

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FİNİKE YÖRESİ (BATI TOROSLAR) LİMRA  
MERMERLERİNİN JEOLJİSİ VE EKONOMİK  
POTANSİYELİ**

**Arife EROL**

**Şubat, 2008  
İZMİR**

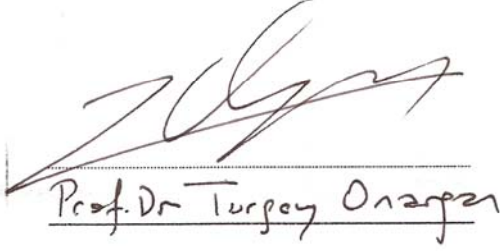
## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Arife EROL, tarafından Yard. Doç.Dr. Nejat KUN yönetiminde hazırlanan “FİNİKE YÖRESİ (BATI TOROSLAR) LİMRA MERMERLERİNİN JEOLJİSİ VE EKONOMİK POTANSİYELİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



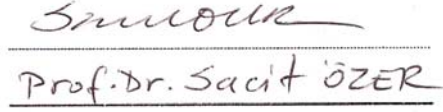
Yard.Doç.Dr. Nejat KUN

Danışman



Prof. Dr. Turgay Onarcan

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Sacit ÖZER

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam süresince bana değerli görüş ve katkılarıyla yol gösteren, çalışmamın değerlendirilmesinde engin bilgisi ile katkıda bulunan hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Nejat Kun'a, Prof. Dr. Sacit Özer'e ve Dr. Bilal Sarı'ya,

Arazi çalışmalarımnda sağlamış oldukları her türlü yardımlarından dolayı Portsan Mermer Sanayi Ticaret A.Ő. ve çalışanlarına,

Eğitimim için her türlü fedakârlığı gösteren, hayatım boyunca desteklerini ve sevgilerini hissettiğim değerli aileme,

Teşekkürü bir borç bilirim.

Arife EROL

# FİNİKE YÖRESİ (BATI TOROSLAR) LİMRA MERMERLERİNİN JEOLJİSİ VE EKONOMİK POTANSİYELİ

## ÖZ

Bu çalışmada, Finike Turunçova bölgesinde yer alan limra mermer düzeylerinin stratigrafik konumunun ortaya konulması, fasiyes değişimlerinin saptanması, açık işletme ve yeraltı işletmesine ait jeolojik ve üretim özelliklerinin incelenmesi, üretim açısından en verimli düzeylerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Radiolitlere ait incelenen örnekler sonucunda limra mermerlerin yaşı Santoniyen-Kampaniyen olarak kabul edilmiştir. Limra mermer düzeylerinde istiftaşı fasiyesi, çamurtaş fasiyesi, yüzertaş fasiyesi, vaketaşı fasiyesi, vaketaşı-istiftaşı fasiyesi olmak üzere 5 adet fasiyes tanımlaması yapılmıştır. Bu tanımlamalara dayanarak limra mermerlerinin 8, 9 ve 10 no'lu standart mikrofasiyes kuşaklarında (SMF8, SMF9, SMF10) yer aldığı saptanmıştır. Tanımlanan bu standart mikrofasiyes kuşakları limra mermerlerinin açık deniz karbonat düzlüğü ortamında oluşturduğunu göstermektedir. Elde edilen veriler doğrultusunda limra mermerleri alt orta ve üst bölüm olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır. 13,9 m yüksekliğe sahip olan vaketaşı fasiyesinin baskın olarak gözleendiği alt bölüm üretim açısından en verimli olan düzeyleri içermektedir. 37,2 m yüksekliğe sahip olan orta bölümde baskın olarak istiftaşı fasiyesi gözlenmiştir. Fosil içeriği ve silis konsantrasyonlarının arttığı ve intraformasyonel düzeylerin yoğun olduğu bu bölümde üretim verimi alt bölüme göre daha azdır. 23,6 m yüksekliğe sahip olan üst bölümde genel olarak yüzertaş fasiyesi hakimdir. Bu bölüm dekapaj alanı olarak tanımlanmıştır. Rudistli düzeylerin, karstik boşlukların ve intraformasyonel düzeylerin yoğun olması stratigrafik açıdan bölgenin yer altı işletmesine uygun olmadığını göstermektedir.

**Anahtar sözcükler:** Limra, mermer, fasiyes, açık işletme, yer altı işletmesi.



# **GEOLOGICAL CHARACTERISTIC AND ECONOMICAL POTENTIAL OF LYMRA MARBLES AT FINIKE REGION (WESTERN TAURIDES)**

## **ABSTRACT**

The aim of the study is to determine the stratigraphic position of lymra marble levels that present Finike-Turunçova region, to set the facies changes to establish the geological and productive characteristics that belong to open pit mine and underground marble quarry and also to assign the most effective levels for the production point of view. After the examination of the samples belong to radiolites, the age of lymra marble is accepted as Santonian-Campanian. At lymra marble levels five facies (packstone facies, mudstone facies, floatstone facies, wackestone facies, wackestone-packstone facies) are defined. In the light of these definitions, it is determined that lymra marble is present on the standard microfacies type as SMF8, SMF9, SMF10. The standart microfacies belt that is defined indicate that the lymra marbles are formed in the open platform. According these data facies definitions divides the lymra marble in three parts as bottom, middle and top. The bottom level having 13.9 meters height and at which wackestone facies is dominant includes the most effective levels for the production point of view. At middle level having 37,2 meters height, packstone . In this point where fossil content and silis concentration increase and intraformational levels become dense, the production efficiency is lower in comparison to bottom level. On top point having 23,6 meters height, the floatstone facies is dominant. On the top level at which surfaces including rudists are in high amount, consistutes as overburden strata surface. The high points including rudist, carstic spaces and intraformational levels indicates that the area is not suitable for underground operating for the stratigraphic point of view.

**Key words:** Lymra, marble, open pit mine, underground operating.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
TEZ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ .....	iv
ABSTRACT.....	v
<b>BÖLÜM BİR-GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Çalışma Alanı .....	1
1.2 Amaç .....	1
1.3 Yöntemler.....	4
1.4 Önceki Çalışmalar .....	4
1.5 Limra Mermerlerine Yönelik Çalışmalar .....	4
1.5 Bölgesel Jeoloji Çalışmaları.....	8
<b>BÖLÜM İKİ-STRATİGRAFİ .....</b>	<b>11</b>
2.1 Limra Mermer Kademelerinin Stratigrafisi.....	11
<b>BÖLÜM ÜÇ-FASİYES.....</b>	<b>29</b>
3.1 Limra Mermerlerinde Gözlenen Fasiyesler.....	29
3.1.1 Vaketaşı Fasiyesi .....	30
3.1.2 İstiftaşı Fasiyesi .....	30
3.1.3 Yüzertaş Fasiyesi.....	30
3.1.4 Çamurtaş Fasiyesi.....	30
3.1.5 Vaketaşı-İstiftaşı Fasiyesi.....	38
3.2 Limra Mermerlerinin Standart Fasiyes Kuşaklarındaki Yeri .....	39

3.3 Yaş .....	40
<b>BÖLÜM DÖRT–EKONOMİK JEOLJİ.....</b>	<b>41</b>
4.1 Üretim Öncesi Yapılması Gereken İşlemler .....	41
4.1 Limra Mermerlerinin İşletme Yöntemleri .....	42
4.2.1 Açık İşletme.....	42
4.2.1.1 Blok Üretimi .....	42
4.2.2 Yer Altı İşletmesi.....	44
4.2.2.1 Yer Altı Mermer Ocağı Açma İşlemleri .....	46
4.2.2.2 Limra Mermerleri Yer Altı İşletmesi .....	47
4.3 Limra Mermer Çeşitleri.....	54
4.3 Limra Mermerlerinin TS’ye Uygunluğu .....	56
<b>BÖLÜM BEŞ–SONUÇLAR.....</b>	<b>61</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>65</b>

## **BÖLÜM BİR**

### **GİRİŞ**

#### **1.1 Çalışma Alanı**

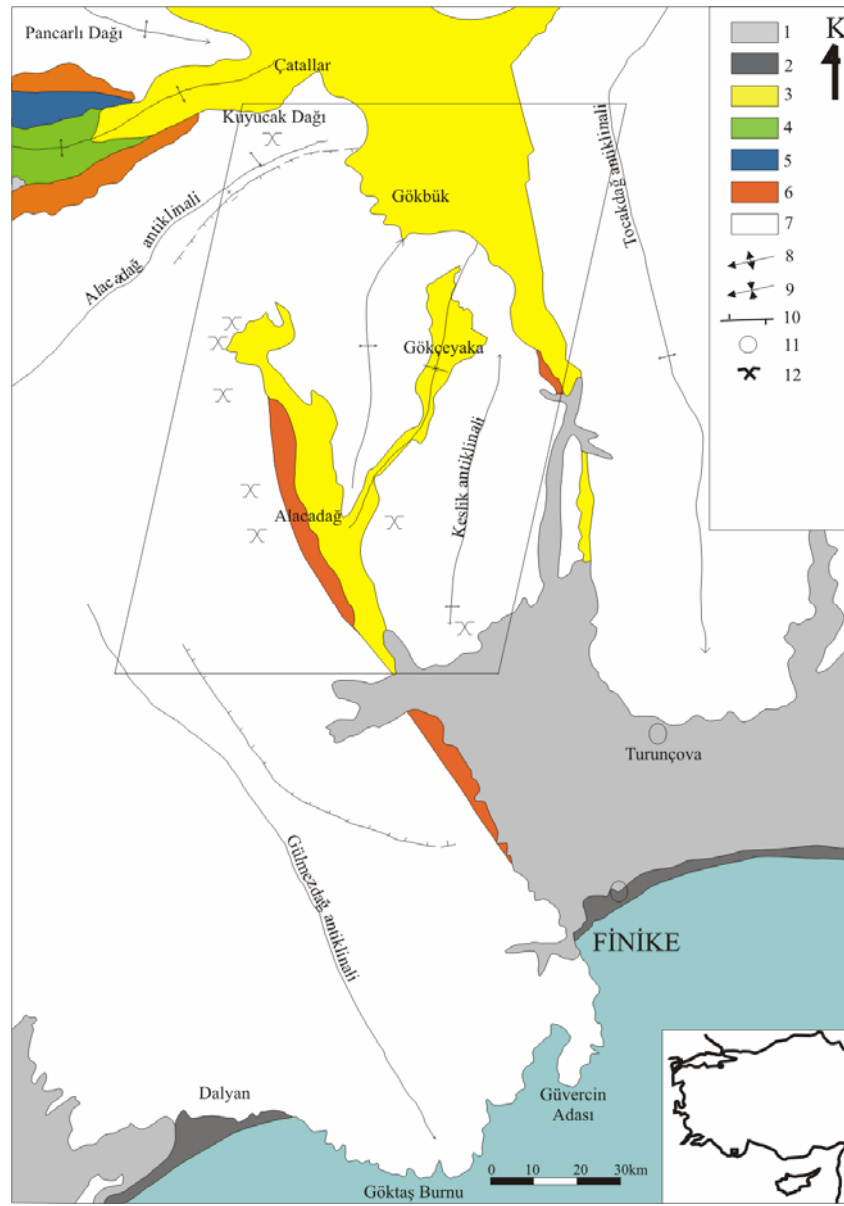
Çalışma alanı Antalya ili Finike-Turunçova bölgesinde Alacadağ köyü kuzeydoğusunda 1/25.000 ölçekli Antalya P24-a1 paftasında yer almaktadır. Çalışma alanında Killik deresi, Aktaş deresi ve Kızılca deresi, batısında +1203 m kotlu tepe doğusunda +537 m kotlu tepe ve Alicen Yurdu deresi, güneybatısında +1306 m kotlu tepe yer almaktadır. Sarp bir morfolojiye sahip olan bölge tamamen çam ağaçları ile kaplıdır. Çalışma alanı X1:36750, Y1:35000, X2:37400, Y2:35000, X3:37400, Y3:33000, X4:36750, Y4:33000 koordinatları ile sınırlandırılmıştır.

Finike merkezinden 20 km kuzeyde olan çalışma alanına en yakın yerleşim merkezleri olarak kuzeyde Adala mahallesi, güneyde Alacadağ köyü yer almaktadır. Bölgede yer alan limra mermer düzeyleri, Portsan, Tekmar, Antalya Mermer, Onur Mermer, Bartu Mermer, Finike Mermer, Ece Mermer, Bahçeci Mermer ve Erkilic Mermer firmaları tarafından işletilmektedir (Şekil 1.1 ve 1.2).

#### **1.2 Amaç**

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Ekonomik Jeoloji Anabilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma sahasında yer alan limra mermerlerinin açık işletme ve yer altı işletmesine ait özelliklerin ve üretim şekillerinin incelenmesi, kireçtaşı kökenli olan bu mermerlerin stratigrafik konumunun ortaya konulması, arazi ve laboratuvar çalışmalarına dayanarak fasiyes tanımlamalarının yapılması, bu çalışmanın amacını oluşturur.



Şekil 1.1 Çalışma alanında yer alan limra mermer ocaklarının jeolojik konumları (Şenel 1997 ve Özgüner 2003'ten yararlanılarak). 1) Kuvaterner yaşlı alüvyonlar. 2) Kuvaterner yaşlı Plaj çökelleri. 3) Üst Burdigaliyen-Langiyen yaşlı Kasaba Formasyonu, kumtaşı, konglomera, kiltası. 4) Burdigaliyen yaşlı Çayboğazı üyesi, kiltası. 5) Burdigaliyen yaşlı Gömülce üyesi, alglı kireçtaşı. 6) Üst Litosiyen-Priaboniyen yaşlı Susuzdağ formasyonu, neritik kireçtaşı. 7) Üst Kretase yaşlı Beydağları formasyonu neritik kireçtaşı. 8) Antiklinal. 9) Senklinal. 10) Fay. 11) Yerleşim merkezi, 12) Limra mermer ocakları.



Şekil 1.2 Çalışma alanının uydu görüntüleri. a) Bölgede yer alan limra mermer ocakları. b) Porsan limra mermer ocağının açık işletme ve yer altı işletmesi.

### 1.3 Yöntemler

Bu çalışmada arazi incelemeleri kapsamında yapılan gözlemler sonucu gerekli görülen düzeylerden kireçtaşı tanımlamalarına yönelik örnekler alınmış ve bu örneklerde gözlenen rudist fosilleri derlenmiştir.

Laboratuvar çalışmalarında araziden alınan örneklerin ince kesitleri hazırlanmıştır. İnce kesitlerin incelemeleri sonucunda kireçtaşları Embry ve Klovan'a (1971) ve Dunham (1962)'ye göre sınıflandırılmıştır. Ayrıca Wilson (1975) ve (Flügel 1972, 2004)'e göre standart mikrofasiyes kuşakları (SMF) ve oluşum ortamı tanımlanmıştır. Yaş tayini için araziden alınan rudist örneklerinin tanımlamaları yapılmıştır.

### 1.4 Önceki Çalışmalar

#### 1.4.1 *Limra Mermerlerine Yönelik Çalışmalar*

Önenç (1998), mikritik kireçtaşlarının mermer olabilme özelliklerini tane, çimento, renk, desen ve diyajenez parametreleri ile değerlendirmiştir. İnce yapılı tanelerin, pekişmiş, sert derecelenmiş veya derecelenmemiş mikritik kireçtaşlarının iyi cila alabilme özelliğine sahip olduğunu vurgulamıştır. Çimentosu kil ara katkılı olan mikritik kireçtaşlarının yumuşak olduğunu ve kolay aşındığını, çimento ve oluşum ortamlarının renk ve desende etkili olduğunu belirtmiştir.

Güleç (2002), Antalya P24 a1 paftasında 60km<sup>2</sup>'lik alanda yaptığı çalışmada sahanın temelini Beydağları grubu Geç Kretase yaşlı Finike kalker formasyonunun oluşturduğunu ve birimin kalın katmanlı, masif görünümlü, bej, açık grimsi, beyazımsı renkte olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı limra mermerleri üzerinde yaptığı fiziko mekanik deney sonuçlarını T.S 1910ve T.S 2513'e göre yorumlamıştır. Finike kalker formasyonunun fiziko mekanik ve teknolojik özellikleri itibariyle mermer olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Özgüner (2002 a), Alacadağ limra sahalarında yaptığı çalışmalarda limra mermerlerini homojen beyaz renkli, masif, kalın tabakalı ve ince kristalli olarak tanımlamıştır. Alacadağ antiklinalinin etrafında yer yer faylanmış bir sırt olarak devam eden ve Üst Kretase istifinde yer alan limra mermerlerinin Jurasik yaşlı kireçtaşları ile birlikte Batı Toroslar karbonat platformunu oluşturduğunu belirtmiştir. Araştırmacı alterasyon derecesi ile ilgili olarak eklemlerin yoğun olarak kesiştiği ve ezik zonlarda, çatlaklar boyunca inen meteorik suların, kireçtaşı içinde yer altı mağaraları, sarkıt ve dikitler oluşturduğunu, bu eklemlerin çeperlerine aragonit kristalleri ve silisli solüsyonlar vasıtasıyla da silis lekelerinin yerleştiğini, ve silis lekelerinin bir kısmının ikincil olabileceğini vurgulamıştır. Limra mermerleri üzerinde yapılan deney sonuçlarına göre limra mermerlerini ağırlıkça su emme ve birim hacim ağırlığı deney sonuçlarına göre orta yoğunlukta bir yapı taşı olarak, kuru numunelerden elde edilen basınç dayanımı, eğilmede çekme modülü ve eğilme dayanımı değerlerine göre ise yüksek yoğunluklu bir yapı taşı olarak tanımlamıştır. Ancak limra mermerlerinin suya doymun hale gelmesi durumunda mekanik dayanımlarda önemli azalmalar olduğunu belirtilmiştir. Doymun numunelerde ölçülen dayanım değerlerine göre limra mermerleri orta yoğunlukta bir yapı taşı olarak tanımlanmıştır. Donma çözünme deneyindeki gözlemler ve ölçülen ağırlık kayıpları açısından limra mermerlerinin, TS' de belirtilen yapı taşlarının donmaya dayanımı için verilen değerleri arasında olduğunu, aşınma deney sonuçlarına göre ise genellikle yaya ve lastik tekerli araç trafiğine maruz doğal yapı taşları için TS' de verilen şartların sağlandığını belirtmiştir.

Özgüner (2002 b), Demre limra mermer sahasında yaptığı çalışmada beyaz limra mermer seviyesini silis lekeli, çok eklemlerli alt bölüm ve lekesiz homojen silisli kristalen yapıları daha az eklemlerli üst bölüm olarak iki bölümde sınıflamıştır. Homojen silisin mermeri kesen bıçaklara zarar vermeyeceğini ve mermeri pekiştirdiği için daha iyi blok alınacağını belirtmiştir. 12,5 milyon m<sup>3</sup> potansiyel rezerve sahip olan limra mermerlerinin üst seviyesinin graben içinde yer aldığını, limra mermerlerinde silis içeriğinin üst seviyelere doğru arttığı ve genelde silissiz limra kireçtaşından silis lekeli kireçtaşına ve daha üst seviyelerde homojen silisli limra mermerlerine geçiş yaptığını vurgulamıştır. Limra mermer seviyesinin hemen üstünde bol rudistli bej



renkli kireçtaşı seviyesi bulunduğunu belirtmiştir. Bu kılavuz seviyenin, Demre Belören ve Alacadağ köy limra mermerlerinin üzerinde yer almasının, iki farklı ve uzak lokasyonda görülen mermer mostralarının stratigrafik olarak aynı seviyede olduğunu ve Alacadağ antiklinali içinde halka şeklinde mostra verdiğini saptamıştır.

Özgüner (2003), Hoyran ve Akseki yöresinde limra mermeri özelliklerine sahip mermer rezervlerinin bulunabilmesi üzerine yaptığı çalışmada limra mermerlerini Güney Teke Yarımadasında Geç Kretase yaşlı karbonat istifinde bir ara seviye olarak tanımlamış ve altında bulunan Jurasik yaşlı kireçtaşlarıyla beraber konkordan olarak Batı Toroslar otokton platform karbonatlarını oluşturduğunu belirtmiştir. Homojen ve beyazımsı renkteki Limra mermerlerini Finike Alacadağ antiklinali yapısında Üst Kretase platform karbonatları içinde bol algli saf kalker kırıntılı bir seviye olarak tanımlayan araştırmacı limra mermerlerinin Hoyran Akseki yöresi ile aynı süreç ve koşullar altında çökeldiğini ve rudistli klavuz seviyenin bulunduğu saptamıştır. Buna bağlı olarak bu bölgede limra mermerlerine ait seviyelerin gözlenebileceğini belirtmiştir.

Özgüner (2004), Demre Alacadağ bölgesi limra düzeylerinin üstünde yer alan açık bej renkli mermerler üzerinde yaptığı çalışmalarda bej mermerleri Batı Toroslar platformu içinde kalın bir seviye olarak tanımlamıştır. Geç Kretase yaşlı bej kireçtaşı seviyesinin KB'da Belören yöresinde bol fosilli resifal kireçtaşı seviyesinden güneye doğru açılması istenen ocaklar yöresinde az killi bej mermerlere yanal fasiyes değişimi yaptığını belirtmiştir. Deniz platformunda çökelen bu mermerlerin saf kireçtaşı içeriğinin yanı sıra kil ve silisli kalsit içermesi sonucu bej renkte gözlendiğini ve limra mermerlerine göre daha derin bir denizel çökel ortamında tortullaşması sonucu ince taneli doku özelliğine sahip olduğunu vurgulamıştır.

