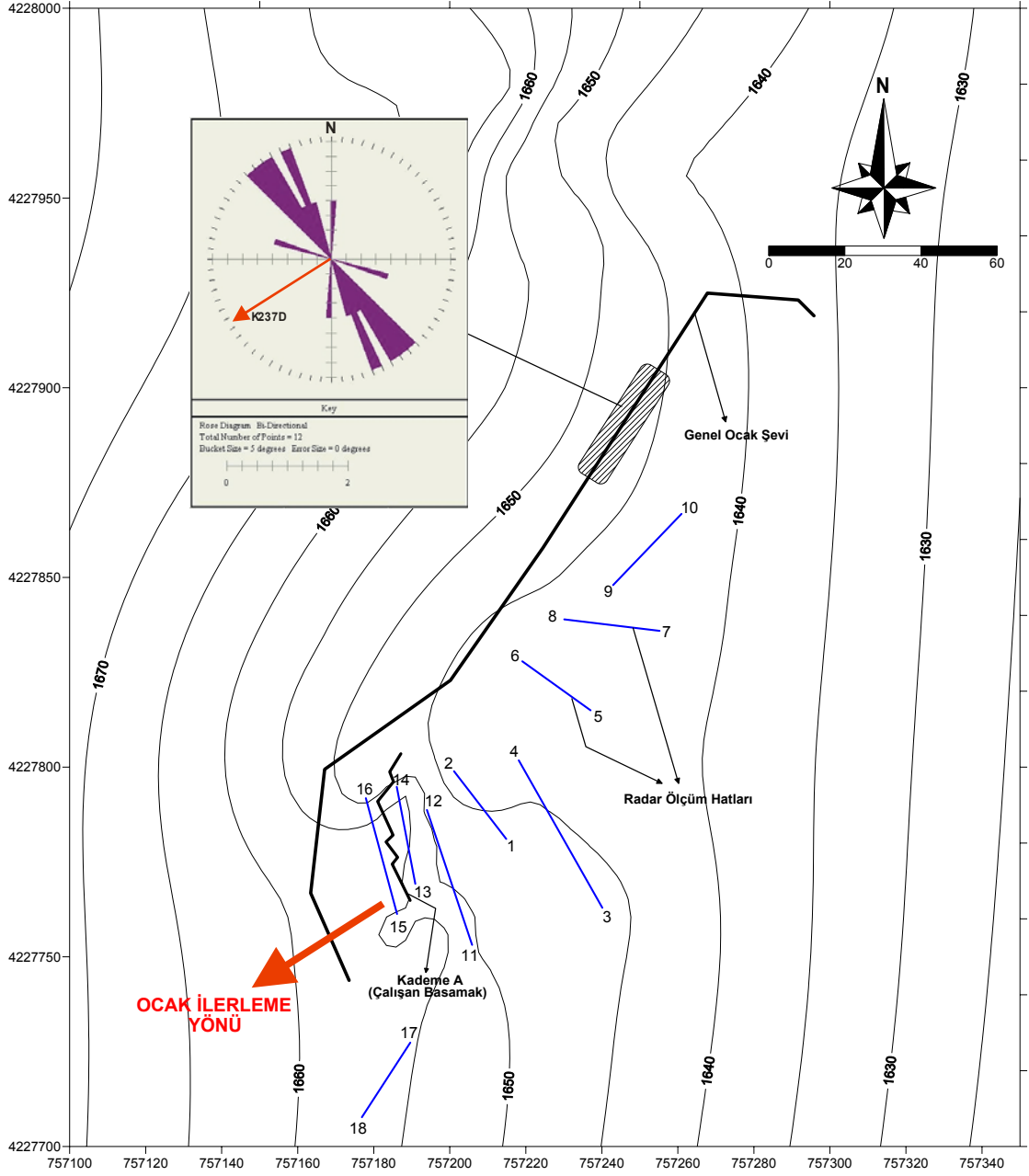
| Nokta No | Y (Sağa) | X (Yukarı) | Z (Kot) |
|----------|----------|------------|---------|
| 1 | 757564 | 4228100 | 1582 |
| 2 | 757277 | 4228056 | 1632 |
| 3 | 757284 | 4228041 | 1646 |
| 4 | 757280 | 4228039 | 1646 |
| 5 | 757280 | 4228040 | 1645 |
| 6 | 757279 | 4228040 | 1645 |
| 7 | 757278 | 4228039 | 1645 |
| 8 | 757277 | 4228038 | 1647 |
| 9 | 757276 | 4228038 | 1645 |
| 10 | 757264 | 4228036 | 1644 |
| 11 | 757195 | 4227755 | 1660 |
| 12 | 757186 | 4227762 | 1661 |
| 13 | 757183 | 4227769 | 1659 |
| 14 | 757183 | 4227770 | 1660 |
| 15 | 757181 | 4227779 | 1659 |
| 16 | 757185 | 4227782 | 1659 |
| 17 | 757182 | 4227785 | 1657 |
| 18 | 757188 | 4227787 | 1657 |
| 19 | 757186 | 4227791 | 1657 |
| 20 | 757189 | 4227794 | 1656 |
| 21 | 757253 | 4227850 | 1643 |
| 22 | 757249 | 4227803 | 1642 |
| 23 | 757215 | 4227781 | 1646 |
| 24 | 757201 | 4227799 | 1642 |
| 25 | 757240 | 4227763 | 1647 |
| 26 | 757218 | 4227802 | 1645 |
| 27 | 757237 | 4227815 | 1645 |
| 28 | 757219 | 4227828 | 1641 |
| 29 | 757255 | 4227836 | 1643 |
| 30 | 757230 | 4227839 | 1644 |
| 31 | 757243 | 4227848 | 1643 |
| 32 | 757261 | 4227867 | 1643 |
| 33 | 757206 | 4227753 | 1650 |
| 34 | 757194 | 4227789 | 1648 |
| 35 | 757191 | 4227769 | 1650 |
| 36 | 757186 | 4227795 | 1649 |
| 37 | 757186 | 4227761 | 1650 |
| 38 | 757178 | 4227792 | 1647 |
| 39 | 757163 | 4227834 | 1656 |
| 40 | 757232 | 4227900 | 1651 |
| 41 | 757219 | 4227897 | 1654 |
| 42 | 757207 | 4227901 | 1657 |
| 43 | 757194 | 4227914 | 1660 |
| 44 | 757195 | 4227914 | 1661 |
| 45 | 757181 | 4227902 | 1663 |
| 46 | 757172 | 4227903 | 1667 |
| 47 | 757163 | 4227905 | 1669 |
| 48 | 757167 | 4227922 | 1669 |
| 49 | 757177 | 4227927 | 1668 |
| 50 | 757194 | 4227931 | 1663 |
| 51 | 757197 | 4227941 | 1665 |
| 52 | 757199 | 4227946 | 1666 |
| 53 | 757197 | 4227951 | 1667 |
| 54 | 757201 | 4227957 | 1667 |
| 55 | 757205 | 4227970 | 1668 |
| 56 | 757214 | 4227980 | 1668 |
| 57 | 757172 | 4227991 | 1669 |
| 58 | 757250 | 4227953 | 1640 |
| 59 | 757259 | 4227944 | 1642 |
| 60 | 757251 | 4227926 | 1647 |
| 61 | 757243 | 4227927 | 1649 |
| 62 | 757239 | 4227937 | 1651 |
| 63 | 757234 | 4227945 | 1652 |
| 64 | 757232 | 4227953 | 1650 |
| 65 | 757229 | 4227967 | 1649 |
| 66 | 757229 | 4227933 | 1654 |
| 67 | 757224 | 4227939 | 1653 |
| 68 | 757226 | 4227941 | 1653 |
| 69 | 757222 | 4227945 | 1652 |
| 70 | 757225 | 4227946 | 1652 |
| 71 | 757221 | 4227951 | 1652 |
| 72 | 757218 | 4227956 | 1652 |
| 73 | 757225 | 4227962 | 1652 |
| 74 | 757224 | 4227965 | 1652 |
| 75 | 757227 | 4227971 | 1651 |



Şekil 6.10 Acar Madencilik ruhsat saha sınırı krokisi



Şekil 6.11 Acar Madencilik Mermer işletmesi topoğrafik haritası ve üretim basamakları

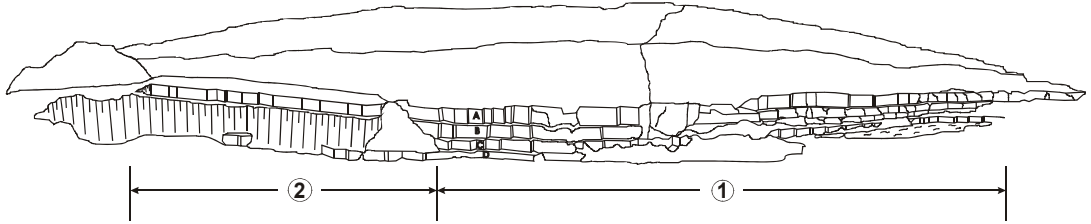


Şekil 6.12 Mermer üretim kademeleri, kademe üzerinde alınan GPR kesit hatları ile B ve C kademelerinin aynalarındaki ölçümler sonucu çizilen eğim yönü gül diyagramları

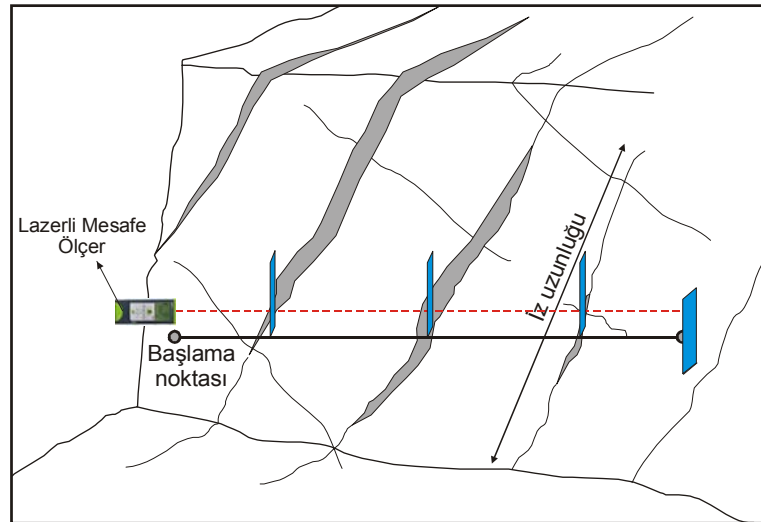
6.2.1.3 Süreksizlik Ölçümleri

Süreksizliklerin arazi incelemeleri için hat etüdü (scanline) tekniği kullanılarak, üretim aynasında mevcut süreksizlik özellikleri belirlenmiştir.

Süreksizlik ölçümleri, A, B ve C kademelerinin aynalarında ve tüm süreksizliklerin görünür aralıkları lazerli mesafe ölçer ile yapılmıştır. Ayna üzerinde ölçüm hattını kesen süreksizlikler belirlenerek, süreksizliklerin eğim yönü ve eğim değerleri, süreksizlik aralıkları, açıklıkları, devamlılıkları, dolgu ve su durumları gibi jeolojik özellikleri tespit edilmiştir.



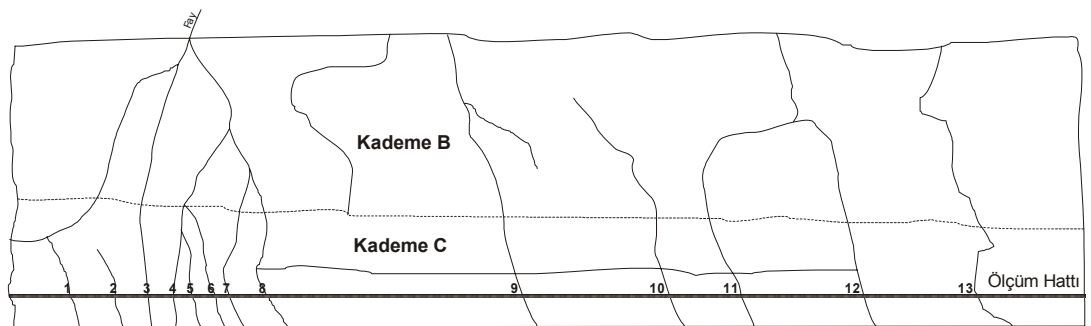
Şekil 6.13 İşletme sahası genel görüntüsü



Şekil 6.14 Ölçüm hattı boyunca süreksizlik aralığının tayini



Şekil 6.15 İşletmede mevcut kademelerin görünüşü



Şekil 6.16 B ve C kademe aynalarında görülen süreksizlikler ve ölçüm hattı

Tablo 6.3 B ve C kademe aynalarında yapılan süreksizlik ölçümleri

| SÜREKSİZLİK ÖLÇÜMÜ VERİ FORMU | | | | | | | | | |
|--|--------|-----|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|---------------|-----------------------|--------------|
| Lokasyon: Kademe B – Kademe C | | | | | Tarih: 26.05.2007 | | | Hat Uzunluğu: 21,12 m | |
| SÜREKSİZLİKLERİN ÖZELLİKLERİ VE YÖNELİMİ | | | | | | | | | |
| No | Metre | Tür | Eğim Yönü/ Eğim | Devamlılık (m) | Açıklık (mm) | Süreksizlik Aralığı (m) | Dolgu Türü | Bozunma | Su Durumu |
| 1 | 0,945 | 7 | 36 / 72 | 2,22 | 4,21 | 0,670 | 4 | 2 | 1 |
| 2 | 1,615 | 7 | 30 / 70 | 1,48 | 1,17 | 1,793 | 4 | 2 | 1 |
| 3 | 3,408 | 2 | 34 / 72 | 23,80 | 7,42 | 0,398 | 4 | 2 | 1 |
| 4 | 3,806 | 7 | 184 / 80 | 1,75 | 3,06 | 0,509 | 4 | 2 | 1 |
| 5 | 4,315 | 7 | 22 / 75 | 1,74 | 4,87 | 1,270 | 4 | 2 | 1 |
| 6 | 5,585 | 7 | 24 / 75 | 1,67 | 1,58 | 0,935 | 4 | 2 | 1 |
| 7 | 6,520 | 2 | 164 / 76 | 15,45 | 5,84 | 1,310 | 4 | 2 | 1 |
| 8 | 7,830 | 7 | 32 / 74 | 13,20 | 18,69 | 6,241 | 4 | 2 | 1 |
| 9 | 14,071 | 7 | 42 / 70 | 6,10 | 3,56 | 1,436 | 4 | 2 | 1 |
| 10 | 15,507 | 7 | 44 / 69 | 5,35 | 0,76 | 0,530 | 4 | 2 | 1 |
| 11 | 16,037 | 7 | 40 / 76 | 13,65 | 0,73 | 2,824 | 4 | 2 | 1 |
| 12 | 18,861 | 7 | 48 / 70 | 6,48 | 1,20 | 0,506 | 4 | 2 | 1 |
| 13 | 19,367 | 7 | 74 / 72 | 16,57 | 4,32 | | 4 | 2 | 1 |

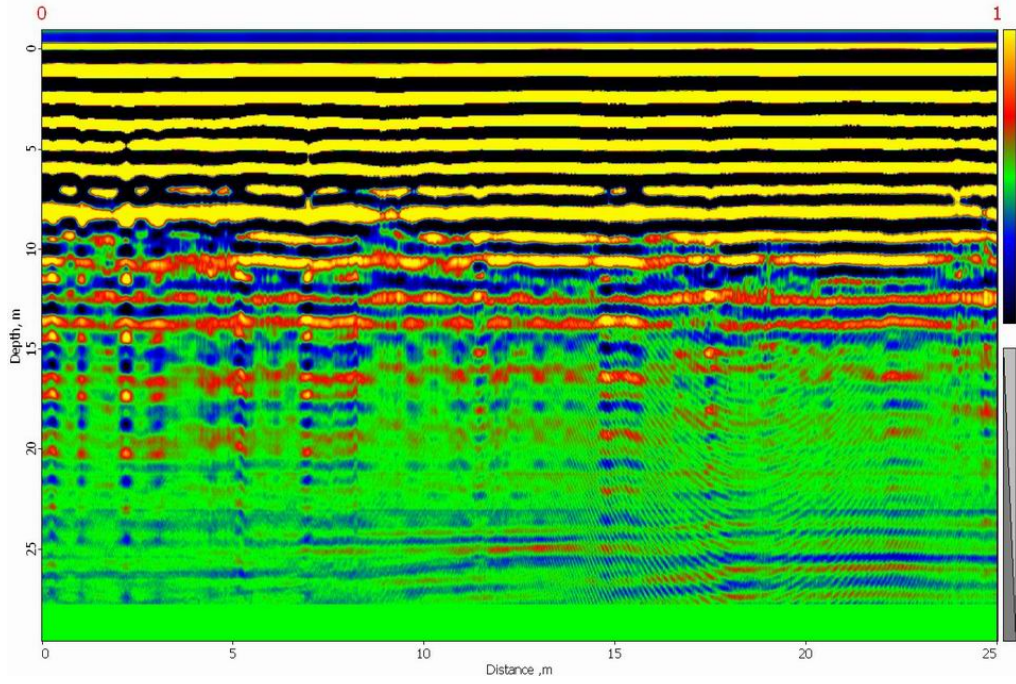
| | |
|-----------------------|---|
| TÜR: | 1. Fay Zonu 2. Fay 3. Eklem 4. Klivaj 5. Şistozite 6. Makaslama 7. Çatlak 8. Tabaka |
| DOLGUNUN TÜRÜ: | 1. Dolgusuz 2. Yüzey Boyaması 3. Kohezyonsuz 4. Etken olmayan kil 5. Şişen kil veya kil matriks 6. Çimentolanmış (Kalsit,Kuvars vb.) 7. Klorit, Talk, Jips 8. Diğer |
| BOZUNMA: | 1. Bozunmamış (Taze) 2. Az bozunmuş 3. Orta derecede bozunmuş 4. İleri derecede bozunmuş 5. Tamamen bozunmuş 6. Artık zemin |
| SU DURUMU: | 1. Kuru 2. Nemli 3. Islak 4. Damlama (Sızıntı) 5. Akış |

6.2.1.4 Yer Radarı Ölçümleri

Sahada belirlenen kesitlerde GPR ile yaklaşık 35-40 metre derinliğe kadar görüntüler alınmıştır. **Zond 12e** marka yer radarı ile **38 mHz** anten kullanılarak farklı uzunluklarda hatlar belirlenmiştir. Bu belirlenen hatlar üzerinde yerden yaklaşık 25 cm yukarıdan tutulan antenle hat üzerinde yürüyerek, kontrol ünitesine monteli bilgisayarda eş zamanlı görüntüler elde edilmiştir.

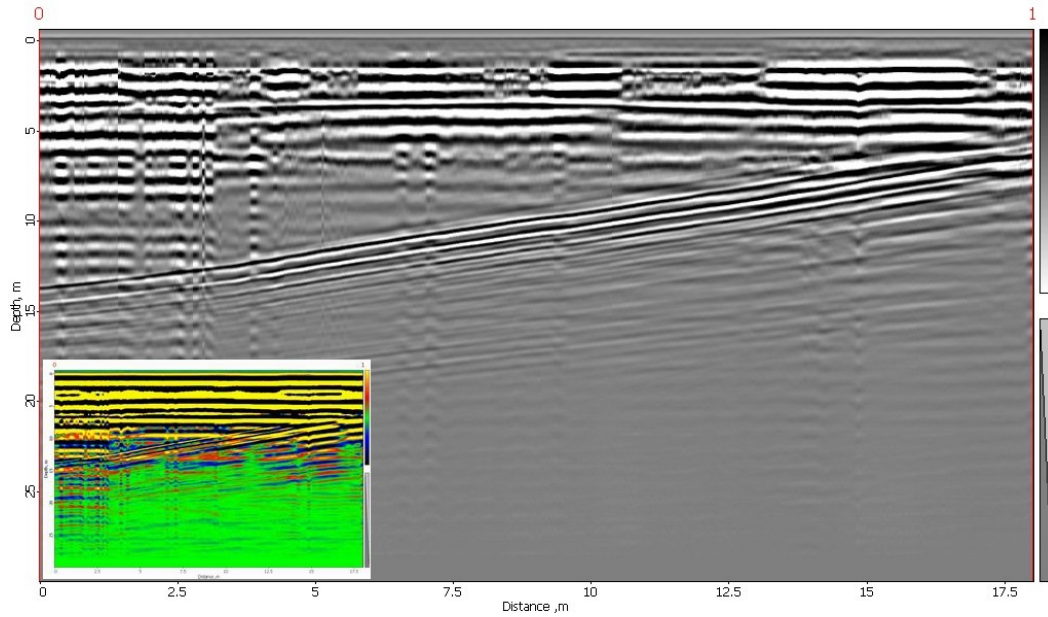
Görüntü alma işlemi uygulanan bölgeler aşağıda verilmekte olup, bu bölgelerde :

1. Ocak tabanında **5 adet kesit**
2. B kademesinin üzerinde **2 adet kesit**
3. Üretim yapılan A kademesinin üzerinde **1 adet kesit**
4. Üretim yapılan A kademesinin yanındaki dekapajın diğer tarafında **1 adet kesit** olmak üzere toplam 9 adet kesit hattı alınmıştır.

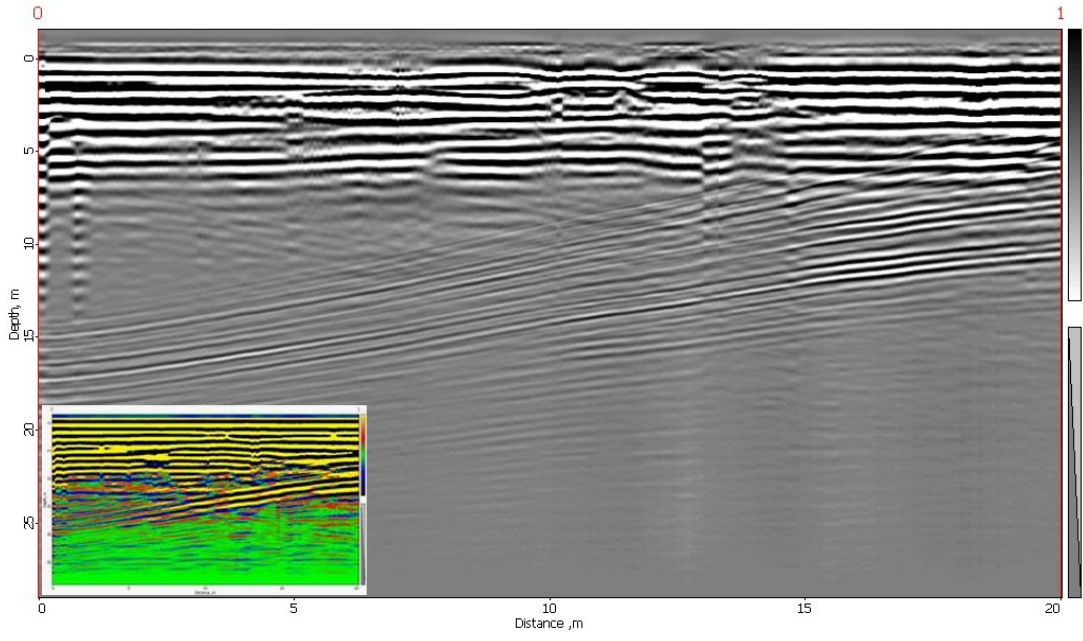


Şekil 6.17 Üretim kademesinde alınan referans GPR görüntüsü

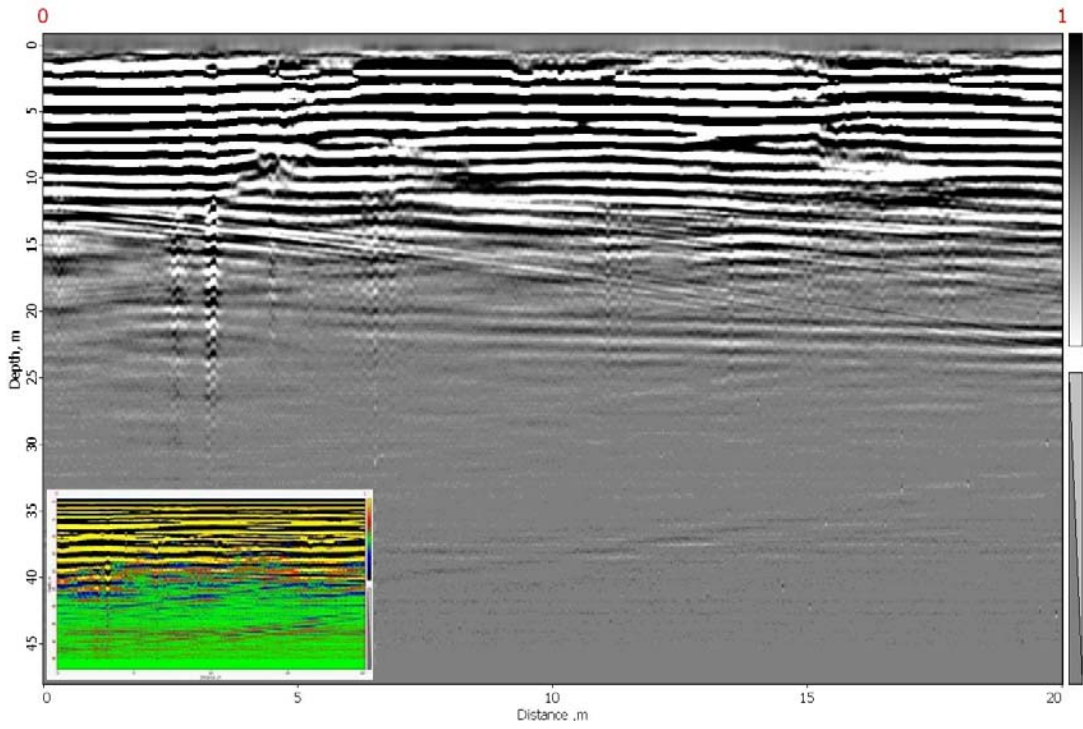
Alınan bu görüntüler Prism 2D programında sırasıyla genlik düzeltmesi, filtreleme, topoğrafya düzeltmesi v.b. işlemlerden geçirilerek derinliğe bağlı çatlak ve çatlak sistemlerinin durumu, formasyon kalınlıkları belirlenmektedir. Arazide belirlenen kesit hatlarından alınan GPR görüntüleri, renkli (işlenmemiş) ve siyah-beyaz (işlenmiş) olarak verilmektedir.



Şekil 6.18 1-2 kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.19 7-8 kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.20 9-10 kesitine ait GPR görüntüsü

6.2.1.5 Saha Çalışmalarında Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Yapılan jeolojik saha çalışmaları sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiş ve işletilebilir mermer oluşumlarının litolojik kalınlık ve süreksizliklere bağlı blok verimliliği irdelenmiştir.

A, B ve C kademelerinin aynalarında yapılan ölçümlere göre;

➤ *Süreksizlik Aralığı :*

Ortalama süreksizlik aralığı 3374 mm'dir.

Tanımlama : Çok Geniş Aralıklı

➤ *Süreksizliklerin Devamlılığı :*

Ortalama süreksizliklerin devamlılığı 12,64 m'dir.

Tanımlama : Yüksek Devamlılık

➤ *Süreksizlik Açıklığı :*

Açıklık değerleri 0,72 mm ile 18,69 mm arasında değişmektedir. Ortalama açıklık değeri 9,71 mm'dir.

Tanımlama : Çok Geniş Açıklık

➤ *Blok boyutu indeksi (I_b):*

$S_1 = 0,9836 S_2 = 2,3074$ (İnceleme alanından elde edilen aralık değerleri)

Blok Boyutu İndeksi = $I_b = 1,6455$

➤ *Hacimsel eklem sayısı (J_v)*

A kademe aynalarında → $J_v = 1,52$ eklem/m³

B ve C kademe aynalarında → $J_v = 2,49$ eklem/m³

➤ *Sahadan Alınabilecek Minimum ve Maksimum Blok Boyutları*

Minimum Blok Boyutu : 2,33 m³

Maksimum Blok Boyutu : 10,3 m³

Yapılan bütün saha çalışmaları ve değerlendirmeler sonucunda aşağıda belirlenen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre;

Bölgeye iki fay sistemi egemendir. Birincisi KD-GB doğrultusunda onlarca km uzanan faylar, ikincisi kısa mesafeler kat eden ve birincileri kesen D-B uzanımlı faylardır. Üretim yapılan kireçtaşı serisinde düzenli eklem sistemleri gözlenmiş olup mevcut süreksizliklerin üretim aynalarından kuzeye doğru arttığı ve blok verimliliğinde de olumsuz etki yaptığı gözlemlenmiştir. Üretim damarı üzerindeki birimlerde daha düşük eğime sahip süreksizlikler mermer damarında bazen daha dik eğimlerde devamlılık arz etmekte bazen de aynı eğimle devamlılık sunduğu görülmektedir.

İşletmede blok üretimi şu anda 2 no.lu bölgedeki A kademesinde yapılmaktadır. Yukarıdaki şekilde 1 numara ile gösterilen bölgenin A, B, C ve D kademelerinde mevcut süreksizlikler ve yapısal bozukluklar nedeniyle blok üretimi yapılmamaktadır.

A, B ve C Kademelerinde yapılan süreksizlik ölçümleri ve analizleri sonucunda sahada süreksizlik aralığı “*Çok Geniş Aralıklı*”, süreksizliklerin devamlılığı ise “*Yüksek Devamlılık*” olarak tanımlanmıştır. Süreksizlik açıklığı bakımından açıklıkların 0,72 mm ile 18,69 mm arasında değiştiği ve bunun da “*Çok Geniş Açıklık*” tanımlamasına karşılık geldiği görülmektedir. Bu parametrelere bağlı olarak Hacimsel Eklem Sayısı değeri $J_v = 1,52$ eklem/m³ ile 2,49 eklem/m³ arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen bu değerlerden, ocaktan alınabilecek blok boyutları minimum 2,33 m³, maksimum 10,3 m³ olarak hesaplanmıştır.

Yer radarı ile 1 no.lu bölgeden alınan kesit görüntülerinin değerlendirilmesi sonucunda, şu anda blok üretimi yapılmayan bu bölgede mermer kalınlığının 5-10 metre tabana kadar devam ettiği gözlenmektedir. Söz konusu bölgeye sistematik çatlak ve kırık sistemlerinin hakim olması nedeniyle, mevcut kireçtaşı birimleri bol miktarda yapısal bozukluklar içermektedir. Görülen yapısal bozuklukların sonucu olarak, bu bölgeden katraklık blok almak mümkün görülmemekte olup, ancak moloz ve küçük boyutlarda blok üretimi mümkün olacaktır. Yer radarı ile 2 no.lu bölgeden

alınan kesit görüntülerinin değerlendirilmesi sonucunda, mermer kalınlığının 10-15 metre tabana kadar devam ettiği gözlenmektedir. Blok üretimi yapılan 2 no.lu bölgedeki B kademesi üzerinden alınan radar görüntülerine göre (11-12, 13-14 kesitleri), çatlak ve kırık sistemleri bu bölgede çok daha az görülmektedir.

A kademesi üzerinde (15-16 kesiti) ve A kademesinin güney tarafında (17-18 kesiti) alınan kesitler değerlendirildiğinde, mermer kalınlığının 10-15 m tabana kadar devam ettiği gözlenmektedir. Çatlaklı ve kırıklı bölgeden uzaklaşılması nedeniyle, kireçtaşı kütlesi oldukça sağlam ve ticari blok alımına uygun bir yapı sunmaktadır. Ancak işletmede gerek dekapaj, gerekse üretim çalışmalarının hiçbir aşamasında patlatma yapılmaması gerekmektedir. Uygulanan elmaslı tel kesme yönteminin gereği olarak her üç yüzey kesiminin de (alt kesim dahil) mutlaka yapılması gerekmektedir.

Şirket kayıtlarında 2006 yılı çalışılan üretim basamaklarından üretilmiş olan ticari mermer blok boyutları ile ilgili verilerin değerlendirilmesi sonucunda, halen çalışılan lokasyondaki blok verimliliği açısından mermer işletmesinde alınan ticari blok boyutları genelde 2 m³ ile 10 m³ arasından değişmektedir. Ortalama ticari blok boyutu ise 4 farklı kademe için 3 ile 6 m³ arasında değiştiği görülmektedir. Halen çalışılan kademelerde Haziran 2007 itibari ile ST lik blok alımı daha baskın görülse de, çalışma kapsamında belirlenen işletme yönünde ilerlenmesi durumunda katraklık blok alımında artış olması beklenmelidir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, süreksizliklerin KB – GD istikametinde devamlılık sunması nedeniyle, üretim yönünün süreksizliklerin eğim yönüne dik yönde (GB) seçilmesi ticari boyutta blok alınmasını sağlayacaktır.

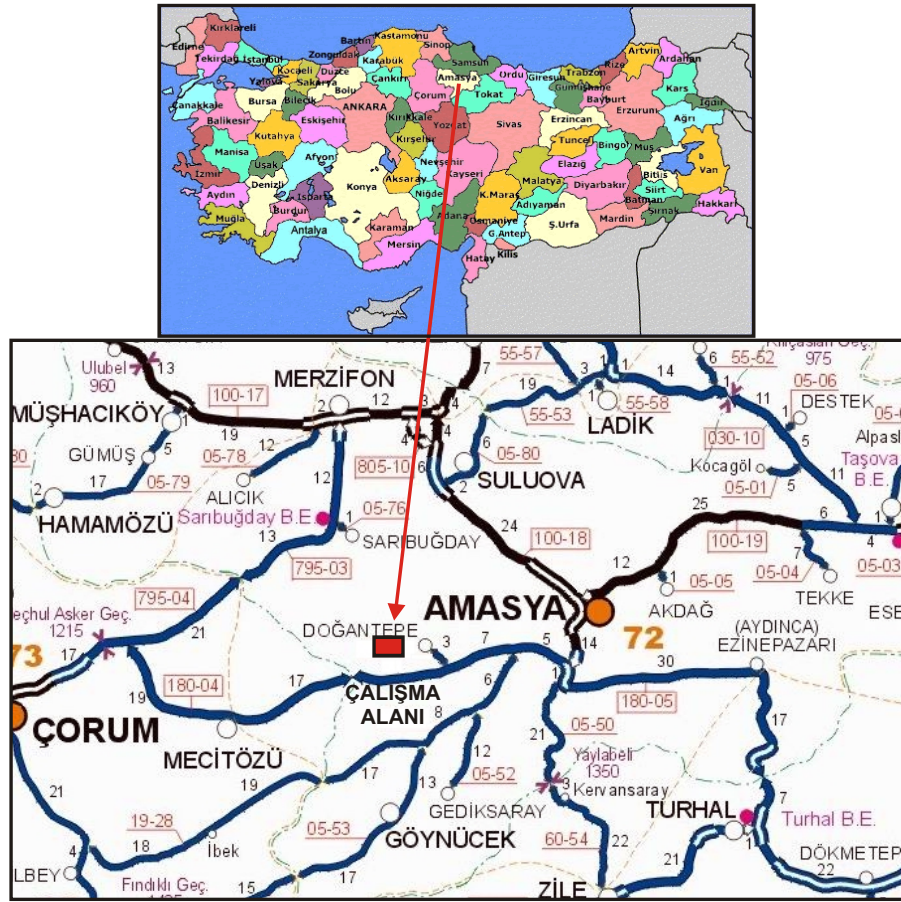
Üretim yapılan A kademesinin güney kısmında görülen kireçtaşı mostrasında (A kademesinin devamı) yeni bir ocak ağızı açılıp, A kademesiyle kireçtaşı mostrası arasındaki pasanın kaldırılarak üretim basamağının birleştirilmesini takiben, ocak üretim yönünün, Güney Batı istikametinde (K237D doğrultusunda) devam ettirilmesi durumunda, alınabilecek blok boyut ve kalitesinin artacağı öngörülmektedir.

6.2.2 Amasya Doğantepe Mermer Sahası

Amasya ili Merkez ilçesi Doğantepe köyü yakınında yer alan mermer sahasının işletilebilir mermer rezervlerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan saha ve diğer çalışmalar aşağıda verilmektedir.

6.2.2.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi

İnceleme alanı Amasya ili, Merkez ilçesi, Doğantepe köyü yakınında olup Amasya'ya 32 km mesafede yer almaktadır (Şekil 6.21).



Şekil 6.21 Çalışma alanının yer bulduru haritası

İnceleme alanı, güney kesimde en yüksek noktaları oluşturan Paleozoik'e ait metamorfik seri; "yeşil şist ve fillat" serisi olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Yeşil şistler Amasya ili civarında fillat serisiyle örtülmüş olarak görülmektedir. İçlerinde yer yer mermer mercerlerine rastlanan yeşil şistler, daha ziyade klorit şist ve epidot şistler halindedir.

Fillat serisi gri renk ile belirgindir. Serisit, klorit, kuvars ve albit mineralleri baslıca komponentleri oluşturmaktadır. Metamorfik seride, grovakların da yer aldığı görülmektedir. Metamorfik birimler aşağıdaki şekilde ayırt edilmiştir.

A - Yeşil şist Serisi: Bölgenin görünür temelini oluşturmakta, yapılarında yer yer laminalı olabilen yarı mermer mercekleri bulundurmaktadır. Bu seride bulunan tipik mineral toplulukları; epidot, aktinolit, klorit, epidot, aktinolit, kloritepidot-aktinolit-albittir. Orijinalleri bazik veya yarı bazik kayaların düşük sıcaklıklarındaki rejyonal yahut dislokasyon metamorfizması ile ilişkilidir.

B - Fillat Serileri:

1. Demirli şist Serileri: Bu birim Yeşil şist serisi üzerine uyumlu olarak gelmekte, esas fillat serisi ile yanal geçiş oluşturmaktadır. Demirli rtlerin metamorfizma ürünüdür.

2. Kuvart Sporfir Birimi: Birim bazik magma kayalarının asidik bir diferansiyasyonudur.

3. Bazik Metavolkanik Birimleri: Fillat serileri arasında ara ara 150-200 m. uzunlukta 5-6 m. kalınlığa ulaşabilen merceksel yapıdadırlar. Genellikle amfibolit, spilit, diyabaz bileşimi sunmaktadırlar.

4. Esas Fillat Serisi: Gümüş rengi görünüşünde gri renkte bir şist serisidir. Baslıca minerallerini serisit, klorit, kuvars ve albit oluşturur. Karbonat genellikle değişik miktarda olup, ya öteki bileşenler arasına düzenli dağıtılmıştır veya önemsiz yersel oluşuklar durumundadır (Amasya İl evre Durum Raporu, 2006).

İnceleme alanında Paleozoyik yaşlı birimler metamorfik şistler ve grovakla; Mesozoyik yaşlı birimler kireçtaşları ve ofiyolitik kayaçlarla; Senozoyik yaşlı birimler ise kumtaşı, kiltarı, jpsli marn ve çamurtaşı ardalanması ile alüvyon tarafından temsil edilirler. Temeli oluşturan metamorfik kayaçlar genellikle su içeren seviyelerin geçirimsiz tabanını oluşturmaktadır. Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları çok kırıklı, çatlaklı ve erimeli yapıda olduklarından geçirgenlikleri yüksektir. Bu kireçtaşlarının bulunduğu bölgelerde debisi yer yer yüksek karstik kaynaklar çıkmaktadır (Arıgn, 2002).



Şekil 6.22 İnceleme sahası ve çevresinin topoğrafik ve morfolojik yapısı



Şekil 6.23 İnceleme sahasından alınmış mermer mostralı görüntüler



Şekil 6.24 İnceleme sahasında kireçtaşı ve killi birimden görüntüler

İnceleme sahasında, önceden yapılan karotlu sondajda toplam 52 metre ilerleme sağlanmıştır. Yapılan sondajdan alınan karotlarla ilgili bilgiler aşağıda verilmektedir.



Şekil 6.25 1,50-7,50 m arası sondaj karotları

1,50-7,50 metreleri arasında yapılan sondajdan alınan karotlara bakıldığında, karotlar genelde kırıklı, çatlaklı; çatlaklar arası kil dolgulu olarak gözlemlenmiştir. En uzun karot boyu 80 cm olarak ölçülmüştür.



Şekil 6.26 7,50-15,00 m arası sondaj karotları

7,50-15,00 metreleri arasında yapılan sondajdan alınan karotlara bakıldığında, kırık ve çatlakların devam ettiği görülmektedir. En uzun karot boyu 101 cm.dir.



Şekil 6.27 15,00-21,40 m arası sondaj karotları

15,00-21,40 metreleri arasında yapılan sondajda alınan en uzun karot boyu 101 cm.dir.



Şekil 6.28 21,40-27,60 m arası sondaj karotları

21,40-27,60 metreleri arasında yapılan sondajda alınan en uzun karot boyu 98 cm.dir.



Şekil 6.29 27,60-35,00 m arası sondaj karotları

27,60-35,00 metreleri arasında yapılan sondajda alınan en uzun karot boyu 89 cm.dir.



Şekil 6.30 35,00-42,50 m arası sondaj karotları

35,00-42,50 metreleri arasında yapılan sondajda alınan en uzun karot boyu 90 cm.dir.



