

SAGALASSOS ANTİK KENTİ (PİSİDİA) YAPI VE DEKOR TAŞLARININ MİNERALOGİSİ, PETROGRAFİSİ VE KAYNAK ALANLARI

MINERALOGY, PETROGRAPHY AND SOURCE REGION OF BUILDING AND ORNAMENTAL STONES OF SAGALASSOS ANCIENT CITY (PISIDIA)

Namık Aysal^{1*}, Şemsettin Caran²

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar – İstanbul

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta

Yayına Geliş (Recieved): 02.12.2018, Yayına Kabul (Accepted): 29.12.2018; Basım (Printed): Şubat/February 2019

*Sorumlu yazar (aysal@istanbul.edu.tr)

ÖZ

Sagalassos antik kenti Türkiye'nin önemli antik yerleşim yerlerinden biri olup kullanılan yapı ve dekor taşları açısından da önemli bir eserdir. Şehir, Ağlasun kuzeyinde Toroslara ait tektonik birlikler üzerinde kurulmuştur. Şehir, çoğu bölgedeki yerel taş kaynaklarından (Dutdere kireçtaşı, Gölcük volkanitleri) elde edilen malzemeler kullanılarak inşaa edilmiştir. Ancak dekoratif taşların bir kısmı (mermerler ve sütunlar) yine antik dönemlerde yoğun olarak kullanılan diğer taş ocaklarından (Teselya, Karistos, Afyon, Bergama Kozakdağı) temin edilmiştir. Bu çalışma kapsamında şehrin üzerine kurulduğu alanın jeolojisi, inşasında kullanılan yapıtaşları ile jeolojik formasyonların ilişkisi, sütun ve dekor taşlarının detaylı mineralojik – petrografik analizleri ile kaynak alanları araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sagalassos, Dekoratif taş, Yapıtaşı, Kaynak alan

ABSTRACT

The ancient city of Sagalassos, one of the most ancient settlement areas of Turkey, includes archaeological ruins which are important interms of building and decorative rocks. The city was built to the north of Ağlasun and on the tectonic units of Taurus Belt. This ancient city was built using stones from local places (e.g. Dutdere limestone, Gölcük volcanis). However, some of the decorative stones (marbles and columns) were collected from other stone quarries (Teselya, Karistos, Afyon, Bergama Kozakdağı), also used very often during ancient times In this study, it is aimed to investigate the geology of the Sagalassos settlement area, relations between the archaeological ruins and geological formations of the area and detailed mineralogical and petrographical features of the decorative stones and columns.

Key Words: Sagalassos, Decorative stone, Building stone, Source region

1. GİRİŞ

Sagalassos antik kenti Roma İmparatorluk döneminde Pisidia olarak bilinen (Burdur ve çevresi) bölgede kurulmuş bir yerleşim yeridir (Burdur iline bağlı Ağlasun ilçesinin 7 km kuzeyinde; Şekil 1). Şehre Neolitik Dönem'de geçici olarak yerleşilmiş olsa da en geç orta Tunç Çağı'nda asıl yerleşimler başlamıştır. Şehir Hellenistik dönemde önem kazanmış ve Sagalassos (Pisidia) Roma İmparatorluk döneminin ise en zengin şehri olmuştur (Degryse ve diğ., 2002). Sagalassos, M.Ö. 25 yılında Roma İmparatorluğu'na

dahil edilmiş ve geç antik döneme kadar varlığını sürdürmüştür. Sagalassos antik kentinin 6. Yüzyılın başlarında bölgeyi etkileyen ve Sagalassos fayı olarak tanımlanan fay zonu üzerinde (Şekil-2) oluşan depremler sonucu yıkılmış olabileceği tahmin edilmektedir (Waelkens vd., 2013; Sintubin ve diğ., 2003; Similox-Tohon ve diğ., 2005). Sagalassos fay zonu 150 m genişliğinde ve 10 km uzunluğunda bir aktif fay zonu olup hemen kentin kuzey yamaçlarında izlenmektedir (Similox-Tohon ve diğ., 2005). Sagalassos fayı üzerinde meydana gelen en az dört

büyük depremin kenti etkilediği tahmin edilmektedir (Waelkens vd., 2013; Sintubin ve diğ., 2003). Bu depremler M.S. 1 Yy.'in ikinci yarısı, M.S. 3. Yy.'in ortaları, M.S. 6. Yy.'in ilk çeyreği ve M.S. 7. Yy.'in ortalarında şehri etkilemiştir (Waelkens vd., 2013).