Kekeç, Ünal ve Şensöğüt (2004), Farklı türde mermerler üzerinde yaptıkları çalışmalarda yoğunluk ve gözenekliliğin kayaç şekli ve hacim faktörü üzerinde önemli bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Kayaç dokusunun kayaçların kırılma ve öğütülme oranındaki etkilerini ve kayaçların mekanik özellikleri ile kayaçların fiziksel özellikleri arasındaki ilişkinin, kayaçların doku özellikleri ile fiziksel

özellikleri arasındaki ilişkiden daha yoğun olduğunu saptamışlardır. Doku, kırılma öğütülme parametrelerinin kayalara etkisini belirlemek için ortak özellikleri olmakla birlikte yapısal ve mekanik özellikleri açısından farklılıklar içeren yaygın kullanıma sahip mermer, granit, traverten ,andezit ve limra mermer numuneleri kullanılmıştır. Araştırmalarda limra mermerlerinin Shore-schleroscope sertlik derecesini 58,10, nokta yükleme dayanım indexini 4,389MPa, yoğunluğunu 2,69gr/cm<sup>3</sup>, porozitesini % 11,8, ortalama tane boyu indexini 0,4 olarak bulmuşlardır. Yaptıkları mikroskobik incelemelerde, limra mermerlerinin sparitik yer yer mikritik tanelerden oluştuğunu belirtmişlerdir.

Özkahraman (2004), Doğal taşların kesimine ve işlenebilirliğine etki eden fizikomekanik ve petrografik parametreler üzerinde yaptığı çalışmada gözenek ve mikro çatlakların doğal taşın dokusal değişimine sebep olduğunu ve buna bağlı olarak taşın elastik özelliği ve kesim sırasındaki gerilme alanının değiştiğini belirtmiştir. Kesim sırasında oluşan çatlakların taşın gözenek ve mikro çatlaklarıyla birleşerek taşın daha kolay kırılmasını sağladığını vurgulamıştır. Çalışmalarında Limra, Burdur Kireçtaşı, Balıkesir Andeziti, Trakit Andeziti, Isparta yöresinden Tüf örneklerini kullanan araştırmacı limra mermerleri için gözenekliliği %11,48, Burdur kireçtaşı için gözenekliliği %1,82 olarak bulmuştur. Limra mermerlerinin gözenekliliğinin Burdur kireçtaşı gözenekliliğinden daha fazla olduğunu ve gözeneklilik oranı arttıkça mukavemetin düştüğünü belirtmiştir. Yapılan deneyler sonucu limra mermerlerinin ısı geçirgenlik katsayısı 0,8W/Mk olarak bulunmuştur. Mermer numuneleri X-Ray flöresans yöntemiyle kimyasal analize tabi tutulmuş, limra mermerlerinin kimyasal açıdan son derece saf olduğu belirtilmiştir. Limra mermerleri için; CaO: 54,236, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0,272, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0,21, tali oksitler olan SiO<sub>2</sub>, MgO, Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O'nun ihmal edilecek düzeyde olduğunu belirtmiştir ve limra mermerlerinin dış cephe kaplamalarında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Özkahraman (2004), Limra mermerleri üzerinde yapılan ısı yalıtım deneylerinde bu mermerin diğer bilinen mermerlerden üç kat daha ısı yalıtımı sağladığı saptanmıştır ve ısı geçirgenlik katsayısı  $\lambda$  , Burdur bej ve Salome'ye göre üç kat daha düşük olarak tanımlanmıştır.

Erol ve Özer (2005), Limra mermerleri üzerinde yaptığı çalışmalarda bu düzeylerden derledikleri rudist fosillerini Vaccinites cf., Vredenburgi, Vaccinites sp., Durania sp., Sauvagesia sp. şeklinde tanımlamayı limra mermerlerinin yaşını Santoniyen-Kampaniyen olarak tespit etmişlerdir. Beydağları otoktonunda daha önce yapılan çalışmaları göz önünde bulundurarak bu bölgede potansiyel limra mermer rezerv alanlarının olabileceğini belirtmişlerdir.

#### **1.4.2 Bölgesel Jeoloji Çalışmaları**

Colin (1962), Fethiye, Antalya, Kaş, Finike bölgesinde gerçekleştirdiği jeolojik etüdler kapsamında Bey Dağları serisini; tercihan tabakalanmış, açık gri kalkerler olarak tanımlamıştır ve yaptığı fauna sınıflamalarına dayanarak Geç Kretase yaşını vermiştir. 1000 metreden yüksek bir kalınlık arzeden Bey Dağları serisinin en yüksek bölümlerinde açık gri sarı, sık kalkerler içinde Maestrichtien'e mensup olarak tanımladığı Globotruncana seviyesinin, Beydağ serisinin üst sınırını meydana getirdiğini belirtmiştir.

Poisson (1977), Antalya'nın batı kesiminde yer alan Bey Dağları otokton antiklinalinin, batıda Likya napları doğuda Antalya napları arasında yer aldığını belirtmiştir. Miyosen tabanlı Karabayır formasyonunun; algli kireçtaşı ile karakterize edilen sığ su ortamında tortullaştığını ve Bey dağlarının batı kıyısındaki kireçtaşı serilerinin tipik bir seviyesini oluşturduğunu ayrıca fasiyes bakımından Torosların farklı bölgelerindeki bazı kireçtaşlarıyla benzerlik gösterdiğini vurgulamıştır.

Şenel, Serdaroğlu, Kengil, Ünverdi ve Gözler (1981), Bey Dağlarının doğu yamacında, yaklaşık KD-GB doğrultusunda uzanım gösteren fayın Teke Yarımadasının güneydoğusunda 40 km civarında devamlılık sunduğunu, düşey atım gösteren bu fayın KB kesiminin oldukça yükselmiş olduğunu ve Bey Dağlarının bugünkü yükseltisini meydana getirdiğini belirtir.

Gültekin (1986), Bey Dağları kireçtaşı Formasyonun Alt Jurasik-Üst Kretase yaş aralığını kapsayan karbonat istifinden meydana geldiğini belirtmek, bölgenin

karbonat çökeltme modelini ortaya koymak ve hazne kaya olabilecek fasiyelerin diyajenez evrimini saptamak için yaptığı çalışmada Beydağı otokton birliğine ait çökelleri; Kretase ve Paleosen yaşlı karbonatlar ile Eosen Miyosen yaşlı kireçtaşları ve kırıntılılar olarak ayırtlamıştır. Beydağı otokton birliğinin, Üst Kretase'den itibaren güneydoğudan yaklaşan Antalya napları ve Orta Miyosen başında kuzeybatıdan yaklaşan Elmalı napları nedeniyle iki yönde sıkışmaya başladığını ve bu nedenle güneybatı-kuzeydoğu gidişli bir antiklinoryum biçimini aldığını belirtmiştir.

Üşenmez (1987), Bey Dağları otoktonunda yaptığı çalışmada; doğuda Antalya Birliği ve kuzeybatıda Elmalı Birliği ile kuşatılan Bey Dağları Otokton kütesinin çeşitli yaş ve özellikteki kireçtaşlarından oluştuğunu, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda ve Kaş'tan Isparta'ya kadar uzanan bir hat üzerinde yer alan Bey Dağı Otokton kütesinin, büyük bir antiklinoryum yaptığını belirtmiştir. Araştırmacı yapmış olduğu petrografik incelemeler sonucunda kireçtaşlarını vaketaşı mikrofasiyesi, istiftaşı mikrofasiyesi, tane destekli istiftaşı ve/veya tanetaşı mikrofasiyesi ve bağlamtaşı mikrofasiyesi şeklinde tanımlamıştır.

Şenel (1997), Batı Toroslar'da Antalya Körfezi'nin güneybatısında yaptığı çalışmalarda Antalya naplarını oluşturan yapısal birimlerin Üst Senoniyen'de tektonik olarak bir araya geldiklerini ve Daniyen'de Beydağları otoktonu üzerine yerleştiklerini, Batı Toroslar'daki Eosen yatay hareketleri ile de etkilenen Antalya naplarının, Langiyen'de doğudan batıya doğru Beydağları otoktonu üzerine tekrar itildiklerini belirtmiştir. Orta Miyosen sonrası bölgede büyük çapta kırılmaların gerçekleştiğini ve bu kırılmalara bağlı olarak Antalya körfezi batısında, değişik boyutta çökeltiler ve yükseltelerin meydana geldiğini vurgulamıştır.

Şenel (2004), Türkiye'nin güneybatısında (Batı Toroslar) Likya napları, Bey Dağları otoktonu ve Antalya napları olarak tanımlanan tektonik birlikleri tanımlamıştır. Likya naplarını platform, yamaç, havza ve okyanusal kabuk kökenli kaya birimlerinden, bölgenin güneybatısı ve batısında yer alan Antalya naplarının platform, yamaç, havza ve okyanusal kabuk kökenli kaya birimlerinden oluştuğunu

vurgulamıştır. Antalya napları ile Likya napları altından, yaklaşık güneybatı-kuzeydoğu yönde uzanan bir dom şeklinde yükselmiş olan ve plâtfom tipi çökeller kapsayan Beydağları otoktonun yer aldığını belirtmiştir.

Sarı (2006), Bey Dağları otoktonun Üst Kretase istiflerinin foraminifer-rudist biyostratigrafisi, Sr-C isotop stratigrafisi ve mikrofasiyes analizlerine yönelik yaptığı çalışmalarda çoğunlukla platform içi ortamında çökelen otoktonun neritik kireçtaşlarında Caprinid litosomu, hippuritid litosomu, hippuritid-radiolitid litosomu ve Joufia-Gorjanovicia litosomu olmak üzere dört ana rudist topluluğu tanımlamıştır. Bentonik foraminifer topluluklarında *Ovelveolina maccagnoii*'li seviye *Orbitolina (Conicorbitolina) conica*'lı seviye, *Coxites cf. zubairensis*'li seviye, Topluluk A'lı seviye ve *Pseudocyclammia sphaeroidea*'li seviye olmak üzere beş biyozon ayırtlamıştır. Planktonik foraminiferlere yönelik olarak *Dicarinella concavata* Az ve *Dicarinella asymetrica* TMZ *Radotruncano calcarata* TMZ, *Globotruncana falsostuarti* BMZ *Gansserina gansseri* AZ ve *Abathomphalus mayaroensis* AZ olmak üzere altı biyozon tanımlaması yapmıştır.

## **BÖLÜM İKİ**

### **STRATİGRAFİ**

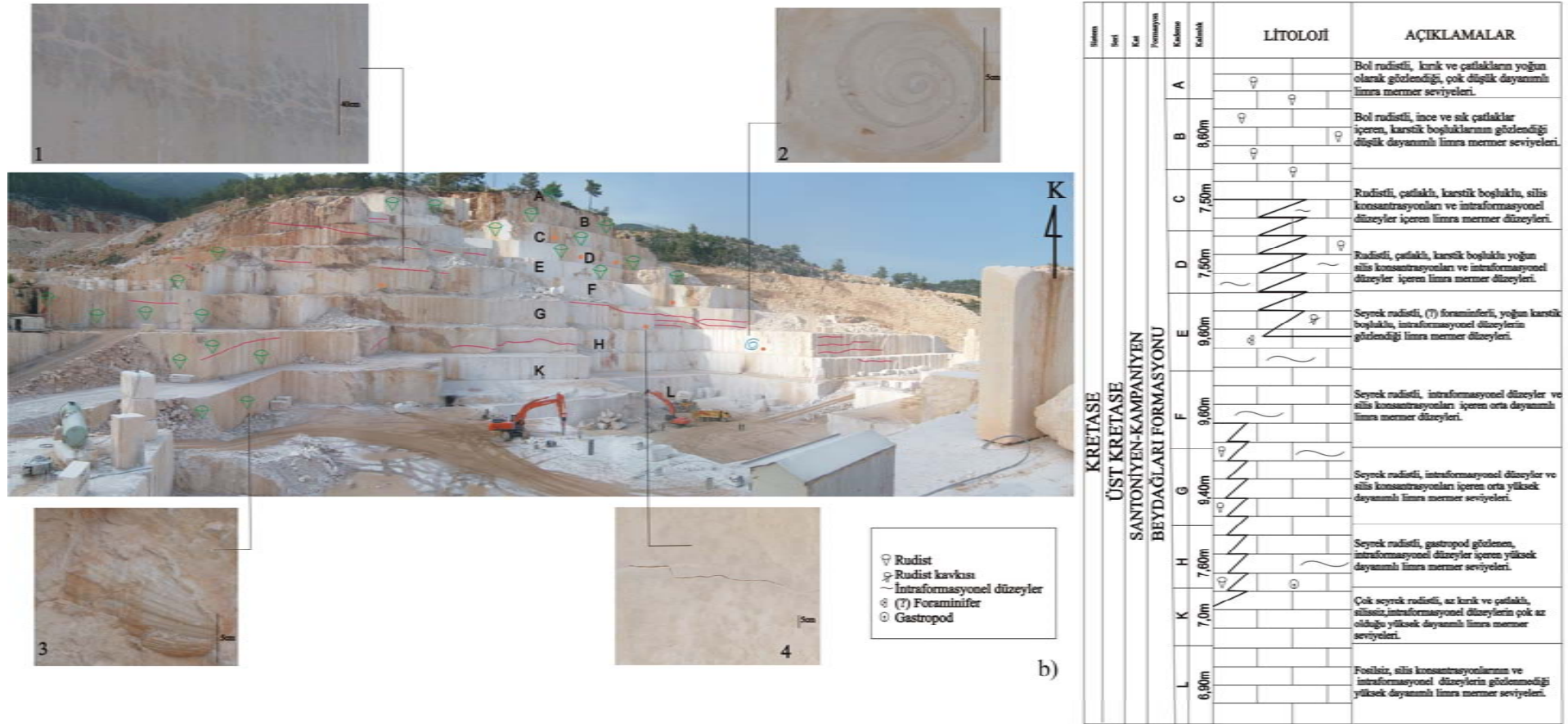
Beydağları otoktonu Geç Kretase yaşlı Bey Dağları Formasyonu, Eosen yaşlı Susuzdağ Formasyonu, Miyosen yaşlı Sinekçi Formasyonu ve Kasaba Formasyonu olmak üzere dört formasyon şeklinde tanımlanmıştır. Bey Dağları Formasyonu ve Susuzdağ Formasyonu neritik kireçtaşlarını, Sinekçi formasyonu algli kireçtaşı ve kilttaşlarını, Kasaba Formasyonu çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve kilttaşlarını içermektedir (Şenel, 1997). Limra mermerleri Bey Dağları otoktonunda yer alan, Geç Kretase yaşlı Bey Dağları Formasyonu içerisinde bulunmaktadır.

Liyas-Geç Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan Bey Dağları Formasyonu, Günay, Bölükbaşı ve Yoldemir (1982) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon orta kalın tabakalı, aşınma yüzeyi gri, açık gri, kırılma yüzeyi bej, krem açık gri, açık kahve renkli, yer yer rudist yama resifleri içeren kireçtaşlarından oluşmuştur. Bazı kesimlerde dolomit ve dolomitik kireçtaşı düzeyleri içeren bu karbonatlar sert ve sık çatlaklı olup çatlaklar kalsit dolguludur. Yersel erime boşluklarının bulunduğu Beydağları Formasyonunda karstlaşma yaygın olarak görülür Şenel (1997).

Limra mermerlerini içeren düzeylerin stratigrafisi çalışma alanındaki açık işletme ve yer altı işletmesinden elde edilen verilere dayandırılmıştır. Çalışma alanında yer alan limra mermerlerinin üretildiği düzeylerdeki kireçtaşlarının ayrışma yüzey rengi gri, taze yüzey rengi beyaz-bej olup masif, orta-kalın tabakalı ve ince kristallidir. Bol çatlaklı ve karstik boşluklar içeren limra mermerlerinde bazı düzeylerde silis konsantrasyonları, makro ve mikro fosiller ile kalınlığı 40-100 cm arasında değişim gösteren intraformasyonel düzeyler gözlenmiştir.

#### **2.1 Limra Mermer Kademelerin Stratigrafisi**

Açık işletmede yer alan kademeler alttan üste doğru L , K, H, G, F, E, D, C, B, A şeklinde tanımlanmıştır (Şekil 2.1). Bu kademelerin genel özellikleri aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 2.1 a) Limra mermerleri açık işletmesi. 1) İntraformasyonel düzeyler. 2) Gastropod . 3) Rudist. 4) Silis konsantrasyonları. b) Limra mermerlerinin stratigrafik kolon kesiti.

6,9 m yüksekliğindeki L kademesi; intraformasyonel düzeylerin, fosillerin, ve silis konsantrasyonlarının bulunmadığı kırık ve çatlakların çok az olduğu homojen beyaz renkli, yüksek dayanımlı kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Bu kademede yer alan kireçtaşları sahanın doğu ve batı kesimlerinde aynı litolojik özellikleri göstermekte olup homojen bir iç yapı sunmaktadır (Şekil 2.2).



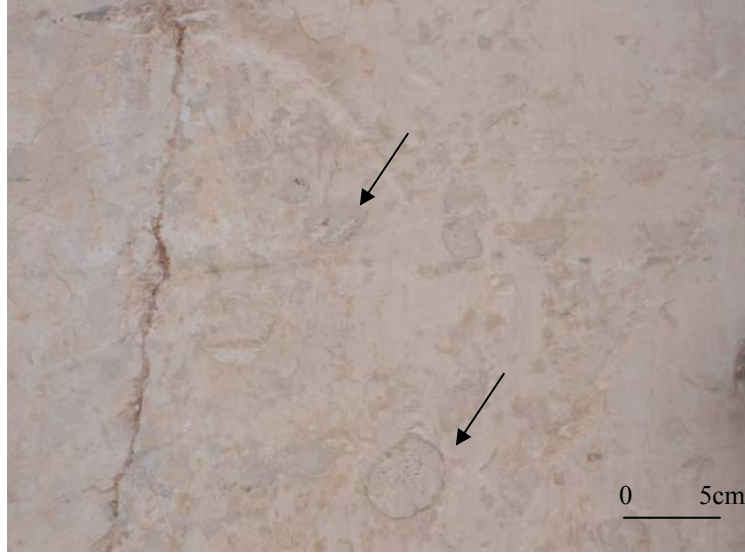
Şekil 2.2 L kademesinde gözlenen homojen yapı.

7 m yüksekliğe sahip K kademesi; güney bölümlerinde dar bir alanda rudist kesitleri içeren, homojen beyaz renkli yüksek dayanımlı kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.3 ve 2.4). Bu kademe işletmenin doğu bölümlerinde L kademesine bezer şekilde fosilsiz, silis konsantrasyonları içermeyen, seyrek intraformasyonel düzeylerin yer aldığı, az çatlak ve kırıklı kireçtaşları şeklinde gözlenmektedir.



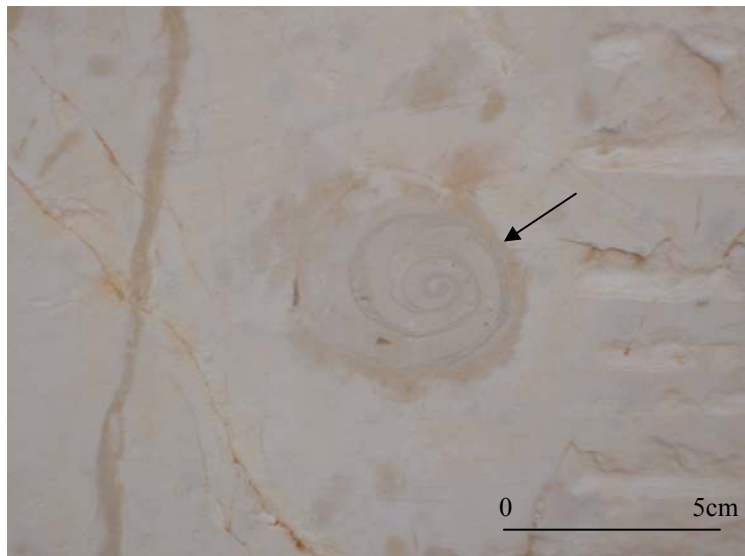
Şekil 2.3 K kademesinde gözlenen intraformasyonel düzey.





Şekil 2.4 K kademesinde gözlenen rudist kesitleri.

7,6 m yüksekliğe sahip H kademesi; güney kesimlerinde dar bir alanda rudist kesitlerinin gözleendiği, gastropod fosilli, intraformasyonel düzeyler, silis konsantrasyonları ve karstik yapılar içeren, orta-yüksek dayanımlı kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Ancak gastropod fosilinin gözleendiği alan limra mermer düzeylerinin dayanımının azaldığı bölgelerdir (Şekil 2.5 ve 2.6). Kademenin doğu kesimlerinde yer alan kireçtaşları fosilsiz olup yer yer intraformasyonel düzeyler içermektedir.



Şekil 2.5 H kademesinde gözlenen gastropod fosili.