Şekil 6.31 42,50-52,00 m arası sondaj karotları

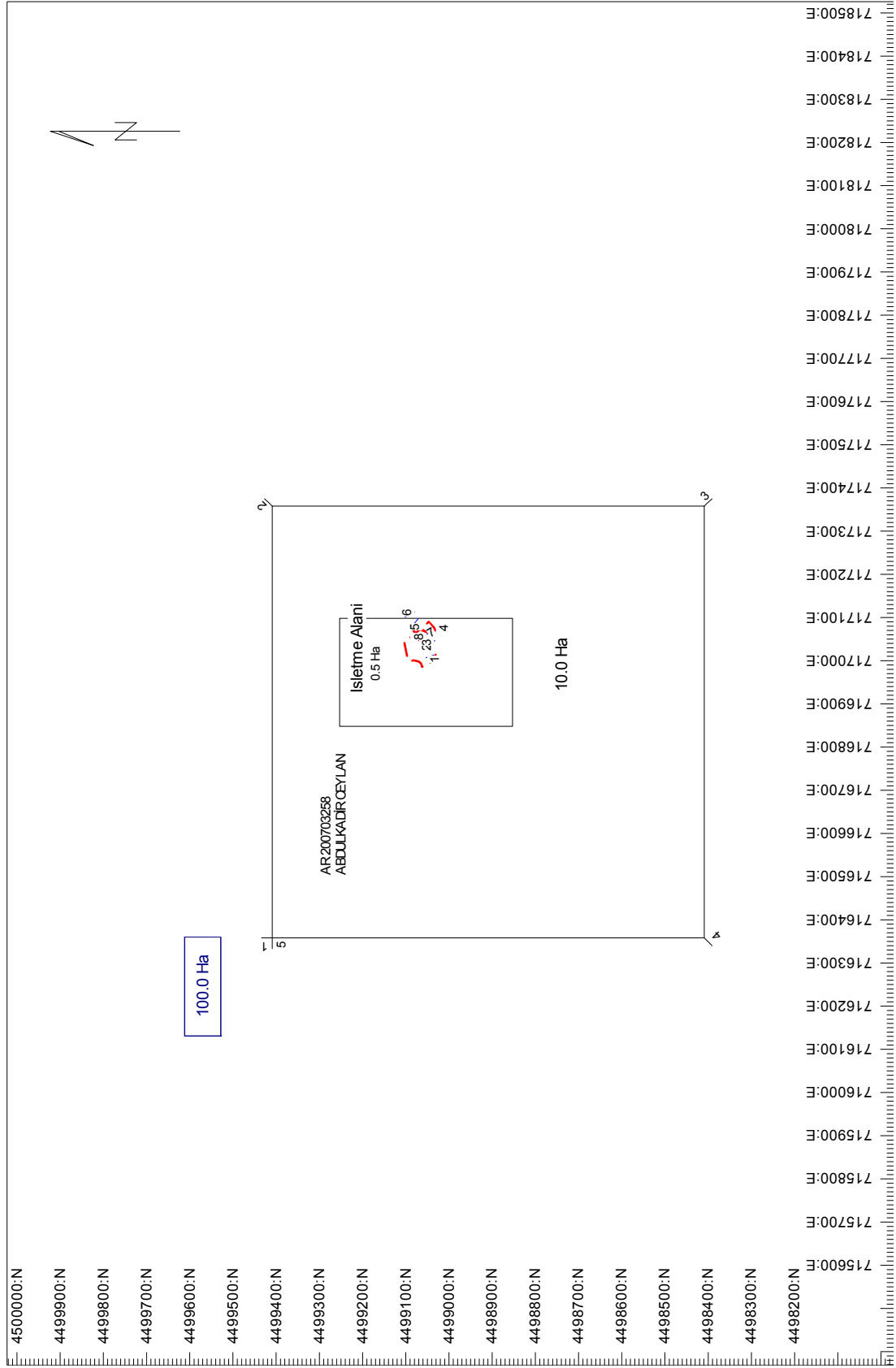
42,50-52,00 metreleri arasında yapılan sondajda alınan en uzun karot boyu 150 cm.dir.

6.2.2.2 Topoğrafik Ölçüm Çalışmaları

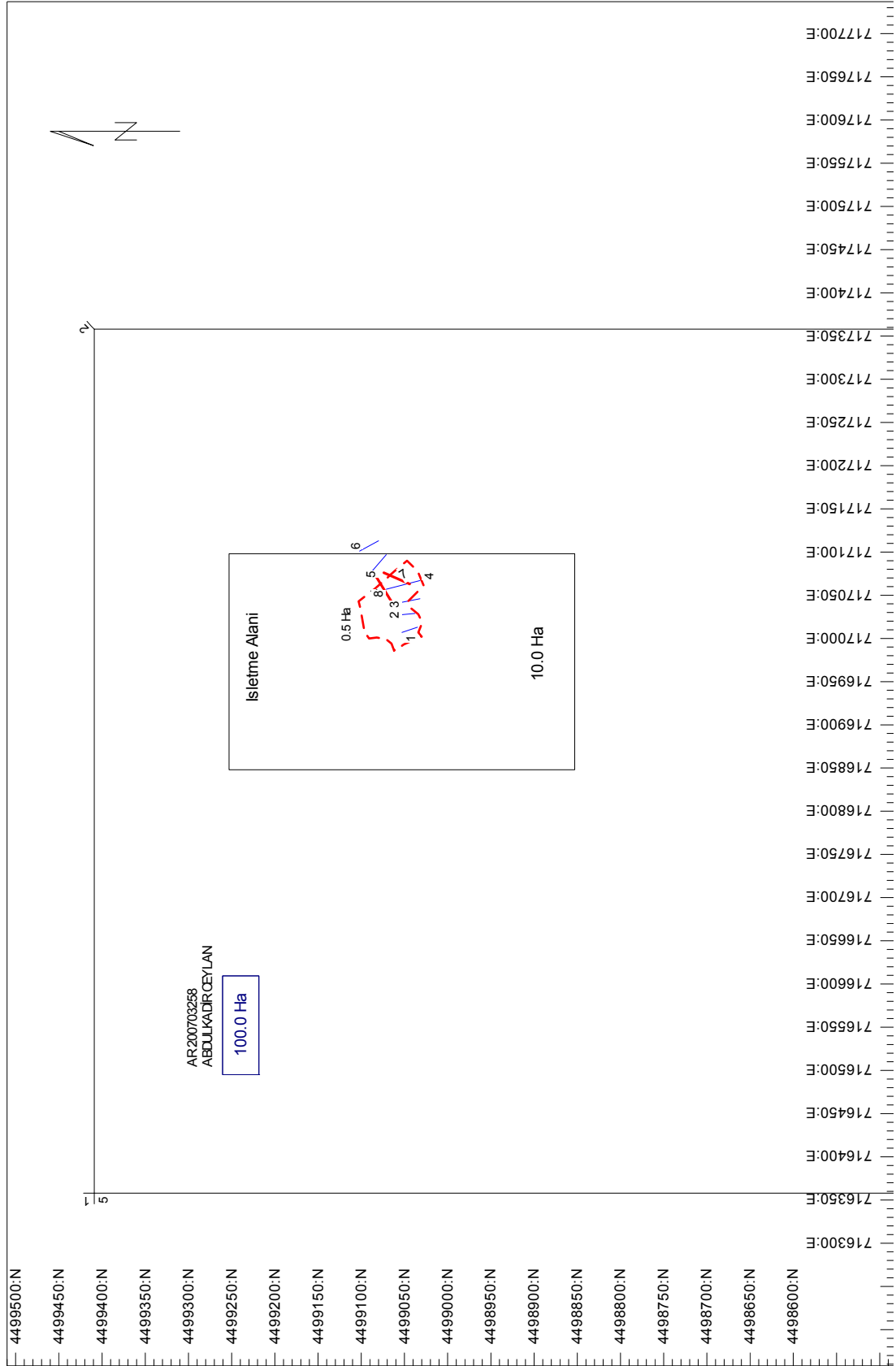
Ruhsat sahası içerisinde, kireçtaşı mostralarının gözlendiği bölgelerde topoğrafik ölçümler ve GPS ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 6.4’de GPS ölçüm nokta koordinatları, Şekil 6.32 ’de ruhsat sınırları, ölçüm noktaları ve GPR kesit hatlarının genel olarak çizimi verilmektedir. Şekil 6.33’de ise ruhsat sınırları ile yer radarı kesit hatları ölçekli olarak detaylı şekilde verilmiştir.

Tablo 6.4 GPS ölçüm nokta koordinatları

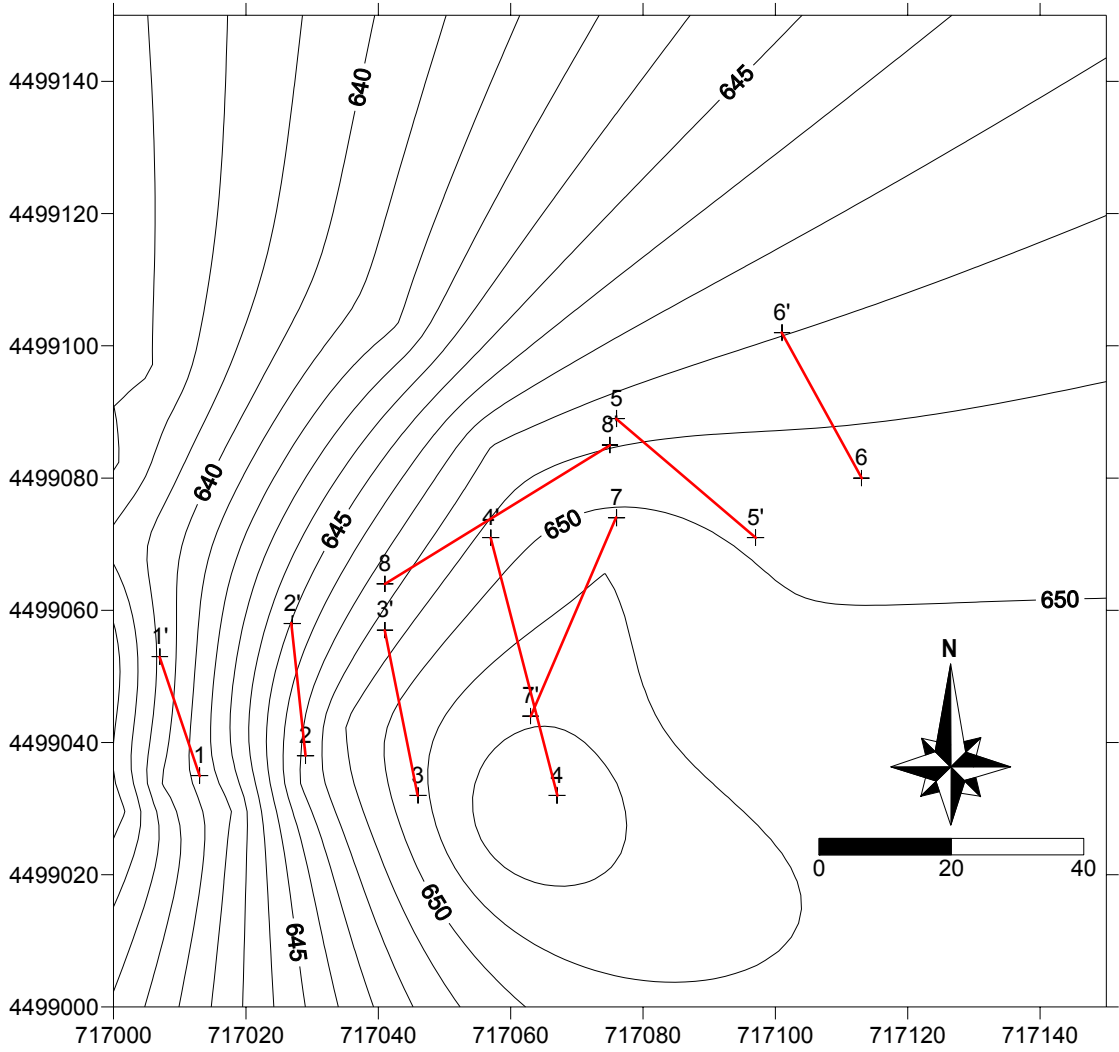
| Nokta No | Y (Sağa) | X (Yukarı) | Z (Kot) | Nokta No | Y (Sağa) | X (Yukarı) | Z (Kot) |
|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|
| 1 | 716986 | 4499062 | 633 | 20 | 716988 | 4499057 | 633 |
| 2 | 716994 | 4499065 | 636 | 21 | 716986 | 4499062 | 633 |
| 3 | 716998 | 4499070 | 638 | 22 | 717013 | 4499035 | 641 |
| 4 | 717001 | 4499082 | 637 | 23 | 717007 | 4499053 | 641 |
| 5 | 717000 | 4499091 | 637 | 24 | 717029 | 4499038 | 646 |
| 6 | 717006 | 4499096 | 637 | 25 | 717027 | 4499058 | 646 |
| 7 | 717043 | 4499103 | 642 | 26 | 717046 | 4499032 | 648 |
| 8 | 717057 | 4499085 | 648 | 27 | 717041 | 4499057 | 649 |
| 9 | 717074 | 4499066 | 651 | 28 | 717067 | 4499032 | 652 |
| 10 | 717090 | 4499047 | 650 | 29 | 717057 | 4499071 | 650 |
| 11 | 717076 | 4499034 | 652 | 30 | 717076 | 4499089 | 648 |
| 12 | 717061 | 4499028 | 653 | 31 | 717097 | 4499071 | 648 |
| 13 | 717043 | 4499046 | 650 | 32 | 717113 | 4499080 | 645 |
| 14 | 717035 | 4499043 | 649 | 33 | 717101 | 4499102 | 643 |
| 15 | 717028 | 4499034 | 647 | 34 | 717076 | 4499074 | 649 |
| 16 | 717018 | 4499030 | 642 | 35 | 717063 | 4499044 | 653 |
| 17 | 717007 | 4499034 | 640 | 36 | 717041 | 4499064 | 647 |
| 18 | 717002 | 4499030 | 637 | 37 | 717075 | 4499085 | 648 |
| 19 | 716993 | 4499051 | 634 | | | | |



Şekil 6.32 Ruhsat saha sınır krokisi ve GPR kesit hatları (Genel)



Şekil 6.33 Ruhsat saha sınır krokisi ve GPR kesit hatları (Detaylı)

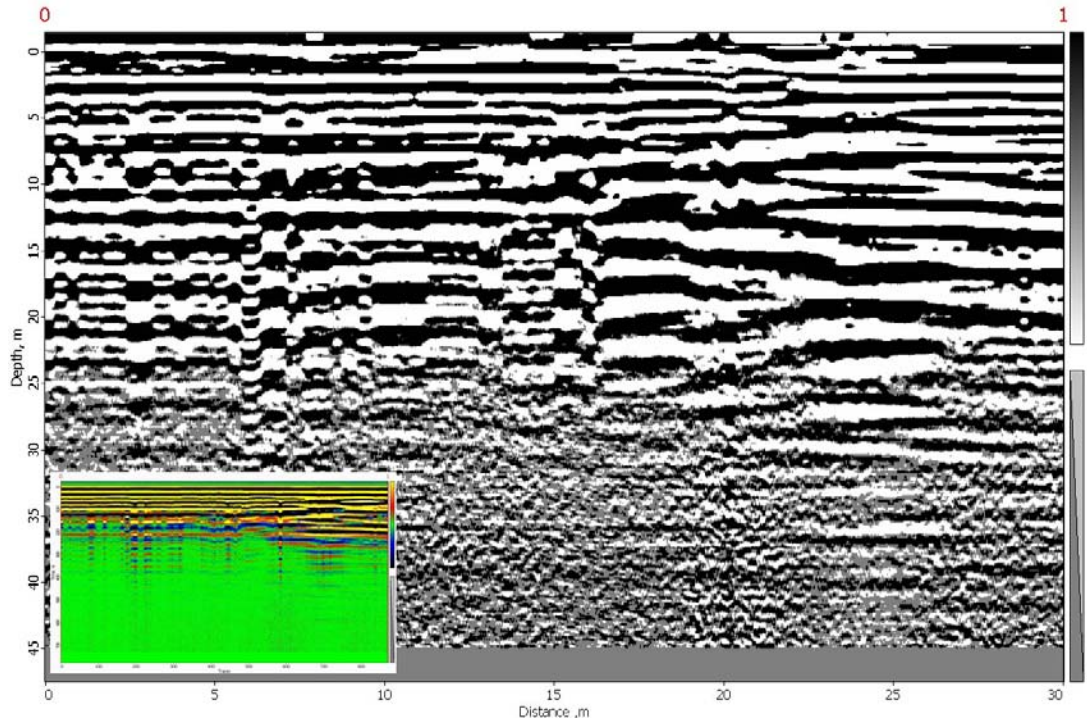


Şekil 6.34 İnceleme alanı topoğrafik haritası ve GPR kesit hatları

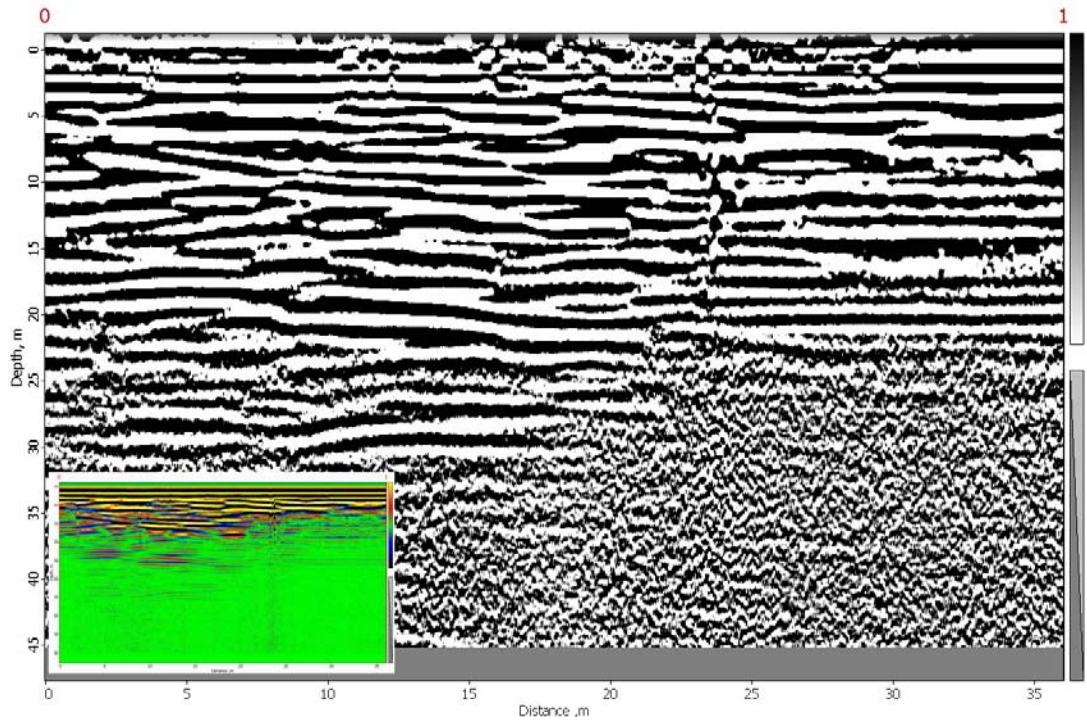
6.2.2.3 Yer Radarı (GPR) Saha Ölçüm Çalışmaları

Sahada gözlenen mostralar üzerinde belirlenen hatlarda GPR ile yaklaşık 35-40 metre derinliğe kadar toplam 8 adet görüntü alınmıştır.

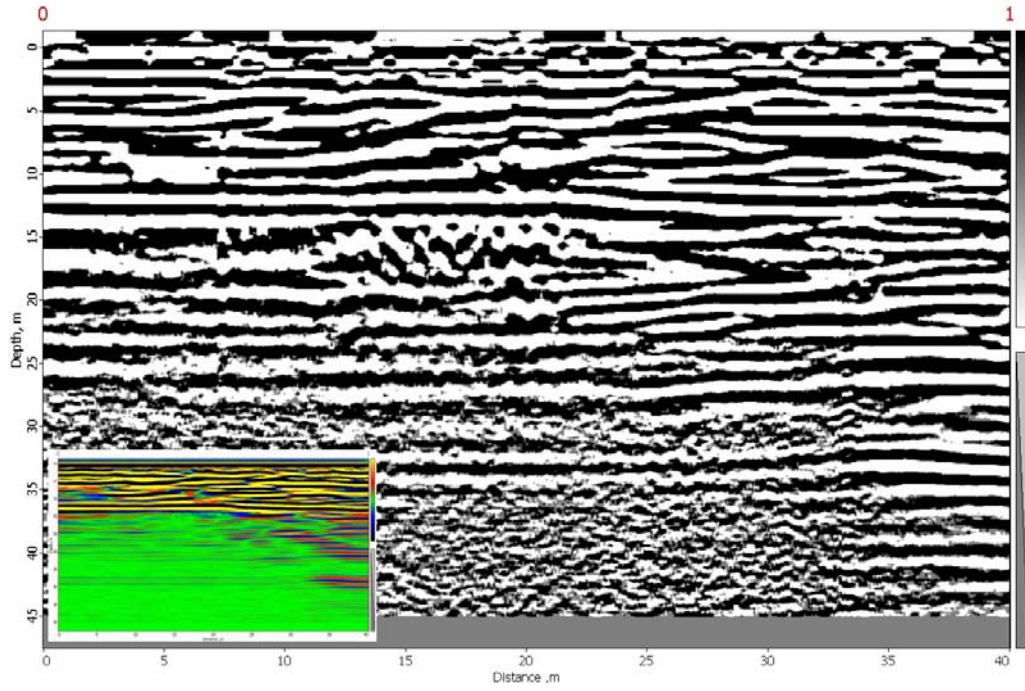
Alınan bu görüntüler programda filtreleme işlemlerinden geçirilerek derinliğe bağlı çatlak ve çatlak sistemlerinin durumu, formasyon kalınlıkları belirlenmiştir. Arazide belirlenen kesit hatlarından alınan GPR görüntüleri, renkli (işlenmemiş) ve siyah-beyaz (işlenmiş) olarak verilmektedir.



Şekil 6.35 5-6 (3) kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.36 7-8 (4) kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.37 15-16 (8) kesitine ait GPR görüntüsü

İncelenen sahada işletilmesi düşünülen mevcut açık bej renkli mermer damarını tespit amacıyla, sahanın güney-batısından kuzey doğusuna doğru alınan GPR görüntülerinin ve arazi çalışmalarının değerlendirilmesine göre, 3 no'lu (5-6) zirve noktasına yakın seviyede alınan görüntüde, 25 metreden sonra mermer seviyesinin azalarak kaybolduğu, killi birime geçiş yaptığı görülmektedir. 4 ve 8 no.lu görüntülerde ise, mermer kalınlığı 20-25 metre arasında değişmekte olup, bloklu ve çatlaklı yapı devamlılık arz etmektedir.

Mostralarda belirlenen süreksizliklerin özelliklerine bağlı olarak elde edilen Hacimsel Eklem Sayısı değerleri 2,6 - 3,2 eklem/m³ değerleri arasında değişmektedir.

Alınabilecek blok boyutları bakımından da, yapılan arazi çalışmalarının değerlendirilmesi sonucunda, ticari boyutta alınabilecek maksimum blok boyutları 1,1 ila 2,05 m³'ü aşmayacaktır.

İnceleme alanı, Amasya merkez ilçesine bağlı Meşeliçiftliği köyü civarında bulunmaktadır. Jeolojik yapı olarak, Doğantepe mermer sahasının özellikleri ile benzerlik göstermektedir.

Ruhsat sahası, Ovasaray köyünün doğu tarafında, dağlık alanda yer almaktadır. Sahanın kuzey kenarını, yaklaşık 100-130 metre yüksekliğinde dik kayalık sınırlamaktadır. Ruhsat sahasında, yakın zamanda yapılmış 3 adet sondaj deliği gözlemlenmiştir.



Şekil 6.39 İnceleme sahası ve çevresinin topoğrafik ve morfolojik yapısı



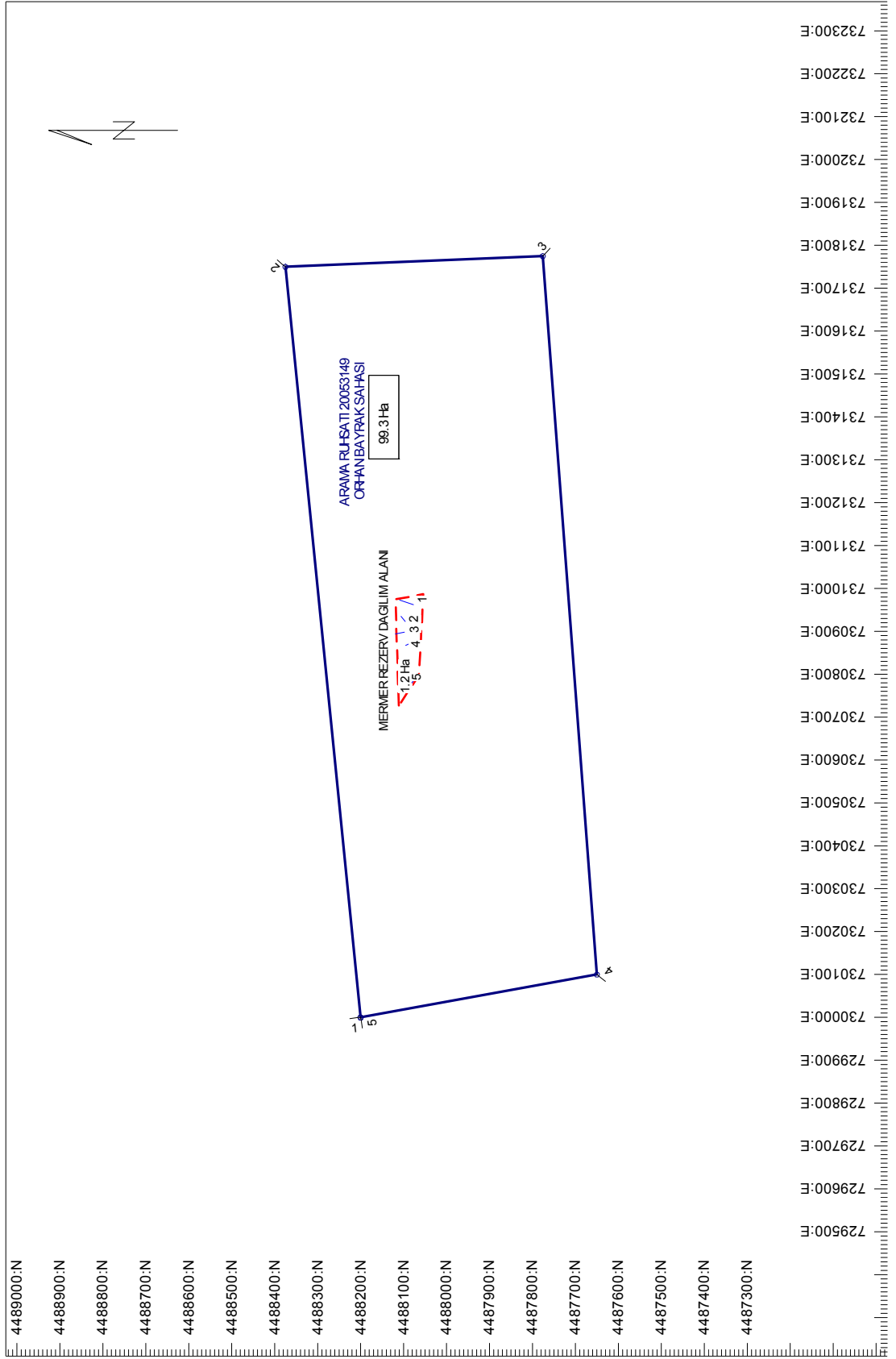
Şekil 6.40 Ruhsat sahasında tespit edilen önceden açılmış sondaj delikleri



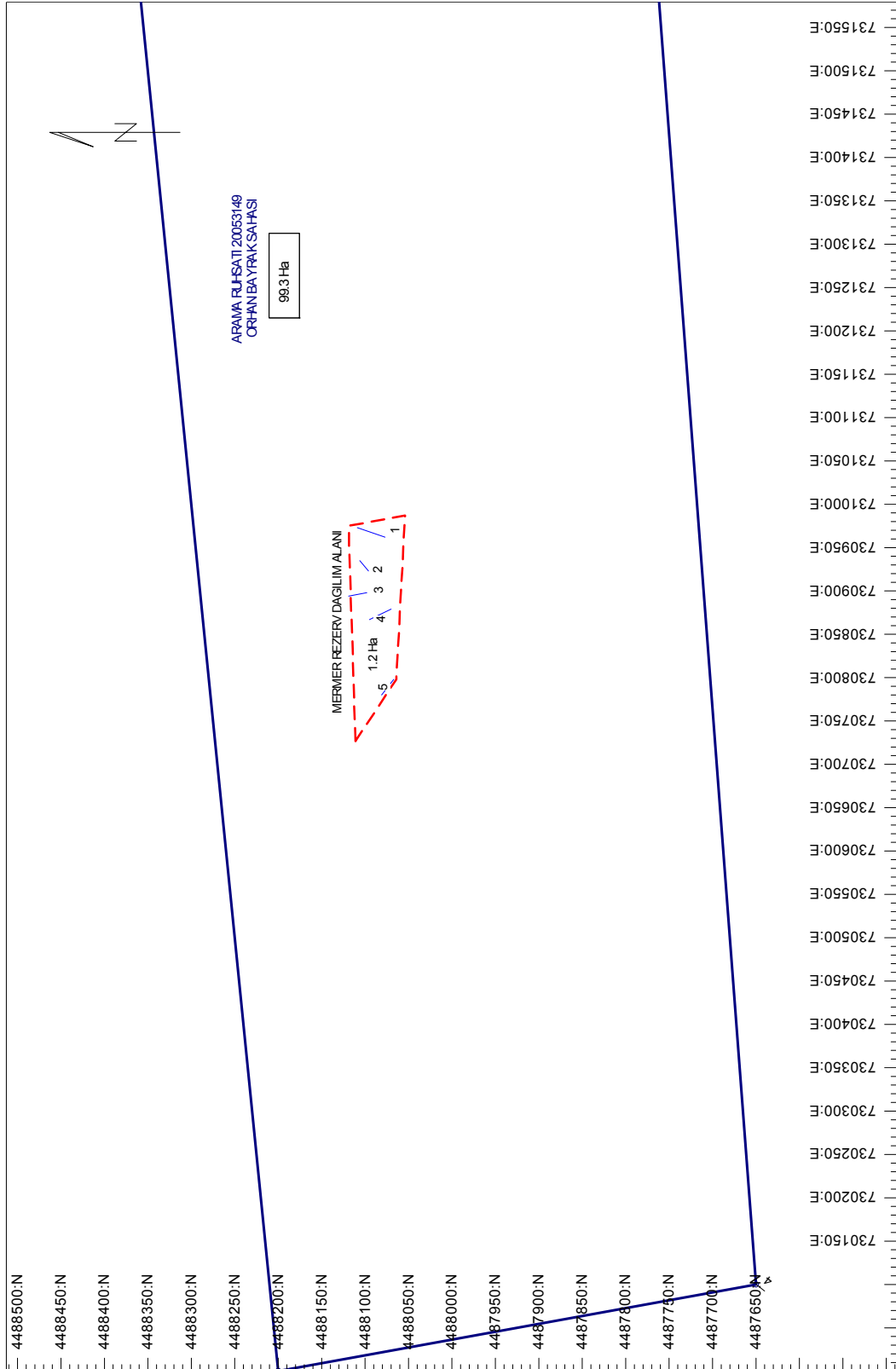
Şekil 6.41 İnceleme sahasından alınmış kireçtaşı (mermer) mostralı görüntüler

6.2.3.2 Topoğrafik Ölçüm Çalışmaları

Ruhsat sahası içerisinde, kireçtaşı mostralarının gözleendiği bölgelerde topoğrafik ölçümler ve GPS ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sahada GARMIN marka 2 adet el GPS'i ile koordinat okumaları yapılmıştır. Mevcut mermer sahasının konumu ve ayrıca belirlenen GPR kesit hatlarının lokasyonları da aynı cihaz ile saptanmıştır.



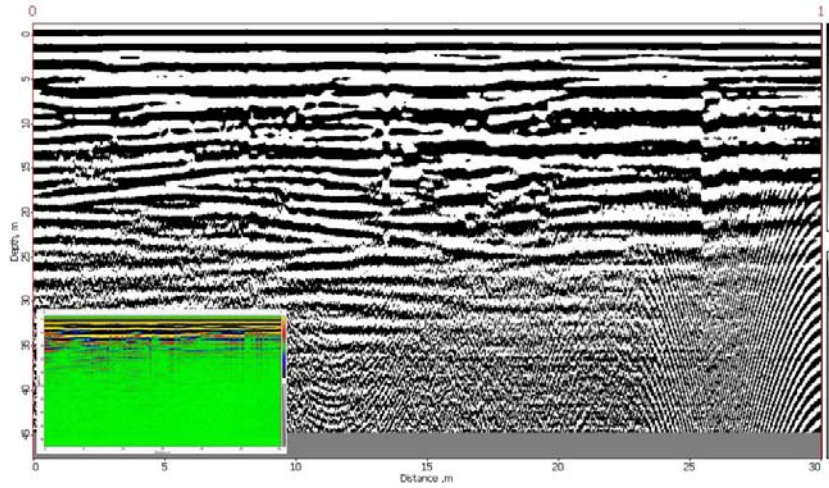
Şekil 6.42 Ruhsat saha sınır krokisi ve GPR kesit hatları (Genel)



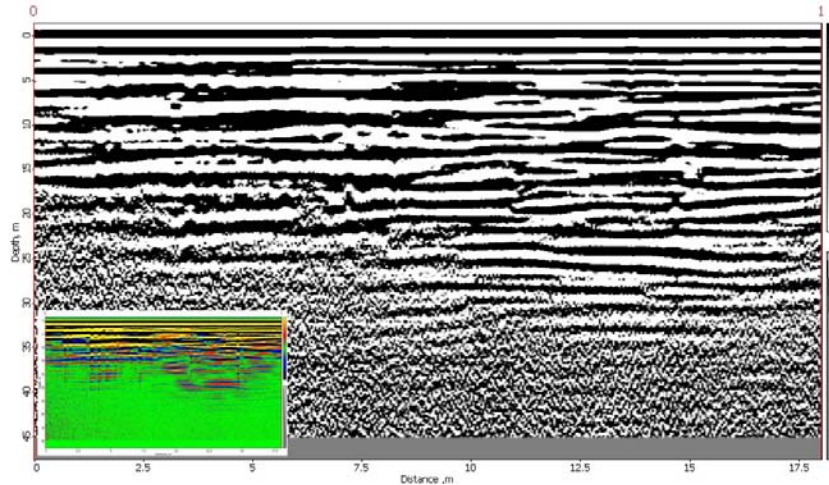
Şekil 6.43 Ruhsat saha sınır krokisi ve GPR kesit hatları (Detaylı)

6.2.3.3 Yer Radarı (GPR) Saha Ölçüm Çalışmaları

İnceleme alanında gözlenen mostralar üzerinde toplam 5 adet gpr kesit hattı alınmıştır. GPR görüntüleri değerlendirildiğinde, 1 (1-2) ve 2 (3-4) no.lu kesitlerde mermer kalınlığı 25-30 metre derinliğe kadar görülmektedir. Ancak arazide mevcut fay ve eklem takımlarının varlığı sebebiyle, mermer birimi bol kırıklı ve çatlaklı bir yapı arz etmektedir.



Şekil 6.44 1-2 (1) kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.45 3-4 (2) kesitine ait GPR görüntüsü

Saha gözlemleri sırasında ve yapılan GPR ile ölçüm sonucu elde edilen kesitlerde rekristalize kireçtaşı (mermer) özelliği gösteren yapının bloklar halinde bol kırıklı ve çatlaklı yapıda olduğu söylenebilir. Mermer biriminin, inceleme alanının kuzeydoğu kesimlerinde, 4 (7-8) ve 5 (9-10) no'lu kesitler arasında en kalın ve masif halde olduğu; oldukça dar bir alana sıkışmış olan bu bölgede de yer yer hakim süreksizlik

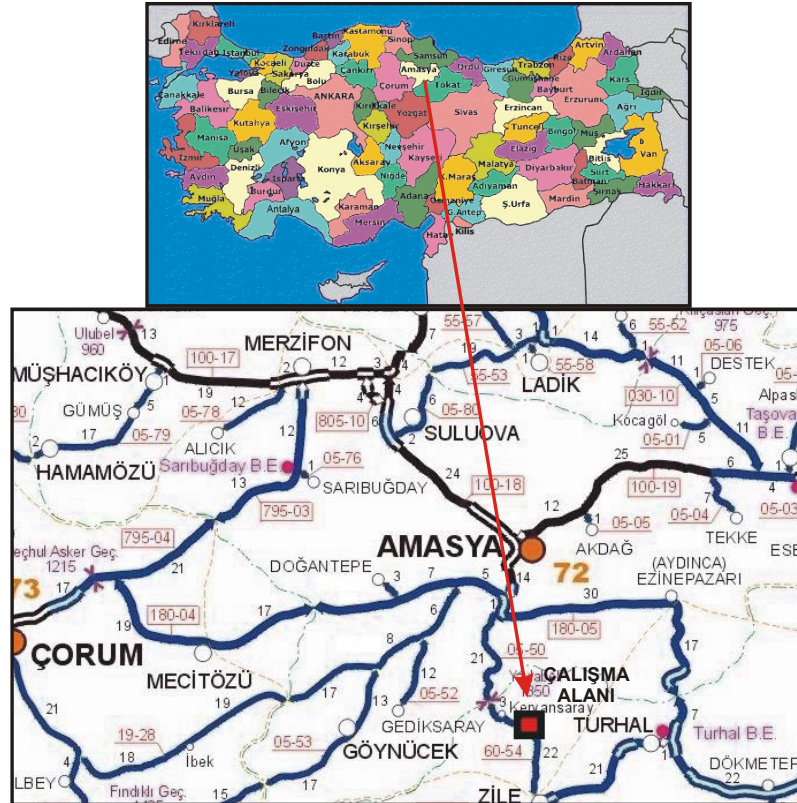
takımları ve düzlemlerinin yer aldığı görülmektedir. Yüzeğe yakın seviyelerde pembemsi ve krem renkli, bloklar şeklinde kireçtaşı (mermer) oluşumu yaygın olarak izlenmektedir. Arazi topoğrafyasının zorluğu, yol, elektrik, su gibi işletmeyi etkileyecek unsurların sahada mevcut ve/veya yeterli olmaması nedeniyle, bu saha maden işletmeciliği açısından uygun bir saha olarak değerlendirilmemiştir.

6.2.4 Tokat- Zile İlçesi, Kervansaray Köyü Mermer Sahası

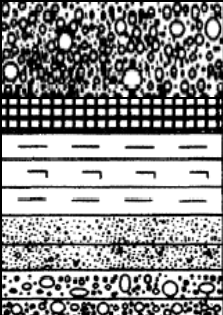
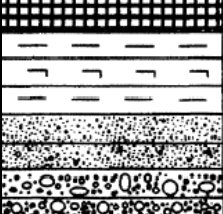
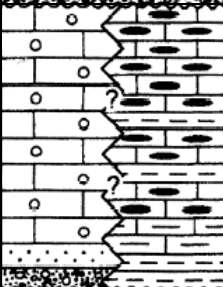
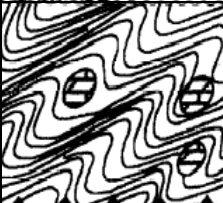

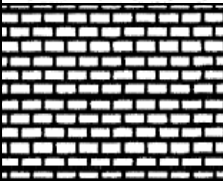
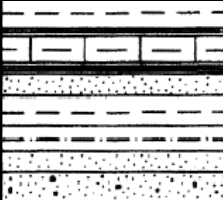
Tokat ili Zile ilçesi Kervansaray köyü yakınında yer alan mermer sahasının işletilebilir mermer rezervlerinin belirlenmesine yönelik yapılan saha ve diğer çalışmalar aşağıda ayrıntılı olarak verilmektedir.

6.2.4.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi

İnceleme alanı Tokat ili, Zile ilçesi, Kervansaray köyü sınırları içerisinde olup Amasya'ya yaklaşık 40 km, Zile'ye 22 km mesafede yer almaktadır (Şekil 6.46).



Şekil 6.46 İnceleme alanının yer bulduru haritası

| YAŞ | | GRUP | FORMASYON | ÜYE | KALINLIK | LİTOLOJİ | AÇIKLAMALAR |
|------------|----------------------|------------|------------------------|-----|------------|---|---|
| SENOZOYİK | QUATERNER | | | | |  | Alüvyon |
| | MIYO-PLİYOSEN | | KEMERKAŞ | | 350 |  | Traverten Jips aratabakaları Çakıltaşı-kaba kumtaşı ardalanması Konglomera |
| MESOZOYİK | ÜST JURA-ALT KRETASE | AMASYA | FERHATKAYA CARCURUM | | 130 125 |  | <u>Ferhatkaya Fm.</u> Gri-pembe renkli kalın tabakalı oolitik kireçtaşı <u>Carcurum Fm.</u> Krem renkli kiltası çamurtaşı ve çört arakatmanlı kireçtaşı. |
| PALEOZOYİK | PERMO TRIYAS | TOKAT MAS. | | | 650 |  | Fillit, metavolkanitler, mikaşistler, metadiyabaz ve mermer blokları |
| SENOZOYİK | ORTA EOSEN | ÇEKEREK | GÖYNÜCEK AGLOMERA | | 800 |  | Kömür damarları Bazaltik ve/veya andezitik aglomera |
| | | | KUZALAN KİREÇTAŞI | | 160 |  | Gri-beyaz renkli bol Nummulites sp. fosilli kireçtaşı |
| | | | KOZLUCA | | 450 |  | Çakıllı kumtaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kiltası ve marn ardalanması |

Şekil 6.47 İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafisi (Üstünbaş ve İnceöz, 1999)

Çalışma alanında yüzeylenen en yaşlı birim Tokat Masifi'dir. Temeli oluşturan bu kayalar üzerine uyumsuzlukla kireçtaşlarından oluşan Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Amasya Grubu'na ait formasyonlar gelmektedir.