Toros Dağları üzerinde, deniz seviyesinden itibaren 1400–1600 m kotları arasında kurulan Sagalassos antik kenti, verimli topraklara, tatlı ve tuzlu suya erişimi ile önem kazanmasıyla birlikte Pamphylia'nın (Antalya ile Antakya arasında kalan bölge) Akdeniz limanlarından kuzeye giden ana yolları üzerinde bulunması nedeniyle de zamanının önemli bir ekonomik merkezi haline gelmiştir (Williams ve diğ., 2017). Yerel seramik endüstrisi, tahıl ve zeytin (Fuller ve diğ., 2012; Poblome, 2015) bölge ekonomisinin en önemli ürünleri olmuştur.

Sagalassos antik kentinin inşasında ağırlıklı olarak yakın çevredeki taş kaynakları kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında yapılar da kullanılan farklı yapı taşları türleri mineralojik ve petrografik olarak tanımlanmış ve kaynak alanları araştırılmıştır. Kullanılan doğal yapı taşları arasında kireçtaşı, çakıltası ve breşler ile yakın çevreden getirilmiş volkanik kayalar egemendir. Yapı taşlarının çoğunun kaynağı hemen şehrin yakınlarındaki yerel taş ocaklarıdır. Bunlar arasında özellikle bej ve pembe kireçtaşları önemli yer tutar. Dekoratif olarak bazı mermerler ve granitler ise çok uzak mesafelerden taşınmış, sütun ve kaplama taşı olarak kullanılmıştır.

2) JEOLOJİ

Sagalassos antik kenti Batı Toroslarda, Burdur – Isparta illeri arasında kurulmuş olup kent alanı ve çevresinde Torosların jeolojisini oluşturan farklı otokton ve allokton birlikler yüzelemektedir. Bunlar Beydağları otoktonu, Yeşilbarak napı, Likya Napları ve Domuzdağ napıdır (Şenel, 1997, Degryse ve diğ., 2008). Bu birimlerle birlikte Gölcük volkanitleri (440 ± 12 ile 62 ± 2 bin yıl arasında aktif olmuştur; Platevoet vd., 2008), güncel alüvyon ve yamaç molozları örtü birimlerini oluşturmaktadır (Şekil 2).

2.1. Beydağları Otoktonu

Beydağları otoktonu Beydağları formasyonu ve Tekkeköy üyesi, Karabayır formasyonu ve Karakuştepe formasyonu ile temsil edilmektedir. Beydağları formasyonu gri, koyu gri renkli, orta – kalın tabakalı, yer yer makro fosilli dolomitik kireçtaşları ve kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Birim Jura – Üst Kretase yaşlı olup Üst Kretase yaşlı kireçtaşları gri, bej ve kahve renklidir. Yersel olarak rudist fosilleri, mercan, gastropod ve yumuşakça fosilleri içerir (Poisson, 1977; Günay ve diğ., 1982; Şenel, 1997). Formasyonun üst düzeylerinde yer alan bej, krem, yeşilimsi gri, kirli sarı, pembe ve kırmızı renkli, ince – orta yer yer kalın tabakalı, çört yumrulu ve kalkarenit düzeyleri içeren globotruncanalı mikritik kireçtaşları Tekkeköy üyesi olarak adlandırılmıştır (Şenel ve diğ.,

1989). Bu birimler üzerine orta – kalın tabakalı; gri, bej, krem, kirli sarı ve yersel olarak koyu gri renkli algli kireçtaşlarından oluşan Alt Miyosen yaşlı Karabayır formasyonu gelir. Beydağları otoktonun en üstünde ince – orta – kalın tabakalı; gri, yeşilimsi gri, yeşil, bej, krem ve açık kahve renkli kumtaşı, kiltası ve silttaşı araldanmasından oluşan Alt Miyosen yaşlı Karakuştepe formasyonu yer alır (Şenel, 1997).

2.2. Yeşilbarak Napı

Yeşilbarak napı inceleme alanında Elmalı formasyonu ile temsil edilmektedir. Elmalı formasyonu ince – orta – kalın tabakalı; gri, koyu gri, bej, yeşilimsi gri, yeşil ve kahve renklerde kumtaşı ve şeyllerden oluşur. Orta Eosen – Alt Oligosen yaşlı birim içerisinde yersel olarak kumlu – killi kireçtaşı ve kalkarenit seviyeleri gözlenir (Önal, 1979).