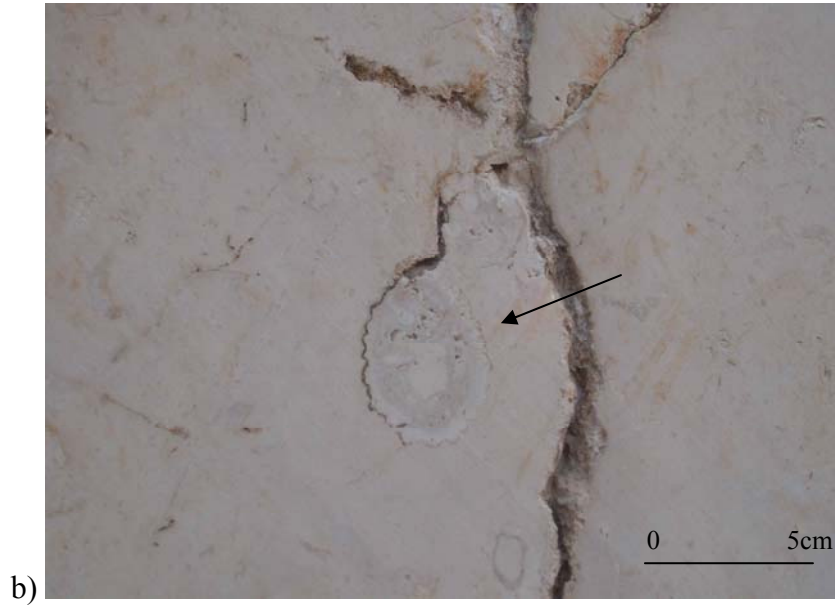
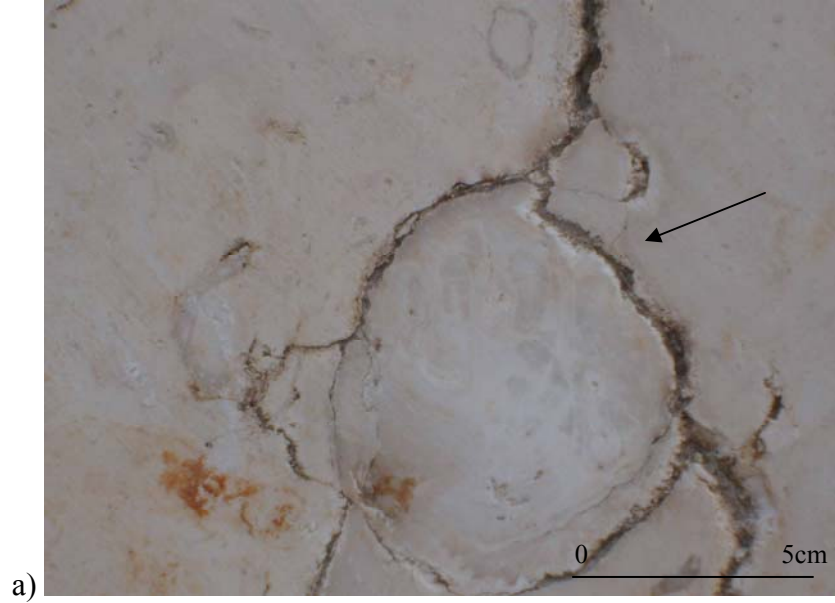


Şekil 2.6 H ve K kademesinde gözlenen intraformasyonel düzeyler.

9,4 m yüksekliğe sahip olan G kademesi; güney bölümlerinde rudist kesitlerinin gözleendiği, intraformasyonel düzeyler ile karstik boşluklar içeren, bazı bölümlerde silis konsantrasyonlarının yer aldığı orta-yüksek dayanımlı kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.7 ve 2.8). Kireçtaşlarında silisli düzeylerin yoğun olduğu kesimler kademenin diğer bölümlerine göre daha yüksek dayanıma sahiptir. G kademesinin doğu kesimlerinde dar bir alanda dayanımı çok düşük olan limra mermer düzeyleri gözlenmiştir.

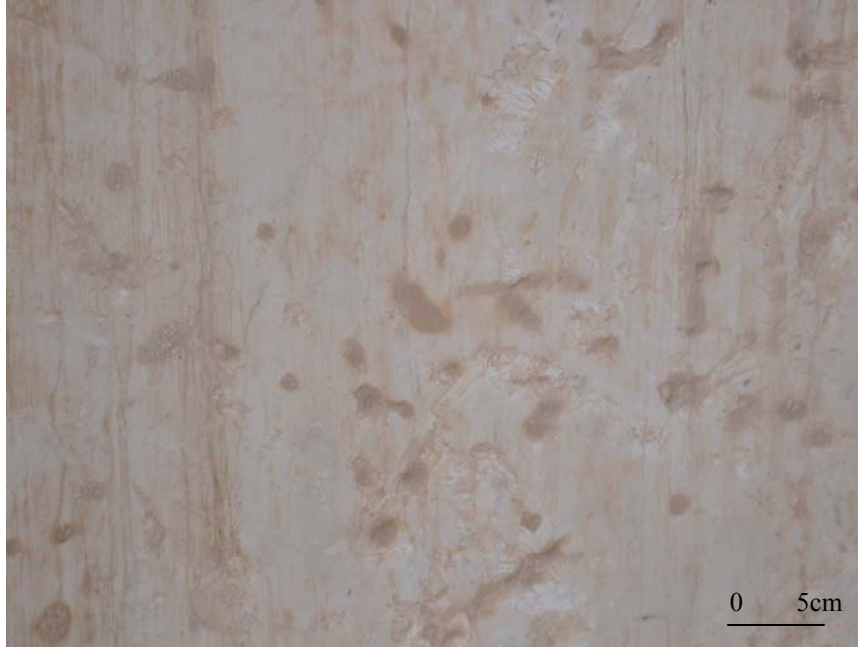


Şekil 2.7 G kademesinde gözlenen intraformasyonel düzeyler.

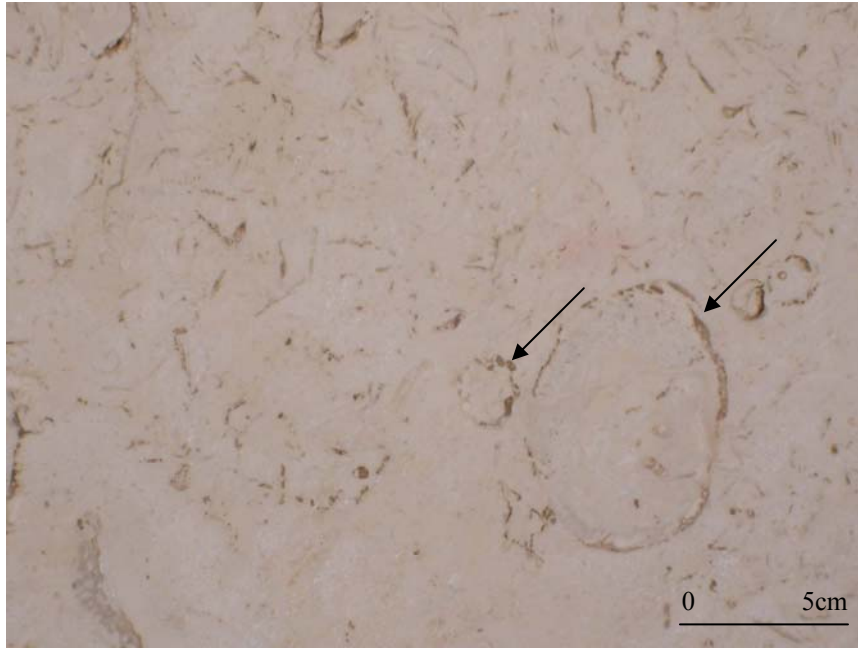


Şekil 2.8 G kademesi; a), b) Rudistli düzeyler.

9,6 m yüksekliğine sahip olan F kademesi; güney bölümlerinde dar bir alanda rudist kesitleri içeren, silis konsantrasyonları ve intraformasyonel düzeylerin gözlendiği kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.9 ve 2.10). Kademenin kuzey kısımlarında kireçtaşlarının dayanımı düşmektedir. Bu kademin doğu kesimlerinde çatlaklar ve rudistli düzeyler kireçtaşlarında daha yoğun olarak gözlenmiştir.



Şekil 2.9 F kademesinde gözlenen dayanımı düşük olan limra mermer düzeyleri.



Şekil2.10 F kademesinde gözlenen rudist kesitleri ve kavkuları.

8,5 m yüksekliğe sahip olan E kademesi intraformasyonel düzeylerin ve rudist kavkılarının gözleendiği, yoğun karstik boşluklar ve silis konsantrasyonları içeren düşük dayanımlı kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.11 ve 2.12).



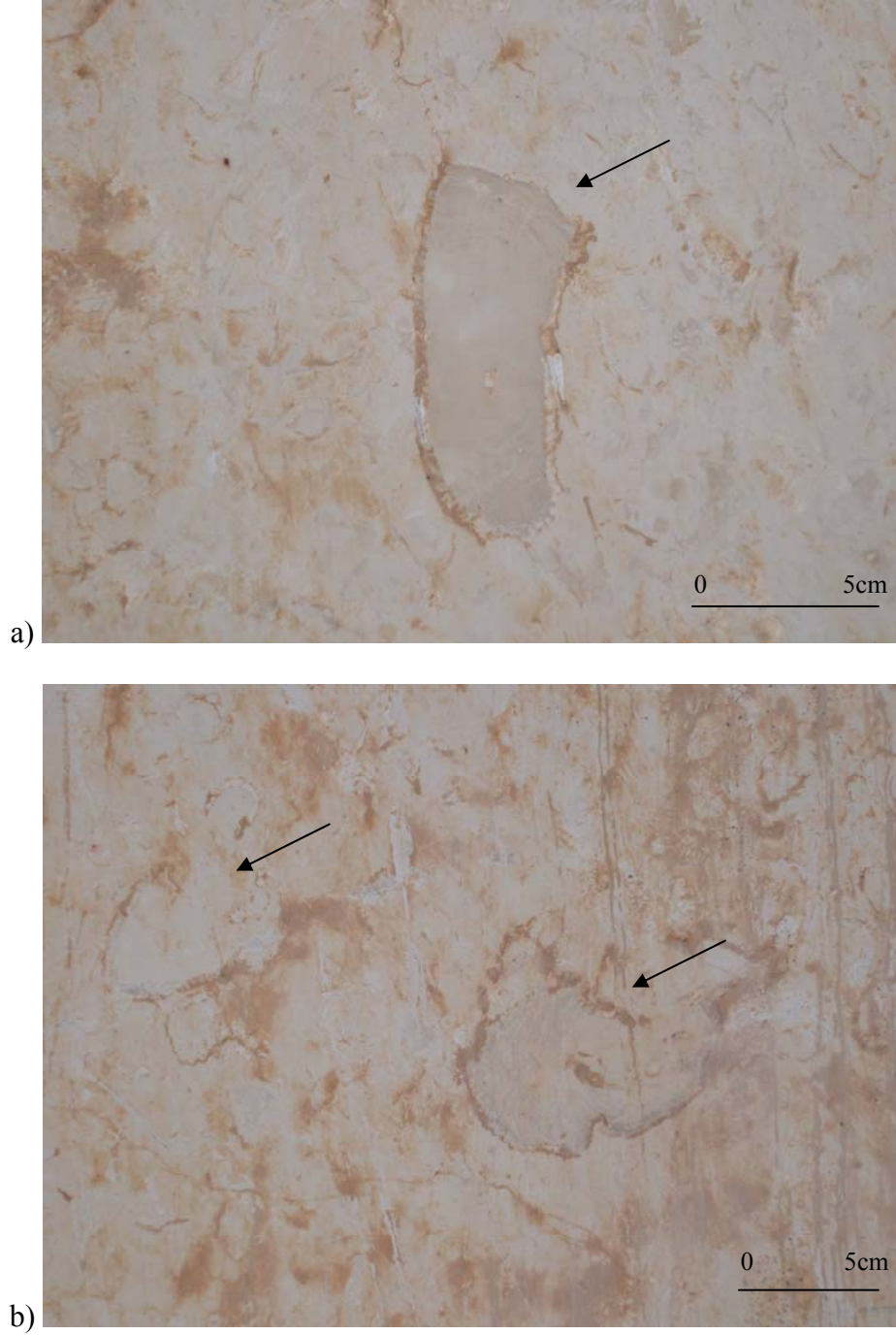


Şekil 2.11 E kademesinde gözlenen intraformasyonel düzeyler.



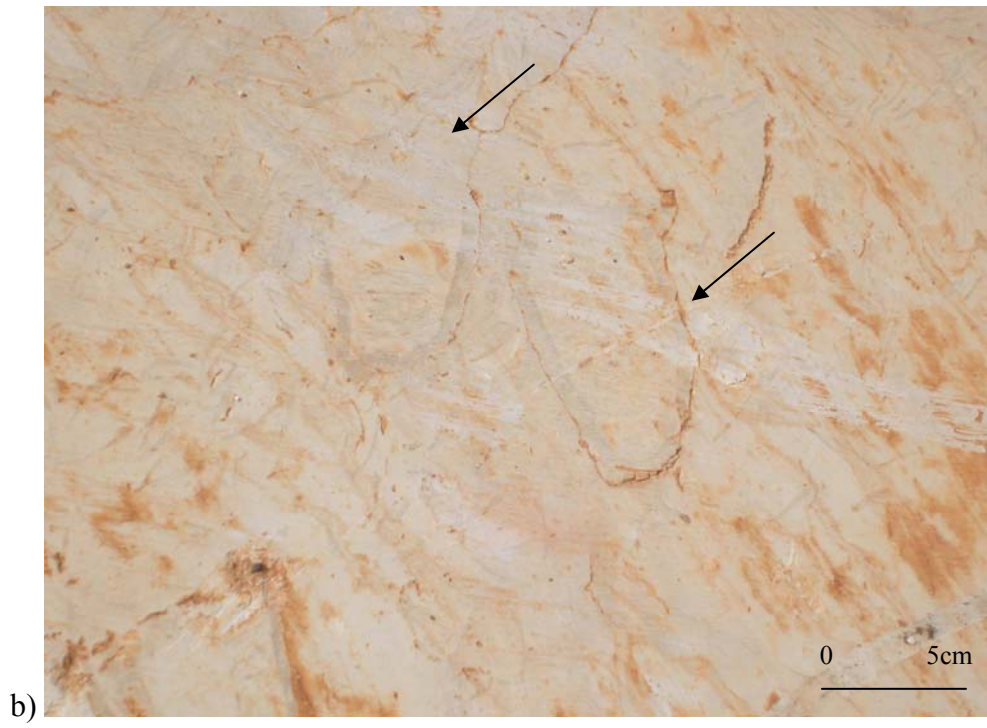
Şekil 2.12 E kademesinde gözlenen karstik oluşumlar.

7,5 m yüksekliğe sahip D kademesi; yoğun silis konsantrasyonları içeren, yaklaşık 1m kalınlığa sahip intraformasyonel düzeylerin bulunduğu, rudist kavkılarının gözlendiği, çatlaklı kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.13).

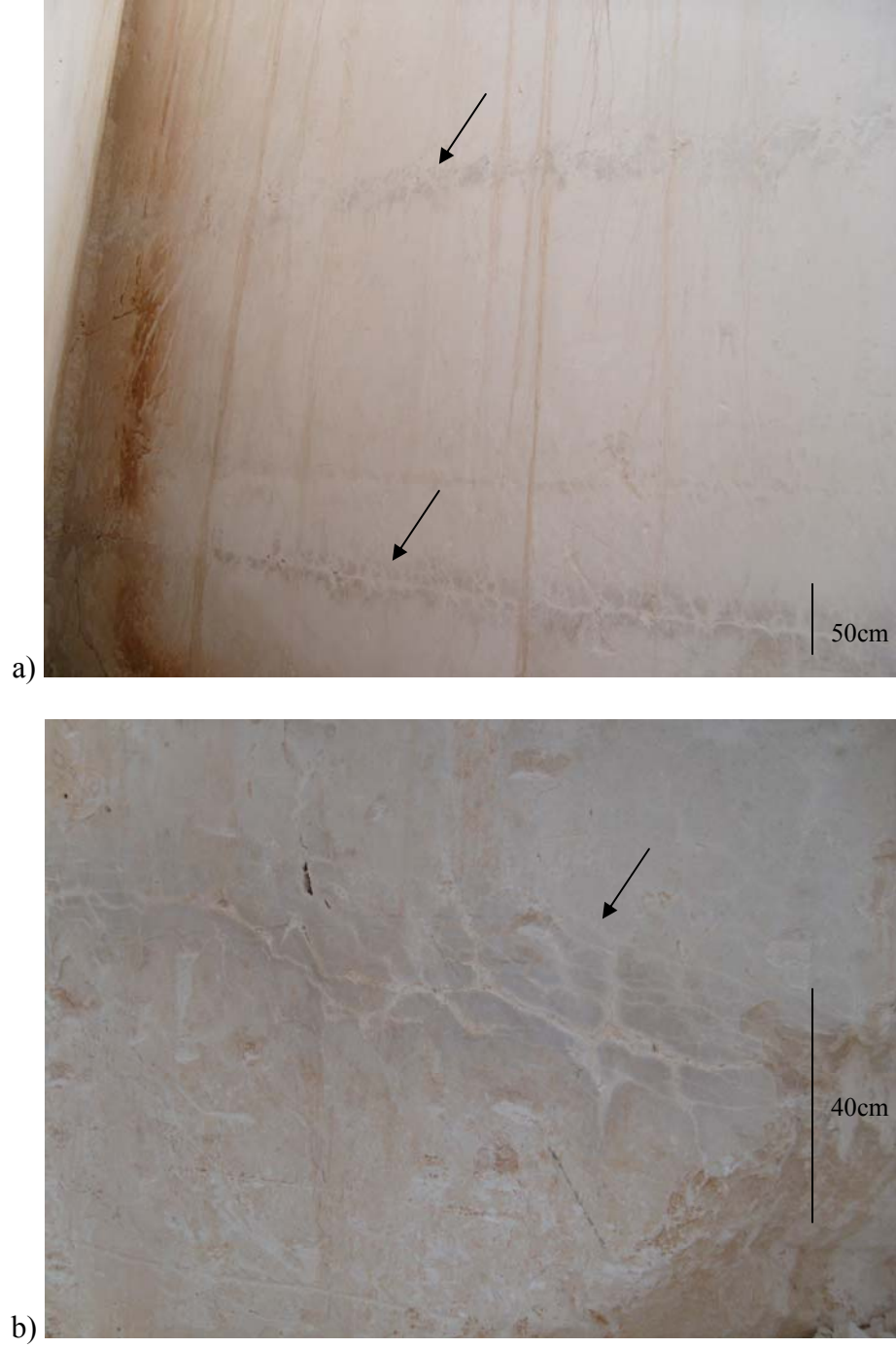


Şekil 2.13 D kademesi; a), b) Rudist kesitleri.

7,5 m yüksekliğine sahip C kademesi; karstik boşlukların, yaklaşık 40 cm kalınlığına sahip intraformasyonel düzeylerin ve rudist kesitlerinin gözlemlendiği silis konsantrasyonları içeren kireçtaşlarından meydana gelmiştir (Şekil 2.14 ve 2.15).



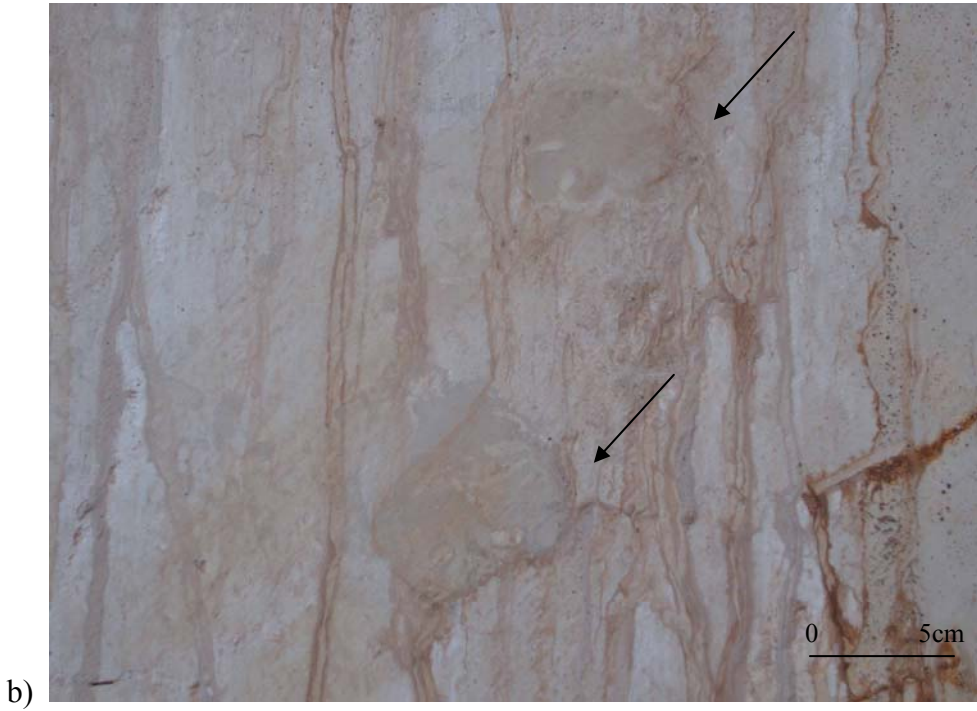
Şekil 2.14 C kademesi; a) Silis konsantrasyonları, b) Rudist kesitleri.



Şekil 2.15 C kademesi; a), b) İntraformasyonel düzeyler.