Amasya – Turhal arasında ve Amasya yöresinde yaygın olarak gözlenen kireçtaşları Özcan ve diğ. (1980) tarafından Amasya Grubu adı altında toplanmıştır. Amasya grubunu oluşturan kireçtaşları; litolojik ve fasiyes özelliklerine göre Ferhatkaya, carcurum ve Helvacı formasyonlarına ayrılmışlardır. Araştırmacılara göre, Amasya grubunu oluşturan bu formasyonlar aynı havzanın farklı çökme ortamlarında oluşmuş, farklı kireçtaşı kaya türlerini kapsarlar. Çalışma alanı içerisinde bu gruba ait Ferhatkaya formasyonu yüzeylenmektedir. Mermer birimleri, inceleme alanının kuzeydoğu kesimlerinde katmanlanmasız olarak Ferhatkaya formasyonu içerisinde bant ve bloklar şeklinde yaygın olarak izlenmektedir.

Ferhatkaya formasyonu, egemen olarak kireçtaşlarından yapılıdır. Tabanda her yerde gözlenemeyen, malzemesini alttaki metamorfitten almış, ince bir konglomera ve kumtaşı seviyesiyle başlar. Formasyon, taban kısmı dışında tekdüze bir kireçtaşı kaya türünden oluşmuştur. Taze yüzeyi gri, açık gri, sarımsı-krem ve bazen de pembemsi, ayrışma yüzeyi koyu gri, bej renklidir. Orta-kalın tabakalı yer yer masif görünümlüdür. Bol çatlaklı, çatlakların bir kısmı kalsit dolguludur. Oolitik, psödooolitik dokunun yaygın olarak izlendiği birim, yer yer breşik yapıdadır. Breşlerin boyutları 3-4 cm ve çok köşeli, keskin kenarlı, breş taneleri araları karbonat çimento ile doldurulmuştur. Ferhatkaya formasyonunun tabanında çalışmada formasyonun, metamorfikler üzerine aşılmalı iyi yuvarlaklaşmış, küresel çakıl, derecelenmesi ve boylanması iyi, bol kuvars taneli çakıltaşı ile kaba ve ince taneli kumtaşı seviyeleri görülür. Malzemesini metamorfitten alan bu ince seviye her yerde gözlenmemektedir.

Ferhatkaya formasyonu oolitik ve psödooolitik kireçtaşlarından oluşmaktadır. İçerisinde bol miktarda Mercan, Alg, Lamellibranch, Gastropod, Bryozoa, Hidrozoa, Skinit ve Sünger gibi fauna bulunduran kireçtaşları yer yer breşik (kırıntılı) niteliktedir. Gerek petrografik özellikleri ve gerekse fosil içeriğinden dolayı birim

yer yer durgun, yer yer de enerjili sığ su ortamında çökelmiştir (Üstünbaş ve İnceöz, 1999).

İncelenen alandaki birimler, egemen olarak kireçtaşlarından oluşmaktadır. Tabanda her yerde gözlenemeyen, malzemesini alttaki metamorfitlerden almış, ince bir konglomera ve kumtaşı seviyesiyle başlayan alanda izlenen formasyon, taban kısmı dışında tekdüze bir kireçtaşı kaya türünden oluşmaktadır. Taze yüzeyi gri, açık gri, sarımsı-krem ve bazen de pembemsi, ayrışma yüzeyi koyu gri, bej renklidir. Orta-kalın tabakalı yer yer masif görünümlüdür. Bol çatlaklı, çatlakların bir kısmı kalsit dolguludur.



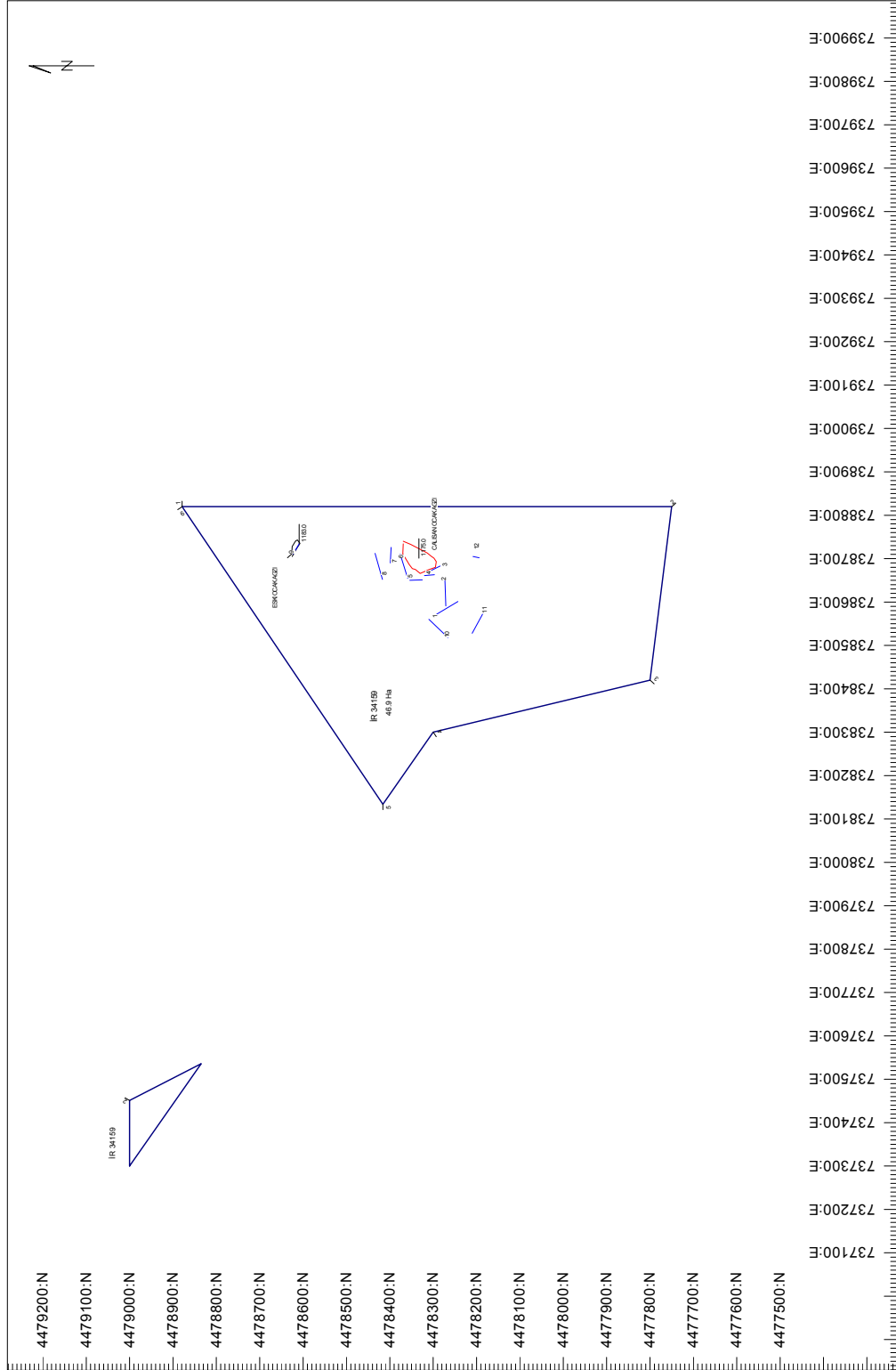
Şekil 6.48 Kervansaray köyü mermer İşletmesi ve çevresinin topoğrafik ve morfolojik yapısı



Şekil 6.49 Mermer işletmesi ve çevresinden görüntüler

6.2.4.2 Topoğrafik Ölçüm Çalışmaları

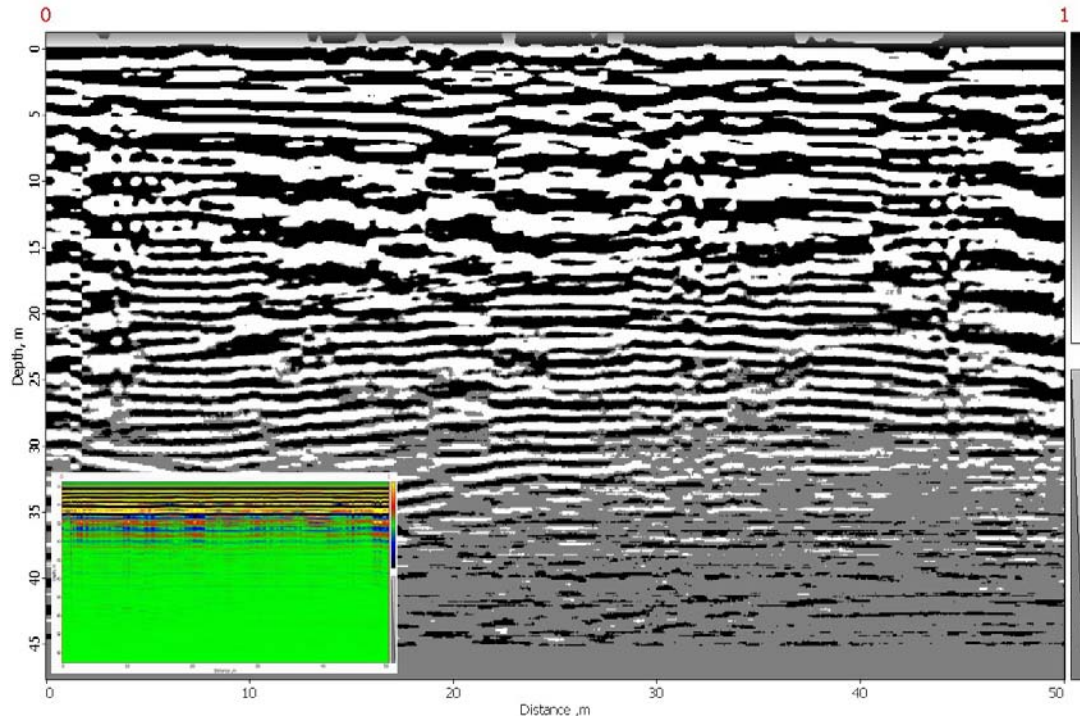
Mermer işletme sahası içerisinde ve çevresinde topoğrafik ölçümler ve GPS ölçümleri gerçekleştirilmiştir.



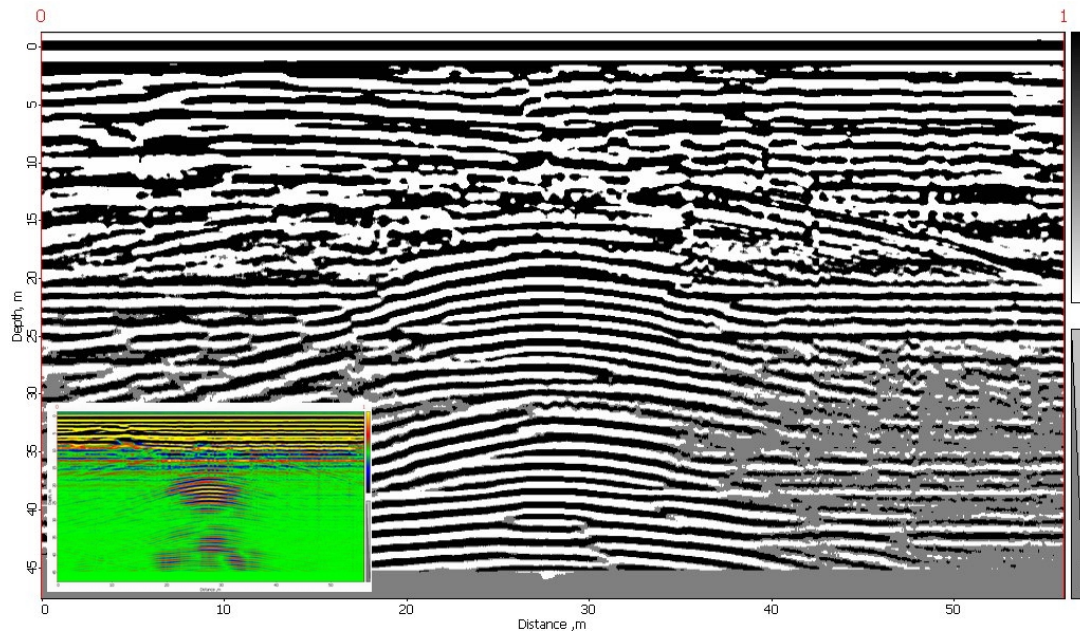
Şekil 6.50 Ruhsat saha sınır krokisi ve GPR kesit hatları (Genel)

6.2.4.3 Yer Radarı (GPR) Saha Ölçüm Çalışmaları

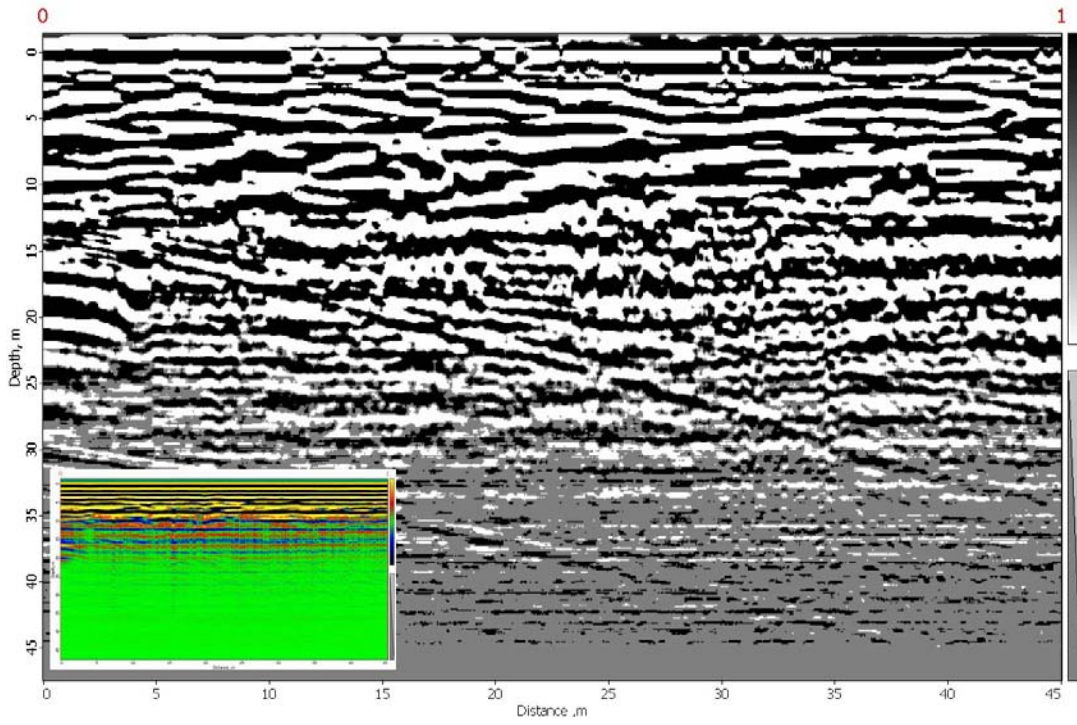
Mermer işletme sahası içerisinde ve çevresinde toplam 12 adet gpr kesit hattı alınmıştır.



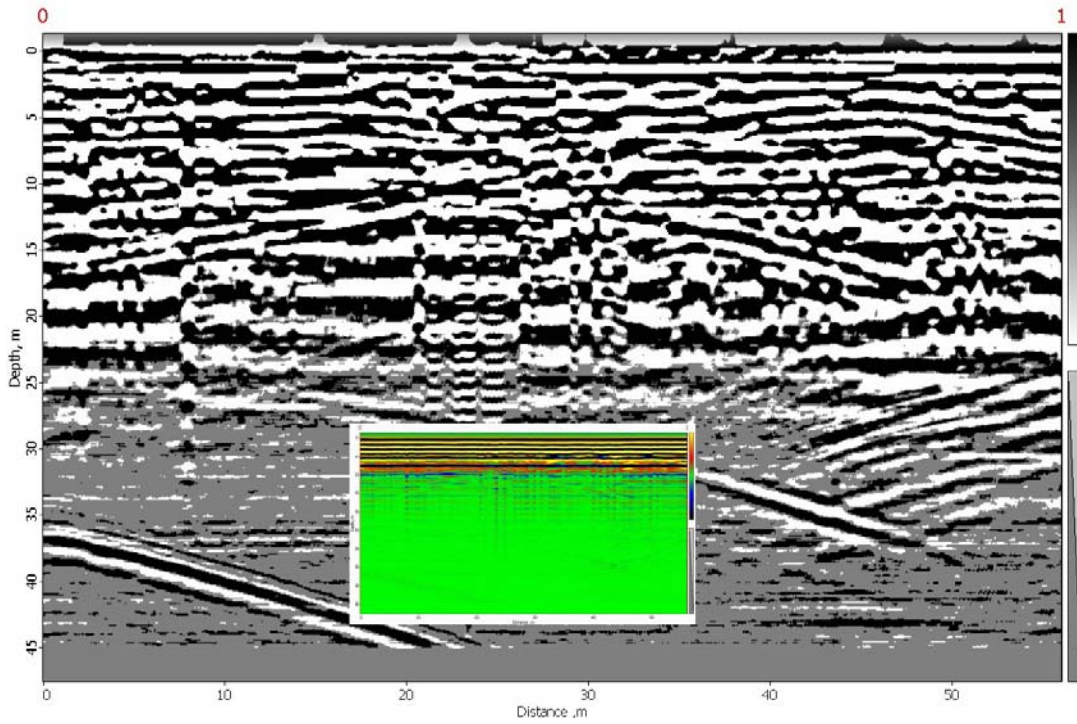
Şekil 6.52 1-2 (1) kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.53 3-4 (2) kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.54 11-12 (6) kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.55 15-16 (8) kesitine ait GPR görüntüsü

6.2.4.4 Yapılan Saha Çalışmalarının Değerlendirilmesi

Sahada yapılan GPR görüntülü kesit çalışmalarında, çalışmakta olan ocak ağzından güney batıya doğru alınan kesitler ile sınırlı bölgenin blok verimliliği bakımından en iyi sonuç alınabilecek lokasyon olduğu belirlenmiştir. Bu kanıtı 1 ve 2 no'lu GPR kesit görüntüleri de desteklemektedir. Kesit görüntülerinde yapılan değerlendirmelerde, 30 metrelik horizon kalınlığında ve derinlikte mermerin yer yer masif ve büyük bloklu yapıda olduğu görülmektedir.

Sahada yerinde yapılan gözlemlerde, ocak ağzı olarak açılmış 2 farklı lokasyon görülmüştür. Bunlardan halihazırda çalışmayan, birinci ocak ağzı lokasyonu olumsuz olarak değerlendirilmiştir. Halen çalışmakta olan ocak ağzının lokasyonu doğru seçilmiş bir lokasyondur.

İşletmede mevcut mermer aynasında belirlenen süreksizliklerin özelliklerine bağlı olarak elde edilen Hacimsel Eklem Sayısı değerleri 1,5 - 3,0 eklem/m³ değerleri arasında değişmektedir.

Yapılan arazi çalışmalarının değerlendirilmesi sonucunda ticari boyutta alınabilecek minimum ve maksimum blok boyutları 1,33 ila 10,7 m³ arasında değişmektedir. İşletme koşullarının dikkate alınması ile yapılan hesaplamalar sonucunda, % 15 verimle söz konusu alandan 2 ila 8 m³ ticari boyutlu mermer bloklarının üretilmesi de mümkün görülmektedir.

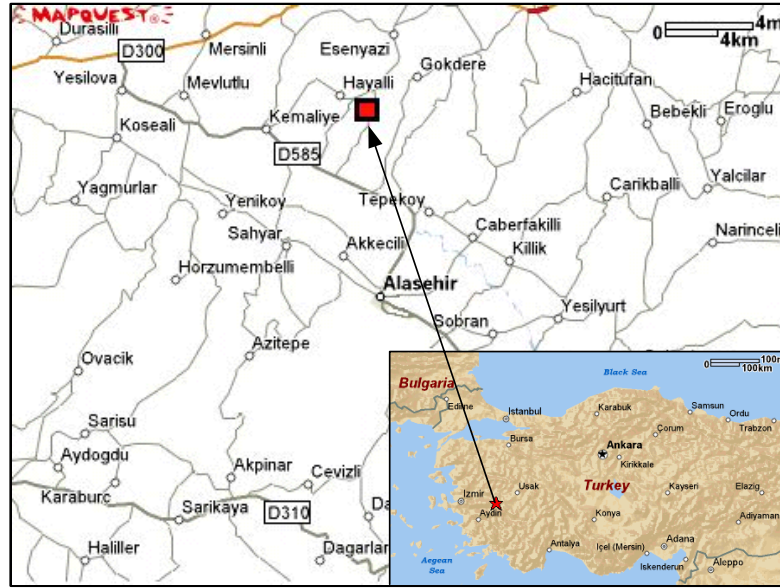
6.3 Reisoğlu Mermer San. Sahalarında Yapılan Çalışmalar

6.3.1 Manisa-Alaşehir- Hayalli Köyü Mermer İşletmesi

Reisoğlu firmasının Manisa ili Alaşehir ilçesi Hayalli köyünde işletilmekte olan traverten ocaklarında işletilebilir traverten rezervlerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar aşağıda ayrıntılı olarak verilmektedir. Çalışma kapsamında sahada uydudan koordinat okuyan el GPS leri ile topoğrafik çalışmalar gerçekleştirilmiş, ayrıca traverten ayna ve mostralarında süreksizlik ölçümleri ayrıntılı olarak yapılmıştır. Litolojik birimlerin derinliğe bağlı kalınlık, litolojik homojenite ve diğer mühendislik jeolojisi ile ilgili değişimleri belirleyebilmek için yer radarı (Ground Penetration Radar, GPR) kullanılmıştır.

6.3.1.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi

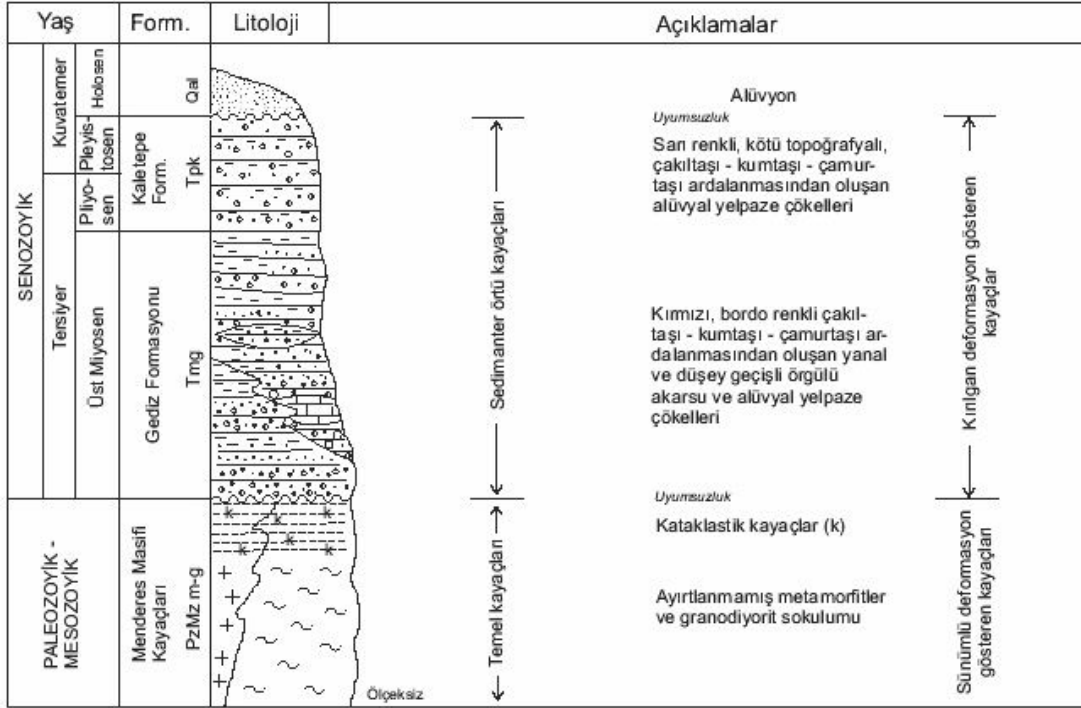
Manisa ili Alaşehir ilçesi Hayalli köyü sınırları içerisinde bulunan Reisoğlu Mermer firmasına ait traverten ocağı Alaşehir'e yaklaşık 14 km mesafededir.



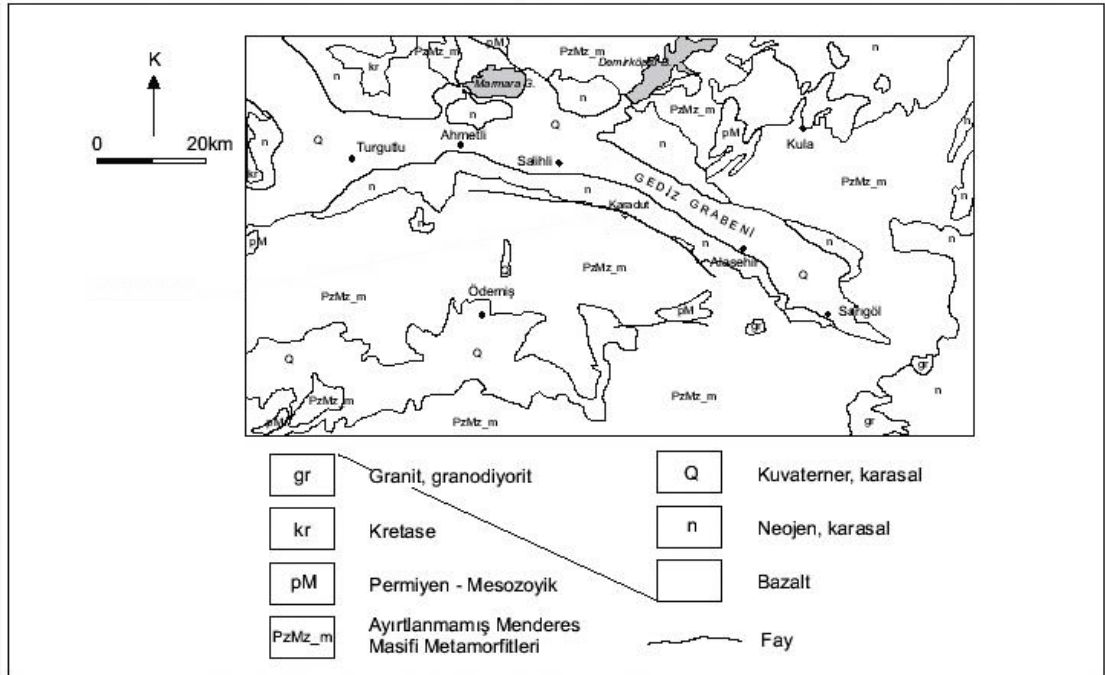
Şekil 6.56 Hayalli Traverten İşletmesi Yer Bulduru Haritası

Çalışma alanı, Gediz Formasyonu içerisinde bulunup, Üst Miyosen yaşlı kırmızı bordo renkli çakıtaşı kumtaşı çamurtaşı ardalanmasından oluşan yanal ve düşey geçişli örgülü, akarsu ve alüvyial yelpaze çökellerinden oluşmaktadır. Ocak içinde

üretim yapılan kademeye bakıldığında, travertenin aralarında yer yer kil dolgular ve konglomera sokulumları görülmektedir (Şekil 6.57).



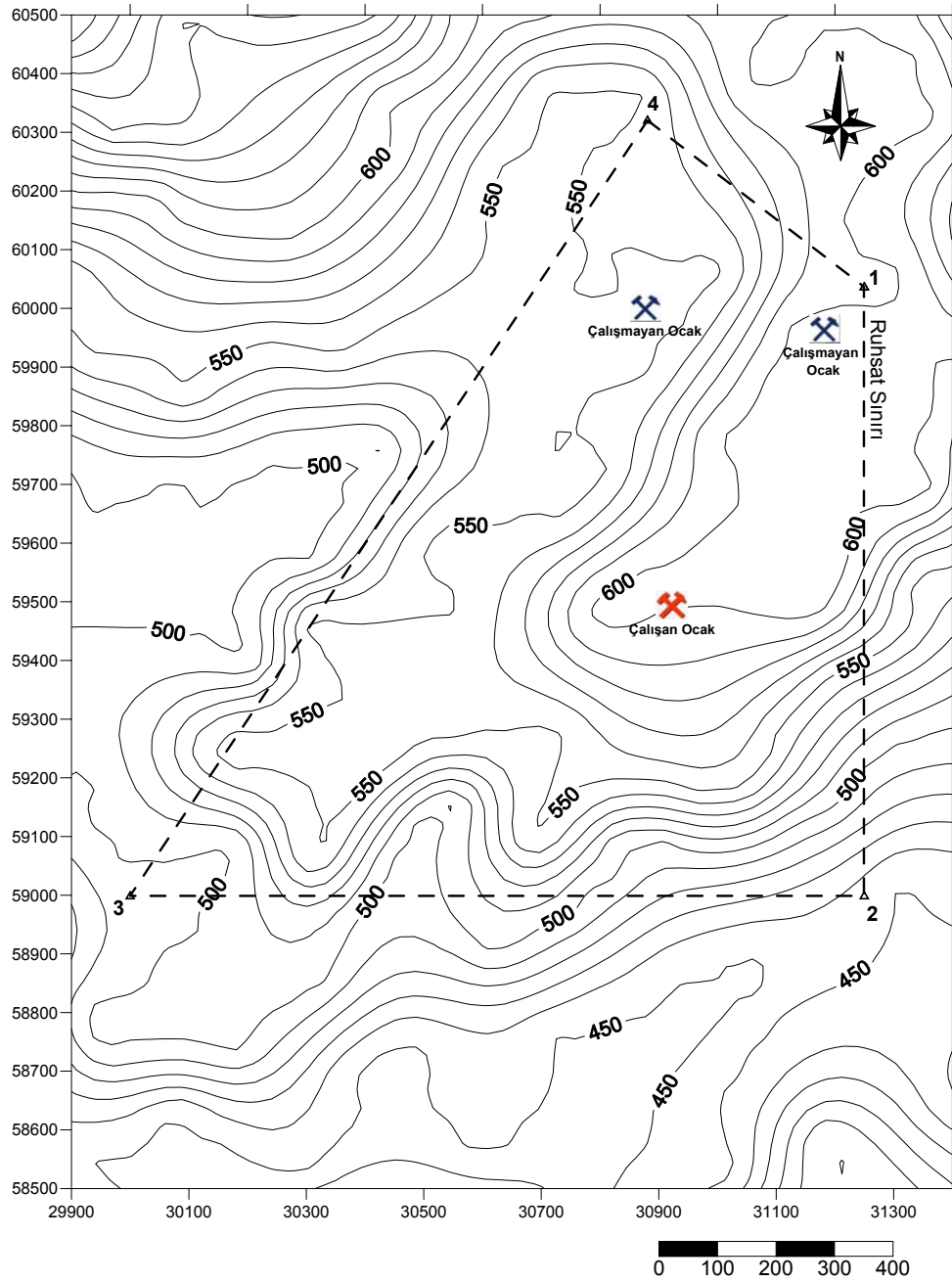
Şekil 6.57 Alaşehir ilçesi ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Dubertret ve diğ., 1973)



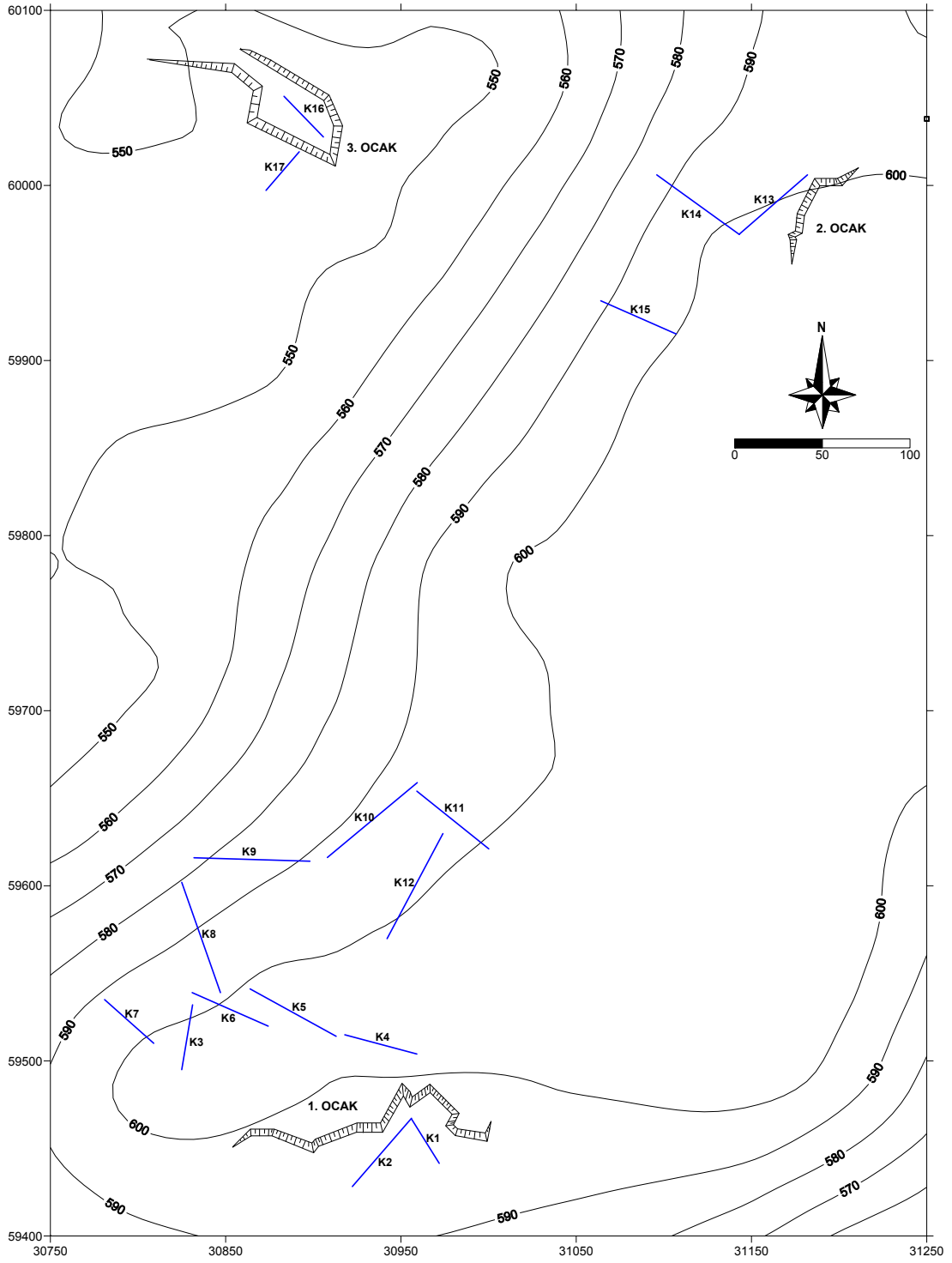
Şekil 6.58 Alaşehir ve çevresinin jeoloji haritası (Dubertret ve diğ., 1973)

6.3.1.2 Topoğrafik Ölçümler

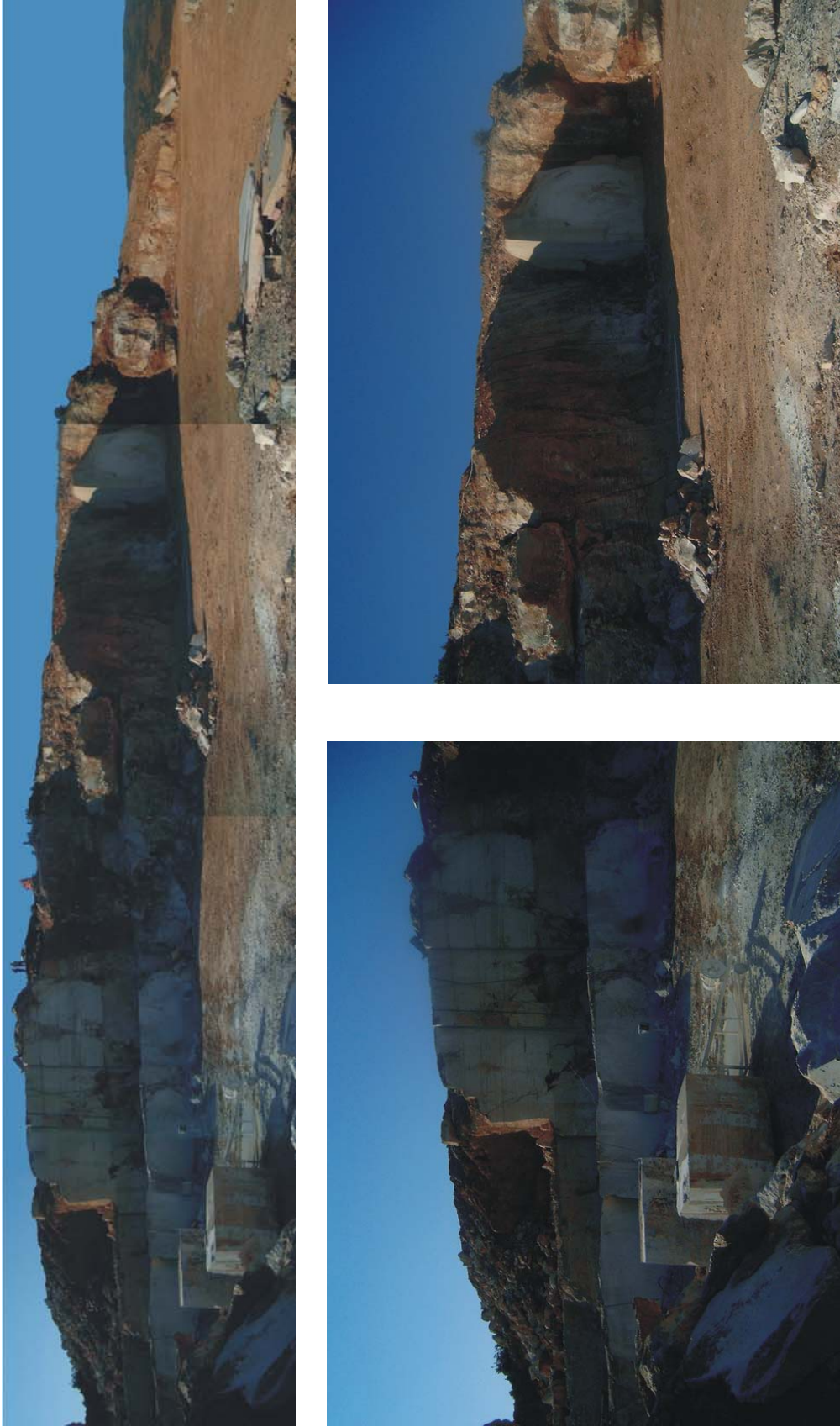
Öncelikle ocak ve çevresinin topoğrafik haritasını oluşturmak amacıyla GPS yardımıyla nokta koordinatları alınarak ocak ve çevresinin topoğrafik haritası oluşturulmuştur. Şekil 6.59’da inceleme alanının topoğrafik haritası, şekil 6.60’da da imalat durumu ve GPR kesit hatları birlikte verilmektedir. Şekil 6.61’de ise işletme basamaklarından çekilmiş fotoğraflar görülmektedir.



Şekil 6.59 Hayalli traverten işletmesi ve çevresinin topoğrafik haritası



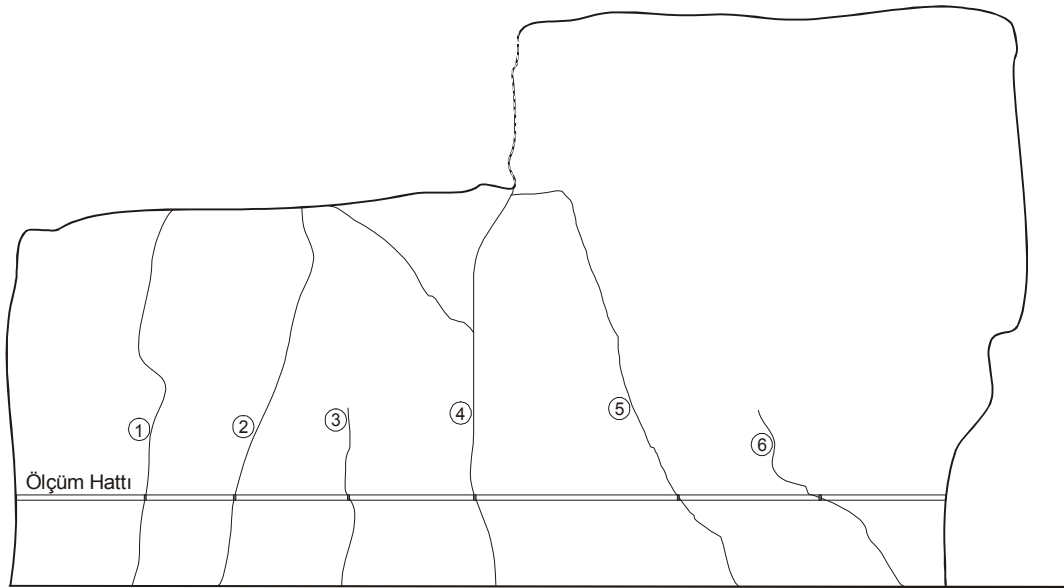
Şekil 6.60 İşletme üretim basamakları ve yer radarı kesit hatları



Şekil 6.61 İşletmeden genel görüntüler

6.3.1.3 Süreksizlik Ölçümleri

İşletmede mevcut kademenin sol kısmında üretim çalışmaları yapılması nedeniyle, süreksizlik parametrelerinin belirleme çalışmaları kademenin orta kısmında 13,5 metrelik kısımda yapılmıştır. Yapılan ölçümlerden elde edilen süreksizlik özellikleri Tablo 6.5’de verilmektedir.