2.3. Likya Napları

Likya napları Kızılcadağ melanj ve olistostromu ile temsil edilmektedir. Birim genel olarak ofiyolitli melanj ve ofiyolitli olistostromdan oluşur. Melanj içerisinde serpantinitten oluşan bir hamur içinde Permiyen yaşlı kireçtaşı, Triyas-Kretase yaşlı radyolarit, çörtlü kireçtaşı, neritik kireçtaşı ile bazalt, spilit, tuf, tüfit, gabro, diyabaz, harzburgit, dunit gibi bloklar içerir. Olistostrom kısmı karmaşık bir yapı gösterir ve çakıltası, kumtaşı, kiltası ve silttaşından oluşan bir matriks içerisindeki değişik türde ofiyolit kökenli olistolitler ile değişik yaşta kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, volkanit, radyolarit ve çört olistolitler içerir (Şenel, 1997).

2.4. Domuzdağ Napı

Likya naplarının en üst kesimini oluşturan Domuzdağ napı inceleme alanında Dutdere kireçtaşı ile temsil edilir. Dutdere kireçtaşı orta – kalın tabakalı yer yer olarak masiftir. Birim genel olarak kirli beyaz, açık gri, gri, beyaz renkli, yer yer megalodonlu ya da algli rekristalize kireçtaşlarından oluşur. Birimin üst düzeyinde orta – kalın tabakalı; gri, krem renkli kireçtaşları bulunur. Birimin üst düzeylerinde ise kırmızı pembe renkli, yer yer çörtlü, ammonitli, yumrulu kireçtaşları ve breşik kireçtaşları (ammonitico-rosso fasiesi) yer alır (Şenel, 1997).