8,60 m yüksekliği sahip B kademesi; ince ve sık çatlaklar içeren, rudist kesitlerinin ve karstik boşlukların gözlendiği kireçtaşlarından oluşmuştur (Şekil 2.16 ve 2.17).





Şekil 2.16 B kademesi; a), b) Rudist kesitleri ve kavkıları.

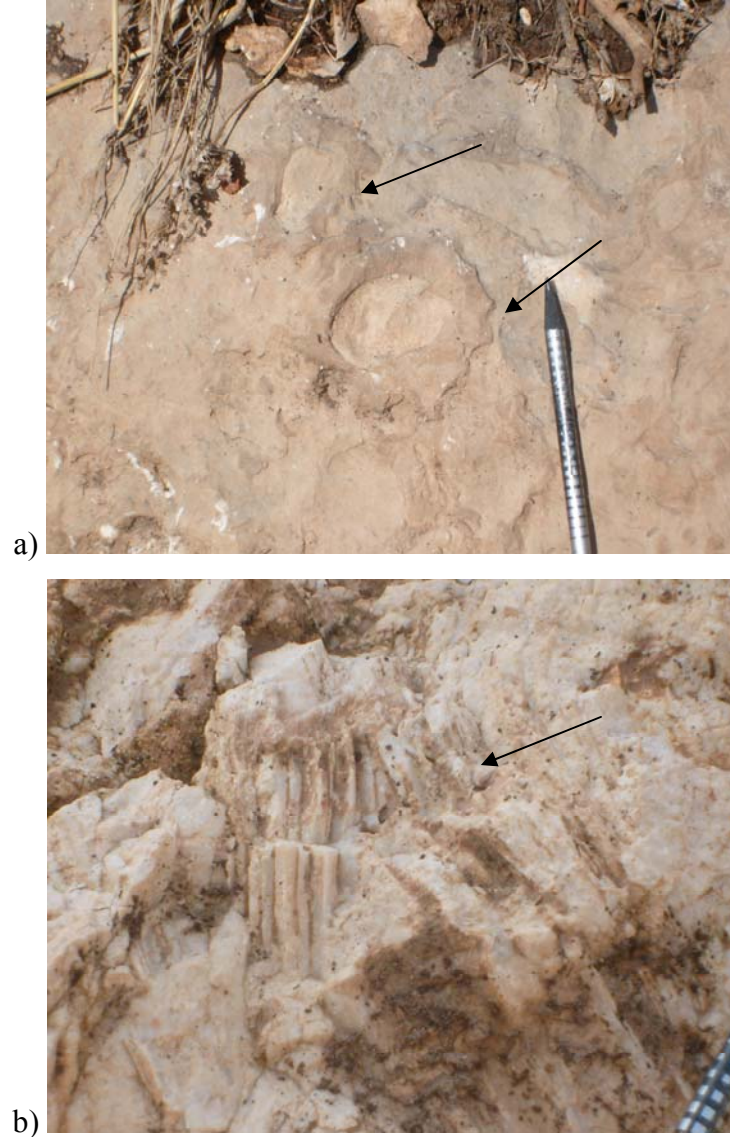


Şekil 2.17 B kademesinde karstik boşluklar içerisinde gözlenen rudist yığılımları.

A bölümü olarak adlandırılan alan ocağın giriş kısmı olup, şantiye alanını da kapsamaktadır. Bu alanda bol miktarda kırık ve çatlaklar gözlenmiştir. Genel olarak düşük dayanımlı, yoğun rudistli kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.18 ve 2.19).



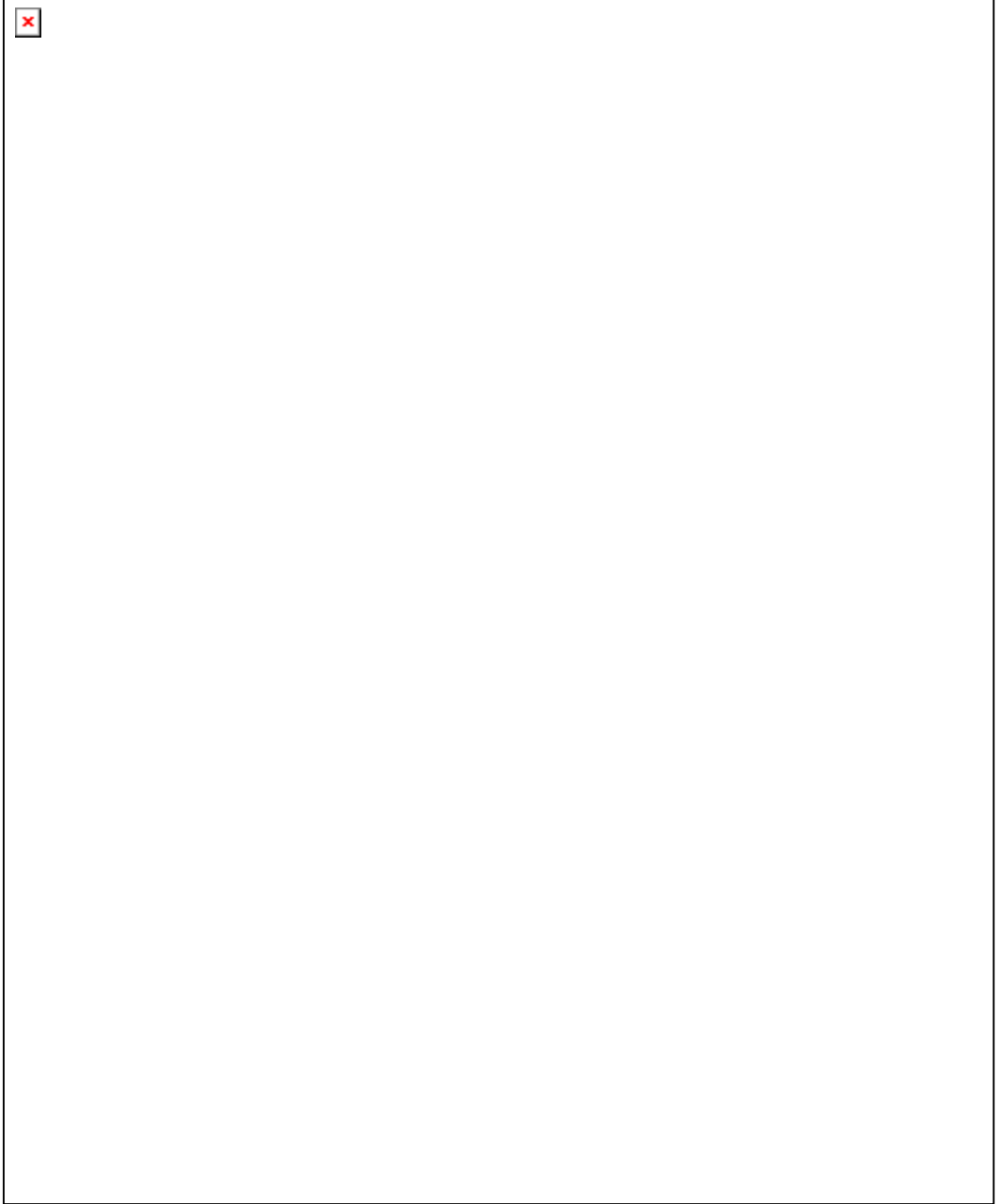
Şekil 2.18 A bölümümünde gözlenen düşük dayanımlı kireçtaşları.



Şekil 2.19 A bölümü; a), b) Rudistli düzeyler.

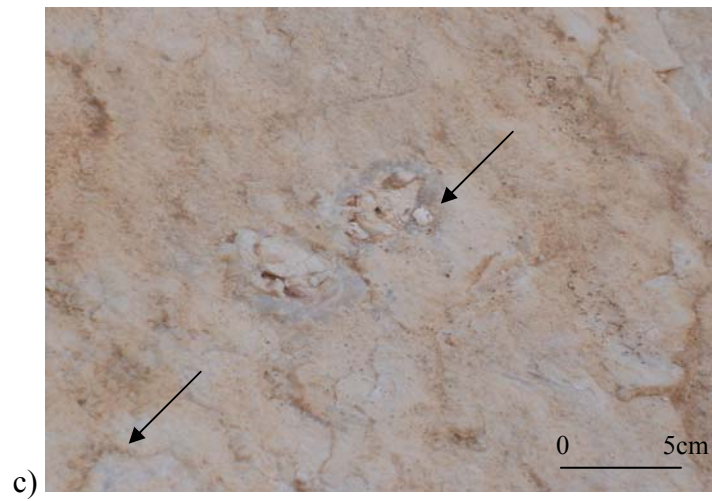
Yer altı işletmesinin gerçekleştirildiği alanda limra mermerleri, ayrışma yüzey rengi koyu gri, taze yüzey rengi bej, bol rudistli, fazla kırık ve çatlaklı, intraformasyonel düzeyler içeren, karstik boşlukların yer aldığı, düşük dayanımlı kireçtaşları olarak tanımlanmıştır. Çalışma alanında yer alan limra mermerleri yeraltı işletmesi stratigrafik olarak rudist popülasyonunun en fazla olduğu bölgeye karşılık gelmektedir. Yer altı işletmesinde yapılan arazi gözlemlerine ve rudist fosillerine dayanarak bu bölümün açık işletmenin A, B, C ve D kademeleri ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Yeraltı işletmeciliğine yönelik üç farklı bölgeden galeri girişi yapılan bölümlerde rudist fosilleri ve intraformasyonel düzeyler gözlenmiştir. Bu çalışma kapsamında galeri girişleri bir nolu, iki nolu ve üç nolu galeri olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.20, 2.21, 2.22, 2.23 ve 2.24).

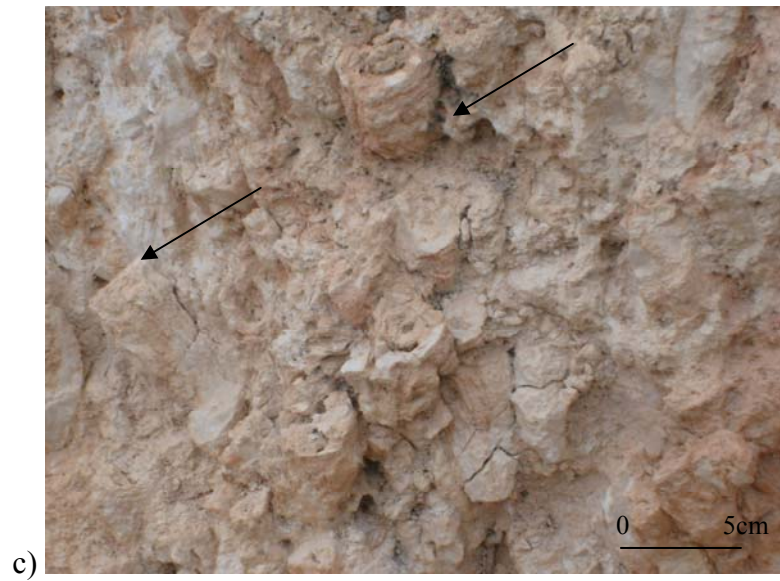
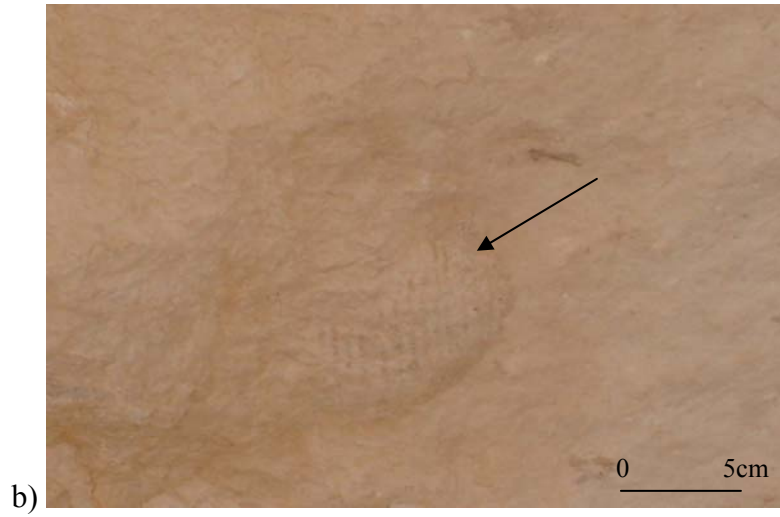
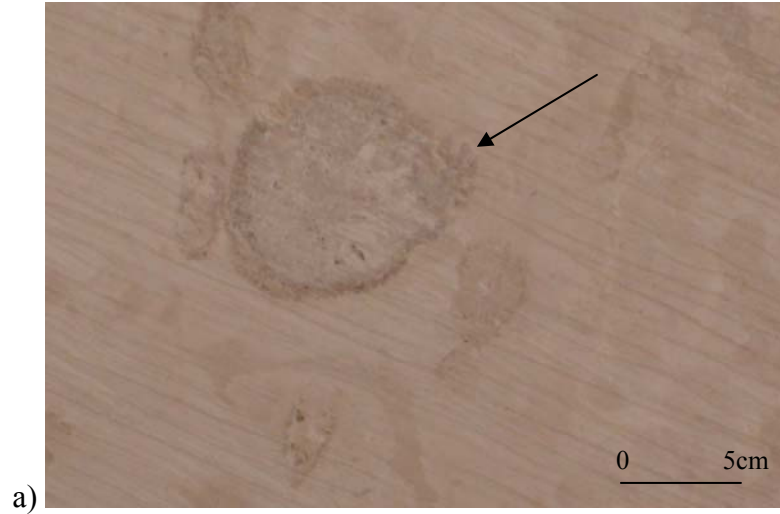


Şekil 2.20 Limra mermerlerinde açılan yer altı işletmesinde gözlenen rudistler ve intraformasyonel düzeyler.





Şekil 2.21 Bir nolu galeri; a) Üst bölümlerinde gözlenen rudistli düzeyler, b) Tavanında gözlenen rudistli düzeyler, c) Galeri girişinde gözlenen rudistli düzeyler.



Şekil 2.22 İki nolu galeri; a) Galeri girişinde gözlenen rudistli düzeyler, b) Galeri içinde gözlenen rudistli düzeyler, c) Galeri girişinin üst bölümlerinde gözlenen rudistli düzeyler.





Şekil 2.23 Üç nolu galeri girişinin üst bölümlerinde gözlenen rudist yığılımları.



Şekil 2.24 Üç nolu galeri; a) Rudistli düzeyler, b) İntraformasyonel düzeyler, c) Galeri girişi.

## BÖLÜM ÜÇ

### FASİYES

#### 3.1 Limra Mermerlerinde Gözlenen Fasiyesler

Bu çalışma kapsamında limra mermer düzeylerinin açık işletme ve yer altı işletmesinden alınan örneklerin ince kesit incelemeleri sonucunda vaketaşı fasiyesi, istiftaşı fasiyesi, yüzertaş fasiyesi, çamurtaşı fasiyesi ve vaketaşı-istiftaşı fasiyesi olmak üzere beş fasiyes tanımlaması yapılmıştır (Tablo 3.1). Açık işletmenin L kademesinde vaketaşı fasiyesi, K kademesinde vaketaşı fasiyesi, H kademesinde istiftaşı fasiyesi, vaketaşı-istiftaşı fasiyesi, G kademesinde istiftaşı fasiyesi, F kademesinde istiftaşı fasiyesi, yüzertaş fasiyesi, E kademesinde istiftaşı fasiyesi, çamurtaşı fasiyesi, D kademesinde istiftaşı fasiyesi, çamurtaşı fasiyesi, C kademesinde yüzertaş fasiyesi, vaketaşı-istiftaşı fasiyesi, vaketaşı fasiyesi, B kademesinde yüzertaş fasiyesi, ocak girişi olan A bölümünde yüzertaş fasiyesi, vaketaşı-istiftaşı fasiyesi, yer altı işletmesinde ise istiftaşı fasiyesi yayılım sunmaktadır (Şekil 3.1).

Tablo 3.1 Kademelerde gözlenen fasiyes çeşitleri.

Fasiyes Adı	Gözlendiği Kademeler
Vaketaşı fasiyesi	L
Vaketaşı fasiyesi	K
İstiftaşı fasiyesi, vaketaşı-istiftaşı fasiyesi	H
İstiftaşı fasiyesi	G
İstiftaşı fasiyesi, yüzertaş fasiyesi	F
İstiftaşı fasiyesi, çamurtaşı fasiyesi	E
İstiftaşı fasiyesi, çamurtaşı fasiyesi	D
Yüzertaş fasiyesi, vaketaşı fasiyesi, vaketaşı-istiftaşı fasiyesi	C
Yüzertaş fasiyesi	B



### ***3.1.1 Vaketaşı Fasiyesi***

Vaketaşı fasiyesinde ekinid dikenleri ve kavkı parçaları gözlenmektedir. Kavkı parçalarında ve mikritte meydana gelen sparlaşmalar nedeniyle bazı bölümlerde kavkı parçaları ile mikrit sınırı net olarak gözlenememektedir (Şekil 3.2 ve 3.3). Vaketaşı fasiyesi C kademesinde dar bir alanda, K ve L kademelerinde ise geniş bir alanda yayılım sunmaktadır.

### ***3.1.2 İstiftaşı Fasiyesi***

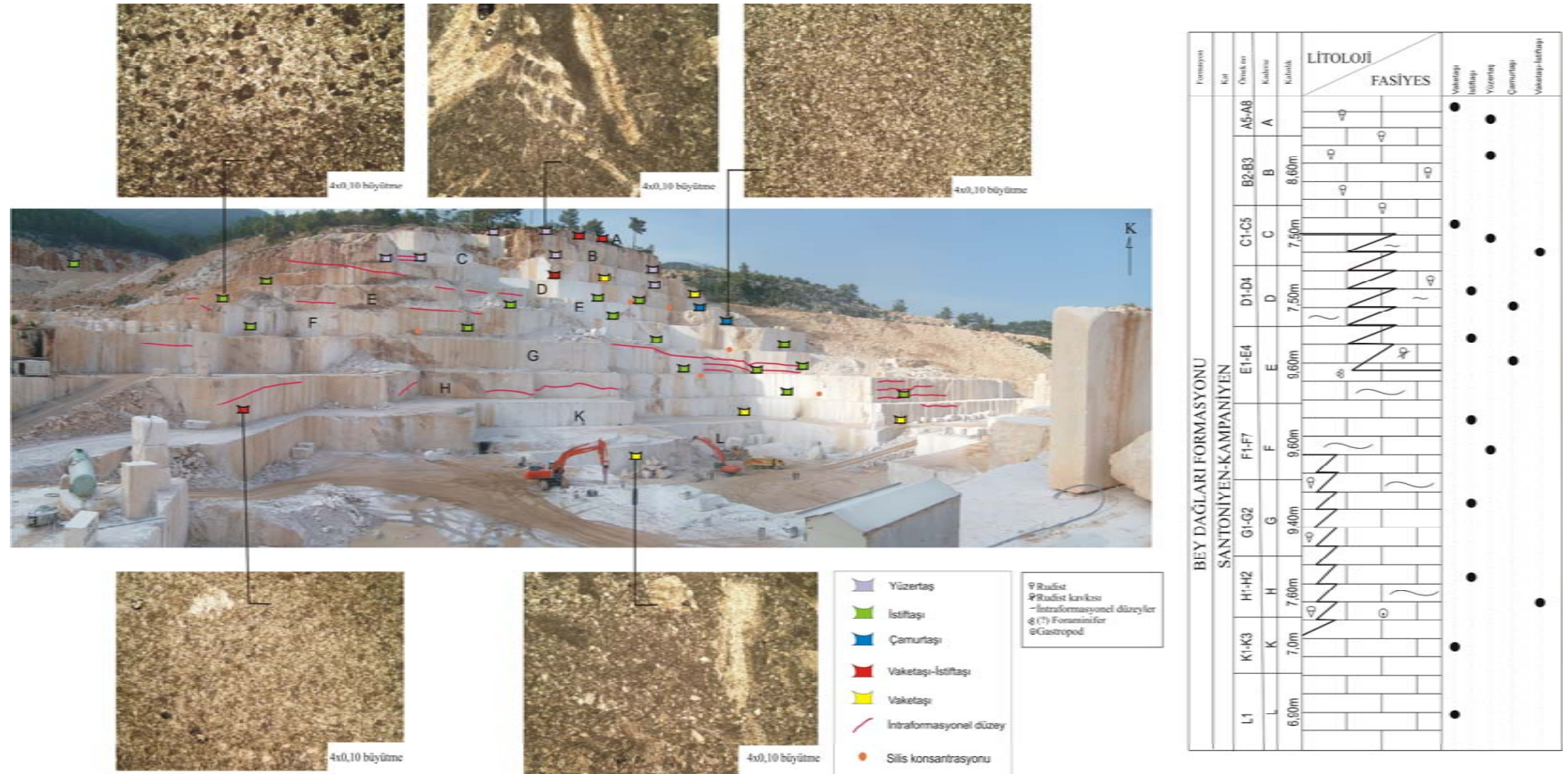
İstiftaşı fasiyesi bol kavkı parçası içermektedir. Bazı düzeylerde tane sınırlarının net olarak gözlenemediği bu fasiyeste taneler büyük oranda sparlaşmıştır (Şekil 3.4). İstiftaşı fasiyesi açık işletmenin D, E, F, G, H kademelerinde ve yer altı işletmesinde yayılım sunmaktadır. İstiftaşı fasiyesinin açık işletme ve yer altı işletmelerinde intraformasyonel düzeyler ve silis konsantrasyonlarının bulunduğu bölgelerde yayılım sunduğu saptanmıştır.