Şekil 6.62 Aynada görülen süreksizlikler ve ölçüm hattı

Tablo 6.5 Alaşehir-Hayalli Traverten İşletmesi Süreksizlik Ölçümü Veri Formu

| SÜREKSİZLİK ÖLÇÜMÜ VERİ FORMU | | | | | | | | | | | |
|--|--------|-------------------|------|----------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|---------|-----------|-------------|
| Genel Bilgiler | | Tarih: 10.07.2005 | | | | Hat No: 1 | | | | | |
| Lokasyon: 1. Ocak 1. Kademe | | | | | | | | | | | |
| SÜREKSİZLİKLERİN ÖZELLİKLERİ VE YÖNELİMİ | | | | | | | | | | | |
| Süreksizlik No | Metre | Tür | Eğim | Doğrultu | Devamlılık (m) | Açıklık (cm) | Süreksizlik Aralığı (m) | Dolgunun Türü | Bozunma | Su Durumu | Açıklamalar |
| 1 | 1,437 | 7 | 83 | K92B | 3,555 | 0,646 | 2,069 | 1 | 3 | 1 | |
| 2 | 3,506 | 6 | 75 | K42B | 3,463 | 0,123 | 0,837 | 1 | 3 | 1 | |
| 3 | 4,343 | 6 | 102 | K72B | 2,673 | 0,247 | 1,690 | 1 | 3 | 1 | |
| 4 | 6,033 | 7 | 106 | K82B | 8,222 | 1,346 | 2,437 | 1 | 3 | 1 | |
| 5 | 8,470 | 7 | 110 | K66B | 4,777 | 2,312 | 1,560 | 1 | 3 | 1 | |
| 6 | 10,030 | 7 | 112 | K62B | 1,480 | 1,639 | | 1 | 3 | 1 | |

TÜR:1. Fay Zonu 2. Fay 3. Ekleme 4. Klivaj 5. Şistozite 6. Makaslama 7. Çatlak 8. Tabaka
DOLGUNUN TÜRÜ:1. Dolgunuz 2. Yüzey Boyaması 3. Kohezyonsuz 4. Etken olmayan kil 5. Şişen kil veya kil matrisi 6. Çimentolanmış (Kalsit,Kuvars vb.)
7. Klorit, Talk, Jips 8. Diğer
BOZUNMA:1. Bozunmamış (Taze) 2. Az bozunmuş 3. Orta derecede bozunmuş 4. İleri derecede bozunmuş 5. Tamamen bozunmuş 6. Artık zemin
SU DURUMU:1. Kuru 2. Nemli 3. Islak 4. Damlama (Sızıntı) 5. Akış

6.3.1.4 Yer Radarı Ölçüm Çalışmaları

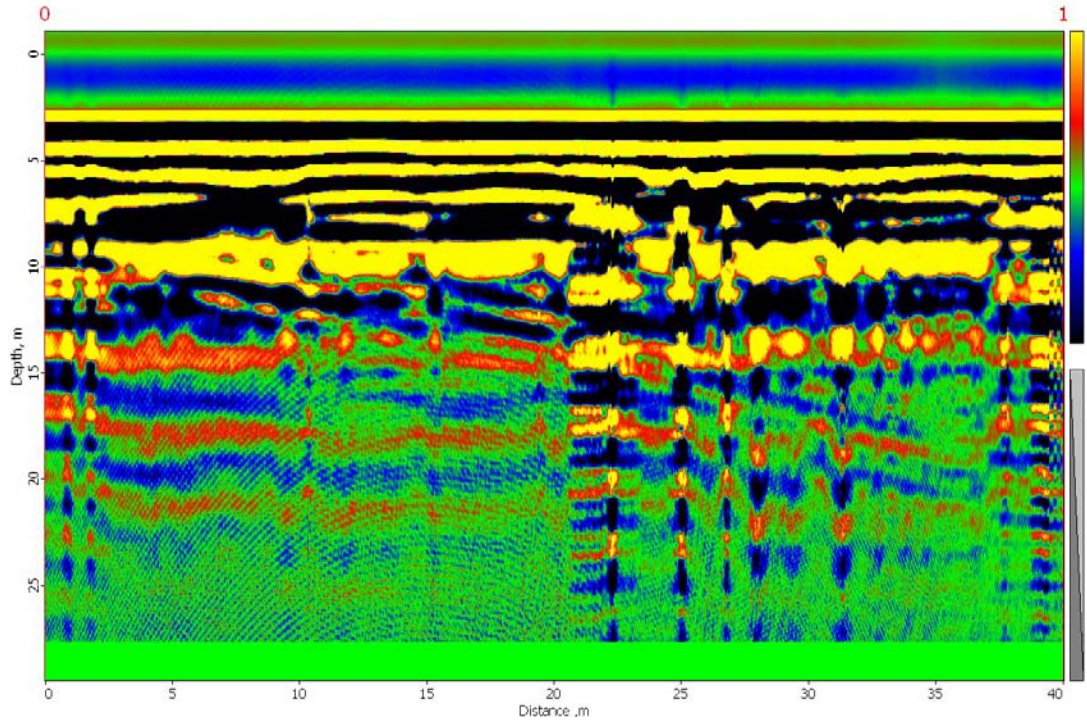
Sahada belirlenen kesitlerde GPR ile yaklaşık 35 metre derinliğe kadar görüntüler alınmıştır. *Zond 12e* marka yer radarı ile **38 mHz** anten kullanılarak ocak üretim kademesinde, kademe üstünde ve kademenin çevresinde maksimum 50 m uzunlukta hatlar belirlenmiştir. Bu belirlenen hatlar üzerinde yerden yaklaşık 25 cm yukarıdan tutulan antenle hat üzerinde yürüyerek, kontrol ünitesine monteli bilgisayarda eş zamanlı görüntüler elde edilmiştir.



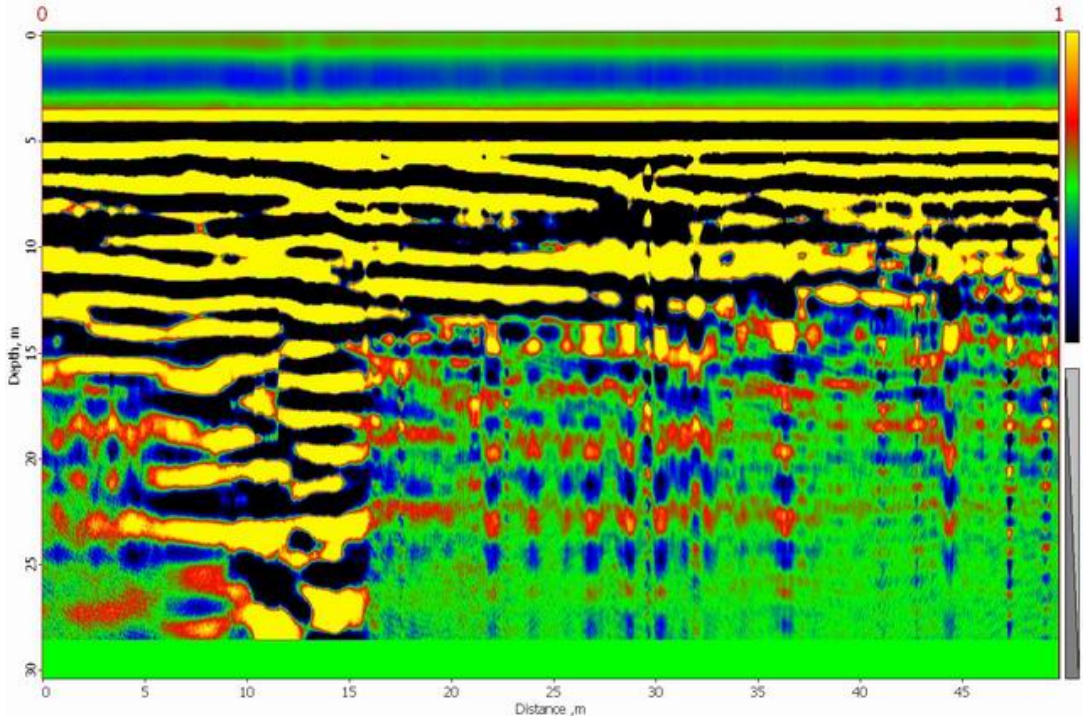
Şekil 6.63 Yer radarı ile basamak zemininde yapılan ölçüm çalışması



Şekil 6.64 GPR cihazı ile basamak aynasında yapılan ölçüm çalışması



Şekil 6.65 Üretim basamağının zemininde alınan yer radarı görüntüsü



Şekil 6.66 Üretim basamağının üzerinde alınan GPR görüntüsü

6.3.1.5 Yapılan Saha Çalışmalarının Değerlendirilmesi

Yapılan saha ölçümleri ve değerlendirmeler sonucunda sahada yaklaşık 9 metre kalınlığında işletilebilir traverten damarı varlığı tespit edilmiştir.

Şu anda çalışılan aynalar damarın kenar zonunda olduğu için yantaş sokulumları ve arakesmelerin yoğun olarak varlığı görülmektedir. Şantiye binasından kuzey-doğu ya doğru işletmenin geliştirilmesi halinde eski çalışılan ocak yakınlarına kadar blok üretimi yapılması mümkün görülmektedir. Sahada damar kalınlığı 8 ila 14 metre arasında değişmektedir.

Yapılan süreksizlik ölçümleri ve analizi sonucunda sahada **süreksizlik aralığının** 840 mm ile 2437 mm arasında değiştiği ve “Geniş Ve Çok Geniş Aralıklı” olarak tanımlanabileceği, **süreksizliklerin devamlılığı** bakımından devamlılığın 1,48 m ile 8,22 m arasında değişmekte olduğu ve “*Düşük ve Orta Derece Devamlılık*” olarak tanımlanmıştır. **Süreksizlik açıklığı** bakımından açıklıkların 1,23 mm ile 23,12 mm arasında değiştiği ve bununda “*Açık – Orta Derece Geniş – Geniş – Çok Geniş*”

tanımlamasına karşılık geldiği bunlara bağlı olarak **Hacimsel Eklem Sayısı** değerinin **JV=1,16 eklem /m³** civarında olduğu belirlenmiştir.

Sahadaki traverten oluşumunun neojende oluşmuş mercek şeklindeki yapısı ve tektonizmadan fazla etkilenmemiş olması nedeniyle blok veriminin yüksek olması beklenmektedir.

6.3.2 Denizli-Kaklık Traverten İşletmesi

6.3.2.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi

Denizli ili Kaklık mevkiisinde bulunan Reisoğlu Mermer firmasına ait traverten ocağı, Kaklık'ın kuzeybatısında, Denizli Çimento Fabrikasının arkasında ocaklar bölgesinde bulunmaktadır (Şekil 6.67).



Şekil 6.67 Reisoğlu firması Kaklık Traverten İşletmesi Yer Bulduru Haritası

Büyük Menderes ve Gediz grabenlerinin birleştiği alanın doğusundaki, yaklaşık 50 km uzunluğunda 25 km genişliğindeki çöküntü alanı Denizli havzası olarak adlandırılmıştır (Westaway, 1990, 1993). Havzanın Neojen öncesi temel kayaları horst alanlarında yüzeyleyen Paleozoyik yaşlı şist, mermer ve allokon konumlu Mesozoyik kireçtaşları ve Ofiyolitler ile Paleojen yaşlı kireçtaşı, dolomit ve evaporitlerden oluşur. Neojen-Kuvaterner tortulları ile doldurulmuş olan havza

kuzeyden ve güneyden normal faylarla sınırlandırılmıştır. Göl-Akarsu ortamlarında depolanmış ve üst yaş konağı Geç Miyosen (Ponsiyen) olarak belirtilen Neojen istifi genellikle havza kenarlarında ve havza ortası bazı yükselim alanlarında yüzeyler. Havza KD-GB yönünde açılmaktadır (Özkul ve diğ., 2002).

Paleozoyik Yaşlı Birimler:

Menderes Metamorfileri; Söz konusu alanda gözlenen en eski birimler Menderes Masifine ait metamorfite olup bu alanın dışında batı ve kuzeybatıda izlenirler. Gnays, kuvarsit, kalkışit, klorit, biyotit, muskovit şist fasiyeslerinde ve mermerlerden oluşan metamorfite almandinamfibolit ve yeşil şist fasiyeslerinde metamorfizma geçirmişlerdir. Daha önceki araştırmacılar tarafından ‘Paleozoyik yaşı verilmiştir.

Mesozoyik Yaşlı Birimler:

Çökelez Grubu; Karaova Formasyonu, Çökelez Kireçtaşları, Karatepe Melanjı’nı içeren grup Çökelez Grubu olarak adlandırılmıştır ve allokton olarak bindirmeyle Menderes metamorfitelerinin üzerine gelmiştir. Sırasıyla bu birimler ve içerikleri şöyledir:

Karaova formasyonu, Meta konglomera, matekumtaşı, mateçamurtaşı ve metaşeylden oluşur. Eşdeğer formasyonlara göre Triyas yaşı verilmiştir. Çökelez kireçtaşları ince tabakalı kireçtaşları, dolomitik kireçtaşları, kalın tabakalı kireçtaşları, ve çörtlü kireçtaşlarından oluşur. Önceki araştırmacılar formasyona, bulunduğu rudist ve gastropod kabuklarına dayanarak Kretase yaşı vermiştir. Karatepe Melanjı, çeşitli büyüklüklerde dolomitik ve rekristalize kireçtaşı bloklarında içerebilen, birbiri ile karışık yataklanmış fliş ve ofiyolitik kayalardan ibarettir. Karatepe’de, Belevi Köyü’nün güney batısında ve Mali Dağı’nın güneydoğusunda küçük alanlarda yüzlek verir. Daha önceki araştırmacılar birime Kampaniyen-Meagrihtiyen yaşını vermişlerdir.

Senozoyik Yaşlı Birimler:

Denizli Molası; Denizli Molası olarak isimlendirilen kaya birlikteliği post orojenik bir depolanmayı tanımlar'. Bu birliktelik kıtasal ve sığ deniz sedimanlarını içerir.

Çaykavuştu Formasyonu; Litik kumtaşı içerikli kırmızımsı kahve konglomeraları tanımlar. Çaykavuştudere boyunca, Aşağıdere ve yukarıdere yolu boyunca izlenir. Ayrıca Sapaca'nın batısında, Yokuşbaşı çevresinde ve Karatepe'nin kuzeyinde mostra verir. Formasyona önceki araştırmacılar tarafından Oligosen yaşını vermiştir.

Sağdere Formasyonu; Masif çapraz tabakalı konglomeralar, çapraz tabakalı dalgalı tabakalanmalı kumtaşları, biotürbiditik ve fosilli çamurtaşları, kömür içerikli çamurtaşları ve resifal kireçtaşı mercekleri içerir. Bu formasyon çalışma alanında Acıdere'den Bayıralanına, büyük bir alanda, ayrıca Sarısu Dere'de, Karatepe'nin güneyinde, Baklançakırlar'ın güneyinde, Musa ve Ahmet Dere boyunca, Karapınarın batısında ve Kaklık'ın batısında yüzlek verir. Sağdere formasyonu için Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşı verilmiştir.

Belevi Grubu; Kızılburun formasyonu, Killik formasyonu ve Kolonkaya formasyonundan oluşmaktadır.

Kızılburun formasyonu; Travertenli serinin alt seviyesini oluşturmakta olan Kızılburun formasyonu çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve yer yer killi kireçtaşı arakatkılarından oluşmakta ve bütün yaşlı birimleri açısız uyumsuzlukla örtmektedir. Geniş alanlarda yüzlek vermektedir. Kalınlık değişken olmakla beraber sondajlarda ölçülen en fazla kalınlık 450 metredir. Formasyona, linyitli seviyelerden alınan palinolojik numunelere dayanarak Üst Miyosen yaşı verilmiştir.

Killik Formasyonu; Killik Formasyonu olarak adlandırılan bu birim, Kızılburun formasyonunun üzerine geçişli dokanakla gelen kiltası, silttaşı, çakıltaşı, killi kireçtaşı, marn ve masif kireçtaşlarından oluşan görsel çökellerdir. Formasyon kalınlığı 330-400 metre arasında değişmektedir (Demirkıran 2000). Formasyonun

karbonat çimentolu çakıltaşları ile başlayıp sırasıyla Taşkestik Traverten Seviyesi, Killik Traverten Seviyesi, Sarıkaya Traverten seviyesi olarak adlandırdığı traverten seviyelerini içerdiğini belirtmektedir. Stratigrafik olarak formasyona Alt Pliyosen-Pleistosen yaşı verilmiştir.

Kolonkaya Formasyonu; Formasyon tabanda yeşilimsi çamurtaşları ile başlar üstte doğru çakıltaşları, kumtaşları, kıltaşları ve killi kireçtaşları ile ardalanmalı olarak devam eder. Demirkıran (2000) çalışmasında formasyonun karbonatlı seviyelerini Kocabaş traverten seviyesi olarak adlandırmıştır. Killik formasyonu ile geçişli bir dokanağa sahiptir. Formasyon için Pliyosen yaşı verilmiştir.

Kuvaterner Yaşlı Birimler:

Kuvaterner çökeller çalışma alanında alüvyon yelpazesi ve akarsu çökellerinden oluşan Asartepe Formasyonu, alüvyonlar, yamaç molozları, ve güncel travertenlerden oluşur.

Asartepe Formasyonu; Formasyon matriksi çoğunlukla kil, silt ve kum olan konglomera, kökeni moloz akması olan çakıllar, ince ve orta katmanlanmalı kumtaşı, kil taşı ve silttaşlarının düzensiz ardalanmasından oluşur. Tipik rengi kızılımsı kahvemsî ve turuncudur. Formasyon içinde Pliyosen yaşlı serilerden geldiği düşünülen gastropod ve lamelli branş kavkı kırıntıları da görülmektedir. Birimin alüvyonel yelpaze ürünü olduğu belirtilmiş, stratigrafik konumu dikkate alınarak birim için Pleistosen yaşı verilmiştir.

Alüvyonlar, Yamaç Molozları ve Güncel Traverten Oluşumları; Güncel oluşumlar; Kaklık ovası ve dere vadileri boyunca gözlenen çakıl kum ve kilden oluşan yeni alüvyonlar, normal fayların oluşturduğu yükseltelerin eteklerinde gözlenen yamaç molozları ve ovadaki bikarbonatlı suların oluşturduğu ve günümüzde de oluşumu devam eden travertenlerle temsil edilir (Demirkıran, 2000).

Orta ve kötü boylanmalı çakıl ve kilden oluşan alüvyonlar, aktif dere yatakları boyunca, kötü ve çok kötü boylanmalı çakıl, kum ve çamurdan oluşan alüvyon

yelpazeleri ise birkaç fay hattı boyunca gözlenir. ‘Alüvyon kalınlığı değişiklik gösterse de Büyük Menderes grabeninde ki jeotermal amaçlı sondajlarda 90 metre ölçülmüştür’.

Tektoniğin halen devam etmesi ve bu aktif tektonik hareketler nedeniyle kırık ve fay hatları boyunca sıcak su çıkışları Pamukkale Travertenlerinin günümüzde de oluşumuna imkan vermektedir. Yöredeki KB-GD doğrultulu Pamukkale ana fayı, açılma çatlakları ve halen süregelen depremler tektonik hareketin devam ettiğinin göstergesidir. Bu aktif hareketler sıcak su kaynaklarına neden olmaktadır. Pamukkale, Karahayıt, Gölemezli, Yenice Karama, Kızıldere, Tekkehamam, Demirtaş, Ortakçı ve Gözpınarı söz konusu sıcak su kaynaklarından bazılarıdır. Bu sıcak sular Teras tipi olan Pamukkale travertenlerini oluşturmakta ve neojen sedimentleri üzerinde yaklaşık 8 km²'lik bir alan kaplamaktadır.

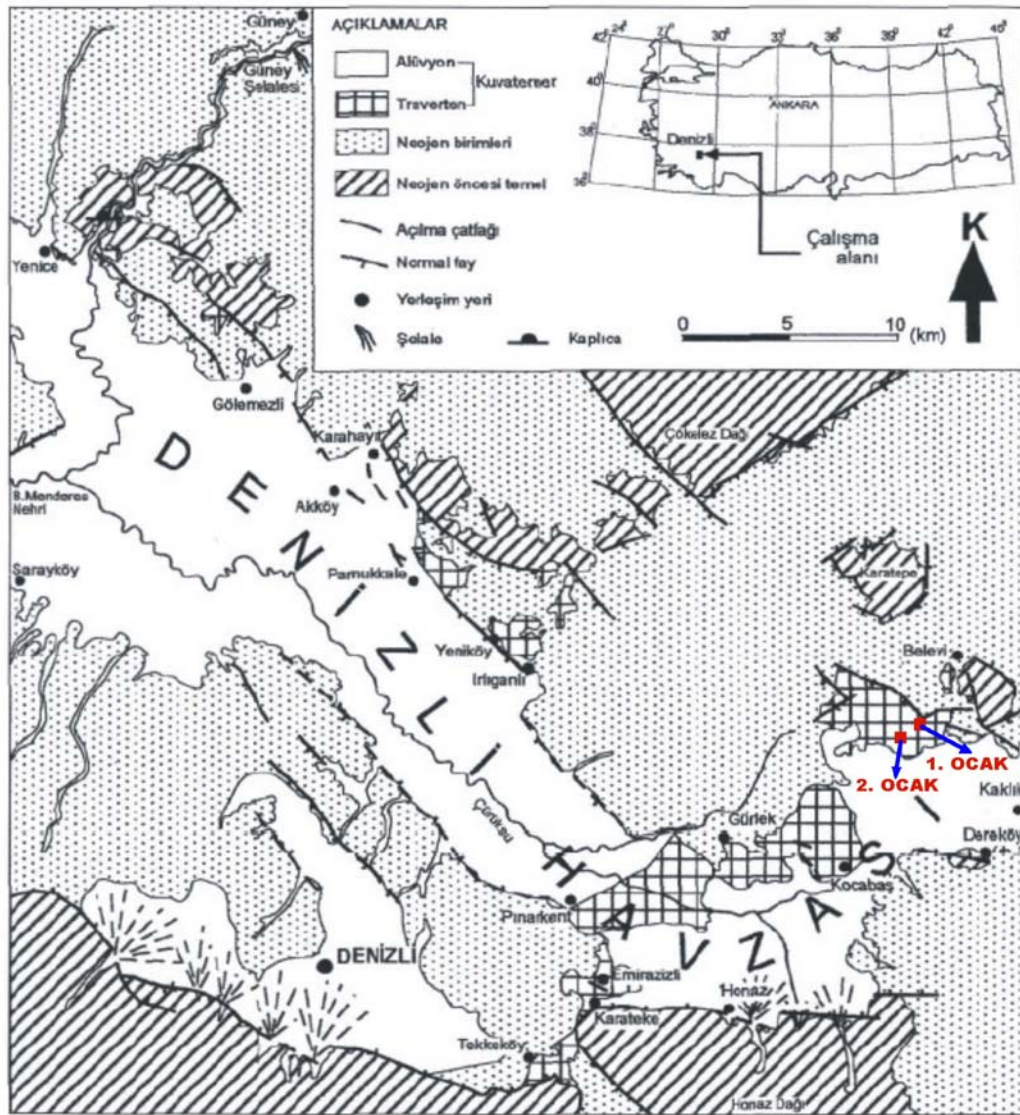
Pamukkale oteli içindeki ana kaynaktan yeryüzüne ulaşan bikarbonatça zengin sular yamaç aşağı akarken teras tipi travertenleri oluşturur. Kaynağa yakınesimlerinde traverten havuzları büyük boyutlu kaynaktan uzaklaştıkça daha küçük boyutludur. Traverten havuzunun içinde yatay konumlu traverten laminaları gelişir. Suyun çağlayarak aktığı havuz duvarında ise ondülasyonlu düşey konumlu traverten laminaları gelişmektedir. Birim Kuvaterner (Holosen) yaşındadır. (Demirkıran, 2000)

Traverten Oluşum Mekanizması ve Kaklık Bölgesindeki Traverten Tipleri:

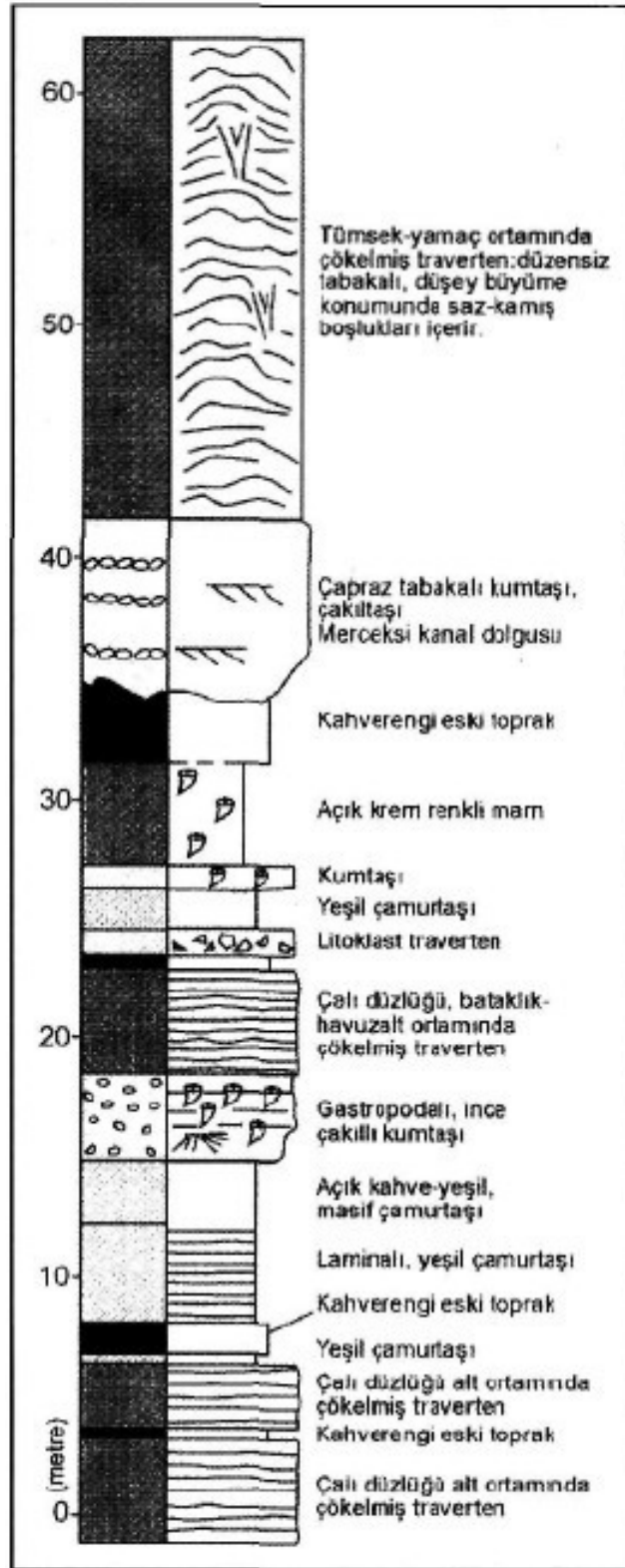
Traverten oluşum mekanizmasında ilk önce bir kırığın oluşması gerekmektedir. Bikarbonatça zengin yer altı suları bu kırık veya kırıklar boyunca yüzeye taşınıp kalsiyum karbonatın, fizokimyasal yada biyokimyasal yollarla ilk önce kırık içinde(damar tipi traverten) daha sonra kırığın topografya ile kesiştiği yerde (Sırt tipitraverten) ve son olarak kırıktan yer yüzüne ulaşan suların toplandığı yerlerde (gösel travertenler) traverten çökmesine olanak sağlayacaktır.

Gösel tip travertenler çalışma alanının kuzeyinde, gözlenmektedirler. En belirgin özellikleri oldukça düzgün laminalı oluşları ve çökel ortamını karakterize eden stratigrafik birimler ile birlikte bulunmalarıdır.

Kaklık yöresinde gösel tip travertenler; yaşlıdan gence doğru, Taşkestik Traverten Seviyesi, Killik Traverten Seviyesi, Sarıkaya Traverten Seviyesi ve Kocabaş Traverten Seviyeleri'ne ayrılmaktadır (Demirkıran, 2000).



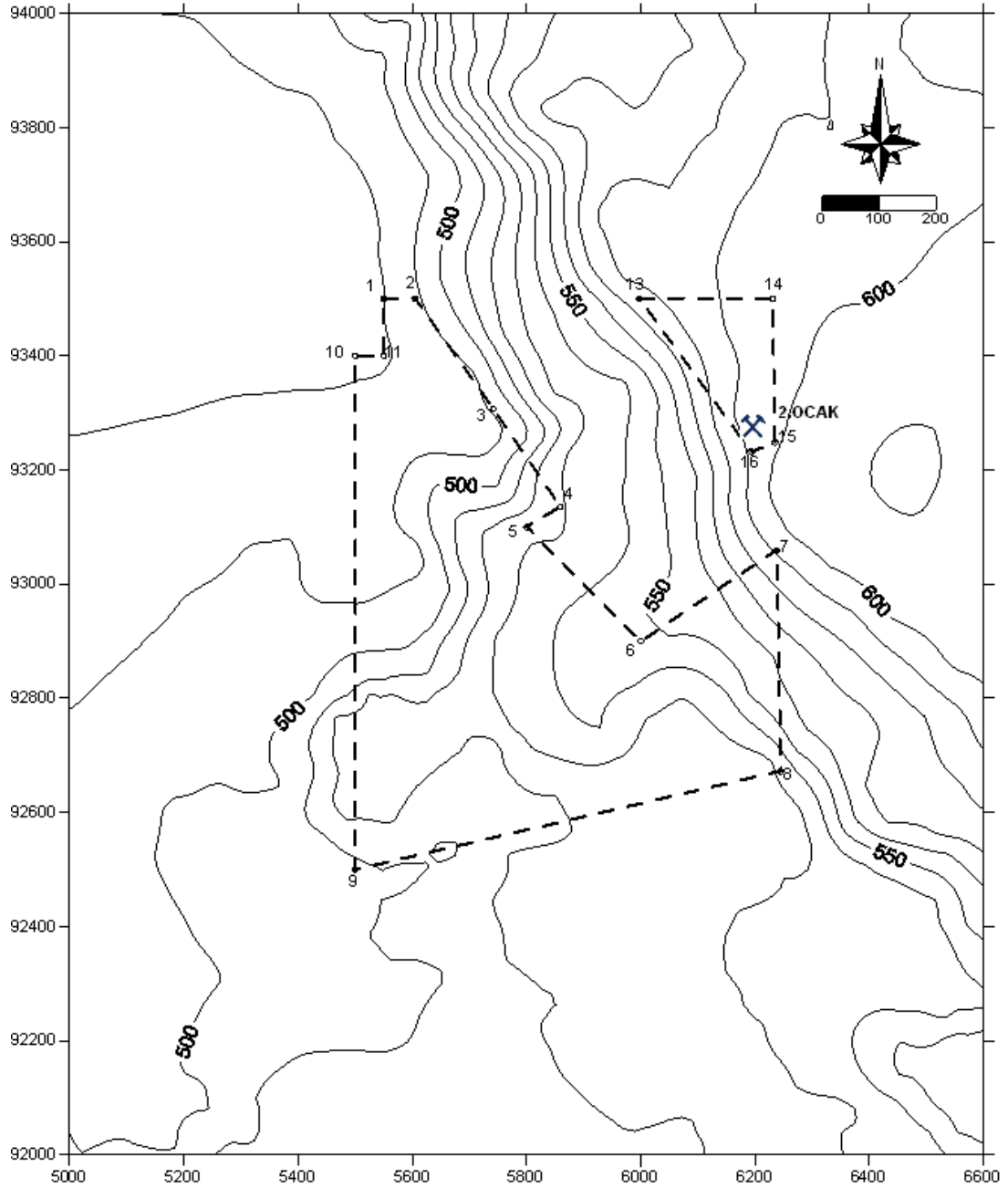
Şekil 6.68 Denizli ve çevresinin jeoloji haritası (Özkul ve diğ., 2002)



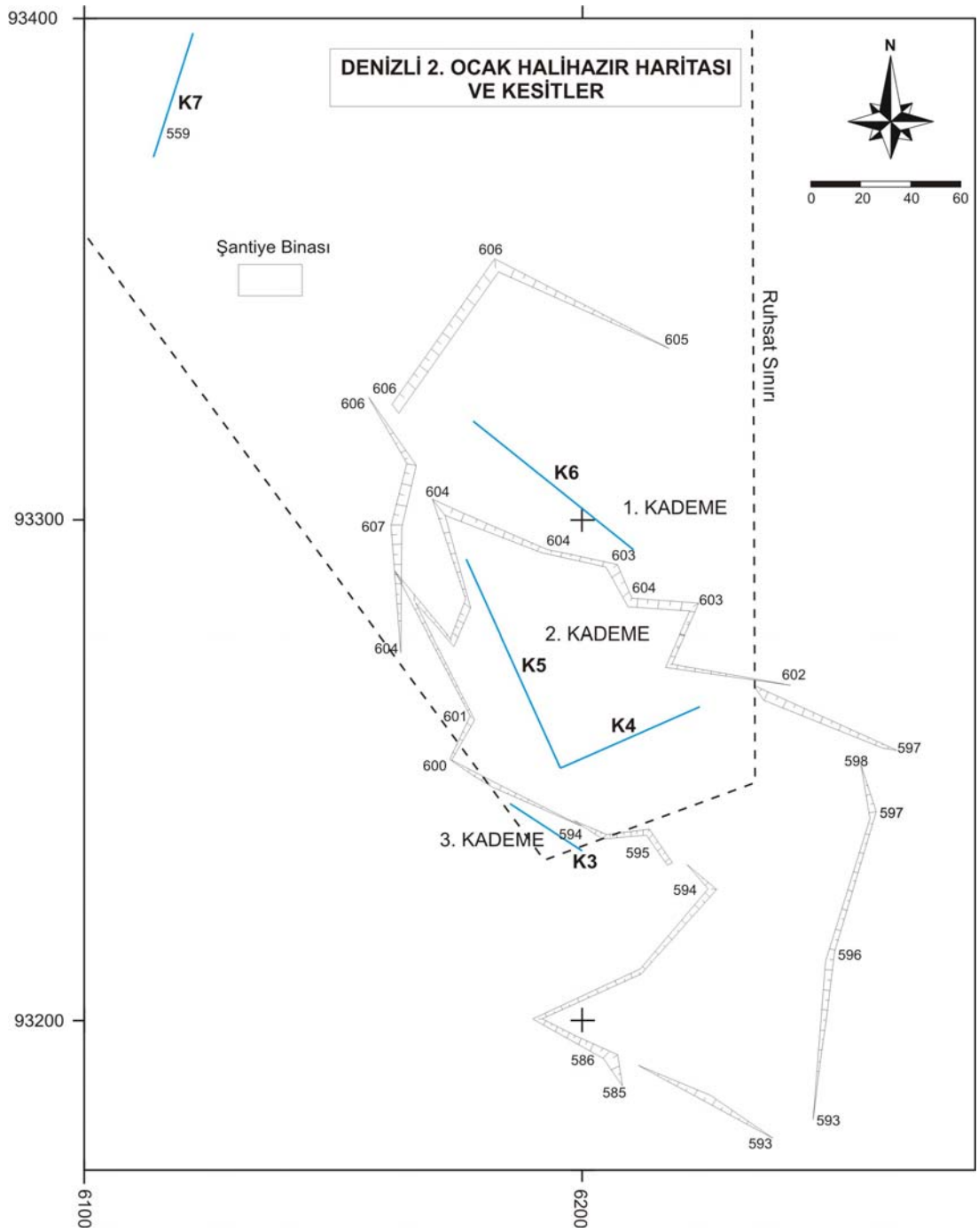
Şekil 6.69 Denizli-Kaklık kuzeybatısının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Özkul ve diğ., 2002)

6.3.2.2 Topoğrafik Ölçümler

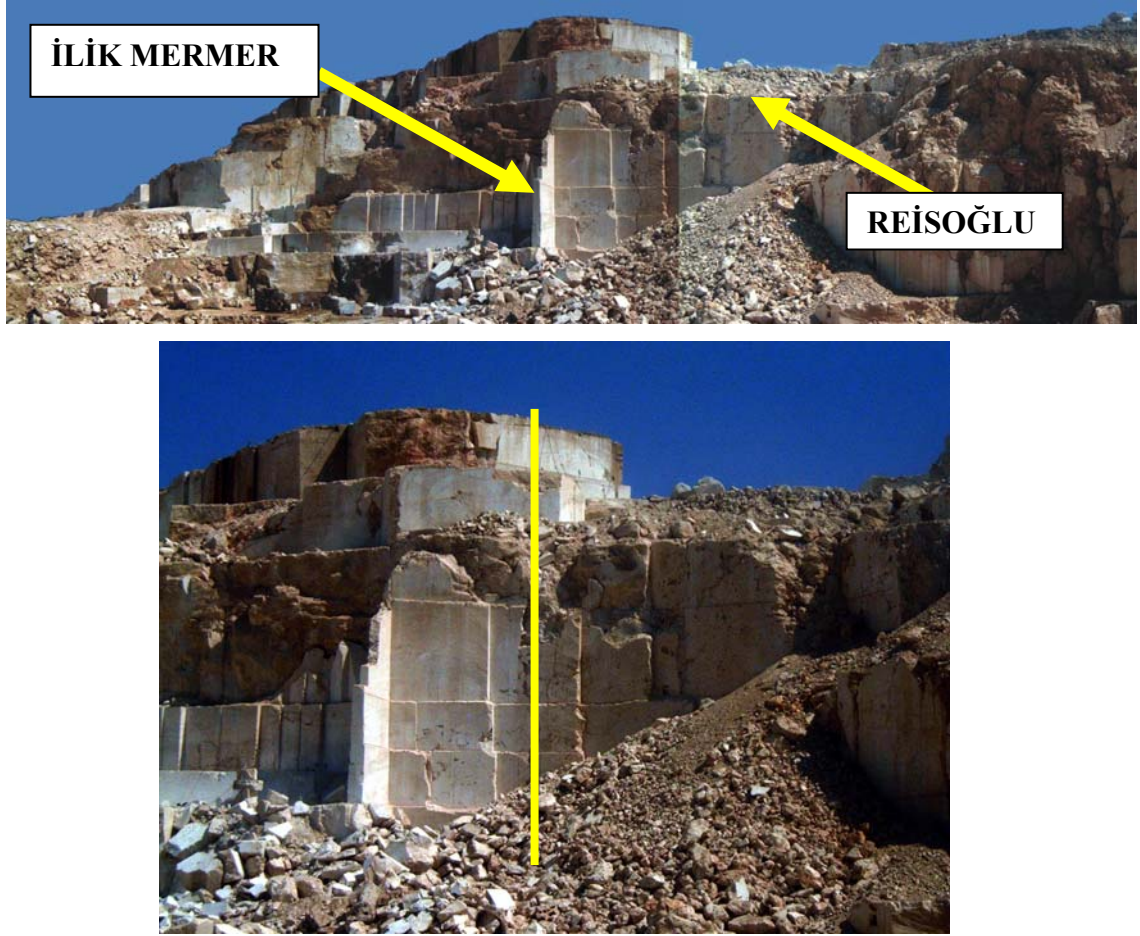
Öncelikle ocak ve çevresinin topoğrafik haritasını oluşturmak amacıyla GPS yardımıyla nokta koordinatları alınarak ocak ve çevresinin topoğrafik haritası oluşturulmuştur (Şekil 6.70). Şekil 6.71’de ise traverten işletmesinin halihazır haritaları verilmektedir.



Şekil 6.70 İşletme ve çevresinin topoğrafik haritası



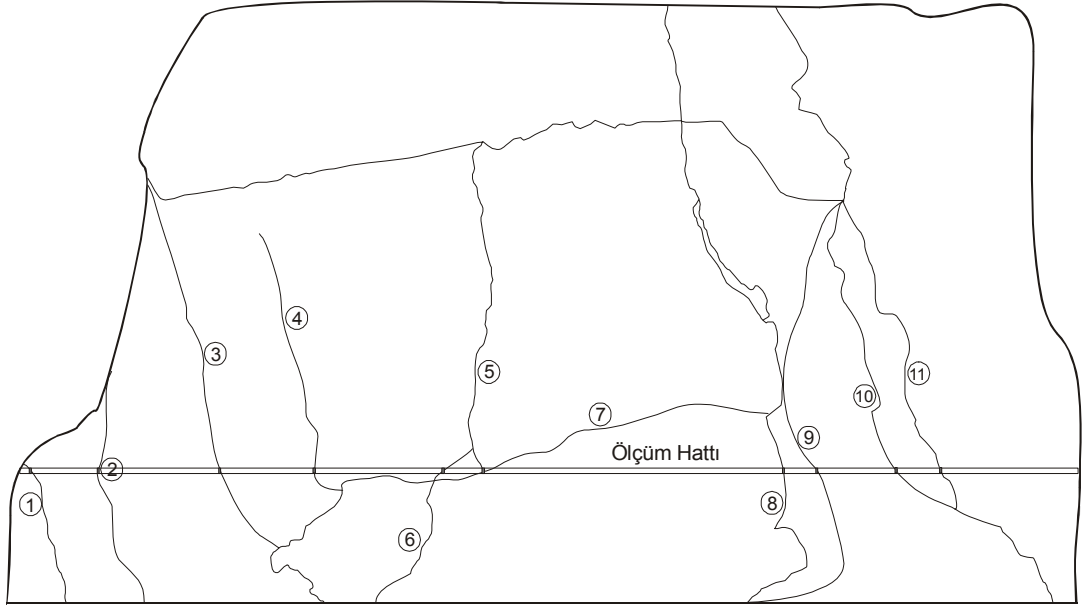
Şekil 6.71 Traverten işletmesi imalat haritası ve yer radarı kesit hatları



Şekil 6.72 Ocaktan genel görüntüler

6.3.2.3 Süreksizlik Ölçümleri

Traverten işletmesinin sol tarafında İlik Mermere ait işletme faaliyet göstermektedir. İlik Mermer işletmesinden ticari boyutta sağlam bloklar alınırken, çalışma yapılan işletmede 3 kademe açılmasına rağmen ticari boyutta blok alınamadığı bildirilmiştir. Bu sebeple işletmede süreksizlik ölçümleri kapsamında aynada 11 adet süreksizlik belirlenmiş ve ölçümler toplam 15,28 metrelik bir hat boyunca alınabilmiştir (Şekil 6.73).