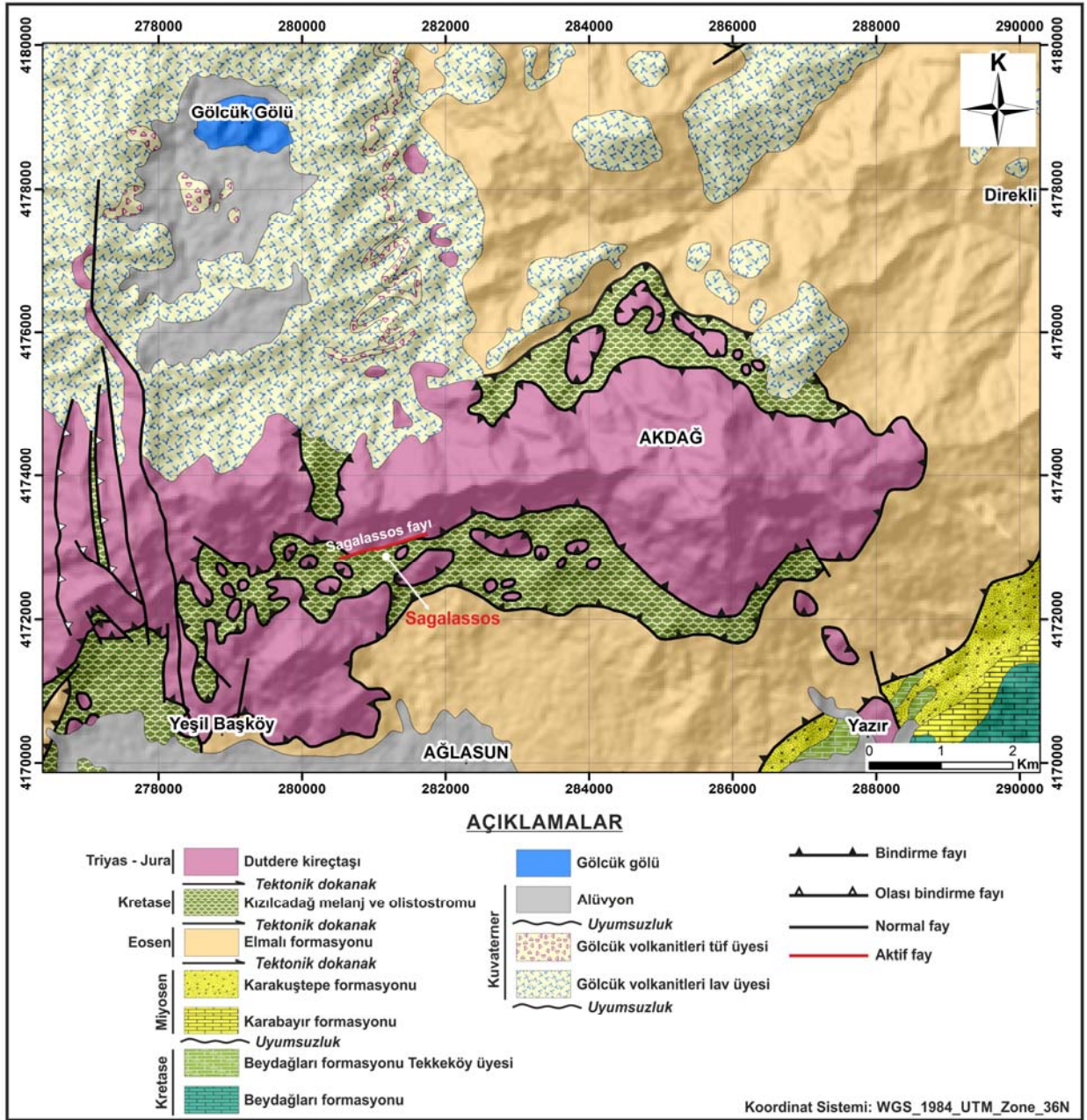
2.5. Gölcük Volkanitleri

İlk defa Poisson (1977) tarafından tanımlanan Gölcük volkanitleri üç önemli püskürme evresi ile temsil edilmektedir. Birinci evrede yaklaşık 200 m kalınlığa sahip piroklastik akma çökelleri oluşmuştur. İkinci evrede ise kaldera boyunca yerleşen lav ve domlar ile üçüncü evreyi ise tuf-ring çökelleri oluşturmaktadır (Platevoet ve diğ., 2014). Volkanı oluşturan lavlar genellikle porfirik ve glomeroporfirik dokulu tefrifonolit, trakit ve trakiandezitlerden oluşur. Porfirik dokulu trakitler plajiyoklaz (oligoklaz-andezin), sanidin, klinopirosken, biyotit, çok az hornblend içerir. Hamurda ise kuvars, apatit ve Fe-oksitleri ve mikrolitik feldispatlar gözlenir (Kumral ve diğ., 2006).



Şekil 1. A) Anadolu'nun antik bölgeleri (URL-1) **B)** Sagalassos antik kenti ve kent yerleşim planı (altlık olarak World Imagery verisi kullanılmıştır, şehir planı URL-2 adresinden alınmıştır).

Figure 1. A) Antic regions of Asia Minor (URL-1) **B)** Sagalassos ancient city and urban settlement plan (World Imagery data is used as basement, city plan taken from URL-2)



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası (MTA 1/100.000 ölçekli Isparta M24 ve M25 paftalarından alınmıştır).
Figure 2. Geological map of the study area (taken from MTA 1/100.000 scaled Isparta M24 and M25 quadrangles).

3. MALZEME VE YÖNTEM

Antik kentlerde örnek alımı hem tarihi yapılara zarar verebilme ihtimali hem de gerekli izinlerin alınmasındaki süreçler nedeniyle güçtür. Bu nedenle Sagalassos antik kentinde kullanılan yapı ve dekortaşlarının detaylı olarak tanımlanması amacıyla antik kent ve çevresinde bulunan ve kentin inşasında kullanılan kaya birimlerinden örnekler alınmıştır. Örnekler polarizan mikroskop altında detaylı olarak tanımlanmış ve alınan tüm örneklerde XRD analizleri yapılmıştır. XRD analizleri için gerekli olan miktar kadar örnek kesilerek yaklaşık 300 mesh boyutuna kadar agat havan yardımıyla öğütülmüştür. XRD

analizleri, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği bölümü, Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı X-Işınları laboratuvarındaki GNR marka APD 2000 Pro model cihazda Cu-K α radyasyonu ile 40 kV gerilim ve 30 mA akım altında $2\theta=1^\circ/\text{dk}$ gonyometre hızı ile yapılmıştır. Ölçümler $5^\circ - 55^\circ$ arasında yapılmış ve alınan XRD kayıtları Philips Xpert Highscore yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Dekor taşı olarak kullanılan mermerler ise İtalya Siena Üniversitesi MUSNAF koleksiyonu (URL-3), CORSI koleksiyonu (URL-4) ve İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik fakültesi, Jeoloji mühendisliği bölümü, Mineraloji – Petrografi

anabilim dalı arşivi kullanılarak tanımlanmış ve sınıflandırılmıştır. Söz konusu dekoratif taşlar için mineralojik – petrografik analizlerde de bölüm arşivindeki örnekler kullanılmıştır.