### ***3.1.3 Yüzertaş fasiyesi***

Yüzertaş fasiyesinde bol kavkı, şüpheli krinoid taneleri mikritik zarflar gözlenmektedir. Bioerozyon yapılarının ve büyüme izlerinin yer aldığı bu fasiyeste kavkılarının bazılarının işlenmiş olduğu saptanmıştır (Şekil 3.5 ve 3.6). Yüzertaş fasiyesi açık işletmenin A bölümü ile B, C ve F kademelerinde geniş bir yayılım sunmaktadır. A bölümünün güney kısımlarında gözlenen fasiyesin B kademesinde fosil içeriğinin güney yönüne doğru azalma gösterdiği saptanmıştır. C ve F kademelerinde yüzertaş fasiyesi olarak tanımlanan alanlarda yanal yönde değişim gözlenmemiştir.

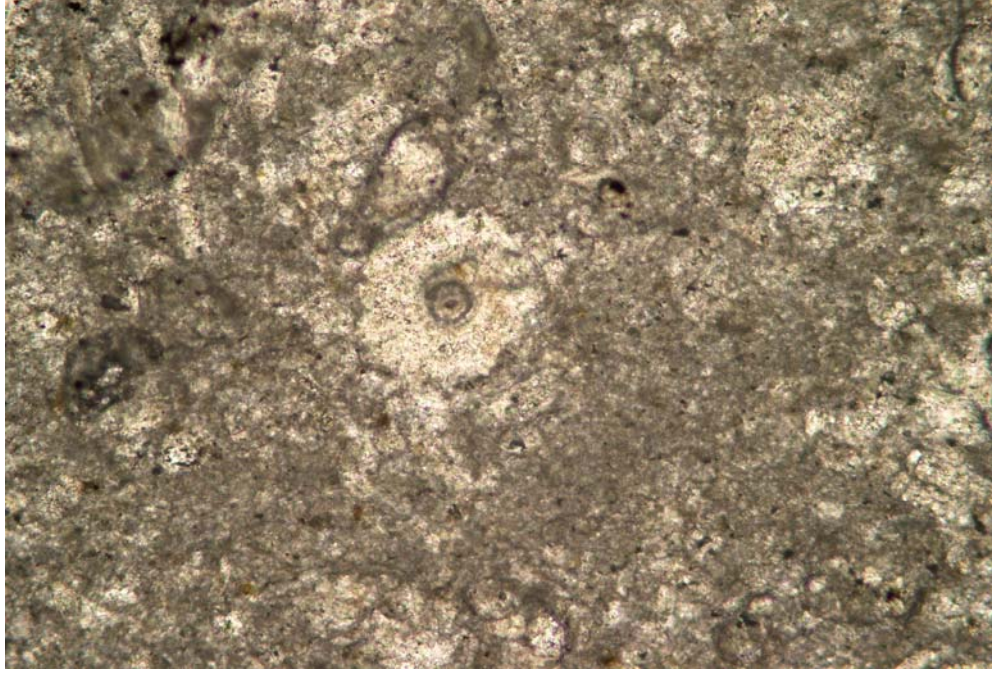
### ***3.1.4 Çamurtaşı fasiyesi***

Çamurtaşı fasiyesi, seyrek kavkılı, foraminiferli (?) olarak tanımlanmıştır. Tane ve mikritte sparlaşmalar gözlenmiştir. Bu fasiyes açık işletmenin D ve E kademelerinde dar bir alanda yayılım sunmaktadır.

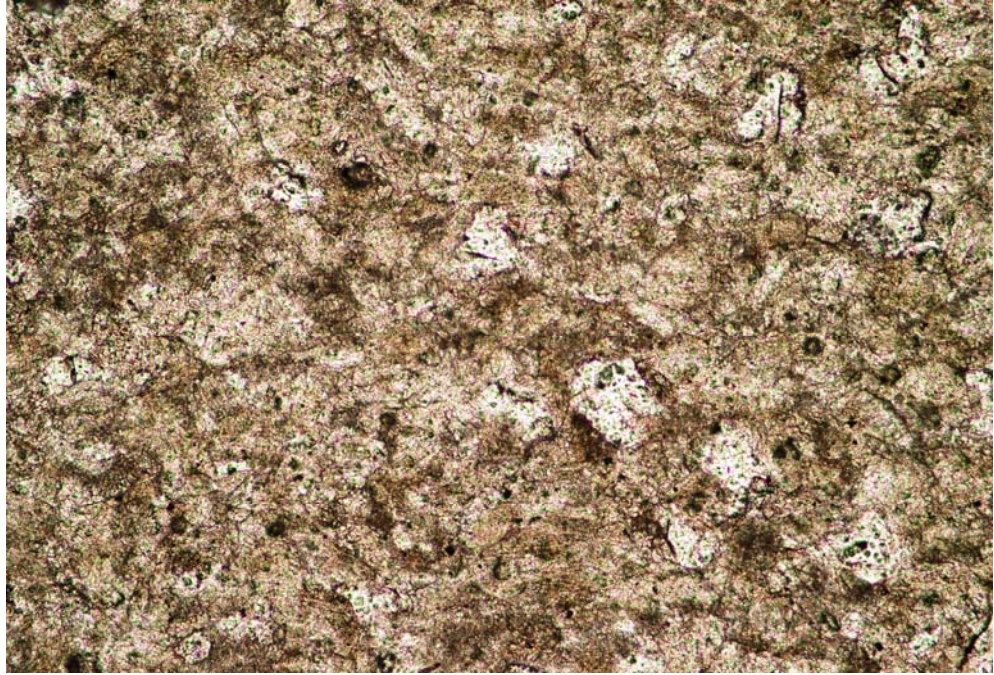


Şekil 3.1 Limra mermer düzeylerinde gözlenen fasiyes değişimleri. 1) Yüzertaşı fasiyesi 2) Vaketaşı fasiyesi 3) Çamurtaşı fasiyesi 4) Vaketaşı- istiftaşı fasiyesi 5) İstiftaşı fasiyesi





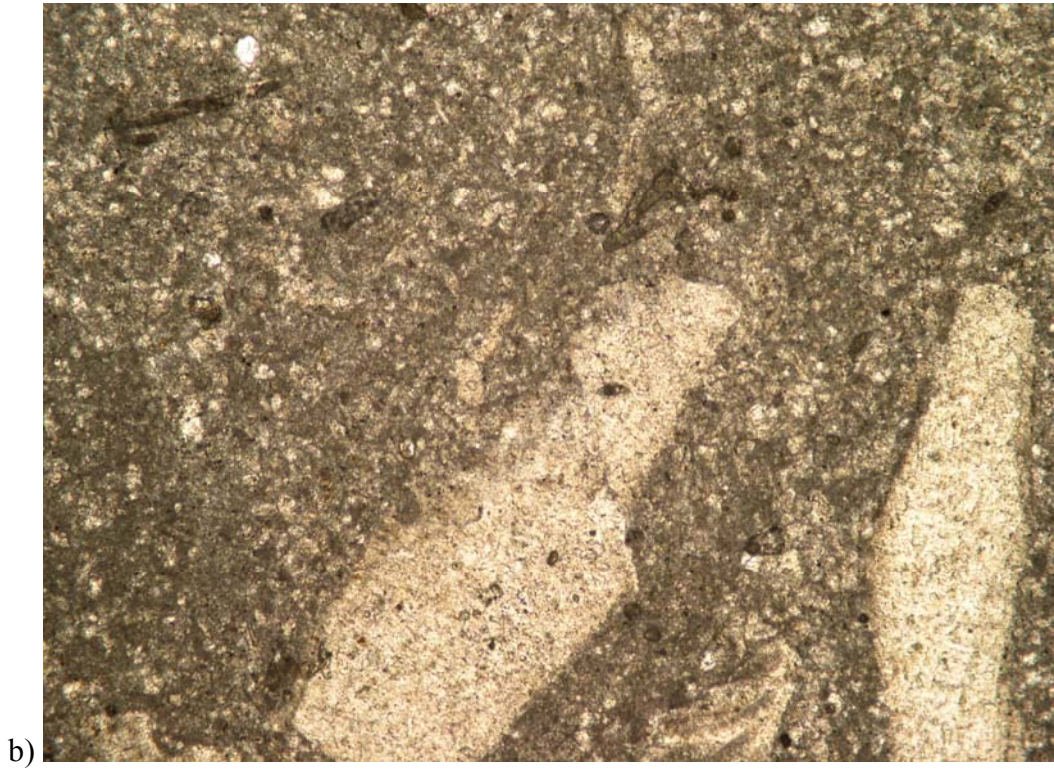
a)



b)

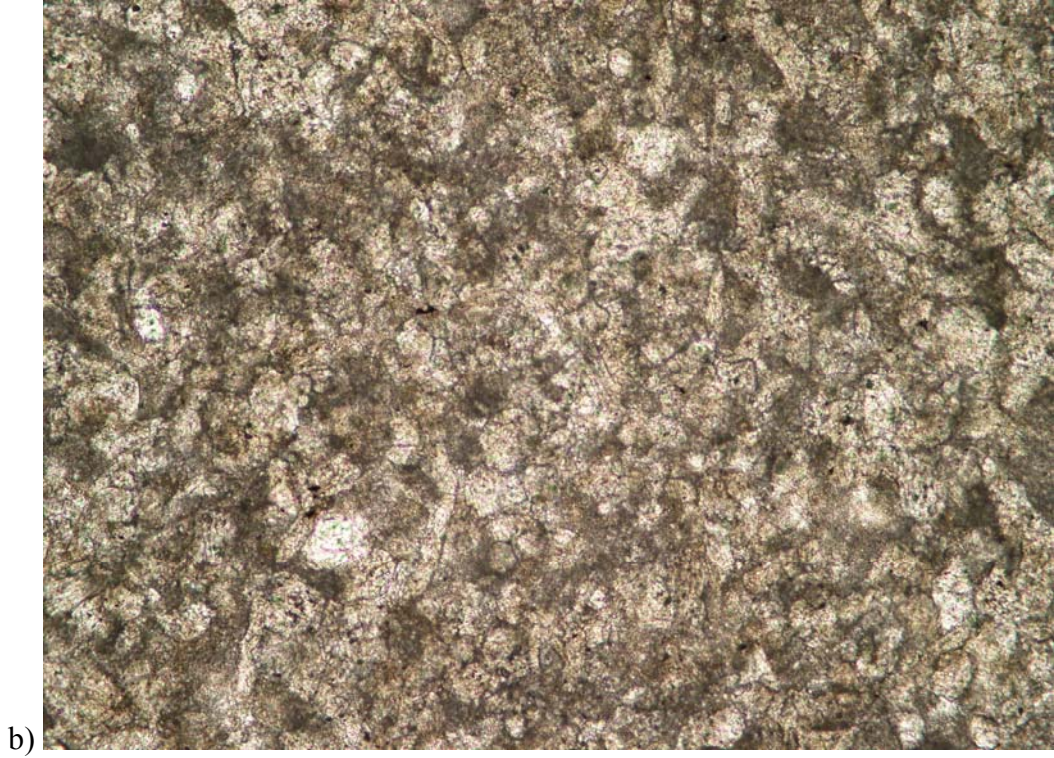
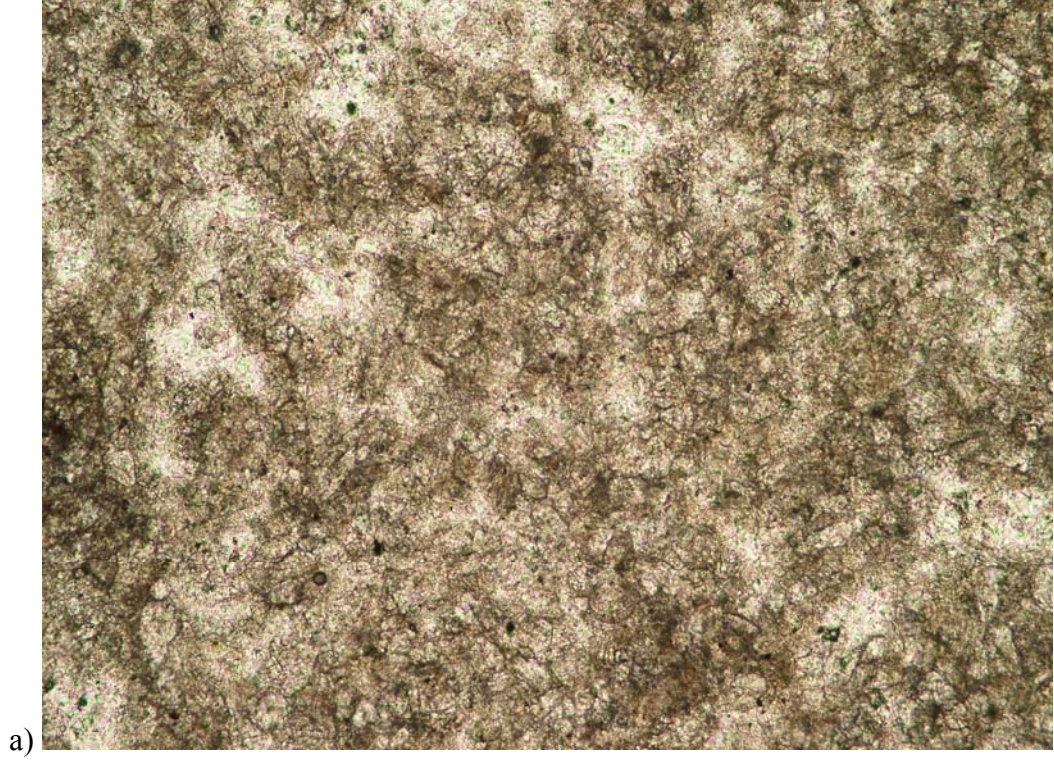
Şekil 3.2 Vaketaşı fasiyesi; a)Vaketaşı fasiyesinde gözlenen ekinid dikenini (4x0,10 büyütme), b)Kavki parçalarında gözlenen sparlaşmalar (10x0,25 büyütme).





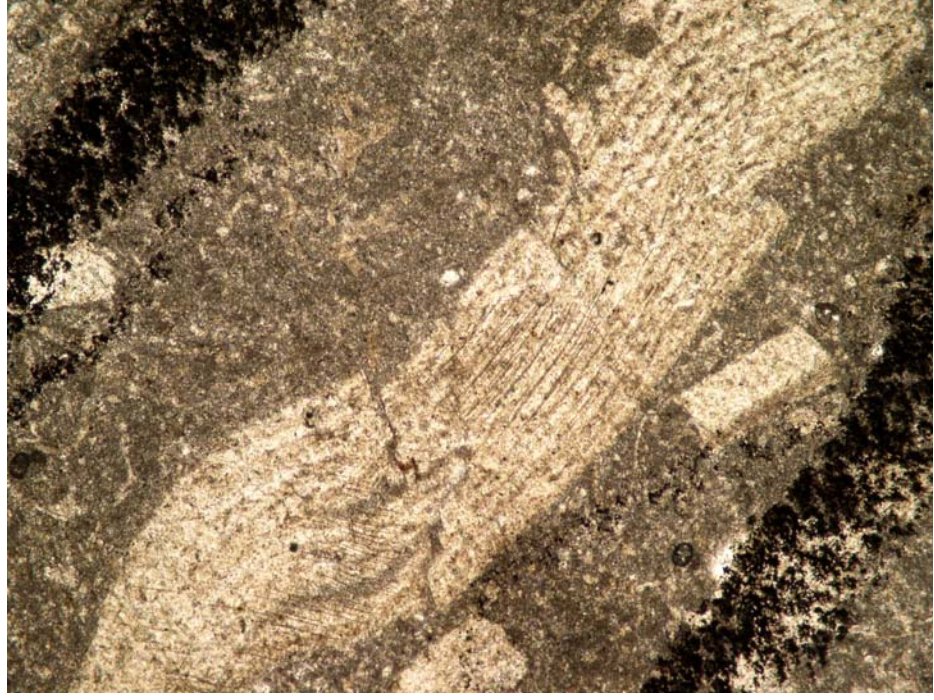
Şekil 3.3 Vaketaşı fasiyesi; a), b) Rudist kavkı parçaları (4x0,10 büyütme).





Şekil 3.4 İstiftaşı fasiyesi; a) Kavkı parçalarında gözlenen mikrosparlaşmalar (10x0,25 büyütme), b) Tane sınırlarının yer yer net olarak gözlenebildiği rudist kavkıları (10x0,25 büyütme).





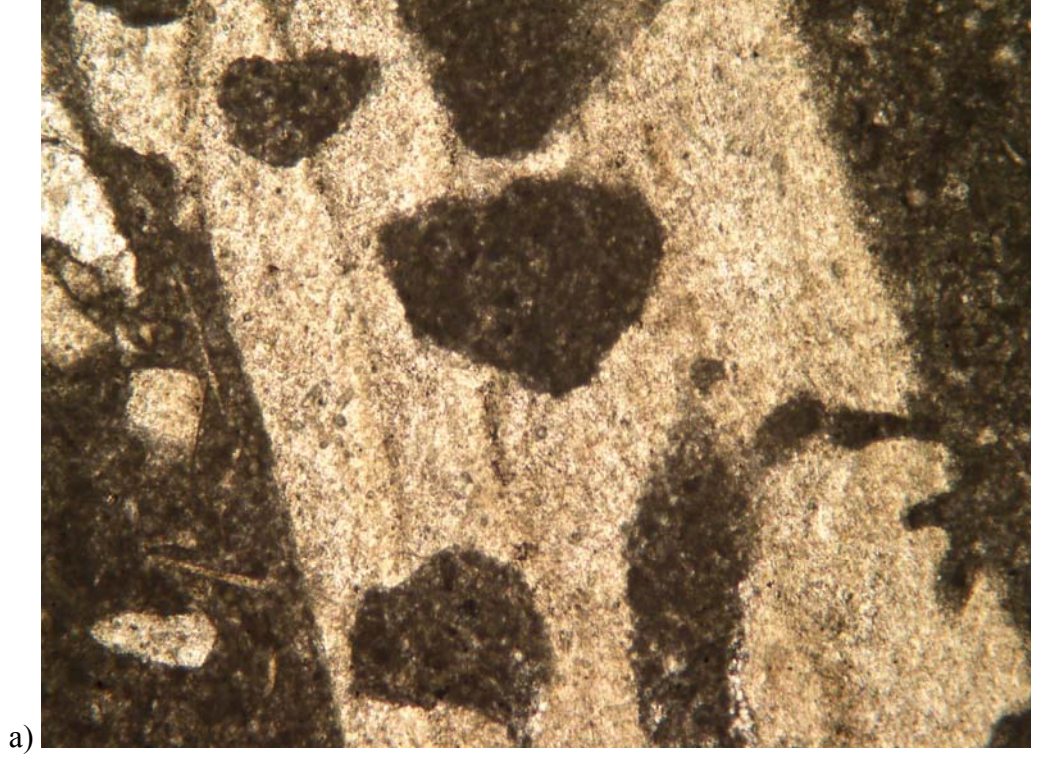
a)



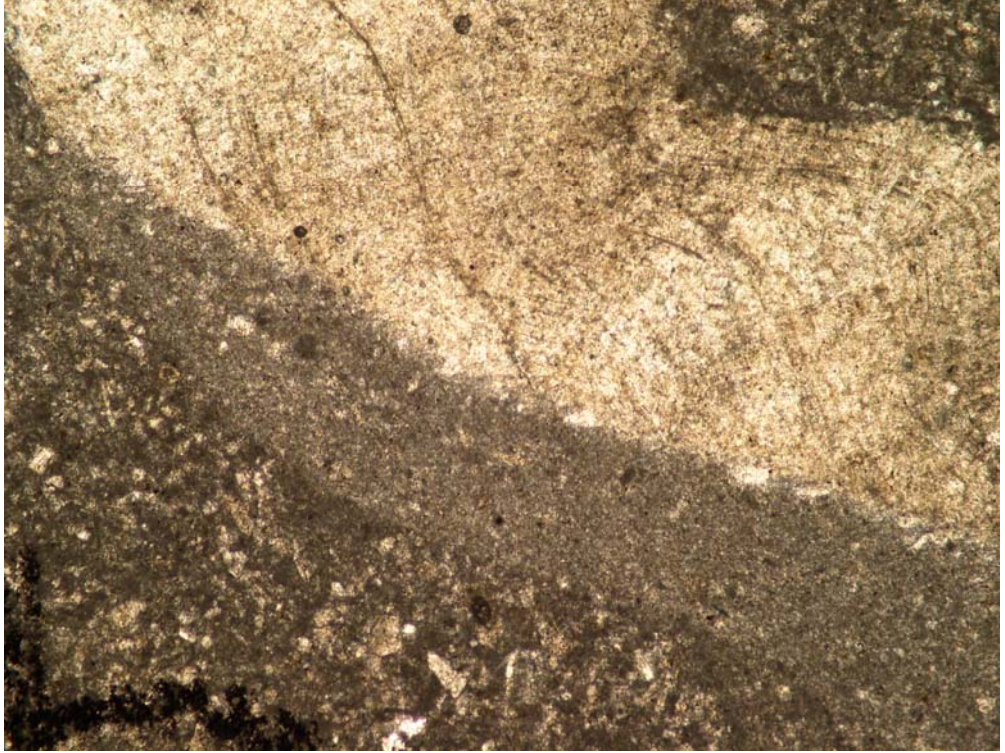
b)

Şekil 3.5 Yüzertaş fasiyesi; a) Kavkılarda gözlenen büyüme izleri (4x0,10 büyütme),  
b) Kavkı parçaları (4x0,10 büyütme).