Şekil 6.73 Aynada görülen süreksizlikler ve ölçüm hattı

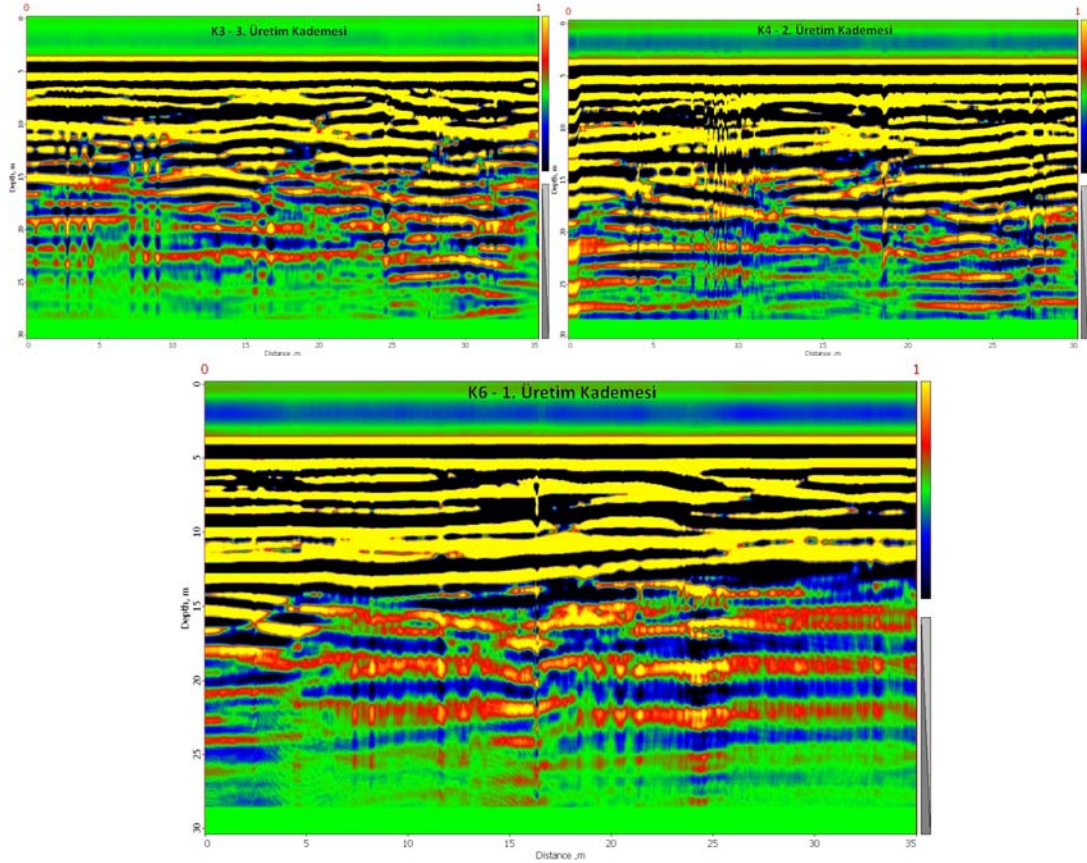
Tablo 6.6 Kaklık Traverten İşletmesi Süreksizlik Ölçümü Veri Formu

| SÜREKSİZLİK ÖLÇÜMÜ VERİ FORMU | | | | | | | | | | | |
|--|--------|-------------------|------|----------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|---------|-----------|-------------|
| Genel Bilgiler | | Tarih: 12.07.2005 | | | | Hat No: 1 | | | | | |
| Lokasyon: 1. Ocak 2. Kademe | | | | | | | | | | | |
| SÜREKSİZLİKLERİN ÖZELLİKLERİ VE YÖNELİMİ | | | | | | | | | | | |
| Süreksizlik No | Metre | Tür | Eğim | Doğrultu | Devamlılık (m) | Açıklık (cm) | Süreksizlik Aralığı (m) | Dolgunun Türü | Bozunma | Su Durumu | Açıklamalar |
| 1 | 0,590 | 7 | 95 | G45D | 3,775 | 0,705 | 0,696 | 1 | 1 | 1 | |
| 2 | 1,286 | 7 | 102 | G56D | 5,920 | 5,525 | 1,440 | 5 | 5 | 1 | |
| 3 | 2,726 | 7 | 106 | G52D | 4,860 | 0,55 | 0,044 | 1 | 1 | 1 | |
| 4 | 2,770 | 7 | 132 | G52D | 2,740 | 0,148 | 3,520 | 1 | 1 | 1 | |
| 5 | 6,290 | 7 | 84 | G52D | 12,900 | 4,744 | 0,650 | 1 | 1 | 1 | |
| 6 | 5,64 | 7 | 84 | G52D | 1,940 | 0,965 | 0,650 | 1 | 1 | 1 | |
| 7 | 6,290 | 7 | 30 | G50D | 4,820 | 0,125 | 3,990 | 1 | 1 | 1 | |
| 8 | 10,280 | 7 | 118 | G54D | 14,350 | 9,359 | 2,120 | 5 | 5 | 1 | |
| 9 | 12,400 | 7 | 105 | G48D | 17,200 | 5,371 | 0,350 | 5 | 5 | 1 | |
| 10 | 12,750 | 7 | 110 | G52D | 12,550 | 4,562 | 1,330 | 5 | 5 | 1 | |
| 11 | 14,080 | 7 | 110 | G50D | 16,750 | 3,475 | | 5 | 5 | 1 | |

TÜR: 1. Fay Zonu 2. Fay 3. Ekleme 4. Klivaj 5. Şistozite 6. Makaslama 7. Çatlak 8. Tabaka
DOLGUNUN TÜRÜ: 1. Dolgunuz 2. Yüzeysel Boyama 3. Kohezyonsuz 4. Etken olmayan kil 5. Şişen kil veya kil matrisli 6. Çimentolanmış (Kalsit, Kuvars vb.)
7. Klorit, Talk, Jips 8. Diğer
BOZUNMA: 1. Bozunmamış (Taze) 2. Az bozunmuş 3. Orta derecede bozunmuş 4. İleri derecede bozunmuş 5. Tamamen bozunmuş 6. Artık zemin
SU DURUMU: 1. Kuru 2. Nemli 3. Islak 4. Damlama (Sızıntı) 5. Akış

6.3.2.4 Yer Radarı Ölçüm Çalışmaları

Sahada belirlenen kesitlerde GPR ile yaklaşık 30 metre derinliğe kadar görüntüler elde edilmiştir.



Şekil 6.74 K3-K4 ve K6 kesitlerine ait radar görüntüleri

İncelenen işletmede ruhsat sahasının güneyinde mevcut üç kademe de incelemeler sonucunda K-3, K-4, K-5, K-6 ve K-7 kesitlerinden özellikle K-3, K-4, K-6 numaralı kesitlerde 15 metre işletilebilir traverten damarının varlığı saptanmıştır. K-5 numaralı kesitte damar kalitesinin düştüğü gözlenmiştir. K-7 numaralı kesitte ise damar kalınlığının 12 metreye inceldiği ancak kalitesinin iyileştiği görülmektedir.

Bundan sonraki üretim planlaması olarak işletme yönünün K-3 lokasyonuna göre K-B istikametinde ilerletilmesi halinde blok veriminin artması söz konusu olabilecektir.

6.3.2.5 Saha Çalışmaları Sonrasında Mermer Sahasının Son Durumu

Üç kademe açılmasına rağmen ticari boyutta blok alınamayan işletmede, saha çalışmalarını takiben yapılan öneriler sonucunda firma, üretimi önerilen yönde ilerleterek toplam 6 kademe oluşturmuştur. Şu anda söz konusu işletmeden ticari boyutta blok alımı mümkün olup, üretim seri bir şekilde devam etmektedir.



Şekil 6.75 KB istikametinde ilerletilen işletmenin son durumu



Şekil 6.76 İşletme kademelerinden genel bir görüntü

6.4 Tureks Mermer San. Sahalarında Yapılan Çalışmalar

Tureks firmasının Eskişehir ili Seyitgazi ilçesi Sancar Köyü mevkiinde bulunan mermer ocağında işletilebilir mermer rezervlerinin belirlenmesine yönelik yapılan saha ve diğer çalışmalar aşağıda verilmektedir. Çalışma kapsamında sahada uydudan koordinat okuyan el GPS leri ile topoğrafik çalışmalar gerçekleştirilmiş, ayrıca mermer ayna ve mostralarında süreksizlik ölçümleri ayrıntılı olarak yapılmıştır. Litolojik birimlerin derinliğe bağlı kalınlık, litolojik homojenite ve diğer mühendislik jeolojisi ile ilgili değişimleri belirleyebilmek için yer radarı kullanılmıştır.

6.4.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi

Eskişehir ili Seyitgazi ilçesi Sancar Köyü sınırları içerisinde bulunan Tureks Mermer firmasına ait mermer ocağı, Seyitgazi'ye yaklaşık 14 km mesafededir. Seyitgazi Kırka yolu üzerinde Sancar Köyü yol ayrımından sonra ana yola yaklaşık 1 km uzaklıktadır.



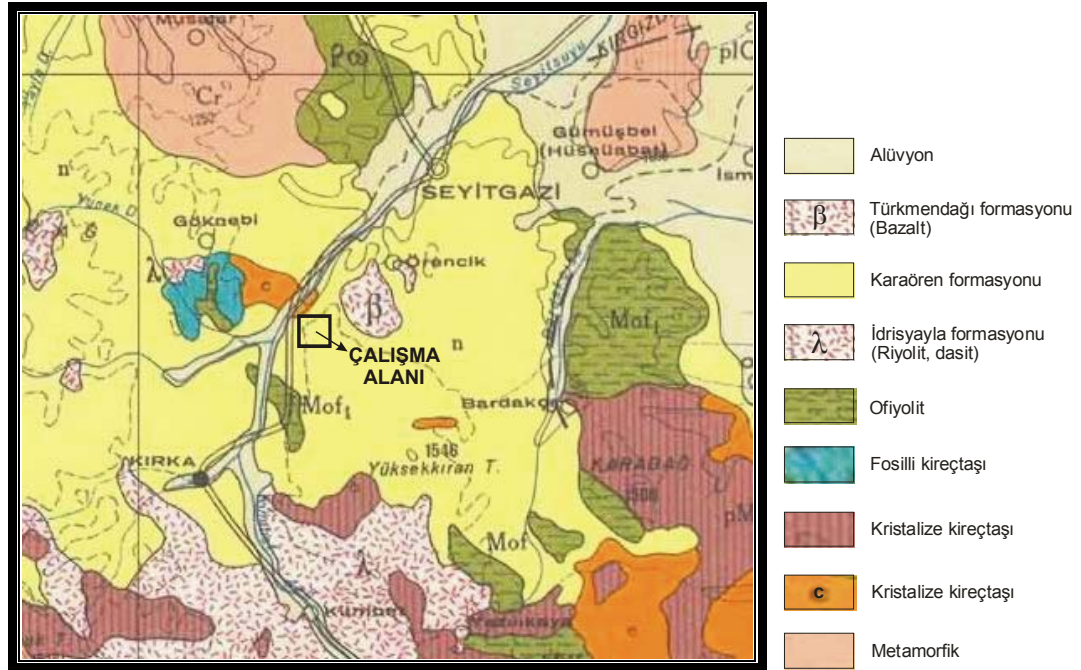
Şekil 6.77 Tureks Firması Sancar Köyü Mermer İşletmesi Yer Bulduru Haritası

Çalışma alanı, Karaören Formasyonu içerisinde bulunup, Miyosen öncesi temel kayaları (metamorfik, ofiyolit ve karbonatlar) ile Neojen yaşlı volkanik ve sedimanter birimler bulunmaktadır.



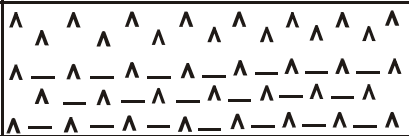
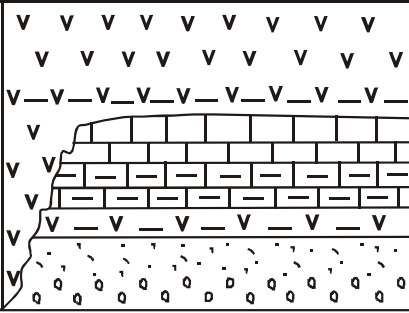
Metamorfik kayalar inceleme alanının hemen her yerinde ofiyolitik kayalarla tektonik dokanak halindedir. Kıvrımlı, kırıklı ve çatlaklı bir yapı gösteren bu kayalarda kesin bir kalınlık söylemek çok zordur. Ancak şistlerin yaklaşık 1000 m, mermerlerin de 200 m kalınlık gösterdikleri söylenebilir.

Çalışma alanında oldukça geniş bir alan kaplayan Miyosen birimleri, konglomera, kiltası, marn, tuf, kireçtaşı istifinden oluşmuştur. En altta bulunan konglomera üyesi orta ve iri büyüklükte genelde granit çakılları olmak üzere, şist, mermer, tuf, radyolarit çakıllarından ibaret olup, yer yer oldukça sıkı tutturulmuştur.

Çimento, kil veya karbonattır. Kiltası, marn, tuf seviyeleri konglomera üzerinde yer almakta ve ardalanmalı olarak devam etmektedir. En üstte bulunan açık renkli kireçtaşları ise yer yer silisifiye olmuştur (Gözler ve diğ., 1984).



Şekil 6.78 Seyitgazi ve çevresinin jeoloji haritası (MTA Harita Arşivi)

| Üst Sistem | Sistem | Seri | Kalınlık | LİTOLOJİ | |
|-------------------|------------|--------------|---|--|---|
| S E N O Z O Y İ K | KUVATERNER | HOLO SEN | 50 m |  | Alüvyon (Mil, Kum, Çakıl) |
| | | PLEYİSTO SEN | 250 m |  | Kumtaşı Kiltaşı, Çamurtaşı Konglomera |
| | PLİYOSEN | 100 m |  | Bazalt Bazaltik Tüf | |
| | MIYOSEN | 300 + 100 m |  | Andezit Andezitik Tüf Kireçtaşı (Silisifiye) Marn Tüf Kumtaşı Konglomera | |

Şekil 6.79 Seyitgazi ilçesi ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Gözler ve diğ., 1984)

6.4.2 Mermer İşletmesinde Yapılan Saha Gözlemleri ve Ölçümleri

Seyitgazi – Kırka yolundan Sancar köyü yol ayrımından yaklaşık 1 km mesafede bulunan işletmede 3 kademe bulunmaktadır. Ancak üst iki kademede (1. ve 2. kademe) süreksizliklerin ve bozuk yapının fazla olması nedeniyle, blok üretimi 3. kademede yapılmaktadır. 3. kademeden çıkan bloklar fazla çatlak içermeyen, masif yapılı olup, üçüncü kademenin gerisinden yeni bir kademe oluşturmak amacıyla, ayna oluşturma çalışmaları yapılmaktadır.

İşletmede üretimi arttırmak ve istenilen kalitede mermer bulmak amacıyla; işletmenin kuzey kısmında, işletme girişinin sol tarafında ve ayrıca Sancar köyü tarafında bulunan karşı tepeden olmak üzere 3 yeni ocak ağzı açılmış olduğu belirlenmiştir.

Saha incelemelerinde, oluşum sırasında meydana gelmiş 3 adet karstik boşluğa rastlanmıştır. Karstik boşluklar, yaklaşık 10-15 metre derinliğinde, 1,5-2 m genişliğinde bir yapı arz etmektedir.



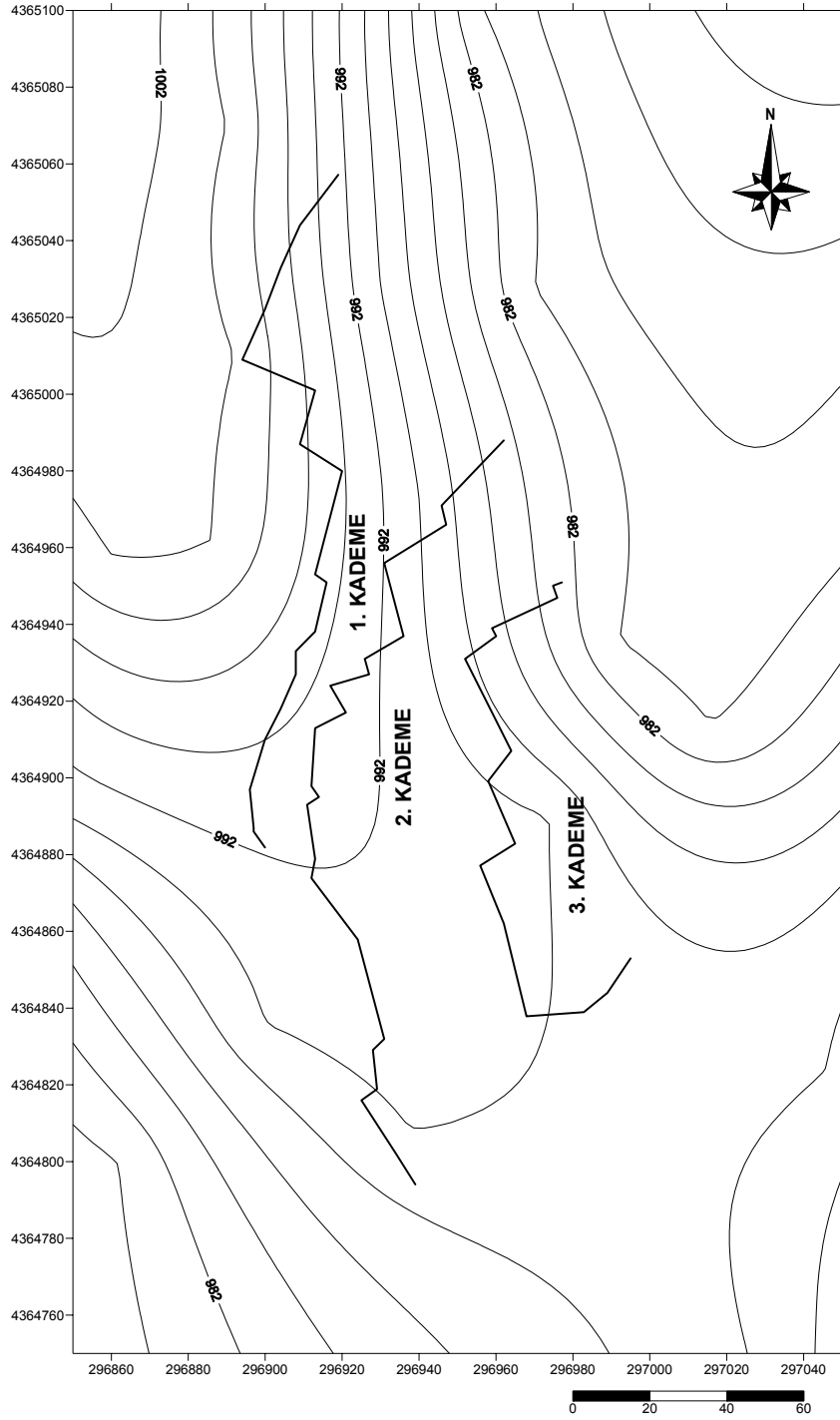
şekil 6.80 Üçüncü kademe gerisinde açılması planlanan yeni kademe



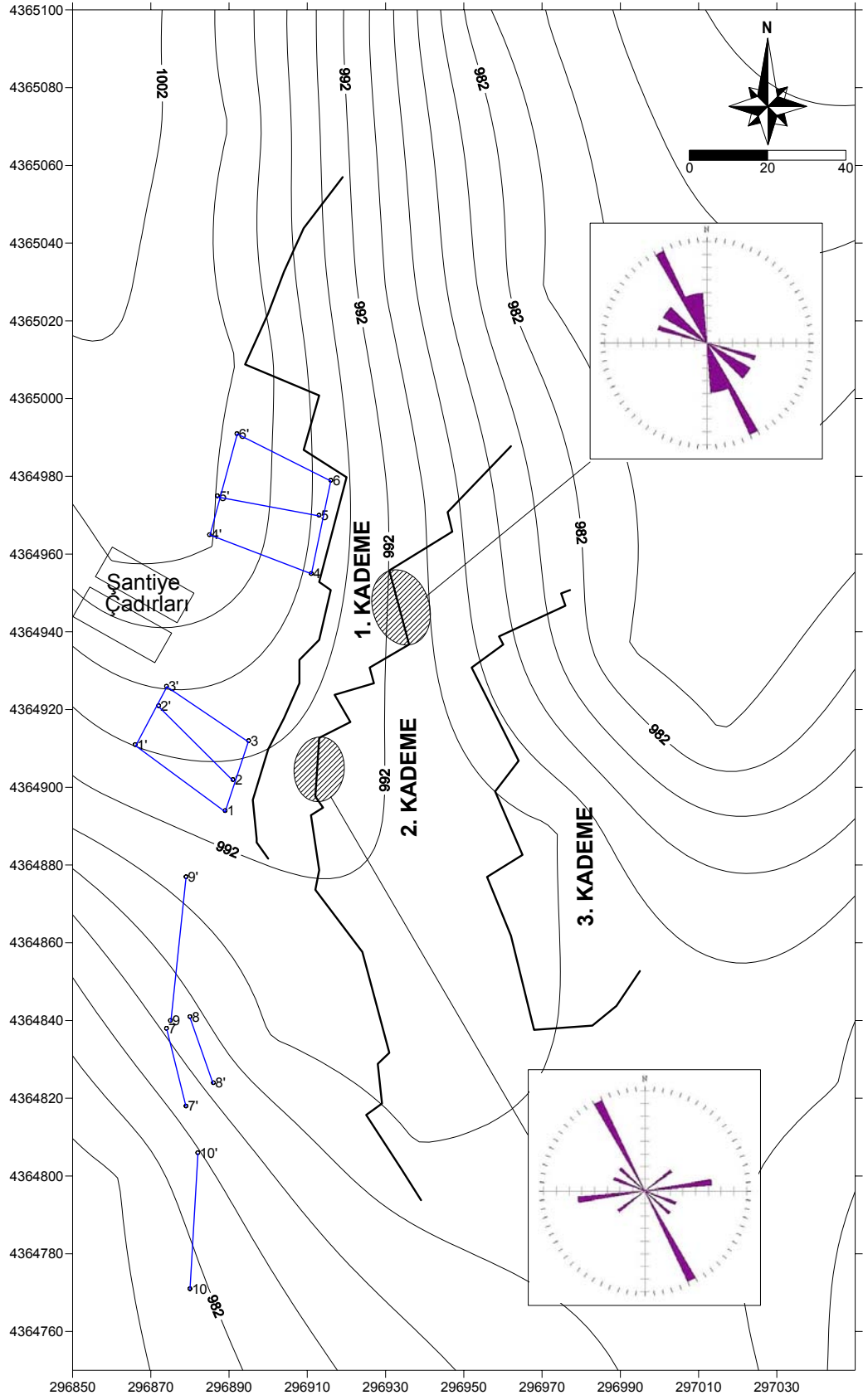
şekil 6.81 Arazide görölen karstik boşluklar

6.4.2.1 Topoğrafik Ölçümler

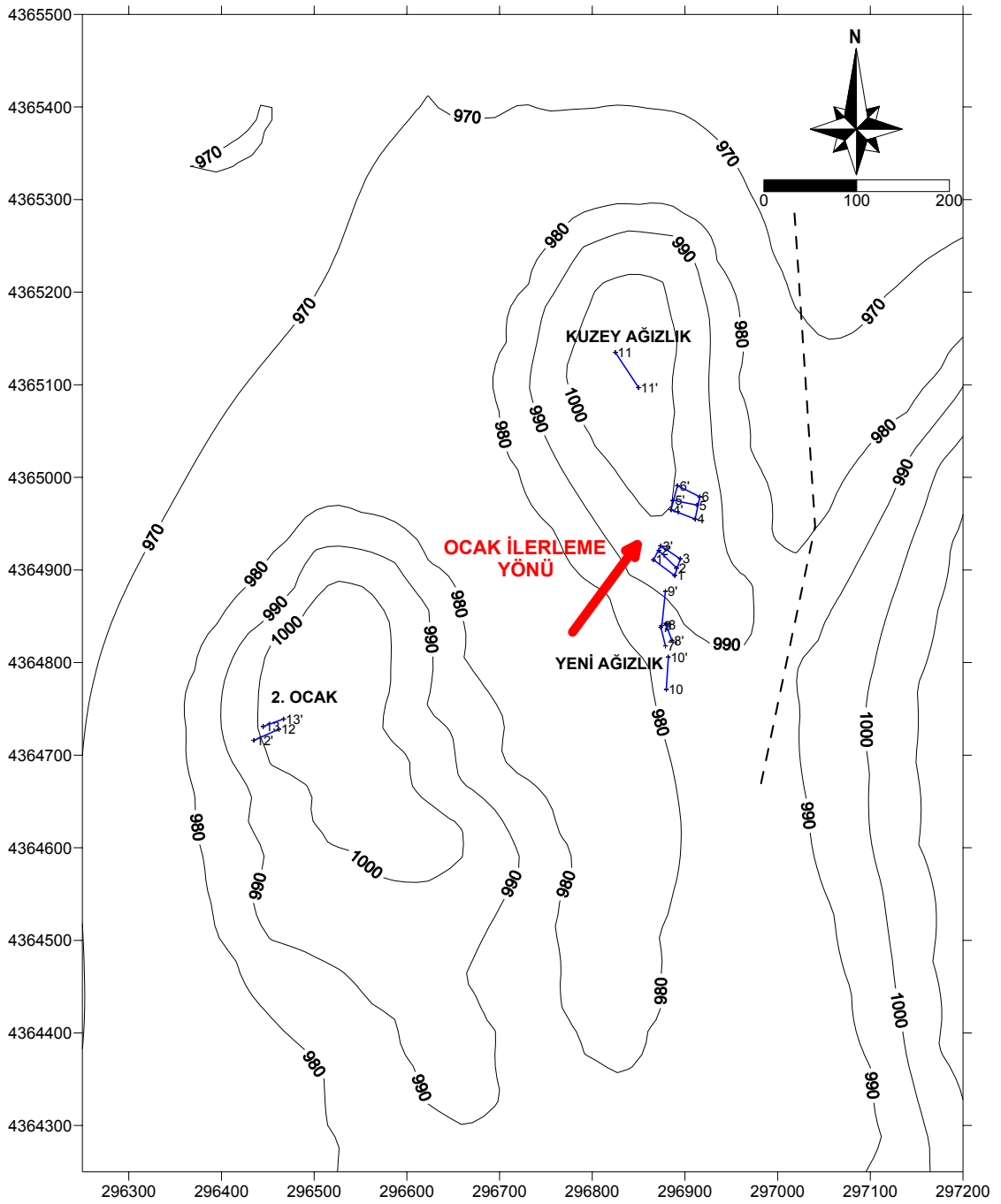
Öncelikle ocak ve çevresinin topoğrafik haritasını oluşturmak amacıyla Garmin marka el GPS'i yardımıyla nokta koordinatları alınarak ocak ve çevresinin topoğrafik haritası oluşturulmuştur.



Şekil 6.82 Sancar Köyü Mermer ocağı topoğrafik haritası ve üretim basamakları



Şekil 6.83 Mermer üretim kademeleri, kademe üzerinde alınan GPR kesit hatları ve 2. kademe aynasındaki ölçümler sonucu çizilen gül diyagramları



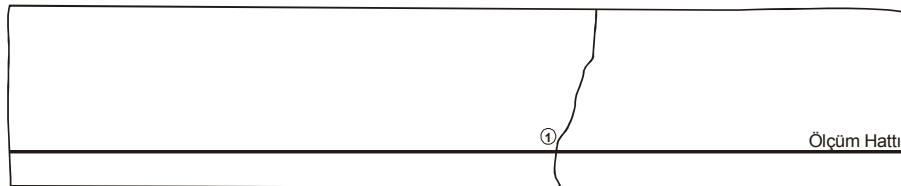
Şekil 6.84 Ocak çevresinin genel topoğrafik haritası, bütün GPR kesit hatları ve önerilen ocak ilerleme yönü

6.4.2.2 Süreksizlik Ölçümleri

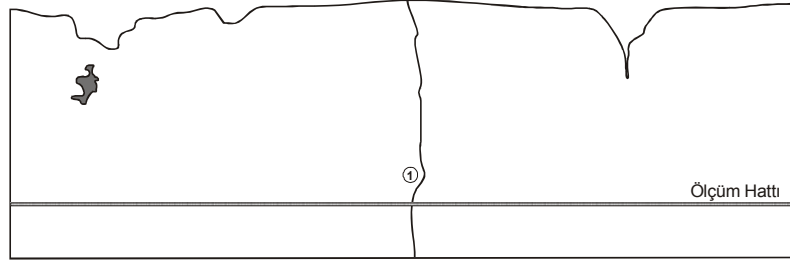
Süreksizlik ölçümleri, 1. kademede 2 aynada, 2. kademede 3 aynada ve 3. kademede 2 aynada yapılmıştır. Ayna üzerinde ölçüm hattını kesen süreksizlikler belirlenerek, süreksizliklerin eğim yönü ve eğim değerleri, süreksizlik aralıkları, açıklıkları, devamlılıkları, dolgu ve su durumları gibi jeolojik özellikleri tespit edilmiştir.



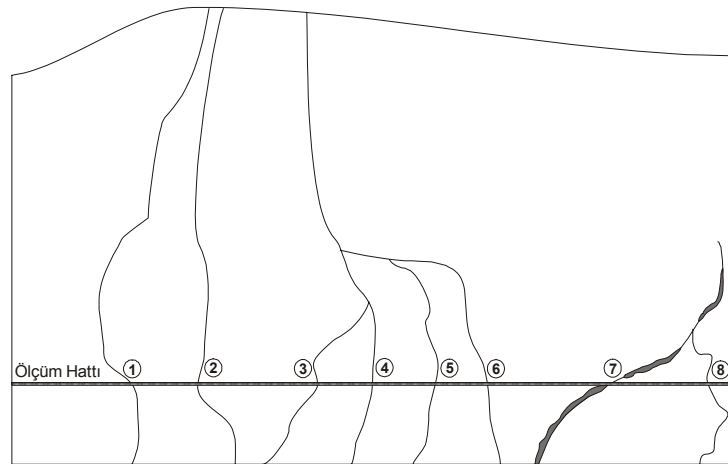
Şekil 6.85 İşletmede mevcut kademelerin görünüşü



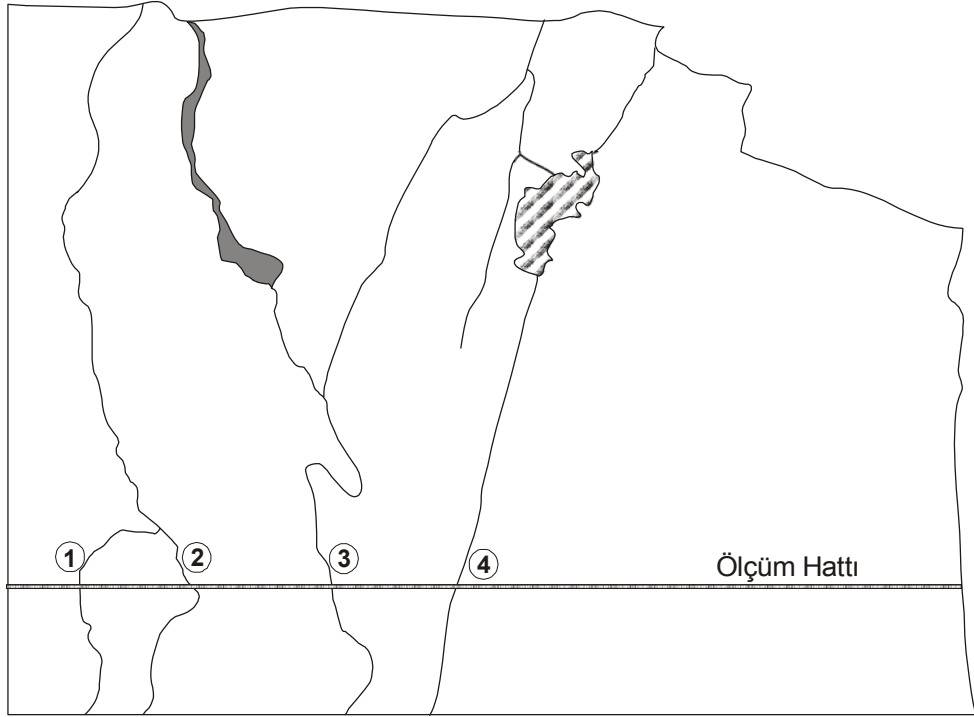
Şekil 6.86 3.kademe 1. aynada görülen süreksizlikler ve ölçüm hattı



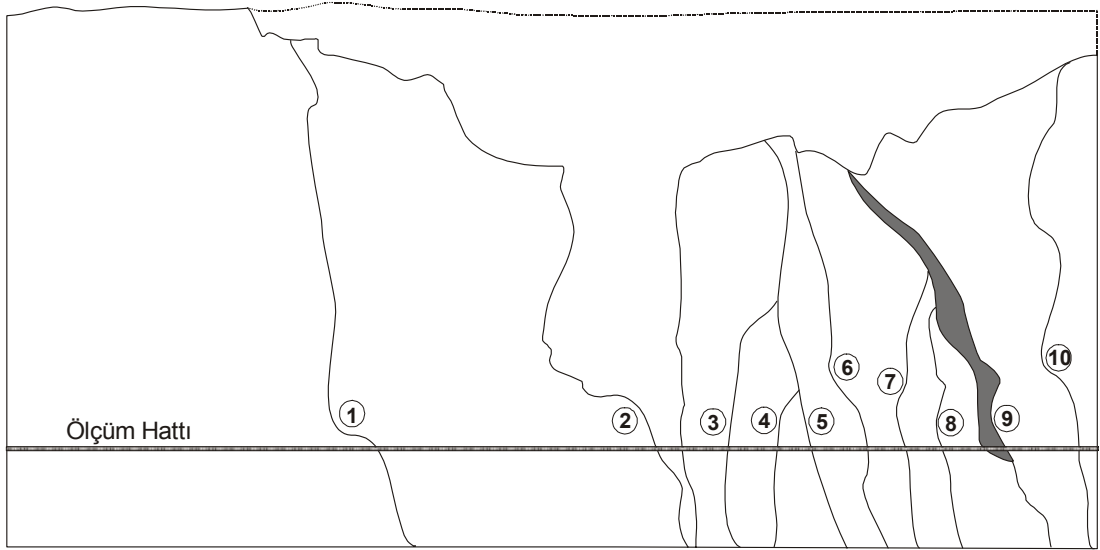
Şekil 6.87 3.kademe 2. aynada görülen süreksizlikler ve ölçüm hattı



Şekil 6.88 2. kademe 1. aynada görülen süreksizlikler ve ölçüm hattı



Şekil 6.89 2. kademe 2. aynada görülen süreksizlikler ve ölçüm hattı



Şekil 6.90 2. kademe 3. aynada görülen süreksizlikler ve ölçüm hattı

Tablo 6.7 İşletmede yapılan süreksizlik ölçümleri veri formları

| SÜREKSİZLİK ÖLÇÜMÜ VERİ FORMU | | | | | | | | | | |
|--|--------|-----|--------------------|----------------|-------------------|-------------------------|---------------|------------------------|-----------|---|
| Genel Bilgiler | | | | | | | | | | |
| Lokasyon: 3.Kademe 1.Ayna | | | | | Tarih: 28.08.2006 | | | Hat Uzunluğu: 28,39 m | | |
| SÜREKSİZLİKLERİN ÖZELLİKLERİ VE YÖNELİMİ | | | | | | | | | | |
| No | Metre | Tür | Eğim Yönü/ Eğim | Devamlılık (m) | Açıklık (mm) | Süreksizlik Aralığı (m) | Dolgunun Türü | Bozunma | Su Durumu | |
| 1 | 17,82 | 7 | 330 / 76 | 5,87 | 2,12 | - | 5 | 2 | 1 | |
| Lokasyon: 3.Kademe 2.Ayna | | | | | Tarih: 28.08.2006 | | | Hat Uzunluğu: 16,32 m | | |
| SÜREKSİZLİKLERİN ÖZELLİKLERİ VE YÖNELİMİ | | | | | | | | | | |
| No | Metre | Tür | Eğim Yönü/ Eğim | Devamlılık (m) | Açıklık (mm) | Süreksizlik Aralığı (m) | Dolgunun Türü | Bozunma | Su Durumu | |
| 1 | 8,21 | 7 | 334 / 88 | 5,84 | 2,59 | - | 5 | 2 | 1 | |
| Lokasyon: 2.Kademe 1.Ayna | | | | | Tarih: 28.08.2006 | | | Hat Uzunluğu: 13,221 m | | |
| SÜREKSİZLİKLERİN ÖZELLİKLERİ VE YÖNELİMİ | | | | | | | | | | |
| No | Metre | Tür | Eğim Yönü/ Eğim | Devamlılık (m) | Açıklık (mm) | Süreksizlik Aralığı (m) | Dolgunun Türü | Bozunma | Su Durumu | |
| 1 | 3,398 | 7 | 332 / 66 | 7,12 | 1,84 | 2,093 | 5 | 2 | 1 | |
| 2 | 5,491 | 7 | 82 / 87 | 7,49 | 26,12 | | 5 | 2 | 1 | |
| 3 | 6,961 | 7 | 334 / 35 | 4,48 | 5,75 | | 1,470 | 5 | 2 | 1 |
| 4 | 7,839 | 7 | 332 / 66 | 9,26 | 5,08 | | 0,878 | 5 | 2 | 1 |
| 5 | 8,520 | 7 | 114 / 64 | 4,12 | 8,51 | | 0,681 | 5 | 2 | 1 |
| 6 | 9,319 | 7 | 133 / 70 | 5,27 | 4,32 | | 0,799 | 5 | 2 | 1 |
| 7 | 11,030 | 7 | 50 / 38 | 6,08 | 15,39 | | 1,711 | 5 | 2 | 1 |
| 8 | 11,544 | 7 | 84 / 75 | 2,12 | 2,28 | | 0,514 | 5 | 2 | 1 |
| Lokasyon: 2.Kademe 2.Ayna | | | | | Tarih: 28.08.2006 | | | Hat Uzunluğu: 11,133 m | | |
| SÜREKSİZLİKLERİN ÖZELLİKLERİ VE YÖNELİMİ | | | | | | | | | | |
| No | Metre | Tür | Eğim Yönü/ Eğim | Devamlılık (m) | Açıklık (mm) | Süreksizlik Aralığı (m) | Dolgunun Türü | Bozunma | Su Durumu | |
| 1 | 0,768 | 7 | 162 / 82 | 3,497 | 4,68 | 1,291 | 5 | 2 | 1 | |
| 2 | 2,059 | 7 | 192 / 65 | 5,720 | 11,90 | | 5 | 2 | 1 | |
| 3 | 3,609 | 7 | 174 / 75 | 8,560 | 26,53 | | 1,650 | 5 | 2 | 1 |
| 4 | 4,981 | 7 | 188 / 67 | 8,180 | 27,15 | | 1,372 | 5 | 2 | 1 |

Tablo 6.7 İşletmede yapılan süreksizlik ölçümleri veri formları (Devamı)

| Lokasyon: 2.Kademe 3.Ayna | | | Tarih: 28.08.2006 | | | Hat Uzunluğu: 21,66 m | | | |
|--|--------|-----|--------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|------------------|---------|--------------|
| SÜREKSİZLİKLERİN ÖZELLİKLERİ VE YÖNELİMİ | | | | | | | | | |
| No | Metre | Tür | Eğim Yönü/ Eğim | Devamlılık (m) | Açıklık (mm) | Süreksizlik Aralığı (m) | Dolgunun Türü | Bozunma | Su Durumu |
| 1 | 6,579 | 7 | 342 / 80 | 9,67 | 5,01 | 7,079 | 5 | 2 | 1 |
| 2 | 13,658 | 7 | 354 / 65 | 9,10 | 34,94 | 1,546 | 5 | 2 | 1 |
| 3 | 15,204 | 7 | 338 / 85 | 4,87 | 3,84 | 0,437 | 5 | 2 | 1 |
| 4 | 15,641 | 7 | 346 / 72 | 2,52 | 7,52 | 0,378 | 5 | 2 | 1 |
| 5 | 16,019 | 7 | 334 / 82 | 8,46 | 15,96 | 1,256 | 5 | 2 | 1 |
| 6 | 17,275 | 7 | 130 / 82 | 7,32 | 5,24 | 0,577 | 5 | 2 | 1 |
| 7 | 17,852 | 7 | 120 / 75 | 6,87 | 2,08 | 1,343 | 5 | 2 | 1 |
| 8 | 19,195 | 7 | 106 / 86 | 6,70 | 2,86 | 0,330 | 5 | 2 | 1 |
| 9 | 19,525 | 7 | 126 / 85 | 8,22 | 5,12 | 0,771 | 5 | 2 | 1 |
| 10 | 20,296 | 7 | 330 / 87 | 8,42 | 36,78 | 0,771 | 5 | 2 | 1 |

| | |
|-----------------------|---|
| TÜR: | 1. Fay Zonu 2. Fay 3. Eklem 4. Klivaj 5. Şistozite 6. Makaslama 7. Çatlak 8. Tabaka |
| DOLGUNUN TÜRÜ: | 1. Dolgusuz 2. Yüzey Boyaması 3. Kohezyonsuz 4. Etken olmayan kil 5. Şişen kil veya kil matriks 6. Çimentolanmış (Kalsit,Kuvars vb.) 7. Klorit, Talk, Jips 8. Diğer |
| BOZUNMA: | 1. Bozunmamış (Taze) 2. Az bozunmuş 3. Orta derecede bozunmuş 4. İleri derecede bozunmuş 5. Tamamen bozunmuş 6. Artık zemin |
| SU DURUMU: | 1. Kuru 2. Nemli 3. Islak 4. Damlama (Sızıntı) 5. Akış |