4. MİNERALOJİ – PETROGRAFI

4.1. Yapıtaşları

Sagalassos antik kentinde yapı taşı, sütun, sütun başlıkları, sütun kaideleri, kemer taşları ve yer döşemesinde kullanılan taşlar türlerine göre detaylı olarak tanımlanmıştır. Kentin inşasında farklı renk ve dokularda kireçtaşları, lav ve ignimbritler (kaynaklanmış tüfler), kumtaşı ve silttaşları kullanılmıştır.

4.1.1. Kireçtaşları

Yapıtaşlarının önemli bir kısmı beyaz, bej ve grimsi bej renkli mikritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bej renkli mikritik kireçtaşlarına (Şekil 3 a, b, c) ek olarak kırmızı pembemsi renkli mikritik kireçtaşları ve breşik kireçtaşlarına da rastlanmaktadır (Şekil 3 d, e, f). Kireçtaşlarına ilaveten yersel traverten de kullanılmıştır.

Bej - beyaz renkli kireçtaşları: genel olarak intra klastik biyomikritik kireçtaşları ile temsil edilir. Bej, krem, grimsi bej ve kahverengimsi bej renklerde. İnce kesitlerde pellet ve klastlar ile fosil kavkı kırıntıları, mercan fosilleri, alg ve foraminifer fosilleri gözlenmektedir (Şekil 4a, b). Makro örneklerinde bol miktarda megalodon fosilli seviyeler gözlenmektedir (Şekil 3c). Yersel olarak ince sparit damarları ve stilolit oluşumlarına da rastlanır. XRD analizlerinde kayacın tümüyle kalsit mineralinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 5).

Pembe - kırmızı renkli kireçtaşları: Genellikle soluk pembeden kırmızı ve koyu kırmızı renklere değişkenlik gösterir (Şekil 3 d, e, f). Breşik dokulu ve yumru kireçtaşları ile sparit damarlı mikritik kireçtaşları ana kaya türlerini oluşturmaktadır. Çoğunlukla mikritik yer yer sparitik olup biyoklastlar içerirler. Biyoklastlar genellikle brachiopod ve radyolarit türündedir. İçerisinde bol megalodon fosilleri içeren seviyeler mevcuttur. Breşik olan fasiyesinde mikritik kireçtaşı klastları arasında kırmızı renkli hematitçe zengin bir bağlayıcı gözlenir (Şekil 4c).

Sparitik damarlı mikritik kireçtaşlarında ise mikritik kireçtaşı klastları ikincil sparitik kalsitler birbirine bağlanmıştır (Şekil 4d). El örneklerinde kırmızı renk üzerinde beyaz sparit damarları belirgin olarak tanınabilmektedir. XRD analizlerinde çoğunlukla kalsit ve çok az oranda da kuvars minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 5).