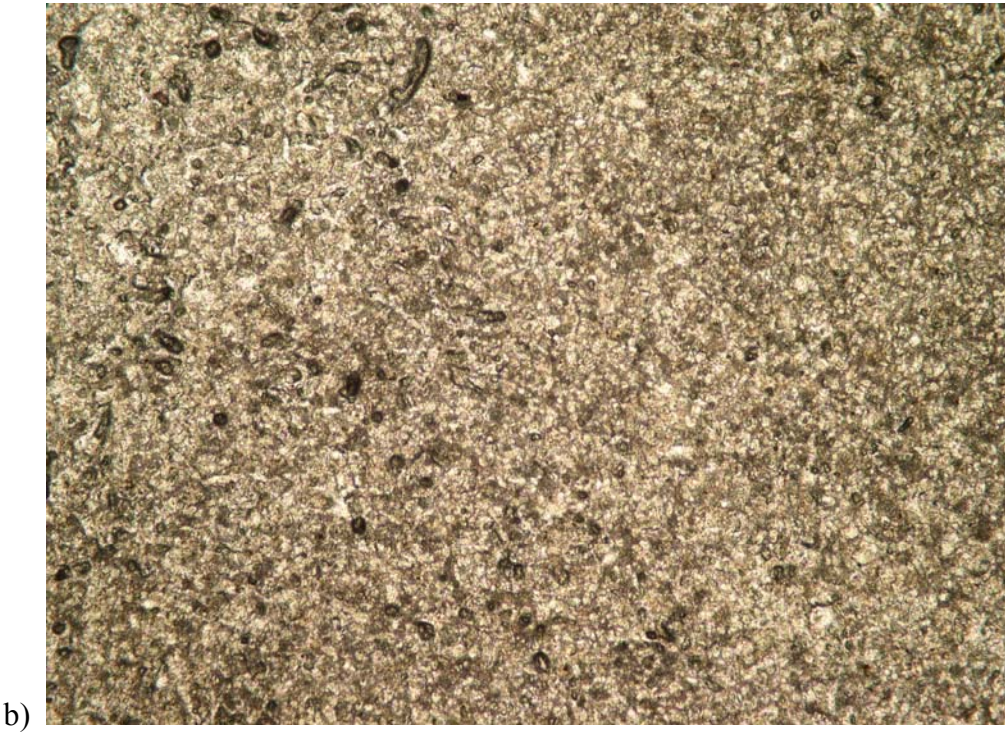
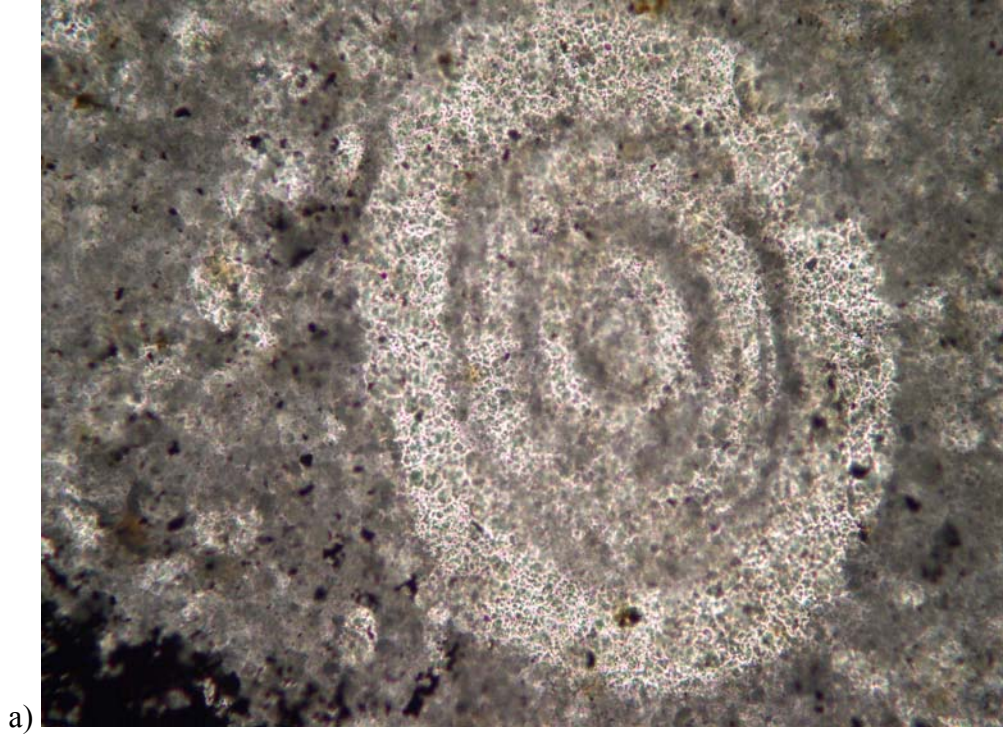
a)



b)

Şekil 3.6 Yüzertaş fasiyesi; a) Kavkılarda gözlenen bioerozyon yapıları (4x0,10 büyütme), b) Mikritik zarf (10x0,25 büyütme).



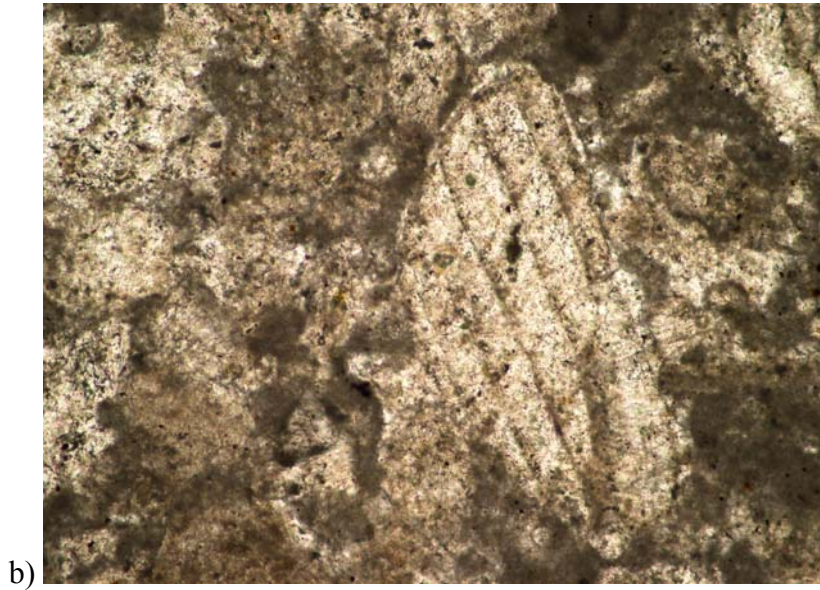
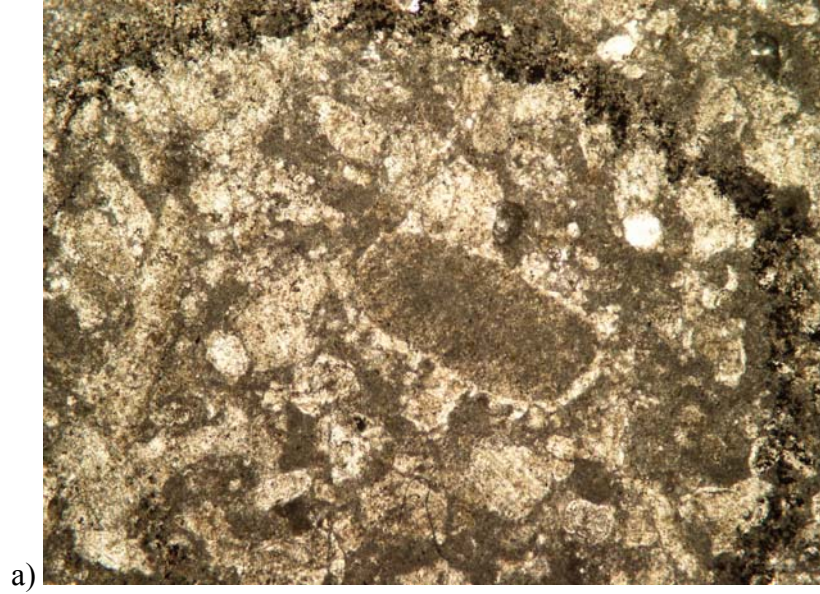


Şekil 3.7 Çamurtaşı fasiyesi; a) (?) foraminifer (20x0,40 büyütme), b) Mikrit içerisinde gözlenen seyrek kavkı parçaları (4x0,10 büyütme).



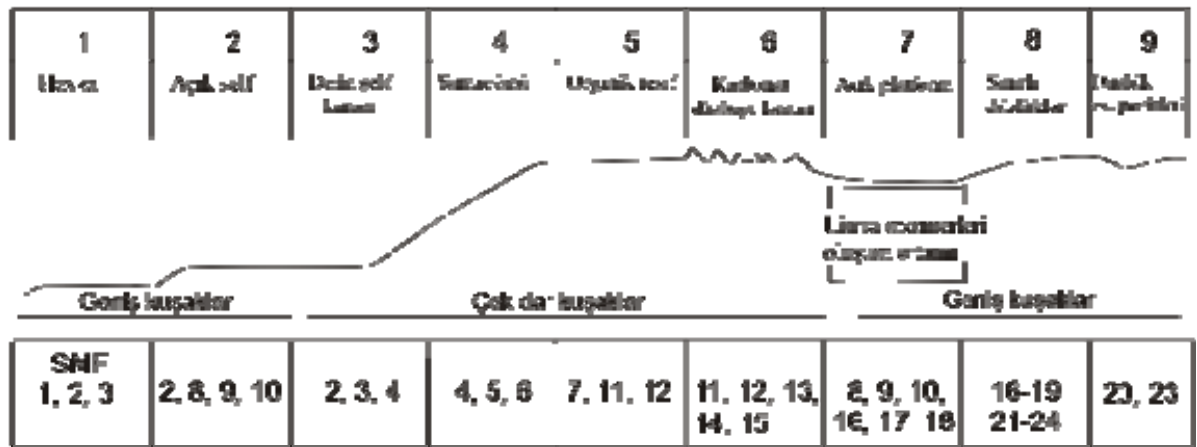
### 3.1.5 Vaketaşı-istiftaşı fasiyesi

Vaketaşı-istiftaşı fasiyesi bol kavkılı, krinoidli olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.8). Bu fasiyes açık işletmenin A, C, H kademelerinde yayılım sunmaktadır. A ve C kademelerinde kavkuların işlenmemiş olduğu gözlenmiştir. H kademesinde tanelerde sparlaşmalar nedeniyle tane sınırları net değildir. H kademesinde gözlenen kavkı parçaları A ve C kademesine göre daha küçük boyuttadır.



Şekil 3.8 Vaketaşı-istiftaşı fasiyesi; a) Krinoid görüntüsü (10x0,25 büyütme), b) Rudist kavkuları (10x0,25 büyütme).

### 3.2 Limra Mermerlerinin Standart Fasiyes Kuşaklarındaki Yeri



Şekil 3.9 İdeal bir karbonat karmaşığında görülebilecek fasiyes kuşakları (Wilson 1975 ve Flügel, 2004).

Mikroskobik incelemeler sonucunda rudist kavrıklarının bazı bölgelerde korunmuş, bazı bölümlerde işlenmiş olması, kavkı parçalarında mikritleşmelerin meydana gelmesi, mikritik zarfların, krionid ve ekinid dikenlerinin gözlenmesi, vaketaşı fasiyesi, istiftaşı fasiyesi, yüzertaş fasiyesi, çamurtaşı fasiyesi ve vaketaşı-istiftaşı fasiyeslerinin tanımlanması limra mermerlerinin 8, 9 ve 10 no'lu standart mikrofasiyes kuşaklarında (SMF8, SMF 9, SMF 10), (Flügel, 1982) yer aldığını göstermektedir. SMF 8, normal dalga tabanı altında sakin suda oluşmuştur (Flügel, 1982). SMF 9, açık dolaşımın sığ neritik suyunda veya dalga tabanının biraz altında olmasıdır (Dunham, 1962, Flügel, 1982). SMF 10, kıyıya yakın yerlerde oluşur. Parçacıkların çoğu yüksek enerji ortamına aittir. Yamaçlardan aşağıya kayarak sakin sularda depolanmışlardır (Flügel, 1982).

Limra mermerlerinin fasiyes tanımlamaları sonucunda ideal bir karbonat karmaşığında görülebilecek fasiyes kuşakları modeline göre Wilson (1975)'in 7 no'lu fasiyes kuşağına karşılık gelmektedir (şekil 3.9). 7 no'lu kuşak açık deniz karbonat düzlüğü ortamı olarak tanımlanmıştır. Coğrafik olarak bu tür ortamlar karbonat platformlarının şelf kıyısının arkasındaki geçitlerde, açık lagünlerde ve körfezlerde yer alırlar. Bu kuşak için genel bir terim olan şelf lagünü uygundur. Su sığdır, derinlik birkaç metreden onlarca metreye kadar değişebilir. Su dolaşımı

ortaçtır ve tuzluluk genellikle normal denizel tuzluluk ile biraz daha yüksek tuzluluğa kadar değişir. Su koşulları canlıların yaşamı için elverişlidir, fakat çoğu zaman normal denizel tuzluluklarda yaşayan türler yaşayamazlar. Çökellerin dokusu çeşitlidir fakat fark edilebilecek oranda kireç çamuru içerirler (İrtem, 1981).

### 3.3. Yaş

Bu çalışmada Radiolitid'lere ait çok sayıda örnek incelenmiştir. Ortamsal koşullardan dolayı rudist örneklerinin iç yapılarının dolgu malzemesi nedeniyle açık olarak gözlenemediği saptanmıştır. Ancak, Özer (kişisel iletişim, 12 Aralık, 2007) rudistlerden Radiolites sp., Sauvagesia sp., Praeradiolites sp gibi cinsleri tanımlamıştır. Rudistli kesimlerin batıya doğru devam ettiği alanda Erol ve Özer (2005), Özer'in tanımlamalarına göre Vaccinites cf., Vredenburgi, Vaccinites sp., Durania sp., Sauvagesia sp. gibi rudistleri bulmuştur. Erol ve Özer (2005) rudist faunasına göre Santoniyen-Kampaniyen yaşını vermiştir. Bu çalışmada da, rudistli düzeylerin Santoniyen-Kampaniyen olduğu kabul edilmiştir (Özer, kişisel iletişim, 12 Aralık, 2007).

## **BÖLÜM DÖRT**

### **EKONOMİK JEOLJİ**

#### **4.1 Üretim Öncesi Yapılması Gereken İşlemler**

Mermer ocaklarında blok üretim işlemine geçilmeden önce yapılacak olan jeolojik ve jeoteknik çalışmalar sahanın daha iyi tanınmasını sağlayacaktır. Bu çalışmalar doğrultusunda uygun üretim şeklinin tespit edilerek üretim kayıpları azaltılmış olacaktır. Üretime geçilmeden yapılması gereken işlemler aşağıda açıklanmıştır.

Sahanın ayrıntılı topoğrafik ve jeolojik haritaları hazırlanmalıdır. Stratigrafi çalışmaları kapsamında arazide gerekli stratigrafik ölçümler yapılmalı çalışma alanında fosilli zonlar var ise dağılım şekilleri tespit edilmelidir. Saha gözlemleri ve laboratuvar çalışmaları sonucu fasiyes tanımlamaları yapılmalıdır. Stratigrafik çalışmalar ve fasiyes tanımlamaları işletmede üretimin en iyi olduğu mermer düzeylerinin devamlılıklarının tespit edilmesini ve ocağın yönlenme şeklinin doğru bir şekilde planlanmasına katkı sağlar.

Sahada tektonik çalışmalar kapsamında kırık ve çatlak yüzeylerinden gerekli ölçümler yapılarak arazinin egemen çatlak ve kırık yönü belirtilmeli, çatlak sistemlerinin bilgisayarda çeşitli programlarına aktararak sahada üretim yapılabilecek olan en ideal blok boyutları saptanmalıdır. İşletmede blok verimini arttırmak için egemen çatlak ve kırık yüzeylerine dik olarak kesim yapılmalıdır.

Araziden alınan örnekler üzerinde jeoteknik deneyler ve kimyasal analizler yapılmalıdır ve elde edilen sonuçlara göre üretilecek olan mermerin TS, ASTM, CEN, gibi standartlara uygunluğu saptanarak mermerin kullanım alanları belirtilmelidir.

Jeolojik, stratigrafik ve jeoteknik parametreler göz önüne alınarak, hesaplanan muhtemel rezerv doğrultusunda açık işletme ve yer altı işletmelerine yönelik en ideal

üretim ve işletme modeli ortaya konulmalıdır. Bu model doğrultusunda işletmeye yönelik finansal yatırım analizleri yapılmalıdır.

## **4.2 Limra Mermerlerinin İşletme Yöntemleri**

Portsan firmasına ait limra mermerlerinin üretiminin yapıldığı açık işletme 14 yıldır faaliyet göstermektedir. Yer altı işletmesinde ise yalnızca 8 ay üretim yapılmıştır. Ekonomik olmaması, istenen ebat ve kalitede blok vermemesi nedeniyle yer altı işletmesinde üretime son verilmiştir.

### **4.2.1 Açık İşletme**

Bölgede yer alan ocaklarda limra mermer üretimi açık işletme şeklinde yapılmaktadır. Portsan firmasına ait limra mermer üretiminin açık işletme şeklinde faaliyet gösterdiği alanda 9 adet kademe bulunmaktadır. Kademe yükseklikleri alttan üste doğru, 6,90 m, 7 m, 7,60 m, 9,40 m, 9, 60 m, 9,60 m, 7,5 m, 7,5 m ve 8,60 m olarak ölçülmüştür.

#### **4.2.1.1 Blok Üretimi**

İşletmede tel kesme yöntemiyle blok üretimi yapılmaktadır. Tel kesme ile üretim yapılacak ocaklarda kesme makinesi, sondaj makinesi, titano, lastik tekerlekli yükleyici, jenaratör, komprasyör, sayalama makinesi, su ve yakıt tankları, elmas tel, martapikör, martakipör uçları, su hortumu, çelik halatlar, kablolar, anahtar takımları, projektör ve levyeler bulunması gereken belli başlı alet ve makinelerdir. Elmas tel ile üretimde öncelikle kesici telin, kesilecek kütlenin çevresi boyunca dolanması ve içinden geçip tel kesme makinesinin volanı tarafından çevrilmesi gerekir. Bunun gerçekleştirilebilmesi içinde kesilecek kütle üzerinde sondaj makinesi ile genellikle 9 cm çapında olan delikler açılır ve delik açma sırasında soğutma için su kullanılır. Sondaj makinesi ile delik delinecek nokta saptandıktan sonra makine o noktaya getirilerek tam dikey olacak konuma sokulduktan sonra dört tarafından özel ve üzerinde ayarlanabilir aparatlar bulunan zincirler yardımı ile yere sabitlenir. Bu

sabitlenme işlemlerinde kaya kütlesi içine çakılan özel kamalar kullanılmaktadır. Bu kamalar delik açılacak kayaya çakılır ve sağlamlaştırılır. Yere sabitlenen delme makinesi, zincirlerin üzerinde bulunan ayar aparatları kullanılarak ince ayar yapılır ve tekrar tam düşey hale getirilir ve delme işlemi başlatılır. Düşey delik işlemi tamamlandıktan sonra delme makinesi tam yatay konuma getirilerek yatay delik açma işlemleri gerçekleştirilir. Tel kesme yönteminin uygulanabilmesi ve telin kesilecek kütlenin çevresinin tamamen sarabilmesi için yatay ve dikey deliklerin birbirleriyle çakışması gerekmektedir. Sondaj makinesi ile delinen iki deliğin çakışmasını sağlamak için lazer, teodolit, su terazisi ve şekül gibi çeşitli yardımcı aletler kullanılır. Deliklerin birleştirilmesinden sonra elmas telin bu deliklerden geçirilmesi işlemi başlar. Bunun için klavuz bir ip kullanılır. Klavuz ipin ucuna bağlanan oldukça hafif bir malzeme (pamuk, mantar vs.) deliklerden birinin ağzına getirilir ve buraya basınçlı hava verilir. Basınçlı havanın etkisi ile hafif malzeme delikten geçerek diğer ağızdan dışarı çıkar. Dışarı çıkan klavuz ipe elmas tel bağlanarak çekilir. Böylece kesme işlemi hazırlıkları bitirilmiş olur (Kun, 2000). Kesilen kütlenin ana kayadan ayrılması için titano yada hava yastığı kullanılmaktadır. Portsan işletmesinde hava yastığı çatlaklı bölgelerde patlama, kayma gibi problemleri yol açmaktadır. Maliyeti arttırdığı için blok devirme işlemlerinde hava yastığı yerine titano tercih edilmiştir. Ana kayadan ayrılan bloklar sayalama işlemi ile ikinci bir kesime tabi tutulmaktadır. Kesim işleminden sonra bloklar ocak içerisinde bulunan blok stok sahasına sevk edilmektedir.