Şekil 6.91 İkinci ve üçüncü kademedan bir görüntü



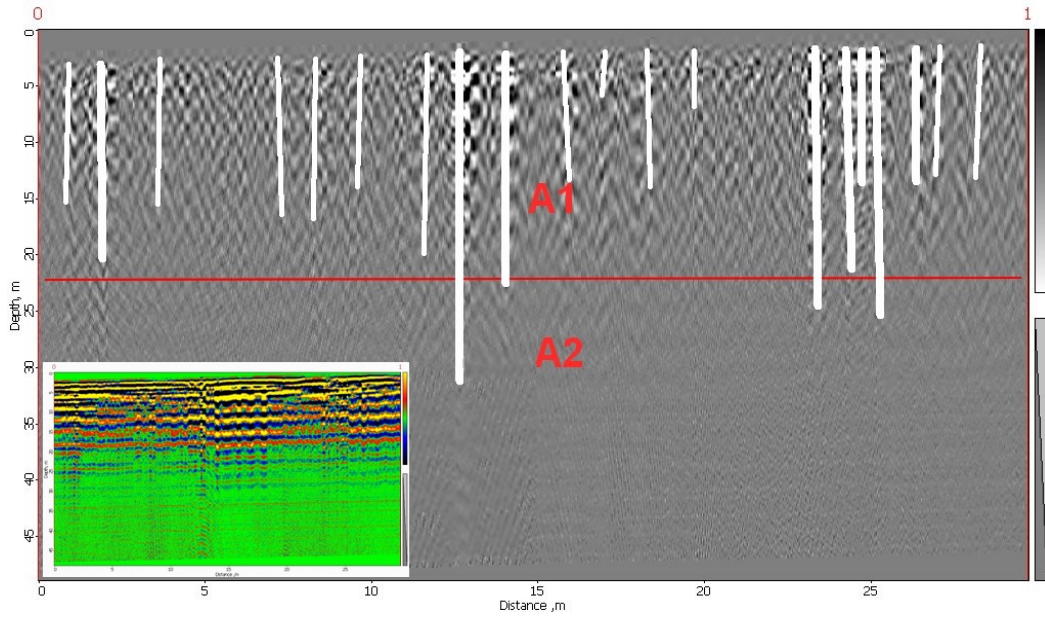
Şekil 6.92 Birinci ve ikinci kademedeki bir görüntü



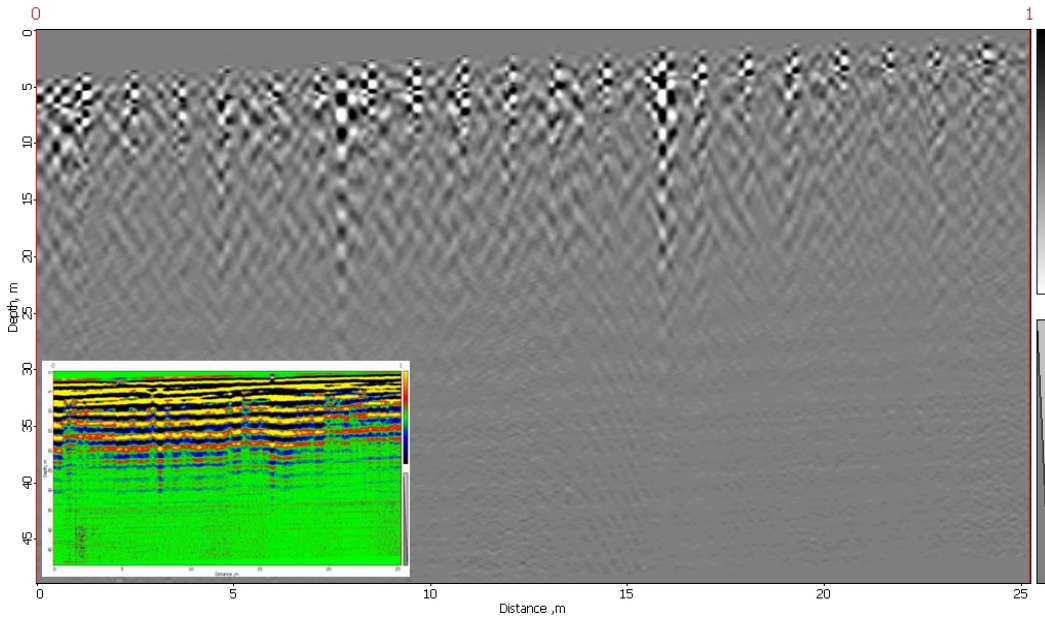
Şekil 6.93 Sancar köyü tarafında karşı tepede açılan 2. Ocaktan görüntü

6.4.2.3 Yer Radarı Ölçüm Çalışmaları

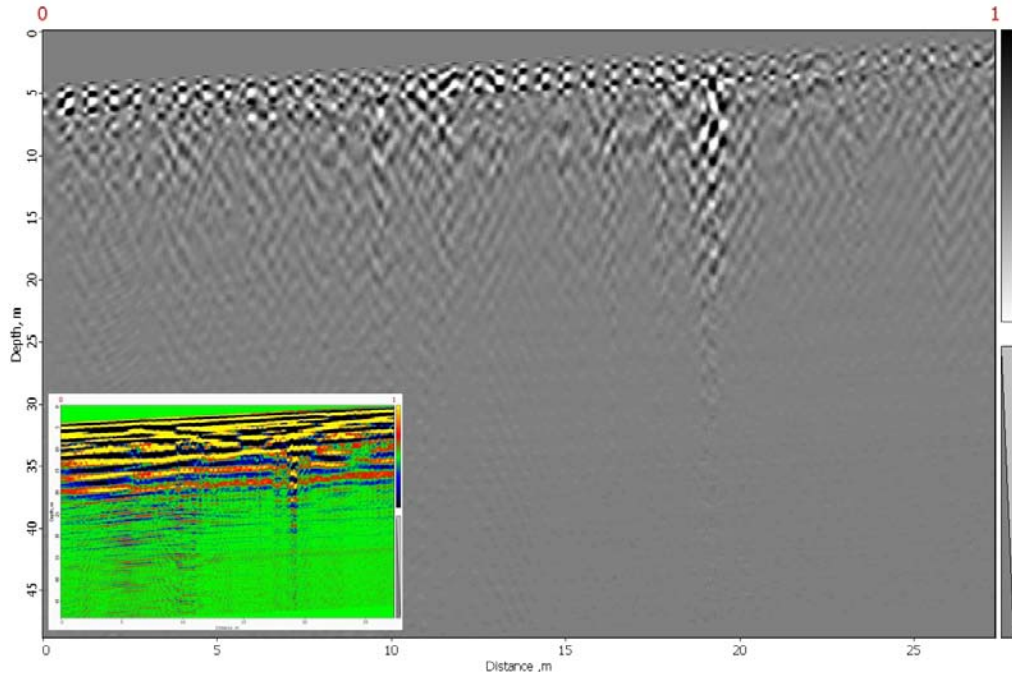
Yer radarı ölçüm çalışmaları kapsamında işletmedeki 1. kademe üzerinde birbirine paralel toplam 10 adet kesit, ocak giriş yolunun solunda açılan yeni ağızlıkta 3 adet kesit, üretim kademelerinin arka tarafında açılan kuzey ağızlıkta 1 adet kesit, sancar köyü tarafında açılan 2. ocakta ise 2 adet kesit olmak üzere toplam 16 adet kesit hattı alınmıştır.



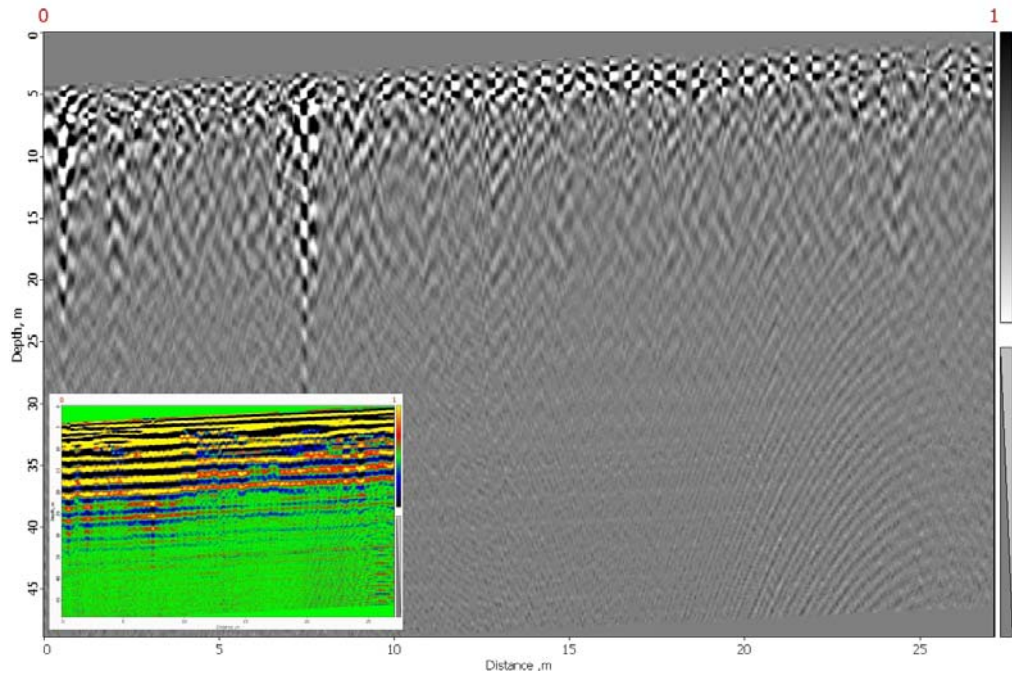
Şekil 6.94 1-1' kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.95 3-3' kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.96 5-5' kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.97 6-6' kesitine ait GPR görüntüsü

Birbirine paralel olarak belirlenen 1-1', 3-3', 5-5', 6-6' kesitlerindeki GPR görüntüleri değerlendirildiğinde, süreksizliklerin ve boşlukların yüzeyden yaklaşık 20-25 metre derinliğe kadar devam ettiği (A1), bu derinlikten sonra mermerin daha masif bir yapıda olduğu gözlenmektedir (A2).

6.4.2.4 Yapılan Saha Çalışmalarının Değerlendirilmesi

İşletmede blok üretimi 3. kademede yapılmaktadır. 1. ve 2. kademelerde mevcut süreksizlikler ve yapısal bozukluklar nedeniyle blok üretimi yapılamamaktadır. Bu nedenle, ocağın kuzey ve güney tarafında ayrıca Sancar köyü tarafında bulunan karşı tepede, kaliteli blok üretimine yönelik yeni ocak ağzları açılmıştır.

2. kademede yapılan süreksizlik ölçümleri ve analizleri sonucunda sahada süreksizlik aralığının 0,330 mm ile 7079 mm arasında değiştiği ve “Geniş Aralıklı” olarak tanımlanabileceği, süreksizliklerin devamlılığı bakımından devamlılığın 2,12 m ile 9,67 m arasında değişmekte olduğu ve “Orta Derece Devamlılık” olarak tanımlanmıştır. Süreksizlik açıklığı bakımından açıklıkların 1,84 mm ile 36,78 mm arasında değiştiği ve bununda “Aşırı Geniş Açıklık” tanımlamasına karşılık geldiği bunlara bağlı olarak Hacimsel Eklem Sayısı değeri $JV = 2,11$ eklem/m³ ile 13,18 eklem/m³ arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen bu değerlerden, 2. kademedeki alınabilecek blok boyutları minimum 0,02 m³ , maksimum 3,83 m³ olarak hesaplanmıştır.

3. kademede blok üretiminde, süreksizliklerin özellikleri açısından herhangi bir sorun görülmemektedir. 3. Kademedeki yapılan süreksizlik ölçümlerinde, toplam 44,71 metrelik ayna boyunca 2 adet süreksizlik tespit edilmiştir. Süreksizliklerin devamlılığı 5,84 m ve 5,87 m. olup, “Orta Derece Devamlılık”, süreksizlik açıklıkları 2,12 mm ve 2,59 mm olup “Açık (Boşluklu Yapılar)” olarak tanımlanmıştır.

Şu anda üretim yapılan 3. kademede mermer yapısının üst kademelere göre (1. ve 2. kademeler) daha sağlam ve kaliteli olduğu, bu nedenle yüzeyden yaklaşık 20-25 metrelik kısımdan blok alınmasının mümkün olmadığı belirlenmiştir.

Yer radarı görüntülerinin de değerlendirilmesi sonucunda yukarıdaki tesbiti destekler şekilde, süreksizliklerin ve boşluklu yapının yüzeyden 20-25 m. derinliğe kadar Kuzey Batı doğrultulu olarak devam ettiği tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, süreksizliklerin Kuzey Batı istikametinde devamlılık arz etmesi nedeniyle, üretim yönünün süreksizliklerin yönelimine dik yönde seçilmesi gerekmektedir. Süreksizliklere dik yönde üretim yapılması durumunda, süreksizlikleri tek seferde geçmek mümkün olacaktır. Süreksizliklere paralel yönde üretim yapılması durumunda ise, kademenin her ilerlemesinde süreksizliklerle karşılaşılacaktır.

Şu anda mevcut üretim yönünün süreksizliklere paralel yönde olması nedeniyle, süreksizliklerden kaçılması mümkün görülmemektedir. Süreksizliklerin Kuzey Batı doğrultulu olması nedeniyle üretim yönünün, Güney Batı veya Kuzey Doğu istikametinde seçilmesi ile süreksizliklerden kaçılması mümkün olacaktır.

Yeni yapılan idari bina tarafından işletmeye girişte, solda açılan ağızlık ile üretim yapılan 3. kademe birleştirilerek ocağın üretim yönünün, eski şantiye çadırları yönünde devam ettirilmesi (Kuzey Doğu yönü) durumunda, alınabilecek blok boyut ve kalitesinin artacağı öngörülmektedir.

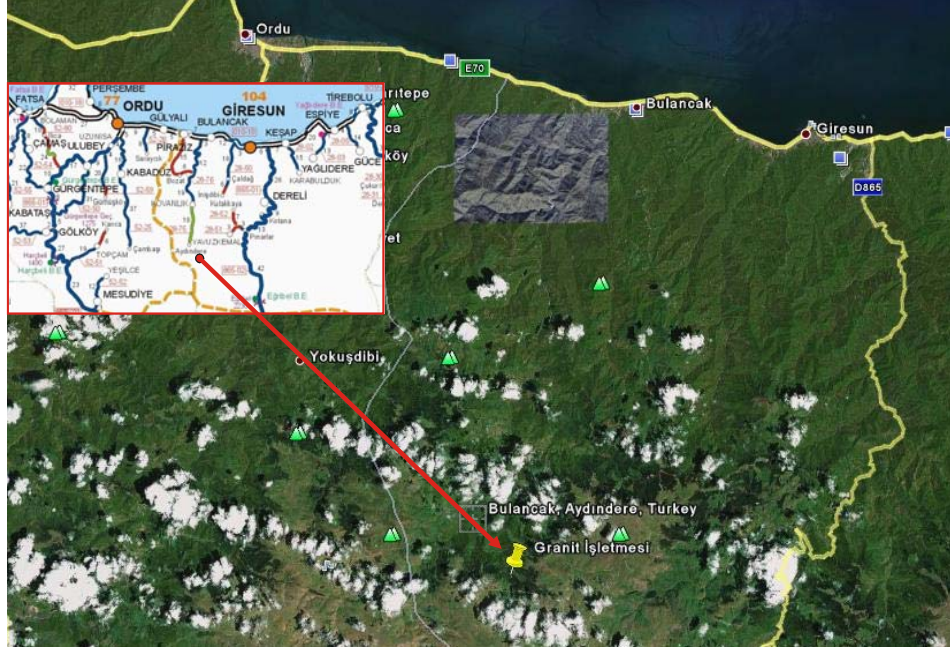
6.5 Granitaş Granit A.Ş. Sahalarında Yapılan Çalışmalar

6.5.1 Giresun-Bulancak Granit İşletmesi

Granitaş firmasının Giresun ili Bulancak ilçesi Aydındere Beldesi yakınında bulunan granit işletmesinde blok verimliliğine yönelik yapılan saha ve diğer çalışmalar kapsamında sahada uydudan koordinat okuyan el GPS leri ile topoğrafik çalışmalar gerçekleştirilmiş, ayrıca granit işletmesinin basamaklarında süreksizlik ölçümleri ayrıntılı olarak yapılmıştır. Litolojik birimlerin derinliğe bağlı kalınlık, litolojik homojenite ve diğer mühendislik jeolojisi ile ilgili değişimleri belirleyebilmek için yer radarı kullanılarak görüntüler alınmıştır.

6.5.1.1 İşletmenin Lokasyonu Çevresinin Jeolojisi

Giresun ili Bulancak ilçesi Aydındere Beldesi yakınında bulunan Granitaş firmasına ait granit işletmesi Bulancak'a yaklaşık 65 km mesafededir. İşletmeye ulaşım Aydındere yerleşim yerinden sonra dağ yoluyla sağlanmaktadır.

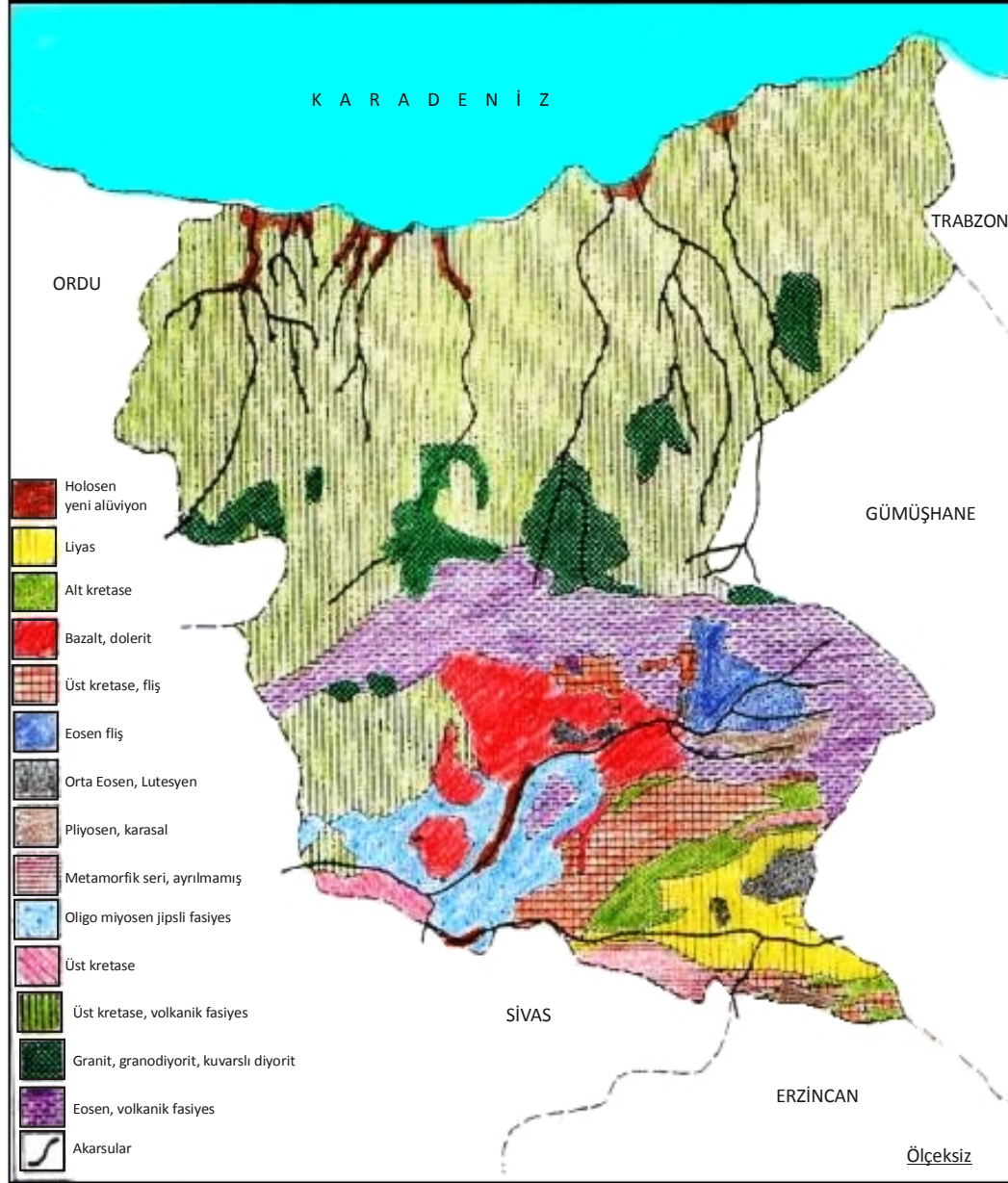


Şekil 6.98 Granit İşletmesi Yer Bulduru Haritası

İnceleme alanında yer alan birimler bölge jeolojisinde hakim Kabaköy Formasyonu (Eosen) içerisinde yer almaktadır. Bu formasyon, Tirebolu-Görece sahil kesiminde yüzeylenmektedir. Birim andezitik lav ve piroklastlardan oluşmaktadır. Gri-yeşil, yer yer siyah renklidir. Çoğunlukla masif, kompakt, az kırıklı lav şeklindedir. Piroklastlarda ayrışma daha yaygındır. Birim alttaki Bakırköy Formasyonunun tortullarını uyumsuz üstler kalınlığı değişken olup yaklaşık 500-1000 arasındadır. Yaşı Alt-Orta Eosen olarak önceki çalışmalarda tespit edilmiştir.

Kabaköy formasyonu içerisinde yer alan Kaçkar Granodiyoriti II (Eosen); Beytarla, Kazıkbeli Yaylası, Yaylalıköy yöresi ile Aşağıköy, Kızıldağ doğusu ile Karagöl güneyinde dar bir alanda yüzeylenmektedir. Çevre birimlerinden renk tonu ve litolojik özelliği nedeniyle kolayca ayrılan Kaçkar Granodiyoriti II çok fazla bir

intrüzif olup, litolojik olarak granit, monzonit, siyenit, diyoritten oluşmuştur (Çalapkulu ve Onargan, 1996).



Şekil 6.99 Giresun ili jeoloji haritası (Giresun İl Çevre Durum Raporu, 2005)

| Zaman | Devir | Devre | Formasyon | Kalınlık | Litoloji | Açıklamalar |
|-----------|----------|------------------------|--------------------|----------|---------------------------------------|--|
| MEZOZOİK | TERSIYER | Kuv | | | | Aly: Çakıl, kum, kil |
| | | EOSEN | Kabaköy | 500-1000 | | B2 : Kaçkar Granodiyoriti II (Granit, Monzonit, Siyenit, Diyorit) Andezit lav ve piroklastları |
| | | Bakırköy | 250 | | | Kumtaşı-Kiltaşı-Killi kireçtaşları (nummulitli) |
| | | | Tirebolu | 250 | | Andezit lav ve piroklastları |
| | | ÜST KRETASE - PALEOSEN | Çağlayan | 1000 | | Tortul seri : Killi kireçtaşı-Andezitik tuf-Kırmızı kireçtaşı-Kumtaşı ardalanması Andezit-Bazalt lav ve piroklastları |
| | | | Kızılkaya | 500 | | Dasit lav ve piroklastları B1 : Kaçkar granodiyoriti I Cu, Pb, Zn (hidrotermal) |
| | | | Çatak | 1000 | | Andezit-Bazalt lav ve piroklastları Kumtaşı-Marn-Kırmızı kireçtaşı Cu, Pb, Zn (hidrotermal) |
| | | | Doğger Alt Kretase | Berdiga | 250 | |
| | | LİYAS | Hamurkesen | 500 | | Andezit-Bazalt lav ve piroklastları Kırmızı kireçtaşı- Killi kireçtaşı (ammonitli) |
| | | | | 100 | | Taban kongloması (Breşik) |
| PALEOZOİK | | | | | Metamorfik Seri : Granit ara seviyeli | |

Şekil 6.100 Giresun ili genişletilmiş stratigrafik kesiti (Giresun İl Çevre Durum Raporu, 2005)

Ruhsat sahasında yapılan gözlemlerde bölgede monzonitik ve granodiyoritik magmatikler gözlenmiş olup yer yer siyenitik geçişler görülmektedir. Tektonik açıdan etkilenmiş bölgelerde arenalaşma ve arenitler içinde derinlik kayaçlarının alterasyondan korunmuş granit blokları (Bulder) görülmektedir.

İşletme yapılan ocak bölgesinde granitleri kat eden aplitik damarlar yanı sıra pegmatitik damar ve yığılımlar gözlenmiştir. Fluorit apatit, yeşil turmalin ve sülfürlü minerallerin gözlendiği bu yapılar “taşı” olumsuz yönde etkilemektedir (Şekil 6.101). Bu yapı ocağın üst kotlarında daha yaygın olarak gelişmiş olup alt kotlarda azalmaktadır. Ayrıca ruhsat sahasının güneyinde sokulum kayacında yer yer etkin turmalinleşme ve turmalin güneşleri görülmektedir.



Şekil 6.101 Ayırışma ve fay etkisi sonucu gözlenen yapısal bozukluklar

Kayaçta ilksel litolojik farklılaşmaya bağlı yukarıda değinilen yapıların yanı sıra tektonik etkilerle gelişen eklem sistemleri (kırıklar) ve gerilim kuvvetlerinin neden olduğu kılcal çatlaklar görülmektedir (Çalapkulu ve Onargan, 1996).

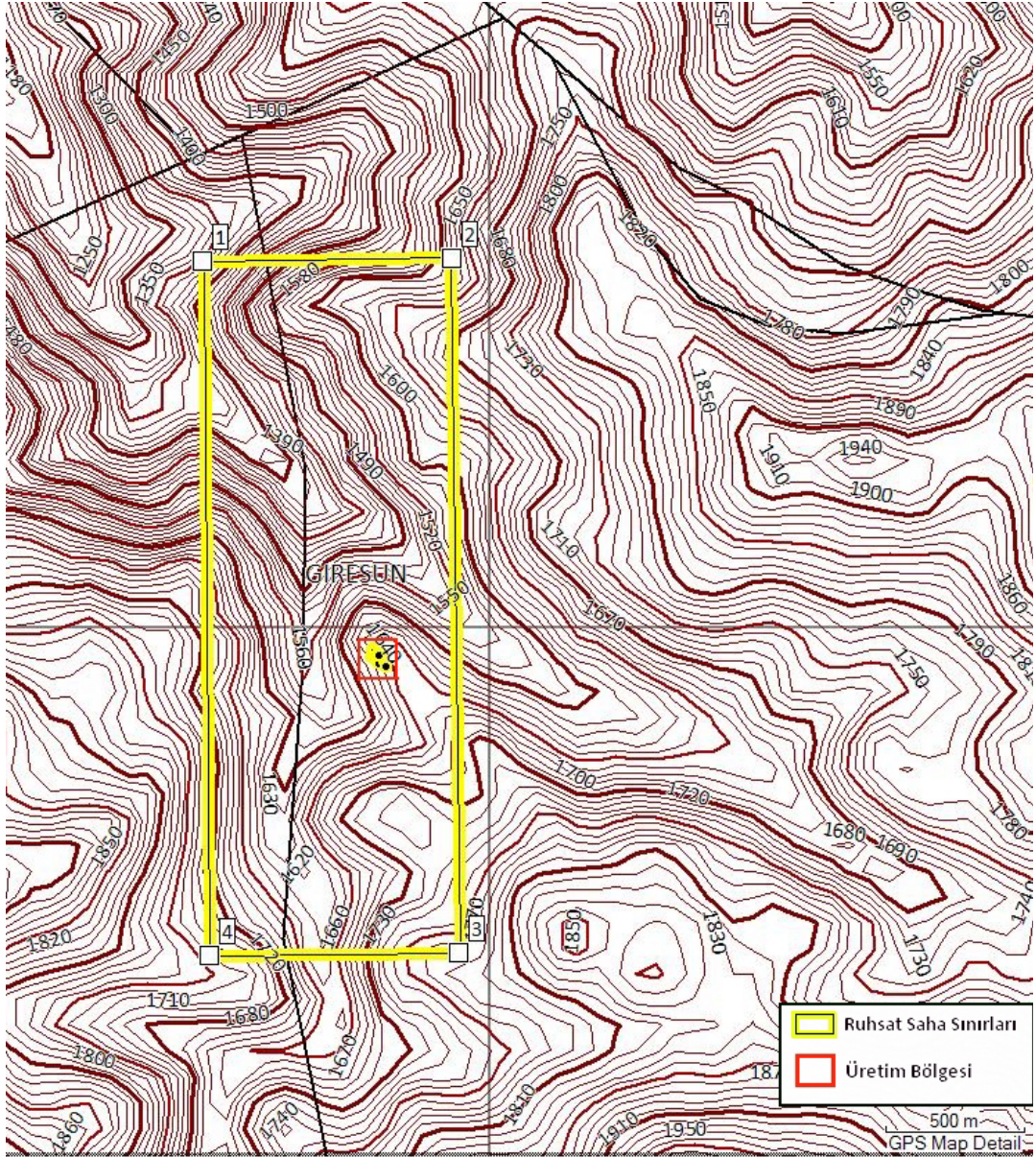
6.5.1.2 Topoğrafik Ölçümler

Sahadan alınan koordinat değerleri kullanılarak GARMIN MapSource v6.11.5 programında arazinin topoğrafik haritası ve çalışma alanı tespit edilmiştir (Şekil 6.103 ve 6.104).

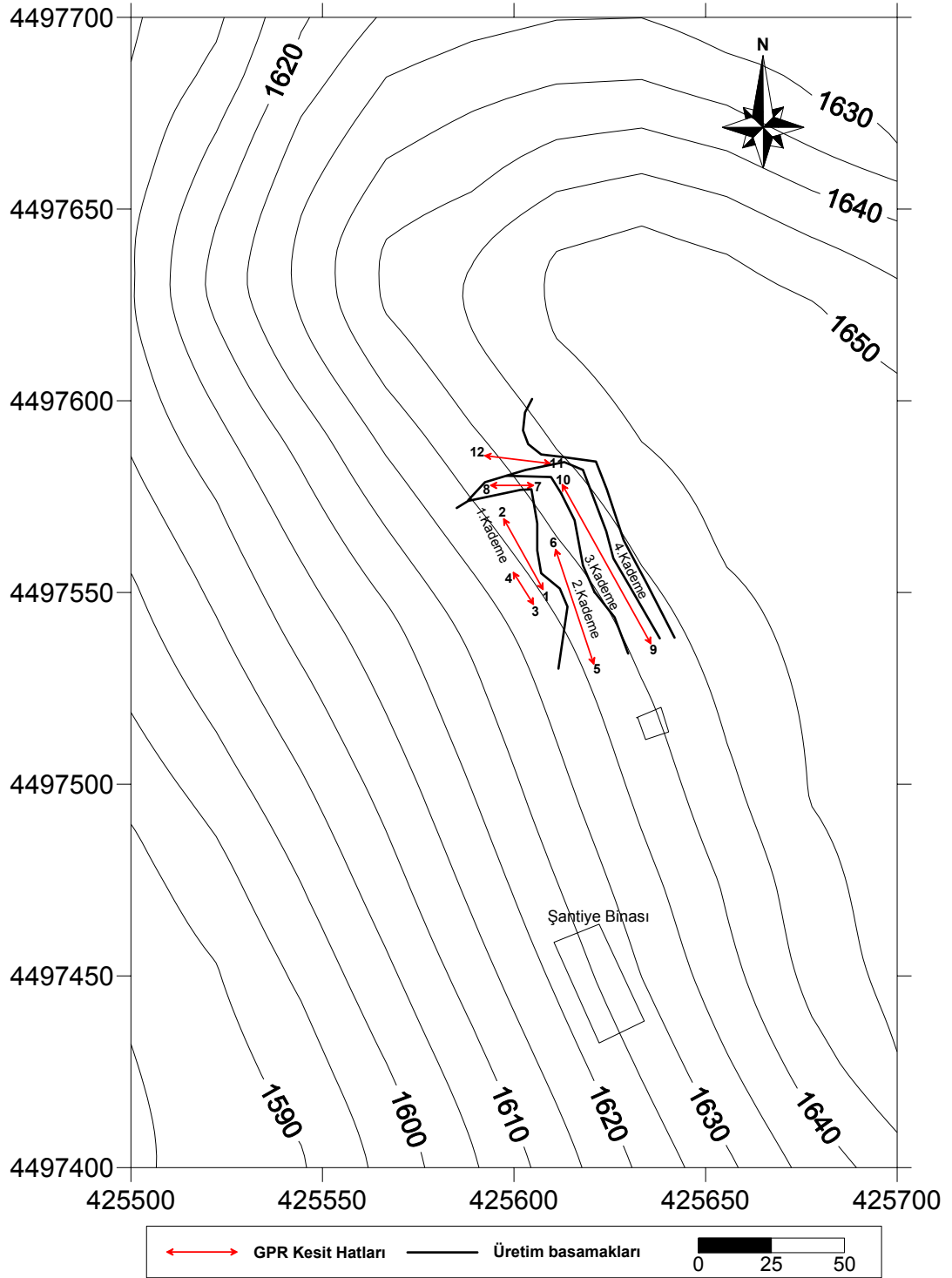
Granit işletmesinde üretim yapılan 4 kademe bulunmaktadır. Her bir kademenin yüksekliği yaklaşık 6 metre civarında olup, kademelerde blok üretimi elmas tel kesme yöntemi ile yapılmaktadır.



Şekil 6.102 Granit işletmesinden görüntüler



Şekil 6.103 Granitaş granit işletmesi ve çevresinin topoğrafik haritası, ruhsat sınırları ve üretim bölgesi



Şekil 6.104 İşletmede mevcut üretim basamakları ve GPR kesit hatları

6.5.1.3 Yer Radarı Ölçüm Çalışmaları

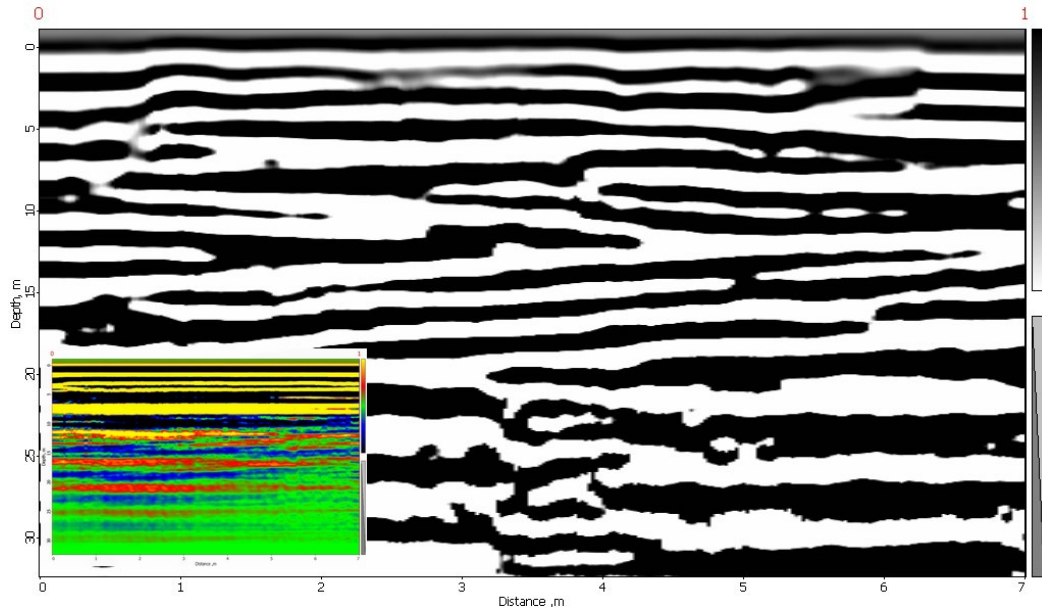
Sahada işletilmekte olan alanda belirlenen kesitlerde GPR ile yaklaşık 35-40 metre derinliğe kadar görüntüler alınmıştır. Zond 12e marka yer radarı ile 38 mHz anten kullanılarak maksimum 50 m uzunlukta hatlar belirlenmiştir. Bu belirlenen hatlar üzerinde yerden yaklaşık 25 cm yukarıdan tutulan antenle hat üzerinde yürüyerek, kontrol ünitesine monteli bilgisayarda eş zamanlı görüntüler elde edilmiştir.

Görüntü alma işlemi uygulanan bölgeler aşağıda verilmekte olup, bu bölgelerde :

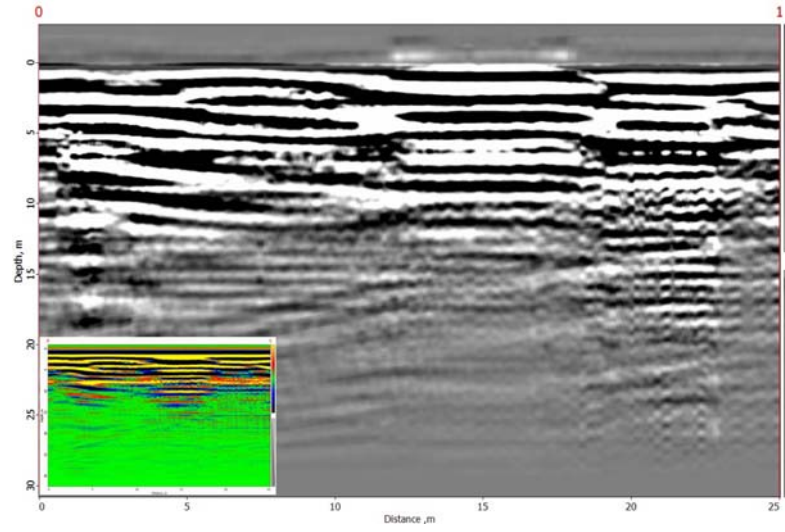
- 1. kademe tabanında, **2 adet kesit**
- 2. kademe tabanında, **2 adet kesit**
- 3. kademe tabanında, **1 adet kesit**
- 4.kademe tabanında, **1 adet kesit**

olmak üzere toplam 6 adet kesit hattı alınmıştır.

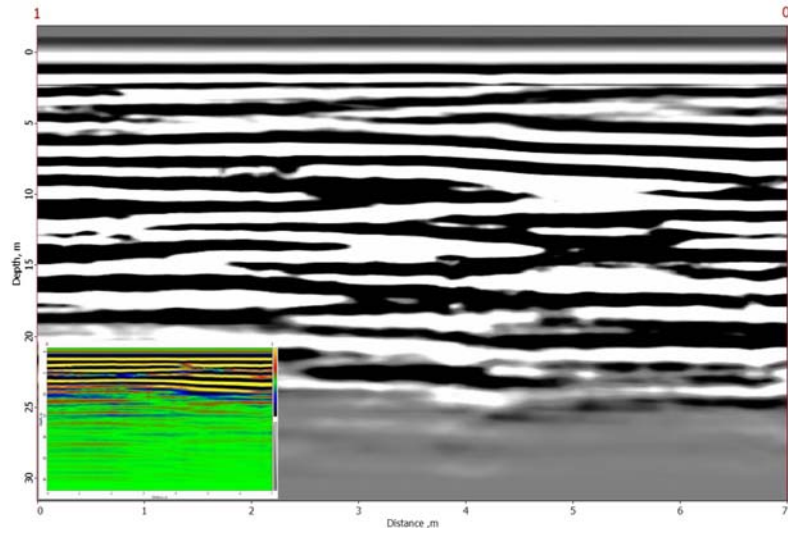
Alınan bu görüntüler değerlendirilerek derinliğe bağlı çatlak ve çatlak sistemlerinin durumu, formasyon kalınlıkları ve yapının homojenitesi belirlenmiştir.