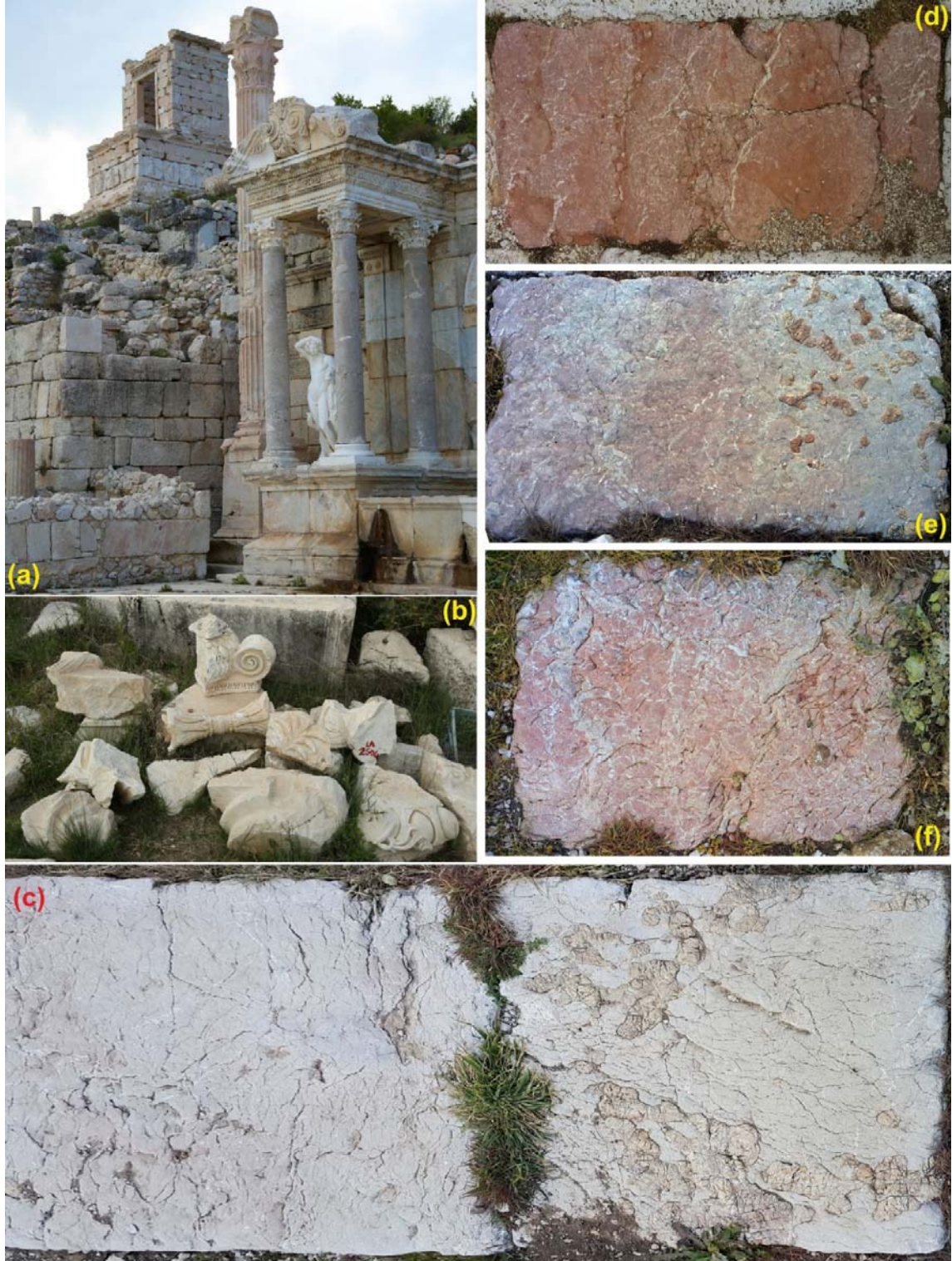
4.1.2. Volkanik Kayaçlar

Gölcük volkanının tefrifonolit bileşimli lavları ve ignimbritleri yapıtaşı, sütun ve su kanalları yapımında

kullanılmıştır (Şekil 6). Ayrıca tüf kırıkları agrega olarak harç ve sıvalarda da kullanılmıştır. Lav örnekleri genellikle grimsi yeşil renkli, bol ve iri amfibol ve piroksen fenokristallidir. Amfibol ve piroksen fenokristallerinin boyu 5 – 20 mm arasında değişkenlik göstermektedir. Alterasyon rengi sarımsıyeşil ve kahverengidir. Çoğunlukla su kanalı ve sütun olarak kullanılmıştır (Şekil 6 a, b, c). Nadiren binalarda yapıtaşı olarak da işlenmiştir. Porfirik ve glomeroporfirik dokuludur. Ana mineral bileşimini sanidin, plajiyoklas, amfibol ve klinopiroksen oluşturur. Piroksenler tek nikelde soluk yeşil renkli ve belirgin rölyeflidir. Genellikle kristaller yarı özşekilli ve uzun prizmatik formdadır. Amfiboller tek nikelde kahverengidir ve açık kahverengi ile koyu kahverengi arası pleokroizma göstermektedir. Amfibollerin kenarları opaklaşmıştır. Özşekilli altıgen ve yarı özşekilli prizmatik kristalleri mevcuttur. Sanidinler ve daha az orandaki plajiyoklaslar felsitik hamur içerisinde yoğunlaşmışlardır. Ayrıca hamur içerisinde bol miktarda opak mineral saçılmış halde bulunmaktadır. Hamur felsitik olup kısmen camsıdır (Şekil 7 a, b). Aksesuar mineral fazı sfen mineralleri ile temsil edilmektedir. İgnimbritler genellikle sarımsı, yeşilimsi kahve ve koyu kahverenkli olup iri gaz boşlukları karakteristiktir. Genellikle camsı olup yersel olarak amfibol, piroksen ve feldspat kristalleri ile volkanik kaya kırıntıları içerirler. XRD ile yapılan mineralojik analizde sanidin, plajiyoklas (andezin), diopsit, Mg-hornblend, biyotit ve zeolit grubu minerallerinden şabazit varlığı belirlenmiştir (Şekil 8).