Tel kesme yöntemi ile üretimin yapıldığı açık işletmede 2003-2007 yılları arasında limra mermer üretimi F, G, H, K ve L kademelerinden gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.1). 2008 yılı limra mermer üretiminin L kademesinden yapılacağı belirtilmiştir.

Tablo 4.1 Yıllara göre limra mermer üretiminin yapıldığı kademeler.

Yıl	Üretim Yapılan Kademeler
2003	F, G, H, K
2004	F, G, H, K
2005	F, G
2006	H, K, L
2007	K, L

#### 4.2.2 Yer Altı İşletmesi

Yer altı ocakları örtü tabakasının açık işletmeciliğe el vermediği, mekanik özellikleri yüksek ve doğal çatlakların sınırlı olduğu, kıymetli mermerlerin işletmesinde uygulanır (Cappuzzi, 1980).

Jeolojik atmosferik ve morfolojik koşulların açık işletmeye uygun olmadığı durumlarda tercih edilen yeraltı işletmeciliği, mülkiyetli arazi, nitelikli orman örtüsü, sit alan uygulaması ve çevre koruma yasaları ile ilgili sorunları da ortadan kaldırarak atıl kapasitenin kullanılmasını sağlar. Yeraltı işletmeciliğinde üretim kayıpları açık işletmeye göre daha azdır. Üretim çalışmaları hava koşullarına bağlı olarak değişim göstermez. Birçok açıdan yararlı olan yer altı işletmeciliğinin de kendine göre dezavantajları vardır. Yeraltı işletmeciliğinde karstik boşluklardan sızan sular galeri içerisindeki bağıl nem oranının artmasına sebep olmaktadır. Üretimde sulu ve toz bastıran yöntemlerin kullanılması gerekir. Gürültü düzeyi yüksektir. Rezervin bir kısmı üretim boşluğunun desteklenmesi için topuk şeklinde bırakılmaktadır. Kaldırma yükleme ve manevra gücü vardır. Tavan duraylılığı için ek sağlamlaştırma işlemleri gerekebilir. Bu dezavantajlara yönelik gerekli önlemler alınmalıdır (Erdoğan, 1997).





Şekil 4.1 Açık işletmede limra mermer üretimi; a) Limra mermerlerinin elmas tel ile kesilmesi, b), c) Kesilen kütleinin devrilmesi, d) Blokların sayalama işlemi ile yeniden boyutlandırılması, e) Blokların blok stok sahasına taşınması.



#### 4.2.2.1 Yer altı Mermer Ocağı Açma İşlemleri

Yer altı mermer ocağı açma işlemi, makinenin yerleştirilmesi, ocak aynasından ağız açma, bloğun arkadan koparılması, galerinin genişletilmesi ve ilerlemesi, kademelerin oluşturulması ve ocağın derinleştirilmesi olarak tanımlanan beş aşamadan oluşmaktadır (Şekil 4.2). Makinenin yerleştirilmesi işlemi kesim operasyonuna başlamadan önce ayna kontrol edilerek süreksizlik aralıkları uygun olan homojen bir bölge seçilir. Zincirli kesici, yükleyici monte edilerek hazırlık işlemleri tamamlanır. Ocak aynasından ağız açma işlemi, kesim esnasında kol hareketlerinin daha rahat yapılması için zincirli kesici ile mermer yüzeyi arasında en az 0,7m'lik mesafe bırakılır. Kesim işlemi için üçü yatayda birbirine paralel olacak şekilde ve ikisi de düşeyde olmak üzere derinlemesine 2-3 metrelik kesimler yapılır. Bloğun arkadan koparılması işlemi sırasında 4 cm kesim genişliğine sahip yarıklar arasına hava veya su yastıkları yerleştirilir ve daha sonra şişirilerek üstteki blok arkadan basınçla kopartılır. Galerinin genişletilmesi ve ilerletilmesi için açılan ocak ağızı, yükleyici ve diğer makine ekipmanlarının rahatlıkla geçebileceği boyutlarda aynı teknik uygulanarak bloklar kesilir. Böylece hem genişletme hem de ilerletme işlemleri sürdürülebilir. Kademelerin oluşturulması, ocağın derinleştirilmesi ve üretimi aşamasında, üretim oda-topuk yöntemine göre oda ve topuklar üst üste gelecek şekilde ve oda genişlikleri 20-25 m, topuk boyutları mermerin dayanımına bağlı olarak 16-25m<sup>2</sup>'lik kare kesit olacak şekilde gerçekleştirilmektedir (Aksoy, Kun ve Mallı, 2004).



Şekil 4.2 Yer altı ocağı açma işlemi aşamaları.

#### 4.2.2.2 Limra Mermerleri Yer Altı İşletmesi

Portsan firmasına ait limra mermeri yer altı işletmesi Türkiye’de mermer sektöründeki ilk yer altı işletmesi olup, açık işletmenin batısında yer almaktadır (Şekil 4.3). Yer altı işletmesi 8 ay faaliyet göstermiş olup bu sürede 3500 m<sup>3</sup> hacim kesilmiştir. Kesilen hacimden 800 m<sup>3</sup> blok üretimi gerçekleştirilmiştir. İstenen verimin gerçekleştirilememesi ve yapılan üretimin ekonomik olmaması sebebiyle yer altı işletmesinde gerçekleştirilen çalışmalara son verilmiştir. (Şekil 4.3).



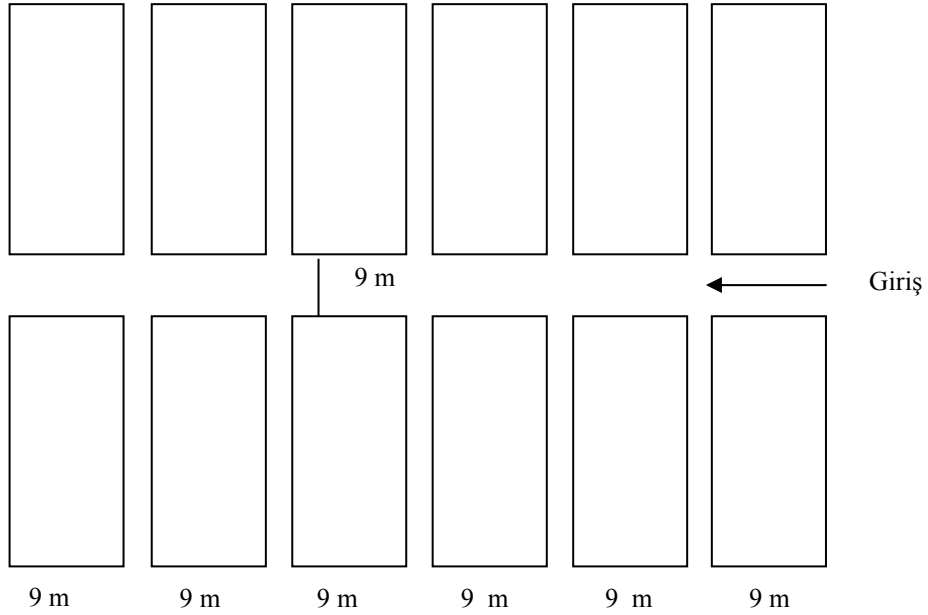
Şekil 4.3 Yer altı mermer işletmesi

Yer altı işletmelerinde uygulanan oda topuk hesaplarında, oluşturulan boşluk yükünü taşıyabilecek boyutlarda topuk kesiti ve topuk boyutu belirlenmeye çalışılmaktadır. Oda topuk hesaplanmasında alansal etkileme ilkesinden yararlanılmaktadır. Bu yöntemde her topuğun kendi çevresindeki belirli bir alanı güvenli olarak taşıyacağı ve böylece kendi içinde statik açıdan tek tek dengede olan topukların oluşturulduğu kazı bütününe dengeye ulaşacağı varsayılmaktadır. Ayrıca topuk ve odalar üzerindeki yükün üniform olarak dağıldığı kabul edilerek ortalama gerilme esas alınmaktadır (Erdoğan, 1997). Odalar genişliklerinin %15-%25' ine sahip topuklar tarafından desteklenmekte ve tahkimat teknikleri uygulanarak topuk dayanımları artırılmaktadır. Odaların oluşturulmasına tüm oda boyunca 2-3 metre yükseklikte açılan blok galerisinin tüm oda tavan boyunca genişletilmesiyle başlanır. Blok galerileri zincirli kesiciler, elmas tel testereleri veya delme-patlama ile açılır. (Power, 1985).

Düzenli oda topuk dizaynı genellikle çatlak dağılımının daha sık ve takibin güç olduğu yapılarda tercih edilir. Bu yöntemde ocağın yapısına göre eşit odalar oluşturulur ve eşit büyüklükte topuklar bırakılır (Akkoç, 2003). Düzenli topuklar masif ve homojen yataklarda, plan görünümü kare ve dikdörtgen olan oda ve

topuklarda gerçekleştirilir. Oda yükseklikleri genellikle 10-15 metre, genişlik ve boylar 50-100 metredir (Conti, 1986).

Limra mermerleri yer altı işletmesinde üç farklı galeri girişi açılmıştır. Bu çalışma kapsamında galeri girişleri bir, iki ve üç nolu galeri olarak tanımlanmıştır. Galerilerde oda topuk dizaynı olarak, ilerlemenin yönüne göre yapılan “ Design As You Go” yöntemi uygulanmıştır. Düzenli oda topuk sistemin uygulandığı Portsan firmasına ait işletmede galeri genişliği 9 m topuk boyutları (9x18) m olarak hesaplanmıştır ( Şekil 4.4 ve 4.5).



Şekil 4.4 Limra mermerleri yer altı işletmesine ait düzenli oda topuk sistemi.



Şekil 4.5 Limra mermerleri yer altı işletmesi; a) 1 nolu galeri girişi, b) İki nolu galeri girişi, c) Üç nolu galeri girişi.

Bir nolu galeri iki adet odadan oluşmaktadır. İlk odadan üretim yapılmıştır. İkinci oda açılmış ancak üretimin verimli olmaması sebebiyle terk edilmiştir. Üç galeri içerisinde yalnızca bir nolu galeride odalar açılmıştır (Şekil 4.6). Odalarda karstik boşluklardan sızan suların bağıl nem oranını artırarak limra mermer yüzeylerinde leke şeklinde, rudistlerin çevrelerinde ise halka şeklinde izler bırakmıştır (Şekil 4.7). Galeri girişine çok yakın olmasına karşın odalarda havalandırmanın iyi yapılmadığı



gözenmiştir. Bu galeriye ait odalarda intraformasyonel düzeyler bulunmamaktadır. Karstik boşluklar ve rudistli seviyeler oldukça fazladır.



Şekil 4.6 Bir nolu galerinin oda topuk dizaynı.



Şekil 4.7 Bir nolu galeri girişinde gözlenen karstik oluşumlar.





Şekil 4.8 Bir nolu galeri girişi; a), b) Karstik boşluklar.



Şekil 4.9 Bir nolu galeri; a), b) Kırık ve çatlaklar.

İki nolu galeri girişi intraformasyonel düzeyler ile rudist populasyonun yoğun olduğu alanda açılmıştır. Galeri olarak açılması düşünülen bölgede çok fazla sayıda rudist fosili gözlenmiştir. İstenen blok verimi elde edilemediği için çok dar bir alanda faaliyet göstermiştir.(Şekil 4.10).



Şekil 4.10 İki nolu galeri; a) Rudistli düzeyler,  
b) İntraformasyonel düzey.

Üç nolu galeri intraformasyonel düzeyler, kırık ve çatlakların en yoğun olduğu galeridir (Şekil 3.11). Bu galeri sahada gözlenen dere yatağı başlangıcına kadar ilerletilmiştir. Gerilmelerde meydana gelecek değişimler göz önüne alınarak ilerleme işlemine son verilmiştir. Oda açılmayan bu galeri çok düşük blok verimi ile kısa süreli üretim yapmıştır.



Şekil 4.11 Üç nolu galeride gözlenen kırık ve çatlaklar.

### 4.3 Limra Mermer Çeşitleri

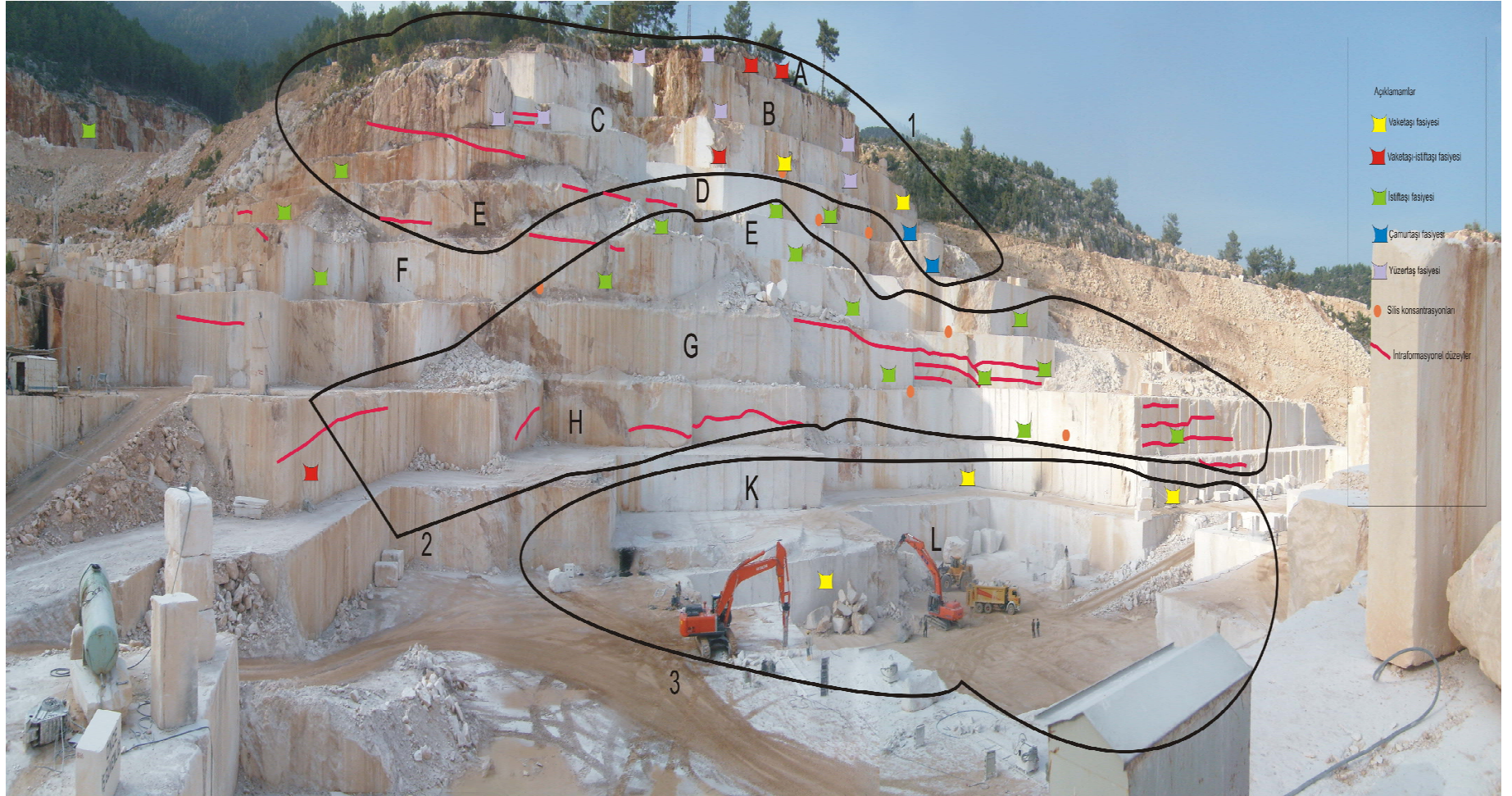
Fasiyes tanımlamaları, intraformasyonel düzeyler, silis konsantrasyonları, kırık ve çatlakların yoğunluğu göz önüne alınarak limra mermer düzeyleri alt, orta ve üst olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır.

13,9 metre yüksekliğine sahip alt bölüm K ve L kademelerini kapsamaktadır. Bu bölümde baskın olarak vaketaşı fasiyesi dar bir alanda ise vaketaşı-istiftaşı fasiyesi yayılım sunmaktadır. Alt bölüm intraformasyonel düzeyler ve silis konsantrasyonları içermemektedir. Kırık ve çatlaklı düzeyler yoğun değildir. Karstik boşluklar bulunmamaktadır. Rudistli seviyeler K kademesinin güney kesimlerinde çok dar bir alanda yer almaktadır. Baskın olarak vaketaşı fasiyesinin gözleendiği bu kademelerde renk ve desende homojenlik gözlenmiştir. Bu bölümden üretilen limra mermerleri jeolojik parametreler, blok verimi ve pazara uygunluk açısından en verimli düzeyler olarak tanımlanmıştır.

37,2 metre yüksekliğine sahip orta bölüm E, F, G, H kademelerini kapsamaktadır. Bu bölümde baskın olarak istiftaşı fasiyesi yayılım sunmaktadır. Bu kademelerde silis konsantrasyonları ve kalınlığı 40-100 cm arasında değişen intraformasyonel düzeyler gözlenmiştir. Tel kesme makinesi kesim işlemini yapamadığı için intraformasyonel düzeylerin 1m üstü ve altından üretim yapılamamaktadır. Rudistli düzeyler kademelerin kuzey ve güney bölümlerinde daha yoğun olarak gözlenmiştir. Sık kırık ve çatlakların gözleendiği bu kademelerde çok fazla karstik boşluk yer almaktadır. Çatlak ve kırıklı yüzeylerin bol olması, silis konsantrasyonlarının varlığı, intraformasyonel düzeylerin yoğun olarak gözlenmesi bu bölümde üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Desen ve renkte homojenliğin yer yer bozulduğu bu kademelerde blok verimi değişkenlik göstermektedir. Bu bölümden blok verimliliğin alt bölüme göre daha az olduğu gözlenmektedir.

23,6 metre yüksekliğe sahip üst bölüm B, C, D kademelerini kapsamaktadır. Bu kademelerde baskın olarak yüzertaş fasiyesi gözlenmiştir. Vaketaşı-istiftaşı fasiyesi, çamurtaş fasiyesinin de gözleendiği bu bölüm örtü tabakasını oluşturmaktadır. Bol rudist fosili içeren A bölümü, B, C ve D kademeleri dekapaj alan olarak tanımlanmıştır.





Şekil 4.12. Limra mermer düzeylerinin blok verimi açısından karşılaştırılması. a) Alt bölüm. b) Orta bölüm. c) Üst bölüm.

#### 4.4 Limra Mermerlerinin TS'ye Uygunluğu

Mermer ürünlerinin pazarlanmasında birtakım kriterlerin bilinmesi, mermerin daha ocak aşamasındayken üretim yönteminin belirlenip en son aşamada montaj yeri ve teknolojisinin doğru seçimini sağlayacak, üretim ve kullanım kayıplarını en aza indirecektir. Bu faktörler mermerin yapısal ve dokusal nitelikleri ve bunlara bağlı fiziko-mekanik özellikleri ile kimyasal özellikleridir (Bozkurt, 1998).

Portsan firması tarafından limra mermerlerine yönelik yapılan fiziko-mekanik deney sonuçları TS 699, TS 1910 ve TS 2513'te yer alan doğaltaş standartlarına göre yorumlanmıştır. Limra mermerlerinin jeomekanik ve fiziksel özellikleri TS sınır değerleri içerisinde yer almaktadır.

Limra mermerleri üzerinde yapılan birim hacim ağırlık deneyinde, ortalama birim hacim ağırlık  $2.2 \text{ gr/cm}^3$  olarak bulunmuştur. Özgül ağırlığı  $2.6 \text{ gr/cm}^3$  olarak belirlenmiştir. T.S.E. 2513'e göre traverten dışında yapı ve kaplama taşı olarak kullanılacak doğal taşlarda özgül ağırlığın  $2.55 \text{ gr/cm}^3$ 'ün üzerinde olması istenmekte olup limra mermerleri bu standarda uymaktadır.

Limra mermerlerinin görünür porozite oranı % 11,3 ve doluluk oranı % 86,7 olarak belirlenmiştir. T.S. 1910'a göre traverten dışında kalan kaplama taşı olarak kullanılacak doğal taşlarda görünür gözeneklilik oranı (porozite) % 12'nin altında olmak zorundadır. Limra mermerlerinin ağırlıkça su emmesi % 5.1 ve atmosfer basıncı altında hacimce su emme miktarı % 11,3 olarak tespit edilmiştir. T.S. 1910'a göre yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan doğal taşlarda atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme yeteneği % 7.5'den, hacimce su emme yeteneği % 12'den az olmalıdır. Bu veriler, su içeriği ve su emme özellikleri itibariyle limra mermerlerinin T.S. 1910'a uygunluğunu göstermektedir. Limra mermerlerinde don sonrası kütle azalması % 0.2 basınç dayanımındaki düşüş %28 olarak belirlenmiştir. T.S. 1910'a göre kaplama olarak kullanılacaklarda don sonu basınç dayanımında meydana gelen azalma % 5 ve don sonu kütle kaybı % 1'den küçük olmalıdır. Don sonrası kütle ve basınç değişim değeri göz önünde bulundurulduğunda, limra mermerleri kütle azalması yönüyle T.S. 1910'a uygundur (Tablo 4.4 ve 4.5).