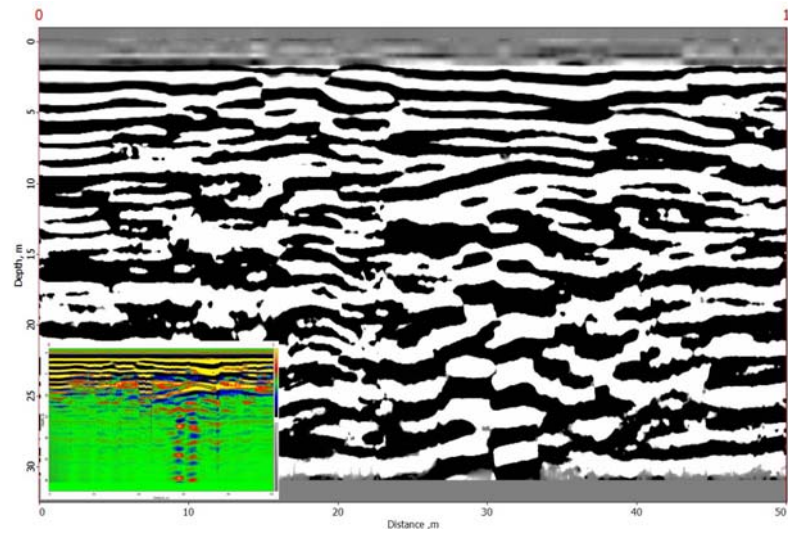
Şekil 6.105 3-4 kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.106 5-6 kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.107 7-8 kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.108 9-10 kesitine ait GPR görüntüsü

6.5.1.4 Yapılan Saha Çalışmalarının Değerlendirilmesi

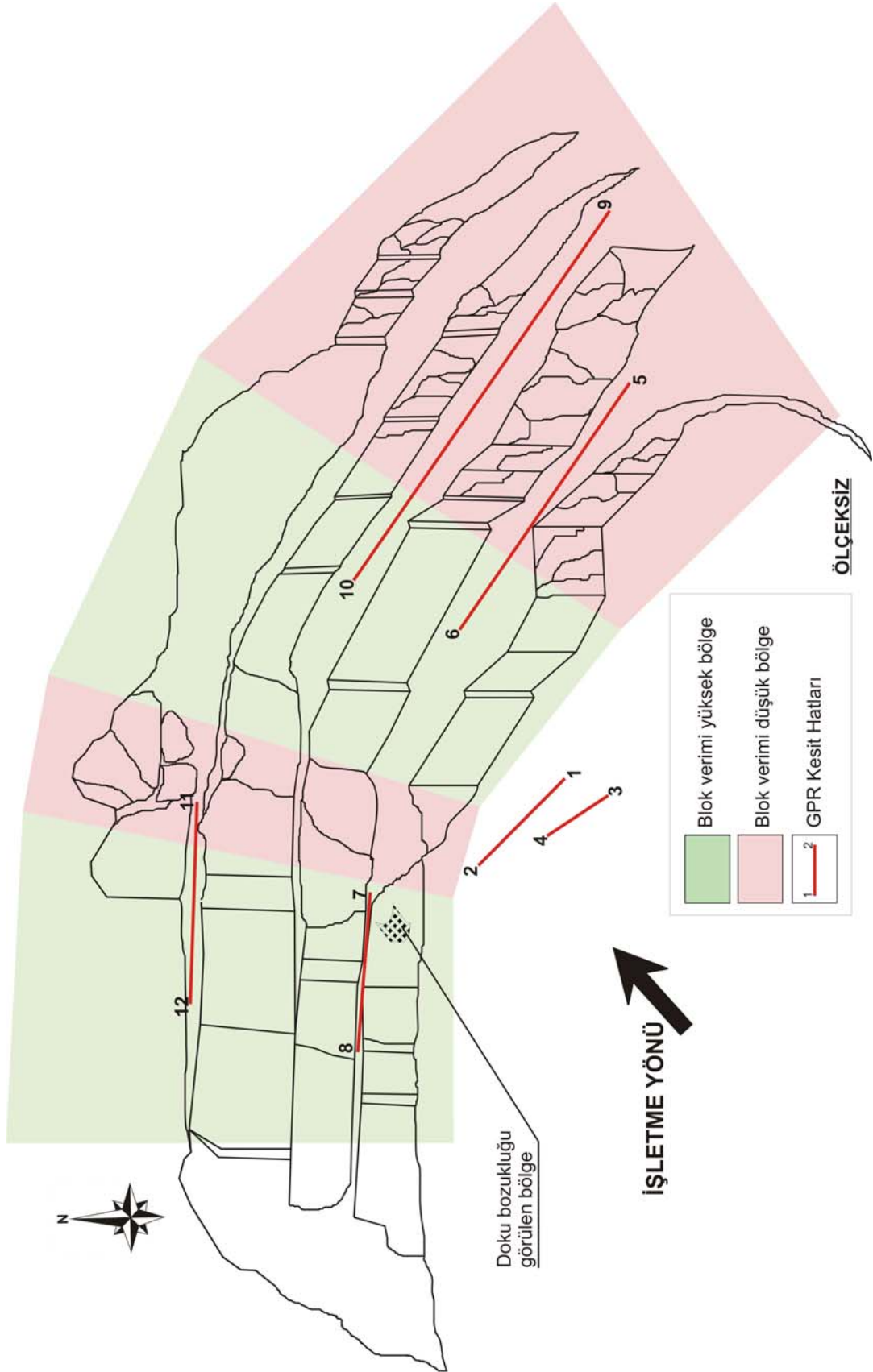
Birinci kademedede 30 metre derinliğe kadar alınan 3-4 no.lu yer radarı kesiti incelendiğinde, 7 m boyuna kesitin ilk birinci metresinde düşeyde 4-10. metreler arasında ve kesitin 3-5. metrelerinde yaklaşık 20 metre derinlikten sonra yapısal bir bozukluk görülmektedir. Bu kusurların dışında kayaç yapısı oldukça sağlam ve homojen olarak tanımlanabilir.

İkinci kademedede, kademe başından ortasına kadar 25 metrelik hatta alınan gpr görüntüsüne bakıldığında, granit tabakasının yapısında yer yer çatlaklar ve bozulmuş kısımlar görülmektedir. Kesitin ilk 12 metresi ve 18-25. metreler arasında yapısal bozukluklar göze çarpmaktadır.

İşletmenin kuzey yönünde ikinci kademedede alınan 7-8 kesit görüntüsü değerlendirildiğinde, oldukça sağlam ve fazla süreksizlik içermeyen bir yapı gözlenmektedir. Ancak yaklaşık 1- 3. metreler arasında 2-5 metre derinlikte kayaç bünyesinde dokusal bir bozukluk gözlenmektedir. Bu lokasyon, tam olarak 1. basamağın kuzey aynasında görülen granit yapısı içerisinde gözlenen yeşil renkli dokuya denk gelmektedir. Ancak görüntüye göre, bu dokusal bozukluğun alt kısımlarda devam etmediği söylenebilir.

Üçüncü kademedede kademe girişinden itibaren 50 metre uzunlukta alınan 9-10 kesiti incelendiğinde, kayaç yapısının kıvrımlı bir yapı göstermesi sebebiyle çatlak ve kırık sistemleri oldukça yoğun gözlenmektedir. Kıvrımlı yapıdan dolayı ezilmiş bölgeler ve derinlemesine kırıklar bu bölgeden blok alımını zorlaştıracaktır. Kesitin yaklaşık 40-45. metrelerden sonra yapı düzleşmekte ve daha düzgün bir yapı gözlenmektedir.

Yapılan GPR çalışmalarındaki görüntülerin değerlendirilmesi sonucunda, işletme sahasında çatlaklılık ve homojenite yönünden zonlama çalışması yapılmış ve saha 4 bölgeye ayrılmıştır (Şekil 6.109).



Şekil 6.109 Granit işletmesinde tanımlanan bölgeler

Birinci bölge; çatlak ve kırık sistemlerinin, kıvrılma ve ezilmelerin yoğun olarak görüldüğü bölge olarak tanımlanmıştır. Bu bölgede ticari boyutta blok alımı mümkün görülmemekte olup bu kısımda üretim yapılması söz konusu değildir. İkinci bölge; kırık ve çatlakların etkisini yitirdiği kütlelerin daha masif hale geçtiği, ticari blok alımına uygun bölge olarak tanımlanmıştır. Üçüncü bölge; çok fazla etki göstermemekle birlikte yine de kayaç yapısını orta derecede bozmuş tam ortadan geçen fay sebebiyle ticari blok alımını kısıtlayan bir yapı arz etmektedir. Dördüncü bölge ise; kayaç yapısının masifleştiği, ticari blok alımına oldukça müsait sağlam bir yapı olarak tanımlanmıştır.

Yapılan bütün çalışmalar sonucunda; birinci ve üçüncü bölgelerde ticari boyutta blok üretimi pek mümkün görülmemekle birlikte, ikinci ve dördüncü bölgeler blok üretimine oldukça uygun masif bir yapıdadır.

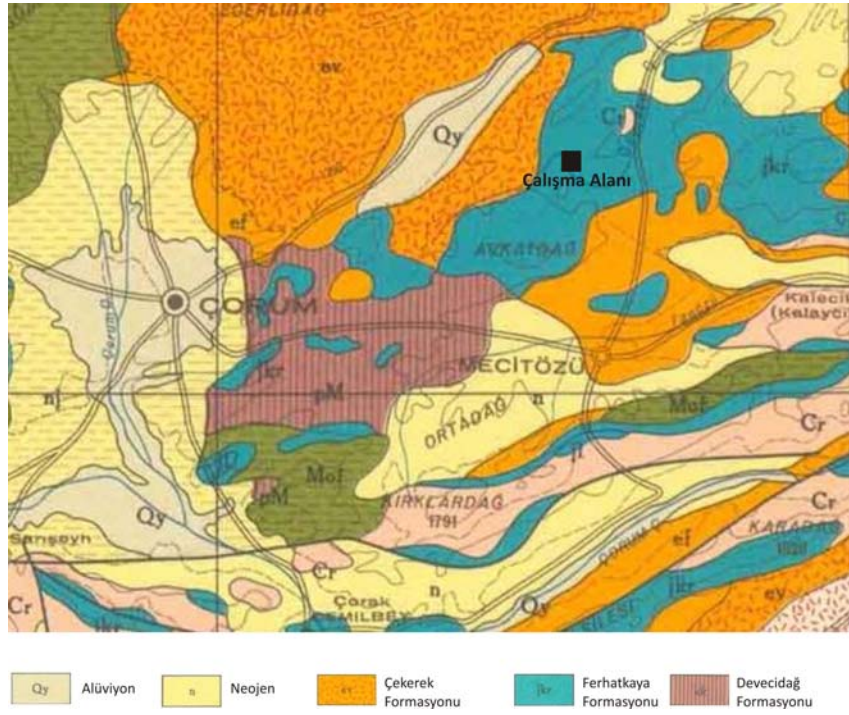
İşletmede blok üretiminin bu bölgelerde yapılarak, basamaklar ilerletildikten sonra mevcut en alt kademenin altından yeni basamaklar oluşturulması suretiyle, işletme yönünün kuzey doğu istikametinde ilerletilmesi blok verimi açısından uygun olacaktır.

6.5.2 Çorum-Mecitözü Mermer Sahası

6.5.2.1 İşletmenin Lokasyonu ve Çevresinin Jeolojisi

Çorum ili Mecitözü ilçesi Çitli köyü yakınında bulunan Granitaş firmasına ait mermer sahası Mecitözü'ne yaklaşık 20 km mesafededir. İşletmeye ulaşım, Çitli köyünden sonra 600 metre ilerdeki sola yola ayrımından kuzeye doğru yaklaşık 2 km.lik toprak yolla sağlanmaktadır.


Bu bölgedeki yeraltı suyu potansiyeli açısından Ferhatkaya formasyonu'nun kireçtaşları ve alüvyon büyük önem taşımaktadır. Ferhatkaya formasyonunun yüzey ile irtibatlı olduğu kesimlerde serbest akifer, üzerinde marnlı seviyeleri fazla olan Çekerek formasyonu ile örtülü olduğu alanlarda ise basınçlı akifer oluşturmaktadır (Koçbay, 1997).



Şekil 6.111 Çalışma alanı ve çevresinin jeoloji haritası [MTA Harita Arşivi]

Çorum ili 2. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Çorum çevresindeki fay hatları ve Çorum'a yaklaşık uzunlukları şu şekildedir:

- Kuzey Anadolu Fayı : Çorum'un kuzeyinden Osmancık-Kargı bölgesinden geçmekte olup, Çorum'a uzaklığı 75 km.dir.
- Merzifon Fayı : Çorum'a uzaklığı 50 km.dir.
- Ezinepazarı Fayı : Çorum'a uzaklığı 35 km.dir.
- Hamamözü Fayı : Çorum'a uzaklığı 25 km.dir.
- Mecitözü Fayı : Çorum'a uzaklığı 20 km.dir.
- Salhançayı Fayı : Çorum'a uzaklığı 10 km.dir (Çorum İl Çevre Durum Raporu, 2006)

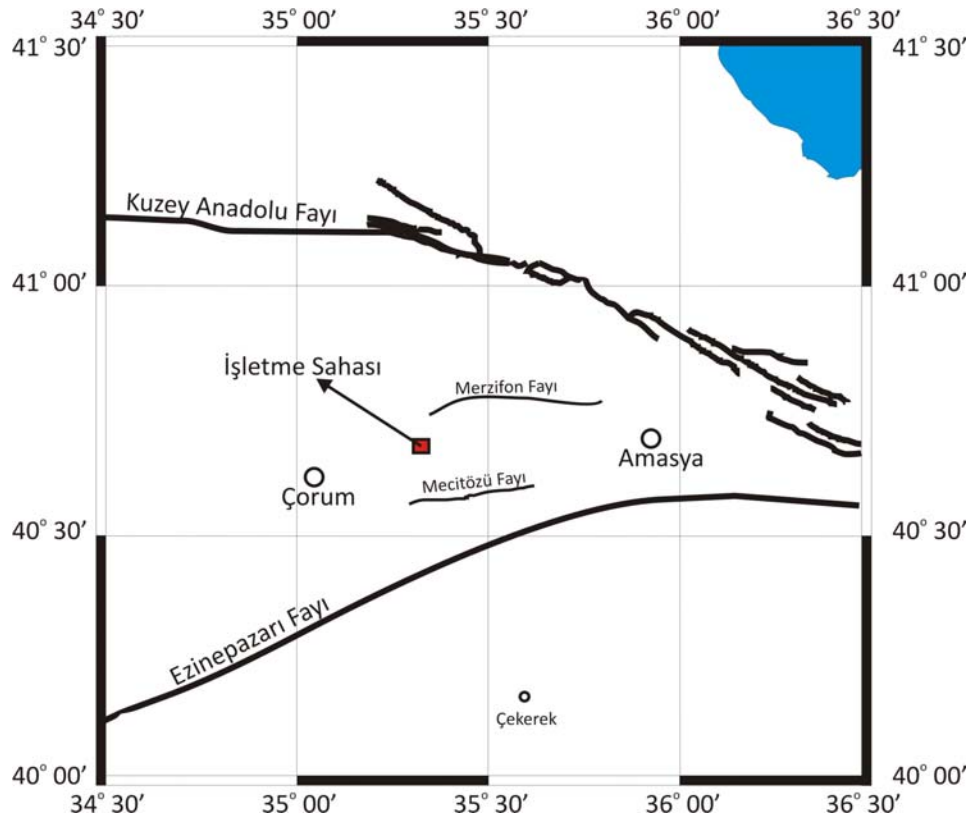
| Üst Sistem | | Sistem | | Seri | Formasyon | Üye | Kalınlık (M) | Litoloji | Açıklamalar |
|------------|---------------------|-----------|-------|-----------|------------|----------|--------------|---|--|
| PALEO-ZOİK | KARBONİFER PERMIYEN | MEZOSOYİK | | JURA | FERHATKAYA | AVKAD | 30 - 600 |  | Kireçtaşı : Çakmaklı ve mikritik, gri, pembe, ince-orta tabakalı |
| | | KRETASE | ALT | ELMAPINAR | | | | | |
| SENZOYİK | | TERSİYER | EOSEN | ÇEKEREK | ESKİCE | 50 - 250 | | Fliş : Kumtaşı, kiltası, marn, çakıltası araldanması Volkanitler : Andezitik bazalt, aglomera ve tuf | |
| | | KUV | | | | | | Alüvyon : Çakıl, kum, kil | |
| | | | | DEVECİDAĞ | | | ? | Şist : Kristalize kireçtaşı bloklu, volkanik matriksli kumtaşı ve serizitli, muskovitli, kloritli | |

Şekil 6.112 Çalışma alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Koçbay, 1997)

Kuzey Anadolu Fay hattı Niksar dolaylarında en önemli çatallanmasını yaparak Ezinepazarı-Sungurlu fayını oluşturur. Bu fay, Aydınca havzasını ve Deliçay vadisini güneyden sınırlayarak batıya doğru devam eder. Fay üzerinde bilinen en önemli hareket 1939 Erzincan depreminde olmuş ve bu hat Ezinepazar köyüne kadar kırılarak bölgede büyük hasara neden olmuştur. Fayın genç kırıkları bölgedeki alüvyal yelpazelerde gözlenmektedir.

Ezinepazarı fayı, Deliçay vadisini terkettikten sonra güneyde Sungurlu'ya (Sungurlu Fayı) ve kuzeyde Mecitözü'ne doğru devam eden iki kola ayrılır. Bölgedeki sismik aktiviteye bakıldığında fay üzerindeki kayda değer aktivitenin daha çok Mecitözü-Doğantepe hattında yoğunlaştığı gözlenmektedir. Havza içerisinde yer alan termal su kaynakları da (Beke Kaplıcası) bu hattın halen aktif olduğunu desteklemektedir. İşletmenin yakın çevresinde Hamamlıçay kaplıcası, Beke kaplıcası ve Çayköy kaplıcası gibi sıcaklıkları 35-45 oC olan termal su kaynakları bulunmaktadır (Çorum İl Çevre Durum Raporu, 2006).

İşletme sahası, Mecitözü'ne yaklaşık 20 km mesafe olup, kuzey doğuda Merzifon fayı, kuzeyde Kuzey Anadolu fayı, güneyde ise Mecitözü fayı ve Kuzey Anadolu fayı'nın ana kollarından biri olan Ezinepazarı fayı'nın ortasında bulunmaktadır.

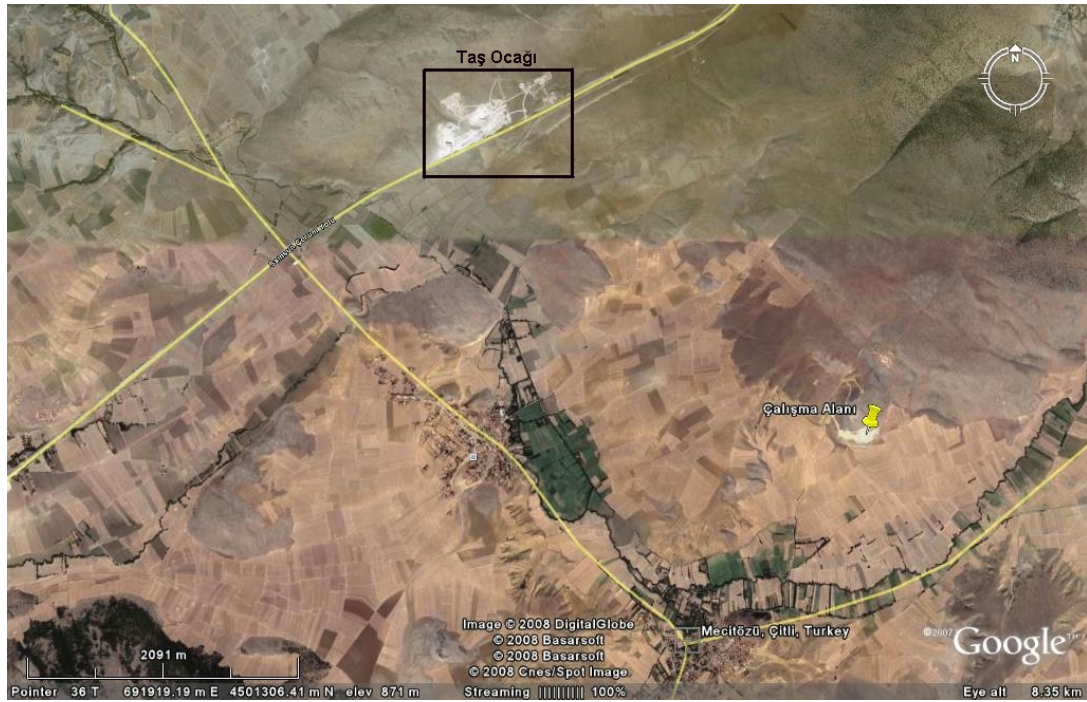


Şekil 6.113 İşletme sahası çevresindeki fay hatları

6.5.2.2 Saha Gözlemleri ve Topoğrafik Ölçümler

Granitaş firmasına ait olan çalışma sahasında, iki ayrı yerde bir süre önce ön üretim çalışmaları yapılmış ancak blok veriminin düşük olması sebebiyle çalışmalara son verilmiştir. Birinci çalışma alanında 4 kademede üretim yapılmış, ikinci çalışma alanında ise sadece ocak ağzı çalışması yapılarak, söz konusu iki lokasyon da terk edilmiştir.

Ayrıca mermer sahasına yaklaşık 3 km mesafede özel bir şirkete ait taş ocağı işletmesi faaliyet göstermektedir. Taş ocağı işletmesinin çalıştığı formasyon ile mermer sahasının bulunduğu formasyonun (Ferhatkaya Formasyonu) aynı olduğu görülmektedir (Şekil 6.114).



Şekil 6.114 Çalışma alanının yakınında bulunan taş ocağını gösteren harita



Şekil 6.115 Ruhsat sahası içerisinde çalışma yapılan alanlar

Birinci çalışma alanında oluşturulan üretim basamaklarının aynaları incelendiğinde, süreksizliklerin birbirlerini kesecek şekilde bütün basamaklarda devamlılık gösterdiği görülmektedir.



Şekil 6.116 Birinci çalışma sahasında oluşturulmuş aynalar ve eklem sistemleri

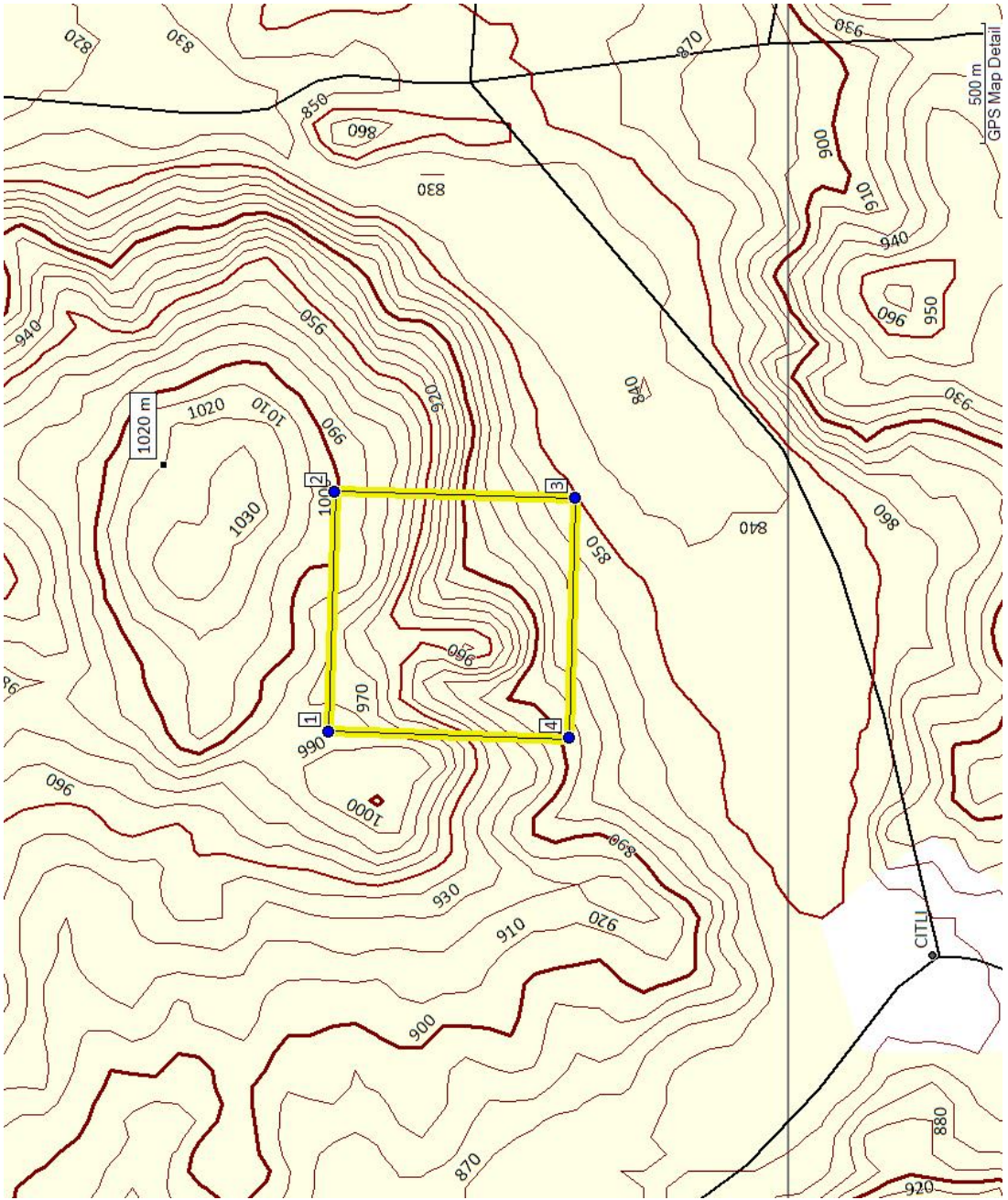
İkinci çalışma alanında ise, mostraya bakıldığında (Şekil 6.117) blok verebilecek bir yapı göstermesine rağmen, hem mostranın alt kısmındaki dereye görülen fayın etkisiyle hem de sahanın yakın çevresindeki ana faylar (Kuzey Anadolu Fayı, Ezinepazarı Fayı, Mecitözü Fayı) sebebiyle çalışma alanında yer alan birimler yoğun tektonizma geçirmişlerdir.

Tektonizmanın sonucu olarak sahada ikincil, üçüncül ve hatta yer yer dördüncül eklem sistemleri meydana gelmiştir. Eklem sistemlerinin artması neticesinde sahadan alınabilecek blokların boyutları sınırlanmakta ve ticari değeri olmayan moloz olarak tabir edilen parça bloklar şeklinde olmaktadır.

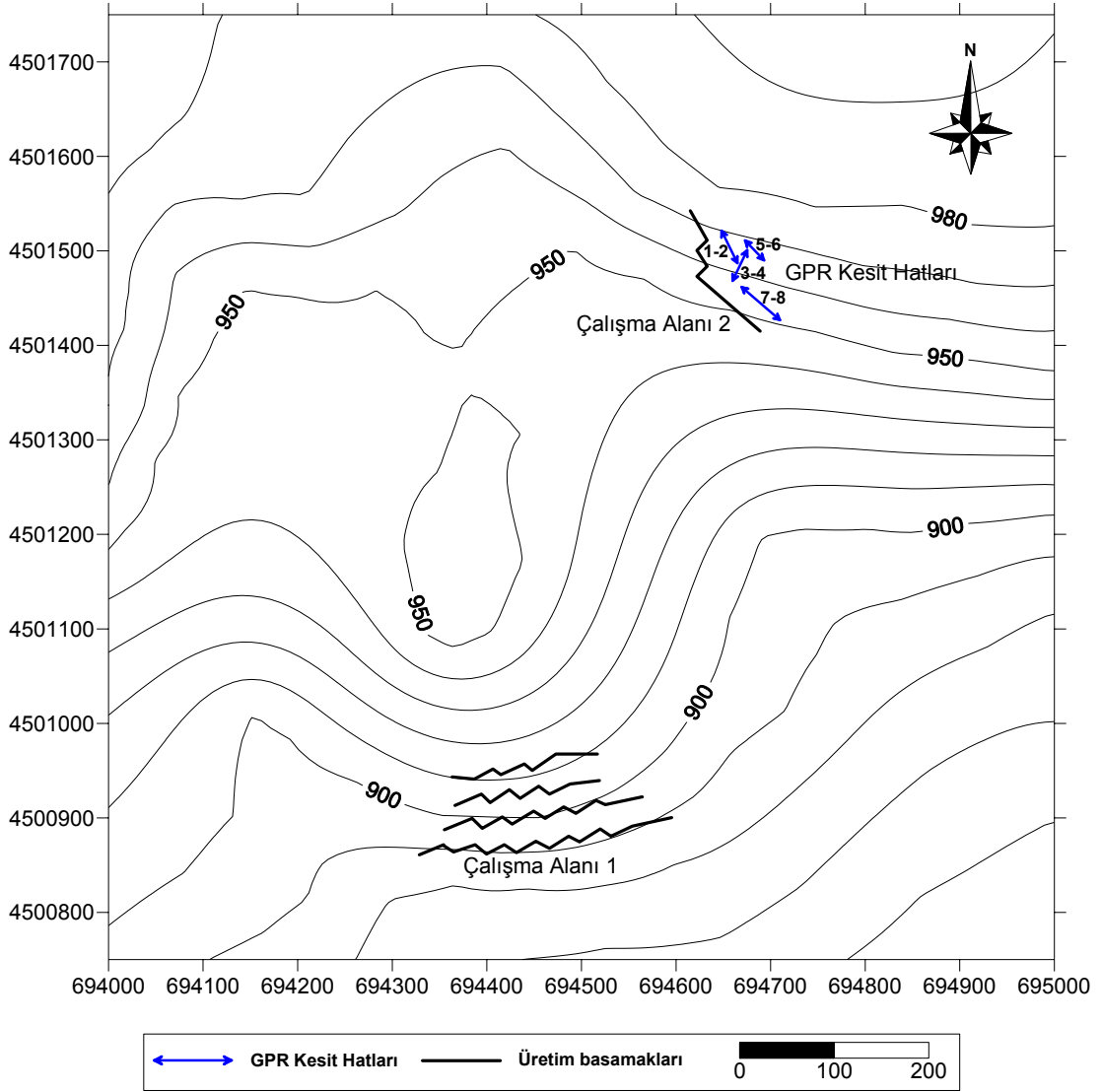


Şekil 6.117 İkinci çalışma sahasında gözlenen mostra ve ayna görüntüleri

Topoğrafik ölçüm çalışmaları kapsamında, işletme ve çevresinde Garmin marka el GPS'i yardımıyla nokta koordinatları alınarak ocak ve çevresinin topoğrafik haritası oluşturulmuştur. Ayrıca sahadan alınan koordinat değerleri kullanılarak GARMIN MapSource v6.11.5 programında arazinin topoğrafik haritası ve çalışma alanları tespit edilmiştir.



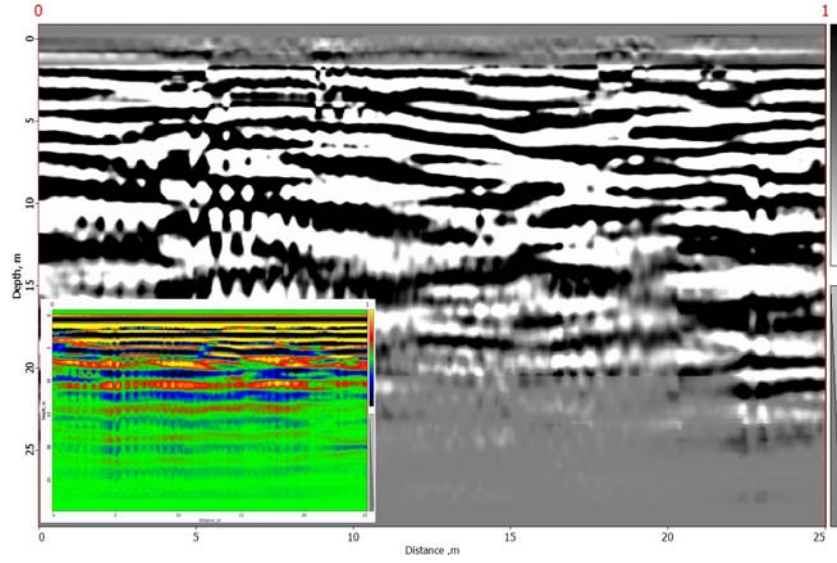
Şekil 6.118 Mermer sahası ve çevresinin topoğrafik haritası, ruhsat sınırları ve üretim bölgesi



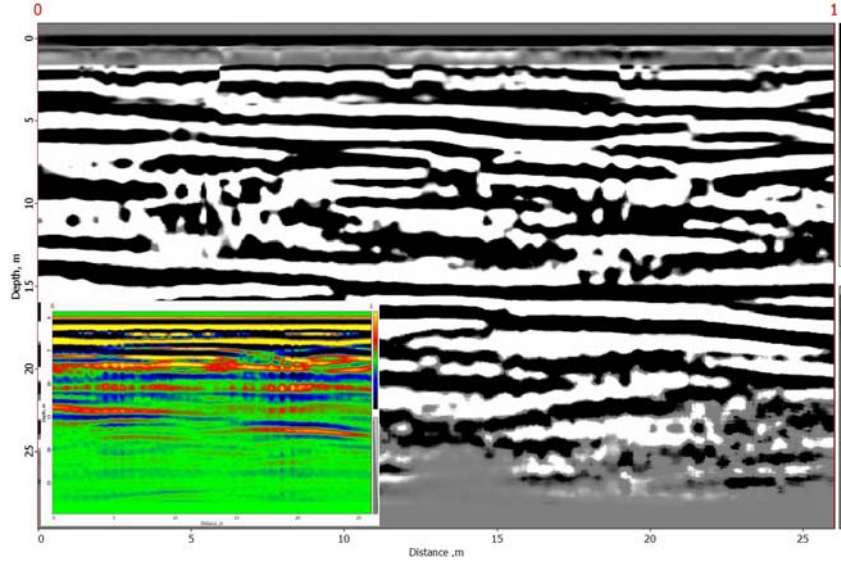
Şekil 6.119 İşletmede mevcut üretim basamakları ve GPR kesit hatları

6.5.2.3 Yer Radarı Ölçüm Çalışmaları

GPR çalışmaları, Çorum-Mecitözü-Çitli köyü yakınındaki ruhsat sahası içerisinde yer alan ikinci çalışma sahasında yapılmıştır. Birinci çalışma alanında, 4 kademe açılarak ilerletilmiş olması, kademelerdeki çatlak sistemlerinin yoğunluğu göz önüne alınarak bu alanda yer radarı çalışmaları yapılmamıştır. Görüntü alma işlemi, ikinci çalışma alanında açılan ocak ağzının üst kısmında yapılmış olup, toplam 4 adet kesit hattı alınmıştır.



Şekil 6.120 5-6 kesitine ait GPR görüntüsü



Şekil 6.121 7-8 kesitine ait GPR görüntüsü

5-6 no.lu kesit görüntüsü değerlendirildiğinde, tabaka kalınlığının yaklaşık 25 metreye kadar devam ettiği görülmektedir. Genel olarak parçalı, kırıklı yapının 25 metrelik kesit hattının ilk 5-10. metrelerinde ve 17. metreden sonra tabana doğru arttığı belirlenmiştir.

7-8 no.lu kesitte ise, diğer kesitlerde olduğu gibi, boşluklu ve kırıklı yapı devamlılık göstermektedir. 15-18 metre derinlikleri arasında yapı düzeliyor gibi görünse de, tektonizmanın etkisi bu kısmı deforme ederek büyük ölçekli kırıklarla sağlam yapıyı bozmuştur.

6.6 Tez Kapsamında Çalışma Yapılan Sahalardan Elde Edilen Verilerin MBA Bilgisayar Programı Çıktıları

Ülkemizin değişik bölgelerinde bulunan 12 adet mermer sahasında yapılan jeoteknik çalışmalardan elde edilen veriler, Mermer Blok Analizi programına girilerek , çalışma yapılan sahalardan alınabilecek blok boyutları belirlenmeye çalışılmıştır. Mermer Blok Analizi programına girilen saha verileri ile ilgili sonuçlar aşağıda verilmektedir.

6.6.1 Acar Madencilik Toros Siyahı Mermer İşletmesi

Mermer Blok Analizi programına girilen jeoteknik saha verilerinden elde edilen sonuçlara göre; minimum hacimsel eklem sayısı 1,5 eklem/m³, maksimum hacimsel eklem sayısı 2,5 eklem/m³ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre çalışma sahasından alınabilecek blok boyutları 2,1 – 10,5 m³ arasında değişmekte olup, çalışma yapılan bölgenin görünür rezervi yaklaşık 65000 ton olarak belirlenmiştir.

Testler ve uygulamalar menüsüne bakıldığında, fiziko-mekanik özellikleri girilen doğal taşın TSE'e göre dekorasyon, süs ve duvar kaplaması için uygun olduğu, ancak döşeme ve zemin kaplaması için kullanılamaz olduğu görülmektedir.

İhracatta istenilen CE belgesinin uygunluğuna bakıldığında, cephe kaplaması uygulamaları için "CE belgesi alabilir", ancak döşeme-zemin kaplama malzemesi olarak "CE belgesi alamaz" olarak belirlenmiştir.

MBA - Mermer Blok Analizi

Firma Adı: ACAR Madencilik A.Ş.

Çalışılan Kademe: 0

Tarih: 02.06.2009

Ölçüm Hattı Sayısı: 2

Ticari Adı: Toros Siyah

Petrografik Adı: Kireçtaşı

Üretildiği Bölge: Develli/KAYSERİ

Kayıt Menü

Yer Radarı Ölçümleri

Jeolojik Saha Çalışmaları

Rezerv ve Nihai Ürün

Hacimsel Eklem Sayısı

Testler ve Uygulamalar

Blok Özellikleri

| | Hacimsel Eklem Sayısı (eklem/m3) | Ort. Gerçek Süreksizlik Aralığı (m) |
|----------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Ölçüm Hattı | 2.5 | 2.5 |
| 2. Ölçüm Hattı | 1.5 | 1.9 |

Jv (min): 1.5

Jv (max): 2.5

Ortalama Jv: 2.0

Tabakalanma (<2 m): VAR YOK

Birbirini Kesen Süreksizlik Setlerinin Sayısı: 2

Tekrar Hesaplat

Fay: VAR YOK

Şekil 6.122 Hacimsel eklem sayısı menüsü sonuçları

MBA - Mermer Blok Analizi

Firma Adı: ACAR Madencilik A.Ş.

Çalışılan Kademe: 0

Tarih: 02.06.2009

Ölçüm Hattı Sayısı: 2

Ticari Adı: Toros Siyah

Petrografik Adı: Kireçtaşı

Üretildiği Bölge: Develli/KAYSERİ

Kayıt Menü

Yer Radarı Ölçümleri

Jeolojik Saha Çalışmaları

Rezerv ve Nihai Ürün

Hacimsel Eklem Sayısı

Testler ve Uygulamalar

Blok Özellikleri

Blok Tanımı

| | |
|----------------|----------------------|
| 1. Ölçüm Hattı | Küçük Bloklar |
| 2. Ölçüm Hattı | Orta Boyutlu Bloklar |

Alınabilecek Minimum Blok Hacmi (m3): 2.1

Alınabilecek Maksimum Blok Hacmi (m3): 10.5

İşletme Yönü: 58

Şekil 6.123 Blok özellikleri menüsü sonuçları

MBA - Mermer Blok Analizi

| | | | |
|---------------------|----------------------|-------------------|----------------|
| Firma Adı: | ACAR Madencilik A.Ş. | | |
| Çalışılan Kademe: | 0 | Ticari Adı: | Toros Siyah |
| Tarih: | 02.06.2009 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 2 | Üretildiği Bölge: | Develi/KAYSERİ |

Kayıt Menü

Jeolojik Saha Çalışmaları Hacimsel Eklem Sayısı Blok Özellikleri

Yer Radarı Ölçümleri **Rezerv ve Nihai Ürün** Testler ve Uygulamalar

Görünür Rezerv (m3) (yaklaşık): 24000

Görünür Rezerv (ton) (yaklaşık): 65040

Nihai Ürün (m2) (yaklaşık)**: 254306.4

** 1.5 cm kalınlıkta plaka için hesaplanmıştır.

Şekil 6.124 Rezerv ve nihai ürün menüsü sonuçları

MBA - Mermer Blok Analizi

| | | | |
|---------------------|----------------------|-------------------|----------------|
| Firma Adı: | ACAR Madencilik A.Ş. | | |
| Çalışılan Kademe: | 0 | Ticari Adı: | Toros Siyah |
| Tarih: | 02.06.2009 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 2 | Üretildiği Bölge: | Develi/KAYSERİ |

Kayıt Menü

Jeolojik Saha Çalışmaları Hacimsel Eklem Sayısı Blok Özellikleri

Yer Radarı Ölçümleri Rezerv ve Nihai Ürün **Testler ve Uygulamalar**

Dekorasyon, Süs ve Duvar Kaplama Malzemesi Döşeme ve Zemin Kaplama Malzemesi CE Belgesi

Petrografik Adı: Kireçtaşı

Birim Hacim Ağırlığı: 2.71 gr/cm3 > 2.16

Ağırlıkça Su Emme: 0.07 % < 4

Don Sonrası Kütle Kaybı: 0.11 % < 2

Sürtünme ile Aşınma Kaybı: 19 cm3/50 cm2 < 15

Darbe Dayanımı: 20 kg.cm/cm3 > 4

Tek Eksenli Basınç Dayanımı: 138 MPa > 30

Asitlere Dayanıklılık: Dayanıklı

Pas Tehlikesi: Yok

DEĞERLENDİRME **DEKORASYON VE DUVAR KAPLAMA MALZEMESİ OLARAK KULLANILABİLİR**

Şekil 6.125 Dekorasyon, süs ve duvar kaplama malzemesi menüsü sonuçları

MBA - Mermer Blok Analizi

| | | | |
|---------------------|----------------------|-------------------|----------------|
| Firma Adı: | ACAR Madencilik A.Ş. | | |
| Çalışılan Kademe: | 0 | Ticari Adı: | Toros Siyah |
| Tarih: | 02.06.2009 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 2 | Üretildiği Bölge: | Develi/KAYSERİ |

Kayıt Menü

Jeolojik Saha Çalışmaları Hacimsel Eklem Sayısı Blok Özellikleri

Yer Radarı Ölçümleri Rezerv ve Nihai Ürün **Testler ve Uygulamalar**

Dekorasyon, Süs ve Duvar Kaplama Malzemesi **Döşeme ve Zemin Kaplama Malzemesi** CE Belgesi

Petrografik Adı: Kireçtaşı

Birim Hacim Ağırlığı: 2.71 gr/cm³ > 2.16

Ağırlıca Su Emme: 0.07 % < 4

Don Sonrası Kütle Kaybı: 0.11 % < 2

Sürtünme ile Aşınma Kaybı: 19 cm³/50 cm² < 10

Darbe Dayanımı: 20 kg.cm/cm³ > 6

Tek Eksenli Basınç Dayanımı: 138 MPa > 50

Asitlere Dayanıklılık: Dayanıklı

Pas Tehlikesi: Yok

DEĞERLENDİRME **KULLANIM DIŞI**

Şekil 6.126 Döşeme ve zemin kaplama malzemesi menüsü sonuçları


MBA - Mermer Blok Analizi

| | | | |
|---------------------|----------------------|-------------------|----------------|
| Firma Adı: | ACAR Madencilik A.Ş. | | |
| Çalışılan Kademe: | 0 | Ticari Adı: | Toros Siyah |
| Tarih: | 02.06.2009 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 2 | Üretildiği Bölge: | Develi/KAYSERİ |

Kayıt Menü

Jeolojik Saha Çalışmaları Hacimsel Eklem Sayısı Blok Özellikleri

Yer Radarı Ölçümleri Rezerv ve Nihai Ürün **Testler ve Uygulamalar**

Dekorasyon, Süs ve Duvar Kaplama Malzemesi Döşeme ve Zemin Kaplama Malzemesi **CE Belgesi** 

Petrografik Adı: Kireçtaşı

CE MARKASI İÇİN ZORUNLU ÖZELLİKLER


| CEPHE KAPLAMA MALZEMESİ | | | | DÖŞEME-ZEMİN KAPLAMA MALZEMESİ | | | |
|---------------------------------|----------|------|------|--------------------------------|----------|------|------|
| Eğilme Dayanımı (Mpa): | EN 12372 | 14.6 | > 3 | Eğilme Dayanımı (Mpa): | EN 12372 | 14.6 | > 3 |
| Kayma Direnci (Cilasız - Kuru): | EN 1341 | 42 | > 35 | Kayma Direnci (Cilasız-Kuru): | EN 14231 | 42 | > 35 |
| Donma Direnci (Kütle %): | EN 12371 | 0.11 | < 2 | Donma Direnci (Kütle %): | EN 12371 | 0.11 | < 2 |
| Yoğunluk(gr/cm ³): | EN 1936 | 2.71 | | Aşınma Direnci (mm): | EN 1342 | 3.77 | < 2 |

CE BELGESİ ALABİLİR CE BELGESİ **CE BELGESİ ALAMAZ** CE BELGESİ

CE MARKASI İÇİN İSTEĞE BAĞLI ÖZELLİKLER

| | |
|------------------------------|----------------------|
| - Atmosfer Basınında su emme | - Yüzey bozuklukları |
| - Genişlik ve yükseklik | - Yassılık ve düzlük |
| - Kalınlık | - Görünüm |

Şekil 6.127 CE belgesi menüsü sonuçları

|  | Referans Standart : EN 1469 Ürün : Cephe kaplaması için kullanılan doğal taşlar EN 12440'a bağlı olarak taşın isimlendirilmesi: Ticari adı: Toros Siyah Petrografik adı: Kireçtaşı Üretildiği bölge: Develi/KAYSERİ | |
|---|--|----------------|
| | Firma adı ve adresi : ACAR Madencilik A.Ş. Yıl : 02.06.2009 | |
| Özellikler | Beyan edilen değerler | Test yöntemi |
| Ateşe karşı tepki | Sınıf A1 | Test edilmeden |
| Eğilme direnci | 14.6 Mpa | EN 12372 |
| Donma direnci | 0.11 % | EN 12371 |
| Yoğunluk | 2.71 g/cm ³ | EN 1936 |

Şekil 6.128 Toros Siyahı kireçtaşına ait CE belgesi program çıktısı

6.6.2 Tureks Mermer San. Mermer İşletmesi

Mermer Blok Analizi programına girilen jeoteknik saha verilerinden elde edilen sonuçlara göre; minimum hacimsel eklem sayısı 2,1 eklem/m³, maksimum hacimsel eklem sayısı 9,4 eklem/m³ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre çalışma sahasından alınabilecek maksimum blok hacmi 3,6 m³ olup, çalışma yapılan bölgenin görünür rezervi yaklaşık 175500 ton olarak belirlenmiştir.