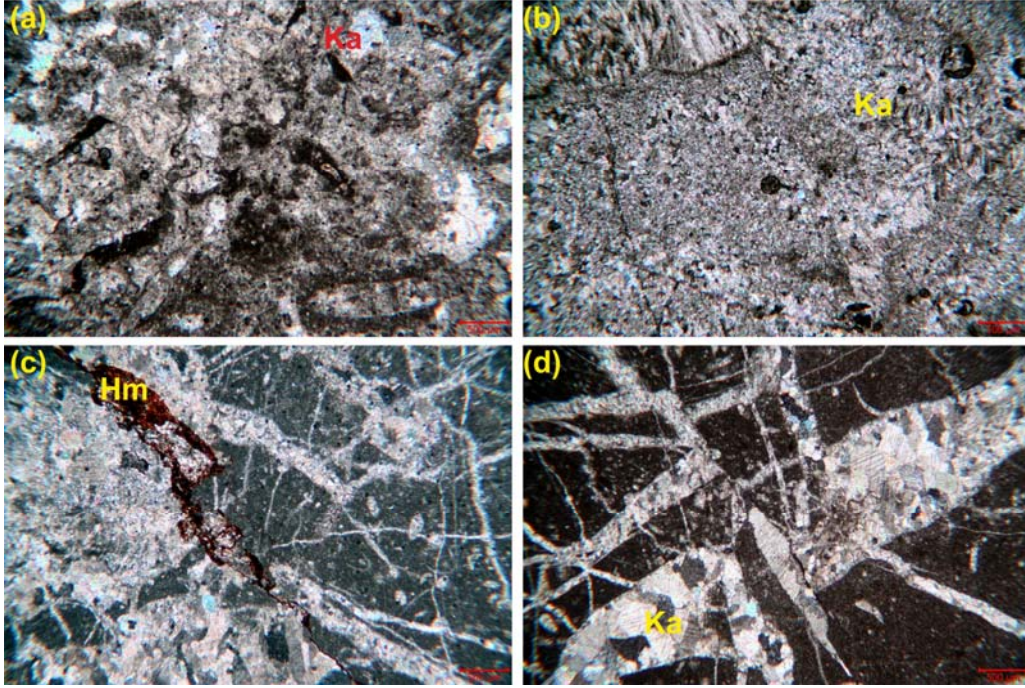
4.2. Dekoratif Taşlar

Sagalassos antik kentinde değişik amaçlarla farklı mermer ve doğal taşlar kullanılmıştır (Tablo 1, Şekil 9). Roma hamamı duvar kaplamalarında Afyon menekşe olarak bilinen (Pavonazetto) breşik beyaz – mor renkli breşik mermerler ile Afyon bal olarak bilinen beyaz mermerler kullanılmıştır. Duvar kaplamalarında süsleme ve dekor amaçlı olarak yeşil renkli bantlar içeren Karistos mermeri (Cippalino verde) sukutlosis tekniği (Öngen ve Aysal, 2017) kullanılarak döşenmiştir (Şekil 9 a ve b). Ayrıca dekoratif sütun olarak da Madra dağından (Kozak yaylası – Bergama) getirilen granodiyoritler (marmor Mysia), serpantin breşi (Verde antico) ve Afyon Kaplan postu mermeri kullanılmıştır (Şekil 9 d-h). Kütüphane bölümünde yer alan mozaiklerde ise ağırlıklı olarak beyaz – bej renkli mikritik kireçtaşları ile koyu gri – siyah renkli mikritik kireçtaşları kullanılmıştır. Dekoratif taşlar ve sütunların detaylı mineralojik – petrografik tanımları aşağıda sunulmuştur.