Tablo 4.4 Limra mermerlerinin TS 1910'a göre değerlendirilmesi. (Firma tarafından yaptırılan mekanik özellik deney sonuçları kullanılmıştır).

<i>Fiziko-Mekanik Özellikler</i>	Çalışma Sahasında Yer Alan Limra Mermerleri	TS 1910'a Göre Sınır Değerler
Birim Hacim Kütle	2,2 (gr/cm <sup>3</sup> )	2,20-2,50 gr/ cm <sup>3</sup>
Birim Özgül Ağırlık	2,6 (gr/cm <sup>3</sup> )	2,20-2,50 gr/ cm <sup>3</sup>
Atmosfer Basıncında Ağırlıkça Su Emme	5,1 (%)	% 7,5
Atmosfer Basıncında Hacimce Su Emme	11,3 (%)	% 7,5
Kaynar Suda Hacimce Su Emme	13,15 (%)	
Görünür Porozite	11,3 (%)	< % 12
Doluluk Oranı	86,6 (%)	> % 92
Gözeneklilik Oranı	4,66 (%)	< % 5
Don Sonrası Ağırlık Kaybı	0,2 (%)	< % 1
Kaynar Suda Ağırlıkça Su Emme	5,66 (%)	

Tablo 4.5 Limra Mermerlerinin TS 2513'e göre değerlendirilmesi. (Firma tarafından yaptırılan mekanik özellik deney sonuçları TS 2513'e göre yorumlanmıştır).

Mekanik Özellik	Çalışma Sahasında Yer Alan Limra Mermerleri	TS 2513'e göre sınır değerler
Basınç Dayanımı	395 (kg/cm <sup>2</sup> )	Kaplama taşı için 350 kg/cm <sup>2</sup> Yapı malzemesi için 500 kg/cm <sup>2</sup>
Don Sonrası Basınç Azalması	339 (kg/cm <sup>2</sup> )	< %5



Ağırlıkça su emme ve birim hacim ağırlık deney sonuçları inceleme alanında yer alan limra mermerlerinin orta yoğunlukta bir yapıtaşı olarak sınıflandırılabilceğini göstermektedir. Limra mermerleri, basınç dayanımı deneylerine göre orta yoğunlukta, eğilmede çekme modülü ve eğilme dayanımına göre ise yüksek yoğunluklu bir yapıtaşı olarak tanımlanmıştır. Donma çözünme deneyindeki gözlemler ve ölçülen ağırlık kayıpları açısından limra mermerleri, TS' de belirtilen yapıtaşlarının donmaya dayanımı için verilen sınırları sağlamaktadır (Tablo 4.6, 4.7).

Tablo 4.6 Kireçtaşlarına yönelik doğaltaş standartları ve istenen değerler (ASTM ve TS).

Fiziksel Özellik	Limit Değer	Sınıfı	Deney Metodu
Ağırlıkça Su Emme, max %	12	1. düşük yoğunluk	ASTM C 97
Ağırlıkça Su Emme, max %	7,5	2. orta yoğunluk	ASTM C 97
Ağırlıkça Su Emme, max %	3	3. yüksek yoğunluk	ASTM C 97
Hacim Kütlesi, min (gr/cm <sup>3</sup> )	1,76	1. düşük yoğunluk	ASTM C 97
Hacim Kütlesi, min (gr/cm <sup>3</sup> )	2,16	2. orta yoğunluk	ASTM C 97
Hacim Kütlesi, min (gr/cm <sup>3</sup> )	2,56	3. yüksek yoğunluk	ASTM C 97
Basınç Dayanımı, min (MPa)	12	1. düşük yoğunluk	ASTM C 170
Basınç Dayanımı, min (MPa)	28	2. orta yoğunluk	ASTM C 170
Basınç Dayanımı, min (MPa)	55	3. yüksek yoğunluk	ASTM C 170
Eğilmede kopma modülü, min (MPa)	2,8	1. düşük yoğunluk	ASTM C99
Eğilmede kopma modülü, min (MPa)	3,4	2. orta yoğunluk	ASTM C99
Eğilmede kopma modülü, min (MPa)	6,9	3. yüksek yoğunluk	ASTM C99
Donma çözülmede ağırlık kaybı, max %	5		TS 699

Tablo 4.7 Kireçtaşı yapı ve kaplama taşı için istenen değerler (TS 11137).

TS 11137	Esas olarak kalsit mineralinden oluşan ve en az %90 CaCO <sub>3</sub> içeren sedimanter bir kayadır.	
Sınıf	1. Sınıf/ 2.Sınıf	1. Sınıf/ 2. Sınıf
Tip	Blok/ Plaka	Blok/ Plaka
Tür	Kenarlı-Kenarsız	Kenarlı-Kenarsız
Genel Görünüm	Gözle görülür çatlak, kırık, delik ve boşluk olmamalı	10 cm X 10 cm <sup>2</sup> 'de 3mm'den az çatlak kırık, 3mm <sup>2</sup> 'den az delik ve boşluk
Renk	Referans numuneye uygun olmalı	Referans numuneye uygun olmalı
Birim Hacim Kütlesi	> 2,16 g/cm <sup>3</sup>	> 2,16 g/cm <sup>3</sup>
Su Emme Oranı	<% 4	<% 4
Donmaya Karşı Mukavemet	<% 2	<% 2
Aşınmaya Karşı Mukavemet	Döşeme ve zeminde ≤ 10 cm <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup> Dekorasyon, süs, duvar kaplamada < 15 cm <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup>	Döşeme ve zeminde ≤ 10 cm <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup> Dekorasyon, süs, duvar kaplamada < 15 cm <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup>
Darbeye Karşı Mukavemet	Döşeme ve zeminde ≥ 0,6 N.mm/mm <sup>3</sup> Dekorasyon, süs, duvar kaplamada ≥ 0,4 N.mm/ mm <sup>3</sup>	Döşeme ve zeminde ≥ 0,6 N.mm/ mm <sup>3</sup> Dekorasyon, süs, duvar kaplamada ≥ 0,4 N.mm/ mm <sup>3</sup>
Basınca Karşı Mukavemet	Döşeme ve zeminde ≥ 50N/ mm <sup>2</sup> , Dekorasyon, süs, duvar kaplamada ≥ 30 N/ mm <sup>2</sup>	Döşeme ve zeminde ≥ 50N/ mm <sup>2</sup> ,Dekorasyon, süs, duvar kaplamada ≥ 30 N/mm <sup>2</sup>

Limra mermerleri üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları (Tablo 4.8) belirtilmiştir. Limra mermerleri kimyasal açıdan son derece saftır. (Erol ve Özer, 2005).

Tablo 4.8 Çalışma sahasında yer alan limra mermerlerinin kimyasal analiz sonuçları (Erol ve Özer 2005).

Kimyasal Bileşim	Çalışma Sahasında Yer Alan Limra Mermerleri
SiO <sub>2</sub>	0,04
AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,019
MgO	0,33
CaO	55,21
Na <sub>2</sub> O	0,012
K <sub>2</sub> O	0,013
TiO <sub>2</sub>	0,05PPM<
MnO	0,006
Kızdırma Kaybı	43,77
TOPLAM	99,440

## BÖLÜM BEŞ

### SONUÇLAR

1- Bu çalışmada radiolitid'lere ait çok sayıda örnek incelenmiştir. Ortamsal koşullardan dolayı rudist örneklerinin iç yapılarının dolgu malzemesi nedeniyle açık olarak gözlenemediği saptanmıştır. Rudistlerden Radiolites sp., Sauvagesia sp., Praeradiolites sp. gibi cinsleri tanımlanmıştır. Rudistli düzeylerin yaşı Santoniyen-Kampaniyen olarak kabul edilmiştir. Bu düzeylerin çalışma alanın batı kesimlerine doğru devam ettiği tespit edilmiştir.

2- Çalışma alanında yer alan limra mermerlerinin açık ve yer altı işletmelerinde yapılan incelemeler sonucunda istiftaş fasiyesi, çamurtaş fasiyesi, yüzertaş fasiyesi, vaketaşı fasiyesi, vaketaşı-istiftaş fasiyesi olmak üzere 5 adet fasiyes tanımlaması yapılmıştır.

3- K ve L kademelerinde baskın olarak gözlenen vaketaşı fasiyesi C, D kademelerinde çok dar bir alanda yayılım göstermektedir. Bu fasiyeste ekinid dikenleri ve kavkı parçaları gözlenmiştir. Bazı alanlarda taneler işlenmiş, mikritte sparlaşmalar meydana gelmiştir. Mikrit tane sınırı net olarak gözlenememiştir. İntraformasyonel düzeylerin ve makro fosillerin gözlenmemesi, silis konsantrasyonlarının ve çok düşük dayanımlı limra düzeylerinin bulunmaması, kırık ve çatlakların çok az olması L kademesinin açık işletmenin blok üretimi açısından en verimli düzeyi olmasını sağlamıştır. 2007 yılı üretimin % 60'ı bu kademedendir yapılmıştır. 2007 yılı üretimin % 40'ı ise silissiz, dar bir alanda rudist kesitlerinin gözlendiği, seyrek intraformasyonel düzeyler içeren K kademesinden gerçekleştirilmiştir. 2007 yılında bu kademelerden 4430 m<sup>3</sup> blok, 3600 m<sup>3</sup> moloz üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimin % 67 si ihracatlık mermer olarak pazara sunulmuştur.

4- İstiftaş fasiyesi, açık işletmenin D, E, F, G, H kademelerinde ve yer altı işletmesinde yayılım göstermektedir. İstiftaş fasiyesinde bol kavkı parçaları gözlenmiş olup tanelerde sparlaşmalar meydana gelmiştir. Açık işletmede istiftaş

fasiyesinin tanımlandığı alanlar intraformasyonel düzeylerin ve silis konsantrasyonlarının bulunduğu kısımlara karşılık gelmektedir. İntraformasyonel düzeylerden elmas tel kesim yapamadığı için bu düzeylerin altından ve üstünden 1 metre üretim boşlukları bırakılmaktadır. Bu kademelerde silis konsantrasyonlarının ve intraformasyonel düzeylerin yoğun olması, karstik boşlukların ve rudistlerin varlığı üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu düzeylerde renk ve desende homojenlik yer yer bozulmaktadır. İstiftaşı fasiyesinin tanımlandığı bu kademelerde blok üretiminde verim % 3-6 arasında değişmektedir.

5- Yüzertaş fasiyesi, açık işletmenin A bölümü ve B, C kademelerinde yayılım sunmaktadır. Yüzertaş fasiyesinde bol kavkı parçası ve krinoid içermektedir. Bu fasiyeste mikritik zarflar, bioerozyon yapıları ve büyüme izleri gözlenmiştir. Bol kırık ve çatlaklı, çok fazla karstik boşluklar içeren, bu kademelerde rudistler geniş bir alanda dağılım gösterdiği saptanmıştır. Rudistli düzeyler piyasada istenen ihracatlık mermerin homojenliğini bozmakta ve dayanımı düşürmektedir. Bu bölümlerden blok üretimi gerçekleştirilememiştir. A bölümü ile B ve C kademeleri dekapaj alan olarak tanımlanmıştır.

6- Vaketaşı-istiftaşı fasiyesi, açık işletmenin A, C ve H kademelerinde yayılım sunmaktadır. Bol kavkı parçalı ve krinoidli olan bu fasiyeste tanelerin yer yer işlenmiş olduğu gözlenmiştir. Sparlaşmaların meydana geldiği, mikrit tane sınırlarının net olmadığı yüzertaş fasiyesinin yayılım sunduğu kademelerde intraformasyonel düzeyler, ve rudist kesitleri gözlenmiştir. Vaketaşı-istiftaşı fasiyesi genel olarak dekapaj alan olarak tanımlanan A bölümü ve C kademelerinde sınırlı alanlarda, H kademesinde blok üretiminin verimli olarak gerçekleştirilemediği dar bir bölümde yayılım göstermektedir.

7- Çamurtaş fasiyesi, D ve E kademelerinde dar bir alanda yayılım göstermektedir. Seyrek kavkılı, (?) bentonik foraminiferli, tanelerde ve mikritte sparlaşmaların gözlendiği bu fasiyesinin tanımlandığı kademelerinde kırık ve çatlakların yoğun olması sebebiyle blok üretimine uygun olmadığı göstermektedir.

8- Rudist kavkılarının bazı bölgelerde korunmuş, bazı bölümlerde işlenmiş olması, kavkı parçalarında mikritleşmelerin meydana gelmesi, mikritik zarfların, krimonid ve ekinid dikenlerinin gözlenmesi, vaketaşı fasiyesi, istiftaşı fasiyesi, yüzertaş fasiyesi, çamurtaş fasiyesi ve vaketaşı-istiftaşı fasiyeslerinin tanımlanması limra mermerlerinin 8, 9 ve 10 nolu standart mikrofasiyes kuşaklarında (SMF8, SMF 9, SMF 10) yer aldığını göstermektedir. Buna bağlı olarak limra mermerlerinin 7 nolu fasiyes kuşağına karşılık gelen açık deniz karbonat düzlüğü ortamında oluştuğu belirtilmiştir.

9- Limra mermer işletmesi blok verimi açısından ele alındığında alt orta ve üst bölüm olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır. 13,9 metre yüksekliğine sahip alt bölüm K ve L kademelerini kapsamaktadır. Vaketaşı fasiyesinin yayılım sunduğu bu bölümden üretilen limra mermerleri jeolojik parametreler, blok verimi ve pazara uygunluk açısından en verimli düzeyler olarak tanımlanmıştır. 37,2 metre yüksekliğine sahip orta bölüm E, F, G, H kademelerini kapsamaktadır. İstiftaşı fasiyesinin baskın olduğu, desen ve renkte homojenliğin yer yer bozulduğu bu kademelerde blok verimi değişkenlik göstermektedir. Bu bölümden blok verimliliğinin alt bölüme göre daha az olduğu saptanmıştır. 23,6 metre yüksekliğe sahip üst bölüm B, C, D kademelerini kapsamaktadır. Blok üretimine elverişli olmayan bu bölümde baskın olarak yüzertaş fasiyesi gözlenmektedir.

10- Örtü tabakasının kalın olduğu ve yüksek miktarda dekapaj oranına sahip olan limra mermerleri yer altı işletmesi açık işletme ile karşılaştırıldığında daha yoğun rudistli düzeyler içerdiği saptanmıştır. Yer altı işletmesinde açılan galerilerde ve galerilerin yakın çevrelerinde intraformasyonel düzeyler bulunmaktadır. Kesim işleminin zorlaştığı, verimli üretimin alınamadığı bu düzeylerin yer altı işletmesinde takibi ve yanal devamlılıklarını tespit etmek daha zordur. İstiftaşı fasiyesinin tanımlandığı, yoğun karstik boşlukların gözlemlendiği galeri girişlerinin stratigrafik olarak yanlış olduğu saptanmıştır.



11- Yer altı işletmesinin açık işletmenin A bölümü ve B, C, D kademelerini içeren dekapaj alanı ile benzerlik göstermektedir. Düzenli oda topuk sistemin uygulandığı yer altı işletmesinde istenen ebat ve kalitede blok verimi gerçekleştirilemediği için yalnızca bir no'lu galeride oda düzeyinde üretim yapılabilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akkoç, T., Gürgen, S. (1999). Yer altı işletmeciliği ile mermer üretimi. Lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Aksoy, C.O., Kun, M. ve Mallı, T. (2004). Yer altı mermer üretimi için örnek oda topuk dizaynı. *Mermer Dergisi*, (39), 10-15.
- ASTM C 170, (1990) Standard Test Methods for Compressive Strength of Dimension Stone. Annual book of ASTM Standards.
- ASTM C 97, (1996). Standard Test Methods for Absorption and Bulk Specific Gravity of Dimension Stone. Annual book of ASTM Standards.
- ASTM C 99, (1987). Standard Test Methods for Modulus of Rupture of Dimension Stone. Annual book of ASTM Standards.
- Capuzzi, Q. (1980). Modern technology and machinery for marble quarrying.
- Colin, H. J. (1962). Fethiye-Kaş-Antalya-Finike (Güneybatı Anadolu) bölgesinde yapılan jeolojik etüdler. *M.T.A. Dergisi*, (59).
- Dunham, R. J. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In. W. E. Ham, (Ed). Classification of Carbonate Rocks. *Am. Ass. Petrol. Geol. Mem.* (1), 108-121.
- Embry, A.F. & Klovan, J.E. (1971). A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, Northwest Territories. *Can. Petrol. Geology Bull.* 19, 730-781.
- Erdoğan, M. (1997). Yer altı mermer işletmeciliği ve tasarım ilkeleri. *Türkiye II Mermer Sempozyumu*, 43-49.
- Erol ve Özer (2005). Limra mermerlerinin stratigrafik konumu fiziko-mekanik özellikleri ve ekonomik potansiyeli (Batı Toroslar). Lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Flügel, E. (1982). *Microfacies analysis of limestones*. Berlin: Springer-Verlag.

- Flügel, E. (2004). *Microfacies of carbonate rocks*. Berlin: Springer-Verlag.
- Güleç, M. (2002). Finike-Alacadağ (Antalya) kireçtaşlarının mermer olabilme Özellikleri. Lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Gültekin, M.C. (1986). Batı Toroslar Bey Dağları otokton birliğindeki Bey Dağı Formasyonunun Senomaniyen yaşlı karbonat dizilimlerinin mikrofasiyeleri, çökeltme ortamları, karbonat çökeltme modeli ve diyajenezi. *TPAO Raporu*. (930).
- Günay, Y., Bölükbaşı, A. S. ve Yoldemir, O., (1982). Bey Dağlarının stratigrafisi ve yapısı. *Türkiye Altıncı Petrol Kongresi*, 91-101
- İrtem, O. (1981). Karbonat kayalarında fasiyes örnekleri ve petrol aramalarındaki önemi. *Türkiye Jeoloji Kurumu ve Türkiye Petrol Jeologları Derneği Konferansı Dizisi*, (14), 14-22.
- Kekeç, B., Ünal, M. ve Şensöğüt, C. (2004). Kayaçların doku özellikleri ile kırılma öğütülme özellikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *VII Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu*, Sivas.
- Kun, N. (2000). *Mermer Jeolojisi ve Teknolojisi*, 85-92.
- Önenç, İ. (1998). Mikritik kökenli kireçtaşlarının mermer olabilme özellikleri. *Türkiyede Mermer Dergisi*, (68), 18-24
- Özer, S. (2007). Kişisel iletişim.
- Özgüner, A.M. (2002 a). Antalya-Finike-Alacadağ köy batısı limra mermer sahasının jeolojik etüt raporu. 3-23.
- Özgüner, A.M. (2002 b). Antalya Demre-Belören köyü doğusunda yer alan Onur Mermer ruhsat sahaslarının jeolojik etüt raporu. 1-20.
- Özgüner, A.M. (2003), Finike (Antalya) batısı limra mermerlerinin litolojik ortamsal-stratigrafik özellikleri ve Hoyran-Akseki yöresinde benzer özellikli mermerlerinin bulunması olanakları. *Türkiye Taş Dünyası Dergisi*, 144-156.

- Özgüner, A.M. (2004). Antalya Demre ve Alacadağ yöresinin limra üstü açık renkli bej mermerleri, *Mermer Dergisi*, 28-33.
- Özkahraman, T. (2004). Kaplama taşı olarak kullanılan andezitler, kaynaklanmış tüfler Burdur Beji ve limranın fiziksel özellikleri, *Madencilik Bülteni*, 55-62.
- Poisson A., Poignant A.F. (1977). Korkuteli bölgesindeki Miyosen transgresyonunun tabanı olan karabayır formasyonu (Antalya ili) *MTA Dergisi*, (82).
- Power, W.R. (1985) Dimension and Cut Stone. *Industrial Minerals and Rocks, 5th Edition*,161-181.
- Sarı. B. (2006). Foraminifera-Rudist biostratigraphy, Sr-C-Isotope stratigraphy and microfacies analysis of the upper Cretaceous sequence of the Bey Dağları Autochthon (Western Taurides, Turkey). Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Şenel M., Serdaroğlu M., Kengil. R., Ünverdi M., ve Gözler M.Z. (1981). Teke Toroslarının Güneydoğusunun Jeolojisi. *MTA Dergisi*, (128), 35-37.
- Şenel, M. (1997). Antalya M10-M11 paftaları. *MTA 1/10.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları*, (6), 1-5.
- Şenel, M. (2004). Batı Toroslar'daki Yeşilbarak Napının stratigrafik ve yapısal özellikleri, GD Anadolu'daki ve Kuzey Kıbrıs'taki benzer birimlerle karşılaştırılması, *MTA Dergisi*, (128), 1-26.
- TS 11137. (1993). Yapı ve kaplama taşları . Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 699. (1987). Tabii yapı taşları muayene ve deney metotları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 1910. (1977). Kaplama olarak kullanılan Doğal yapı taşları,Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2513. (1977). Doğal yapı taşları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Üşenmez, Ş. (1987). Beydağları (Batı Toroslar) otokton kütleindeki Tersiyer yaşlı karbonat istif ve bu istifin sedimentolojisi üzerine yapılan çalışmaların ön sonuçları. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Dergisi*, (2), 103-141.

Wilson, J. L. (1975). *Carbonate facies in geologic history*, Springer-Verlag.