MBA - Mermer Blok Analizi

| | | | |
|---------------------|---------------|-------------------|---------------------|
| Firma Adı: | Tureks Mermer | Ticari Adı: | Casablanca |
| Çalışılan Kademe: | 2 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Tarih: | 02.06.2009 | Üretildiği Bölge: | Seyitgazi/ESKİŞEHİR |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 2 | | |

Kayıt Menü

Yer Radarı Ölçümleri Rezerv ve Nihai Ürün Testler ve Uygulamalar

Jeolojik Saha Çalışmaları **Hacimsel Eklem Sayısı** Blok Özellikleri

| | Hacimsel Eklem Sayısı (eklem/m3) | Ort. Gerçek Süreksizlik Aralığı (m) |
|----------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Ölçüm Hattı | 9.4 | 1.1 |
| 2. Ölçüm Hattı | 2.1 | 1.5 |

Jv (min) : 2.1
Jv (max) : 9.4
Ortalama Jv : 5.7

Tabakalanma (<2 m) : VAR YDK

Birbirini Kesen Süreksizlik Setlerinin Sayısı : 3 Tekrar Hesaplat

Fay : VAR YDK

Şekil 6.129 Hacimsel eklem sayısı menüsü sonuçları

MBA - Mermer Blok Analizi

| | | | |
|---------------------|---------------|-------------------|---------------------|
| Firma Adı: | Tureks Mermer | Ticari Adı: | Casablanca |
| Çalışılan Kademe: | 2 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Tarih: | 02.06.2009 | Üretildiği Bölge: | Seyitgazi/ESKİŞEHİR |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 2 | | |

Kayıt Menü

Yer Radarı Ölçümleri Rezerv ve Nihai Ürün Testler ve Uygulamalar

Jeolojik Saha Çalışmaları Hacimsel Eklem Sayısı **Blok Özellikleri**

Blok Tanımı

| | |
|----------------|-------------------|
| 1. Ölçüm Hattı | Çok Küçük Bloklar |
| 2. Ölçüm Hattı | Küçük Bloklar |

Alınabilecek Minimum Blok Hacmi (m3) : 0

Alınabilecek Maksimum Blok Hacmi (m3) : 3.6

İşletme Yönü : 175

Şekil 6.130 Blok özellikleri menüsü sonuçları

The screenshot shows the 'MBA - Mermer Blok Analizi' software window. The header contains the following information:

| | | | |
|---------------------|---------------|-------------------|---------------------|
| Firma Adı: | Tureks Mermer | Ticari Adı: | Casablanca |
| Çalışılan Kademe: | 2 | Petrografik Adı: | Kireçtaşı |
| Tarih: | 02.06.2009 | Üretildiği Bölge: | Seyitgazi/ESKİŞEHİR |
| Ölçüm Hattı Sayısı: | 2 | | |

The navigation menu includes: Jeolojik Saha Çalışmaları, Hacimsel Eklem Sayısı, Blok Özellikleri, Yer Radarı Ölçümleri, **Rezerv ve Nihai Ürün**, and Testler ve Uygulamalar.

The main content area displays the following values:

| | |
|----------------------------------|--------|
| Görünür Rezerv (m3) (yaklaşık): | 75000 |
| Görünür Rezerv (ton) (yaklaşık): | 175500 |
| Nihai Ürün (m2) (yaklaşık)**: | 686205 |

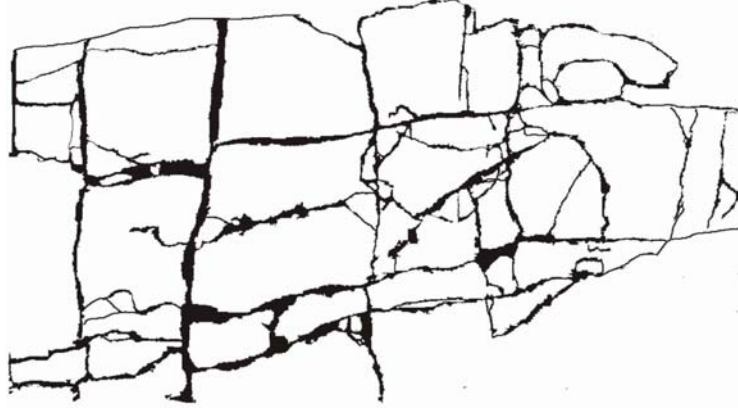
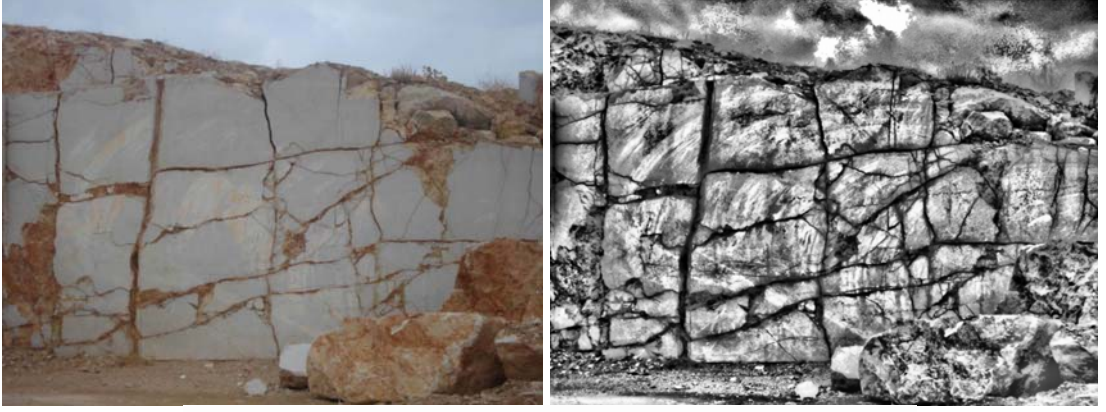
** 1.5 cm kalınlıkta plaka için hesaplanmıştır.

Şekil 6.131 Rezerv ve nihai ürün menüsü sonuçları

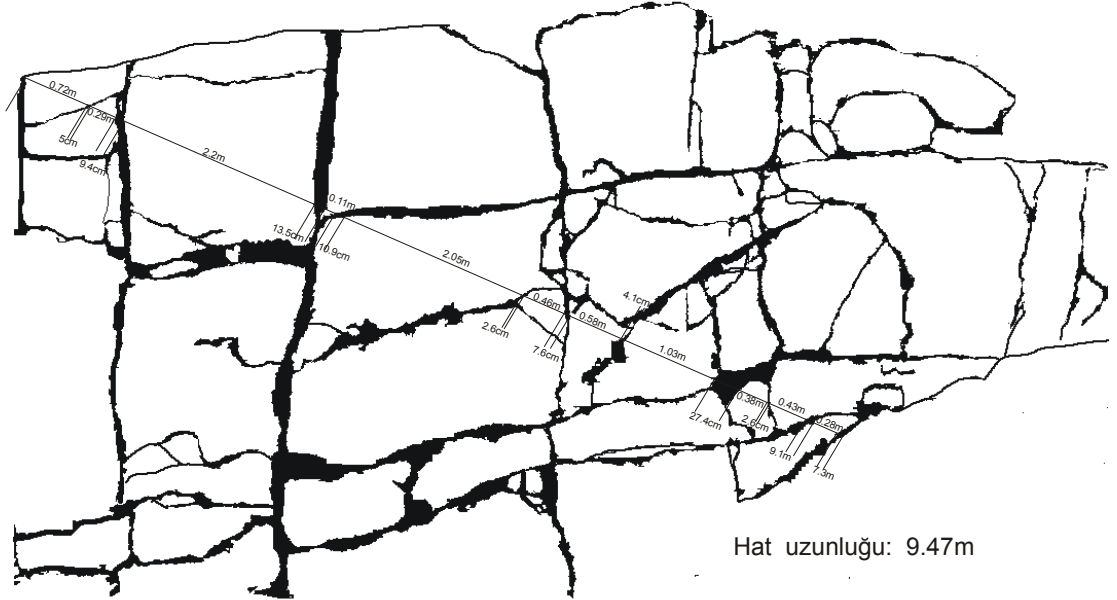
6.6.3 Çorum-Mecitözü Mermer Sahası

Çalışma sahasında mevcut aynalardaki süreksizlikler üzerinde detaylı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda sahadan alınan aynalara ait fotoğraflar görüntü analiz yöntemiyle işlenmiştir (Şekil 6.132-6.133). Görüntülerin işlenmesi sonrasında ayna üzerinde 5-10 m uzunlukta ölçüm hattı belirlenmiş ve ölçüm hattını kesen süreksizliklerin aralık, devamlılık ve açıklık değerleri tespit edilmiştir.

Elde edilen bu değerler, MBA (Mermer Blok Analizi) programına veri olarak girilmiştir. Program çıktılarına bakıldığında, sahadan alınabilecek ticari blok boyutlarının 0 m^3 olduğu ve blok tanımında “Blok alınamaz” sonucu görülmektedir (Şekil 6.134-6.135).



Şekil 6.132 Süreksizliklerin belirlenmesinde seçilen örnek basamak ve görüntü analiz aşamaları



Şekil 6.133 Görüntü analizi ile süreksizlik özelliklerinin belirlenmesi

MBA - Mermer Blok Analizi

Firma Adı: GRANITAŞ Granit Sanayi ve Pazarlama A.Ş.

Çalışılan Kademe: 2

Tarih: 25.10.2008

Ölçüm Hattı Sayısı: 1

Ticari Adı:

Petrografik Adı: Kireçtaşı

Üretildiği Bölge: Çitli - Çorum

Yer Radarı Ölçümleri

Rezerv ve Nihai Ürün

Testler ve Uygulamalar

Jeolojik Saha Çalışmaları

Hacimsel Eklem Sayısı

Blok Özellikleri

Ölçüm Hattı No: 1

Süreksizlik Sayısı: 11

Ölçüm Hattı Uzunluğu: 9,47

Dosyadan Aç: sur11

| | Görünür Süreksizlik Aralığı (m) | Ölçüm Hattı ile Süreksizlik Arasındaki Aç | Süreksizliklerin Devamlığı (m) | Eğim Yönü | Eğim |
|----|---------------------------------|---|--------------------------------|-----------|------|
| 1 | 0.72 | 43 | 1.53 | 317 | 20 |
| 2 | 0.29 | 117 | 23.42 | 119 | 87 |
| 3 | 2.2 | 115 | 21.12 | 125 | 85 |
| 4 | 0.11 | 30 | 12.25 | 305 | 5 |
| 5 | 2.05 | 39 | 4.56 | 297 | 18 |
| 6 | 0.46 | 116 | 19.43 | 115 | 88 |
| 7 | 0.58 | 60 | 4.86 | 322 | 45 |
| 8 | 1.03 | 36 | 16.74 | 316 | 10 |
| 9 | 0.38 | 122 | 6.56 | 114 | 85 |
| 10 | 0.43 | 40 | 20.94 | 303 | 12 |
| 11 | 0.28 | 63 | 5.62 | 326 | 32 |
| * | | | | | |

Şekil 6.134 Jeolojik saha çalışmaları menüsü sonuçları

MBA - Mermer Blok Analizi

Firma Adı: GRANITAŞ Granit Sanayi ve Pazarlama A.Ş.

Çalışılan Kademe: 2

Tarih: 25.10.2008

Ölçüm Hattı Sayısı: 1

Ticari Adı:

Petrografik Adı: Kireçtaşı

Üretildiği Bölge: Çitli - Çorum

Yer Radarı Ölçümleri

Rezerv ve Nihai Ürün

Testler ve Uygulamalar

Jeolojik Saha Çalışmaları

Hacimsel Eklem Sayısı

Blok Özellikleri

Blok Tanımı

1. Ölçüm Hattı Blok Alınmaz

Alınabilecek Minimum Blok Hacmi (m3): 0

Alınabilecek Maksimum Blok Hacmi (m3): 0

İşletme Yönü: 242

Şekil 6.135 Blok özellikleri menüsü sonuçları

BÖLÜM YEDİ

SONUÇLAR

Mermer sahalarından alınabilecek blokların boyutlarının belirlenmesi, işletilecek sahadan blok mermer üretiminin tahmin edilmesi ve en uygun mermer ocak yönünün belirlenmesi ayrıntılı jeolojik ve detay mühendislik jeolojisi çalışmalarını gerektirmektedir. Jeolojik arazi çalışmalarında süreksizliklerin özellikleri, üretim öncesi mostra üzerinden ve sondaj çalışmalarıyla elde edilen karotlardan, ayrıca işletme aşamasında ise üretim basamaklarından değişik ölçüm teknikleri uygulanarak tanımlanmaktadır.

Bir kaya kütesinin istenilen ticari boyutlarda blok mermer verebilmesi için fiziko-mekanik ve teknolojik özellikleri açısından standartlara uygun, renk ve desen açısından da aranılan niteliklerde olması ve 1,5-10 m³ hacim aralığında bloklar veriyor olması istenir. Blok boyutu ve dağılımı üretim açısından, taş ve mermer işletmeciliğinde üretim bloklarının boyutlandırılmasıyla doğrudan ilişkilidir.

Bir sahada yer alan kayaç kütlelerinin blok mermer verebilmesinin belirlenmesi, ancak detaylı bir saha çalışması, detaylı süreksizlik ölçümleri ve bu çalışmaların sonucunda belirlenecek lokasyonlardan yapılacak sondajlarla veya jeofizik ölçümlerle mümkün olabilmektedir. Yatay ve düşey yönlerde çok kısa aralıklarla bile değişiklik gösterebilen mermer kütleleri, sadece yüzeyden yapılan saha çalışmaları ile renk, desen ve tektonik özellikleri açısından kesin sonuçlar elde etmek mümkün olmayabilmektedir. İşletilmesi düşünülen mermer sahasında mevcut süreksizliklerin dağılımlarının ve sahadaki konumlarının belirlenmesi, olumsuzluk yaratabilecek jeolojik faktörlerin ortaya konulması sonucunda işletilebilir ticari boyutta blok verebilecek bölgelerin tanımlanması gerekmektedir.

Bugüne kadar bilim adamları tarafından geliştirilmiş kaya kütle sınıflama sistemlerine bakıldığında, genel olarak hepsinde kayacın içerdiği yapısal özellikler göz önüne alınarak bir değerlendirme yapılmaktadır. Mermer işletmeciliğinde esas

olan blok boyutu parametresi, sınıflandırma sistemlerinde sadece MBR (Modifiye Temel Kaya Kütle Sınıflaması) ve RMI sınıflama sistemlerinde ele alınmıştır.

MBR sınıflama sisteminde, eklem set sayısı ve eklem uzunluğu parametreleri değerlendirmeye dahil edilmemiştir. Eklem set sayısı ve eklem uzunluğu, mermer işletmeciliğinde alınabilecek blok hacmini belirleyen en önemli parametrelerdendir. Dolayısıyla tez kapsamında geliştirilen sınıflama yönteminde, MBR sınıflama sistemi değil, eklem set sayısı ve eklem uzunluğu faktörlerini de içeren RMI (Kaya Kütle İndeksi) sınıflama sistemi temel olarak alınmıştır.

Palmström tarafından Tünel ve yeraltı yapılarının destek dizaynı için geliştirilen RMI (Kaya Kütle İndeksi) sınıflama sistemindeki blok hacmi (V_b) ve hacimsel eklem sayısı (J_v) değerleri ile ISRM (1981) tarafından tanımlanan süreksizlik aralığı, devamlılığı ve hacimsel eklem sayısı değerleri mermer madenciliğine uyarlanarak yeni tanımlama ve puanlama yöntemi oluşturulmuştur.

Detaylı saha çalışmalarıyla mermer kütlelerinin süreksizlik özellikleri saptanmış, süreksizliklerin blok alımına etkisi ve sahadan blok alınabilirliği belirlenmeye çalışılmıştır. Daha sonra, yer radarı kullanılarak sahada mevcut büyük ölçekli çatlak sistemlerini ve tabaka kalınlıklarını belirlemeye yönelik zeminden 35-40 m derinliğe kadar görüntüler alınmış, bu görüntüler Prism 2D bilgisayar programında çeşitli filtreleme işlemlerinden geçirilerek derinliğe bağlı çatlak-çatlak sistemlerinin durumu ve formasyon kalınlıkları belirlenmiştir.

Mermer sektörüne hizmet verebilecek, mermer ocağından alınabilecek blok boyutunun ve rezervin hesabını takiben, fabrika çıkışı nihai ürün kademesinden ihracata kadar olan süreçte hesaplama ve analiz yapan ticari bir bilgisayar programı mevcut değildir. Bu amaçla, Visual Basic programlama dili kullanılarak Mermer Blok Analizi isimli program geliştirilmiştir. Geliştirilen programda, sahalardan elde edilen bütün veriler kullanılarak, sahadan alınabilecek minimum ve maksimum blok boyutları, çalışma yapılan bölgenin yaklaşık rezervi ve mermerin işlenmesi aşamasında ne kadar ebatlı ürün elde edileceği, laboratuvar deneyleri sonuçlarına

bağlı olarak üretilen blokların hangi amaçla (döşeme, kaplama) kullanılabileceği ve sonuç olarak ihracatta istenilen CE belgesinin uygunluğuna kadar bütün aşamaları içermektedir.

Programda, sahadan ölçümler sonucunda elde edilen süreksizlik aralığı, süreksizliklerin devamlılığı ve hacimsel eklem sayısı verileri, belirli değer aralıklarında puanlamaya tabi tutulmuştur. Puanlama, önceki araştırmacılar tarafından yapılan arazi çalışmalarının verileri ile tez kapsamında çalışmaları yapılmış arazilerdeki jeolojik verilerin değerlendirilmesi sonucunda belirli değer aralıklarına göre yapılmıştır.

Geliştirilen yeni sınıflama sisteminde, işletmelerden alınan blok boyutları ile işletme basamaklarında belirlenen hacimsel eklem sayıları karşılaştırılarak, her bir hacimsel eklem sayısı değerine karşılık gelen blok hacim değerleri belirlenmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, mermer sahalarından alınabilecek blok boyutlarını belirleme de %RQD değerinin öneminin olmadığı; sahanın genelinde bulunan süreksizlik ve süreksizlik takımlarının yapılan karotlu sondaj ile ortaya konulamayacağı belirlenmiştir. Mermer sahalarında yapılan karotlu sondajlarda 10 cm'den büyük karot alınabilir ancak bu, sahadan blok alınabilir anlamına gelmemektedir. Dolayısıyla, mermer sahalarında yapılacak karotlu sondajlardan süreksizliklere göre blok boyutunun belirlenmesi yanıltıcı olacaktır. Bu nedenlerden dolayı, %RQD değeri, tez kapsamında yapılan hesaplamalara dahil edilmemiştir.

Tez çalışmaları kapsamında, ülkemizin farklı bölgelerinde 12 adet mermer ocağında jeoteknik saha ölçümleri ve yer radarı çalışmaları yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda, öncelikle sahanın topoğrafyasının çıkarılmasına yönelik çalışmalar yapılarak; saha ve çevresinin jeolojisi incelenmiş, işletme aşamasında olan sahaların mevcut üretim basamaklarında; işletmeye geçmemiş sahaların ise mostralarda hat etüdü tekniğine göre süreksizlik ölçümleri yapılmıştır.

Acar Madencilik ve İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş. firmasına ait mermer ocak işletmesinde yapılan jeoteknik çalışmalar sonucunda, hacimsel eklem sayısı değeri 1,52 eklem/m³ ile 2,49 eklem/m³ arasında, ocaktan alınabilecek blok boyutları ise minimum 2,33 m³, maksimum 10,3 m³ olarak hesaplanmıştır. Şirket kayıtlarında 2006 yılında çalışılan üretim basamaklarından üretilmiş olan ticari mermer blok boyutları ile ilgili verilerin değerlendirilmesi sonucunda, halen çalışılan lokasyondaki blok verimliliği açısından mermer işletmesinde alınan ticari blok boyutları 2 m³ ile 10 m³ arasında değişmektedir. Mermer Blok Analizi programına girilen verilerden elde edilen sonuçlara göre, sahadan üretimi yapılan blok boyutları ile hesaplanan blok boyutları uyumluluk göstermektedir.

Reisoğlu Mermer firmasına ait Denizli-Kaklık traverten işletmesinde yapılan jeoteknik ve yer radarı çalışmaları sonucunda; çalışma sahasının güneyinde 15 metre işletilebilir traverten damarının varlığı saptanmış olup, K-5 numaralı kesitte damar kalitesinin düştüğü gözlenmiştir. K-7 numaralı kesitte ise damar kalınlığının 12 metreye inceldiği ancak kalitesinin iyileştiği görülmektedir. İşletme yönünün K-3 lokasyonuna göre KB istikametinde ilerletilmesi halinde blok veriminin artacağı belirlenmiştir. İşletmede, işletme yönü öneriler doğrultusunda ilerletilmiş, ve sonuç olarak şu anda işletme ticari boyutta blok alınabilir düzenli bir ocak haline gelmiştir.

Tureks Mermer'e ait Eskişehir Seyitgazi mermer işletmesinde yapılan çalışmalar sonucunda; hacimsel eklem sayısı değeri 2,11 eklem/m³ ile 13,18 eklem/m³ arasında olduğu ve 2. kademedan alınabilecek blok boyutları ise minimum 0,02 m³, maksimum 3,83 m³ olarak hesaplanmıştır. Yer radarı görüntülerinin değerlendirilmesi sonucunda, süreksizliklerin ve boşluklu yapının yüzeyden 20-25 m. derinliğe kadar Kuzey Batı doğrultulu olarak devam ettiği tespit edilmiştir. Mevcut üretim yönünün süreksizliklere paralel yönde olması nedeniyle, üretim yönünün, GB veya KD istikametinde seçilmesi ile süreksizliklerin tek seferde geçilmesi mümkün olacaktır.

Granitaş Granit A.Ş.'ye ait Giresun-Bulancak granit işletmesinde yer radarı çalışmalarındaki görüntülerin değerlendirilmesi sonucunda, işletme sahasında çatlaklılık ve homojenite yönünden zonlama çalışması yapılmış ve saha 4 bölgeye ayrılmıştır. Birinci bölge; çatlak ve kırık sistemlerinin, kıvrılma ve ezilmelerin yoğun olarak görüldüğü bölge olarak tanımlanmıştır. Bu bölgede ticari boyutta blok alımı mümkün görülmemekte olup bu kısımda üretim yapılması söz konusu değildir. İkinci bölge; kırık ve çatlakların etkisini yitirdiği kütlelerin daha masif hale geçtiği, ticari blok alımına uygun bölge olarak tanımlanmıştır. Üçüncü bölge; çok fazla etki göstermemekle birlikte yine de kayaç yapısını orta derecede bozmuş tam ortadan geçen fay sebebiyle ticari blok alımını kısıtlayan bir yapı arz etmektedir. Dördüncü bölge ise; kayaç yapısının masifleştiği, ticari blok alımına oldukça müsait sağlam bir yapı olarak tanımlanmıştır. İşletmede blok üretiminin bu bölgelerde yapılması ve basamaklar ilerletildikten sonra mevcut en alt kademelerin altından yeni basamaklar oluşturulması durumunda, işletme yönünün KD istikametinde ilerletilmesi blok verimi açısından önem taşıdığı belirlenmiştir.

Çorum-Mecitözü Mermer Sahasında yapılan çalışmalar sonucunda; birinci çalışma alanında süreksizliklerin birbirlerini kesecek şekilde bütün basamaklarda devamlılık gösterdiği, ikinci çalışma alanında ise mostra, blok verebilecek bir yapı göstermesine rağmen, hem mostranın alt kısmındaki derede görülen fayın etkisiyle hem de sahanın yakın çevresindeki ana faylar (Kuzey Anadolu Fayı, Ezinepazarı Fayı, Mecitözü Fayı) sebebiyle çalışma alanında yer alan birimler yoğun tektonizma geçirdikleri tespit edilmiştir. Sahadan elde edilen süreksizliklerin özelliklerinin ISRM 1981'e göre; ortalama süreksizlik aralığı 77,54 cm olup "Yakın Aralıklı" , ortalama süreksizliklerin devamlılığı 12,47 m olup, "Yüksek Devamlılık" , ortalama süreksizlik açıklığı ise 9,04 cm olup, "Çok Geniş – Açık Yapılar" olarak tanımlanmıştır. Söz konusu sahadan ekonomik ölçülerde ticari blok alımının mümkün olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca MBA programına girilen verilerin sonucuna bakıldığında, sahadan ticari boyutta blok alınamayacağı ve blok tanımı da "Blok alınamaz" olarak görülmektedir.

Çalışma kapsamında, yer radarının doğal taş ocaklarında süreksizliklerin ve tabaka kalınlıklarının belirlenmesine yönelik kullanımı gerçekleştirilmiş, elde edilen sonuçlar ile gerçek işletme şartlarının uyum sağladığı tespit edilmiştir.

On iki ayrı mermer sahasında yürütülen bu çalışmalar, diğer bölgelerde bulunan mermer sahalarında da uygulanarak bilinçsiz yatırımın ve ocaklardaki düşük blok verimliliğinin önüne geçilmeli, ülkemizin doğal kaynakları akıllıca ve bilimsel yöntemler kullanılarak verimli bir şekilde değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Aldaş, G.U., Kadioğlu, S., & Ulugergerli, E.U., (2004). *The Effects of Concealed Discontinuities in Blast Design Pattern*, 4th Int. Scientific and Technical Conference of Young Scientists and Specialists, St. Petersburg-RUSSIA, Abstracts, p. 6-7.
- Alp, İ., Gelişli K., Yılmaz, A.O., Kaya, R., Çavuşoğlu, İ., (2003). *Mermer İşletmeciliğinde Yer Radarı (GPR) Uygulamaları*, Türkiye IV. Mermer Sempozyumu (Mersem 2003) Bildiriler Kitabı 18-19 Aralık 2003, Afyonkarahisar
- Amasya İl Çevre Durum Raporu*, (2009). T.C. Amasya Valiliği İl Çevre Ve Orman Müdürlüğü, http://www.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/amasyaicd2005.pdf
- Arıgün, Z. (2002). *Çorum-Mecitözü Doğusu İle Amasya-Doğantepe Arasındaki Karstik Kaynakların Ve Beke Kaplıcasının Hidrojeoloji İncelemesi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD., Ankara
- Aspiron, U. and Aigner, T. (1999). Towards realistic aquifer models: Three dimensional georadar surveys of Quaternary gravel deltas (Singen Basin, SW Germany), *Sedimentary Geology*, 129, 281-297.
- Bano, M., Marquis, G., Niviere, B., Maurin, J.C., Cushing, M. (2000). Investigating alluvial and tectonic features with ground penetrating radar and analyzing diffractions patterns, *Journal of Applied Geophysics*, 43, 3-41.
- Benson, A. K. (1995). Applications of ground penetrating radar in assessing some geological hazards: Examples of groundwater contaminants, faults, cavities, *Journal of Applied Geophysics*, 33, 177-193.
- Cezar, G.S., Rocha, P. L. F., Baurque, A., Costa, A. (2001). Two Brazilian archeological sites investigated by GPR: Serrano and Morro Grande, *Journal of Applied Geophysics*, 47, 227-240.

- Changryol, K., Daniels, J. J., Guy, E., Radzevicius, S. J., and Holt, J. (2000). Residual hydrocarbons in a water-saturated medium: A detection strategy using ground penetrating radar, *Environmental Geosciences*, 7, 4, 169-176.
- Çalapkulu, F., Onargan, T., (1996). *Borusan-Granit A.Ş.'nin Granit Saha ve İşletmeleri (Giresun ve Niğde-Aksaray) Hakkında Teknik İnceleme Raporu*, D.E.Ü. Torbalı Meslek Yüksekokulu, Döner Sermaye Projesi, İzmir.
- Çorum İl Çevre Durum Raporu*, (2009). T.C. Giresun Valiliği İl Çevre Ve Orman Müdürlüğü, http://www.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/corumicd2006.pdf
- Dannowski, G., Yaramancı, U. (1999). Estimation of water content and porosity using combined radar and geoelectric measurements, *European Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, 4, 71-85.
- Davis, J.L. and Annan, A.P., (1989). Ground-penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy, *Geophysical Prospecting*, 37, 531-551
- Deere, D.U., Hendron, A.J., Patton, F.D. and Cording, E.J. (1967). *Design of surface and near surface construction in rock. In Failure and breakage of rock*, proc. 8th U.S. symp. rock mech., (ed. C. Fairhurst), 237-302. New York: Soc. Min. Engrs, Am. Inst. Min. Metall. Petrolm Engrs.
- Demirkıran, Z., (2000). *Geochemical Properties of Travertines Around Kaklık-Denizli Region*, Applied Science of DEU, Thesis of PhD., İzmir
- Demirkıran, Z., Çalapkulu, F., (2001). *Kaklık-Kocabaş travertenlerinin litolojik, morfolojik özellikleri ve sınıflandırılması*, Mersem 2001 Türkiye III. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 17-31, TMMOB Maden Müh. Odası Afyon II Temsilciliği, Afyon.

- Dubertret, L., Kalafaçioğlu, A., Pamir, N.H., Erentöz, C., (1973). *1/500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası ve İzahnamesi, İzmir Paftası*, MTA Yayınları, Ankara
- Giresun İl Çevre Durum Raporu*, (2009). T.C. Giresun Valiliği İl Çevre Ve Orman Müdürlüğü, http://www.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/giresun05.pdf
- Gözler, M.Z., Cevher, F., Küçükayman, A., (1984) *Eskişehir Civarının Jeolojisi Ve Sıcak Su Kaynakları, MTA Dergisi, Sayı: 103-104, Sayfa: 40-55*
- GPR*, (2008), <http://tr.wikipedia.org/wiki/GPR>
- Green, A., Gross, R., Holliger, K., Horstmeyer, H., Baldwin, J. (2003). Results of 3-D georadar surveying and trenching the San Andreas fault near its northern landward limit. *Tectonophysics*, 368, 7-23.
- Hammon III, W., McMechan, G. A., & Zeng, X. (2000). Forensic GPR: Finite difference simulations of responses from buried human remains, *Journal of Applied Geophysics*, 45, 171-186.
- Hruska, J., & Fuchs, G. (1999). GPR prospection in ancient Ephesos, *Journal of Applied Geophysics*, 41, 293-312.
- ISRM., (1981). *Basic geotechnical description of rock masses*, Int. Society of Rock Mech. Commission on the classification of rock and rock masses, Int. Journal of Rock Mech. and Mining Sciences and Geomechanical Abstract, 18, 85-110 pp.
- Jern, M., (2004). Determination of the In situ Block Size Distribution in Fractured Rock, an Approach for Comparing In-situ Rock with Rock Sieve Analysis, *Rock Mech. Rock Engng.*, v: 37 (5), pp. 391–401
- Kadioğlu, S., (2003). *3D Ground Penetrating Radar-Data Acquisition, Processing and Interpretation*, 14th Int. Petroleum Congress and Natural Gas Congress and Exhibition of Turkey, Ankara-TURKEY”, Proceedings, 485-486.

- Kadioğlu, S. (2004). *Yer radarı (GPR) yöntemi*, Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü
- Kadioğlu, S., Aldaş, G., Candansayar, E., Ulugergerli E.U. (2003). *Çayeli Maden Tünellerindeki Stabilizasyon Çalışmalarında Yer Radarı Uygulaması*, Rapor, ÇBİ-Çayeli-RİZE.
- Kadioğlu, S. & Daniels, J. J., (2002). *A Hybrid 2D/3D Ground Penetrating Radar (GPR) Survey of Brownfield Site Along Lake Street in Chicago, Illinois (USA)*, International Conference on Earth Sciences and Electronics, Vol.2, 255-261
- Kadioğlu, S. & Daniels, J. J., (2004). *Integrated 3D visualization of GPR data and EM-61 data*, Geochimica et Cosmochimica Acta, Pergamon, Volume 68, Number 11S, A468.
- Kalenchuk, K. S., Diederichs, M. S., & McKinnon, S., (2006). Characterizing block geometry in jointed rockmasses, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, v: 43/8, pp. 1212-1225
- Karaca, Z. (2001). *Mermer Madenciligi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu Yayınları, No:1, İzmir
- Kim B. H., Cai, M., Kaiser, P.K., Yang, H. S. (2007). Estimation of Block Sizes for Rock Masses with Non-persistent Joints, *Rock Mech. Rock Engng.* v:40 (2), pp: 169–192
- Koca, M.,Y. ve Türk, N. (1994). *Ayrışmanın Andezitlerin Petrografik, Kimyasal Ve Jeomekanik Özelliklerine Etkisi*, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, S.9, 382-393
- Koçbay, A., (1997). Mecitözü-Konaklı (Çorum) Çevresinin Hidrojeolojisi ve Yeraltı Suyu Kalitesi, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, Sayı:51

Maerz, N. H., & Germain, P. (1996). *Block size determination around underground openings using simulations*, Proceedings of the FRAGBLAST 5 Workshop on Measurement of Blast Fragmentation, Quebec, Canada, 23-24 Aug., pp. 215-223.

Metin S., Ayhan, A. ve Papak, İ. (1986). *Doğu Toroslar'ın Batı Kesiminin Jeolojisi*, MTA Jeoloji Etüdleri Dairesi, Sayı:107, 1- 13, Ankara

MTA Harita Arşivi <http://www.mta.gov.tr>

Mutlutürk, M., (2007). *Determining the Amount of Marketable Blocks of Dimensional Stone Before Actual Extraction*, Journal of Mining Sci., 43, 67-72.

Nefeslioğlu, H.A., Gökçeoğlu, C. ve Sönmez, H., (2006). Indirect Determination of Weighted Joint Density (wJd) by Empirical and Fuzzy Models: Supren (Eskisehir, Turkey) Marbles, *Engineering Geology* 85(3/4), 251–269

Onargan, T. (2007). *Uluslararası Doğal Taş Standardizasyonu, I. Uluslararası Hanlar Kervansaraylar Geleneksel ve Modern Mimaride Taş Sempozyumu*, 29-30 Kasım 2007, Antalya

Onargan, T. ve Köse, H. (1997). *Mermer* (Geliştirilmiş 2 inci Baskı), Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayını, Yayın No: 220, ISBN 975441095X, İzmir..

Onargan, T. ve Köse, H. Ve Deliormanlı, A.H. (2005). *Mermer*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.

Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M.F. Tekeli, O., (1980). *Kuzey Anadolu Fayı ile Kırşehir Masifi Arasının Temel Jeolojisi*, M.T.A. Enst. Rapor No: 6722, s. 139 (yayınlanmamış).

- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Öze S., Sümengen, M. ve Tekeli, O., (1980). Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir masifi arasının temel jeolojisi: M.T.A. Derleme rapor no: 6722,136, (Yayınlanmamış).
- Özdoğan, M.V., Koca, M.Y. ve Kahraman, B., (2008). *Blok Boyutunu Belirleme Yöntemleri, Örnek Çalışma: Buruncuk Andezit Taş Ocağı*, IX. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, İzmir
- Özkul, M., Varol, B. ve Alçıçek, M.C., (2002). *Denizli Travertenlerinin Petrografik Özellikleri ve Depolanma Ortamları*, MTA Dergisi 125, 13-29.
- Palmström, A. (1995). *RMİ – a rock mass characterization system for rock engineering purposes*. Oslo: Oslo University.
- Palmström, A. (1996). RMİ-a system for characterising rock mass strength for use in rock engineering. *J. Of Rock Mech. and Tunnelling Tech*, 1 (2), 69-108.
- Palmström A. (2000). *Block Size and Block Size Distribution*, GeoEng2000 Conference, Norway.
- Priest, S. D. (1993). *Discontinuity Analysis for Rock Engineering* (473). Charman& Hall.
- Saka, Ö., Önal, K. M., Yıldırım, N., Dönmez, Ş., Kadioğlu, S., Ulugergerli, E. U., (2003). *Geophysical Studies in Akalan Castle (Samsun) and an example of georadar measurement*, Symposium of Geophysics, ISPARTA-TURKEY, Abstracts Book, p. 4.
- Sambuelli, L., Socco, L. V. & Brecciaroli, L. (1999). Acquisition and processing of electric, magnetic and GPR data on Roman site (Victimulae, Salussola, Biella), *Journal of Applied Geophysics*, 41, 189-204.

- Slater, L. & Niemi, T.M. (2003). Ground penetrating radar investigation of active faults along the Dead Sea transform and implications for seismic hazards within the city of Aqaba, Jordan. *Tectonophysics*, 368, 33-50.
- Turanboy, A., (2004). *Kaya kütlesi içindeki süreksizlik dağılımlarının ortaya konulmasında yeni bir yaklaşım*, (A new Approach for the Determination of Discontinuity distribution in Rock Mass), VII Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Sivas.
- Ulugergerli E.U., Kadioğlu, S., Ecevitöğlü, B., Akça, İ., Gündoğdu, Y., Dalabasmaz, H., Arısoy, Ö., Köse, Y. (2004). *Dalaman-Akköprü baraj alanında yer radarı yöntemi ile karstik boşlukların belirlenmesi*, Rapor, NTF İnş. Lim. Şti-ANKARA.
- Ulusay, R. ve Sönmez, H. (2002). *Kaya Kütlelerinin Mühendislik Özellikleri*. Ankara : TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No: 60.
- Uyanık, T., (2007). *Doğal Taşlar*, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi
- Üstünbaş, A. ve İnceöz, M., (1999). *Zile (Tokat) batısında Uzunköy çevresinin stratigrafisi*, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt. 42, Sayı 1, 69-83
- Wang, L. G., Yamashita, S., Sugimoto, F., Pan, C., Tan, G., (2003). A Methodology for Predicting the In Situ Size and Shape Distribution of Rock Blocks, *Rock Mech. Rock Engng.*, v: 36 (2), pp:121–142
- Westaway, R., (1990). *Block rotation in Western Turkey*, 1. Observational evidence: *Journal of Geophysical Research*, 95, 19857-19884.
- Westaway, R., (1993). Neogene evolution of the Denizli region of Western Turkey, *Journal of Structural Geology*, 15, 37-53.

Yavuz, A.B., (2001). *Muğla Yöresi Mermer Ocaklarında Blok Mermer Üretimini Etkileyen Jeolojik Parametreler*, Doktora Tezi, D.E.Ü. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl., İZMİR.

Yüzer, E. ve Angı, S., (2006). *Türkiye Doğal Taş Sektörünün Son Beş Yılının Genel Değerlendirmesi* (2000-2005), Mühendislik Jeolojisi Bülteni, 22, 21-30.

Yüzer, E. ve Erdoğan, M. (2008). *Türkiye Mermer Sektörü Genel Değerlendirmesi*, Ticaret Odası