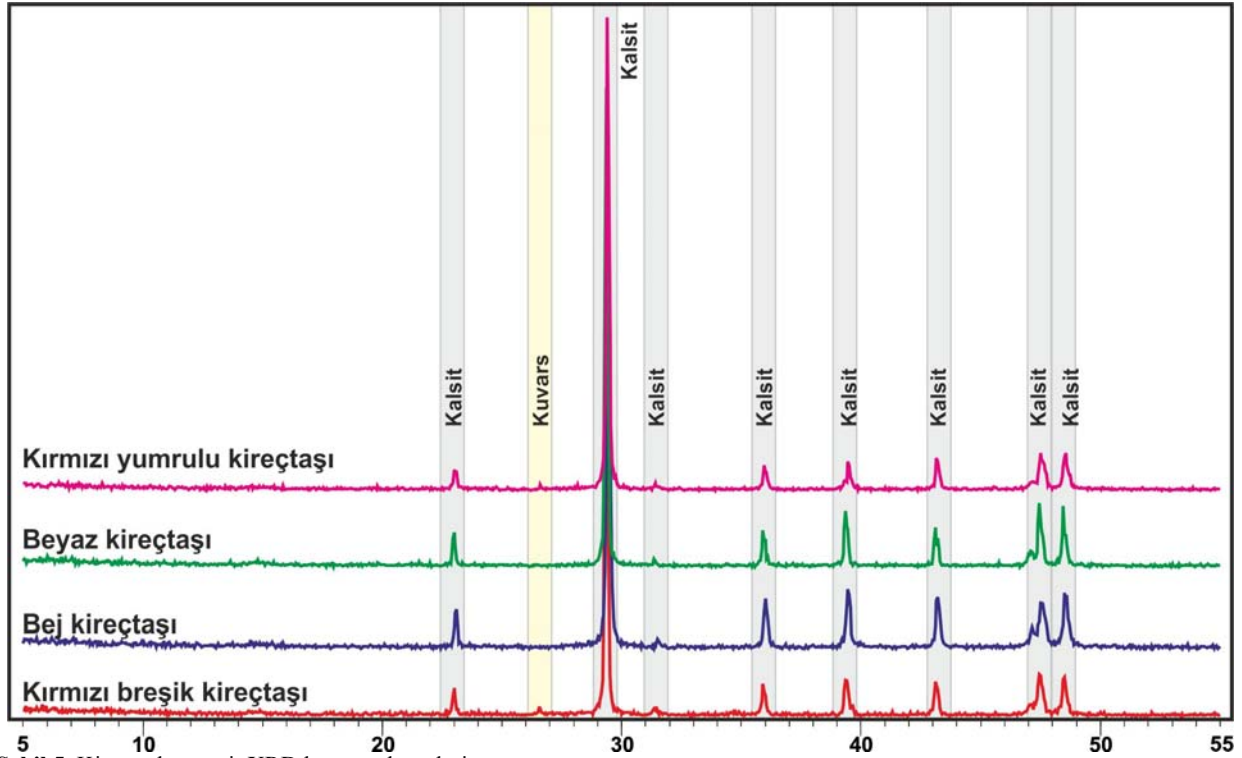
Şekil 3. Sagalassos antik kentinde kullanılan kireçtaşlarına örnekler: a) Sagalassos'ta kullanılan kireçtaşı blokları ve sütunlar, b) Beyaz bej renkli kireçtaşlarından (Dutdere formasyonu) yapılmış mimari elemanlar, c) Yer döşemesinde kullanılan beyaz – bej renkli megaladonlu kireçtaşı, d) Kırmızı renkli kireçtaşı, e) Pembemsi kırmızı renkli megaladonlu kireçtaşı, f) Kırmızı renkli yumrulu kireçtaşı.

Figure 3. Limestone samples used in the ancient city of Sagallassos: a) limestone blocks and columns used in Sagallassos, b) architectural elements composed of white-beige colored limestones (Dutdere formation), c) White-beige colored and megaladon-bearing limestone used for floor covering, d) red colored limestone, e) pinkish red colored megaladon-bearing limestone, f) red colored nodular limestone.

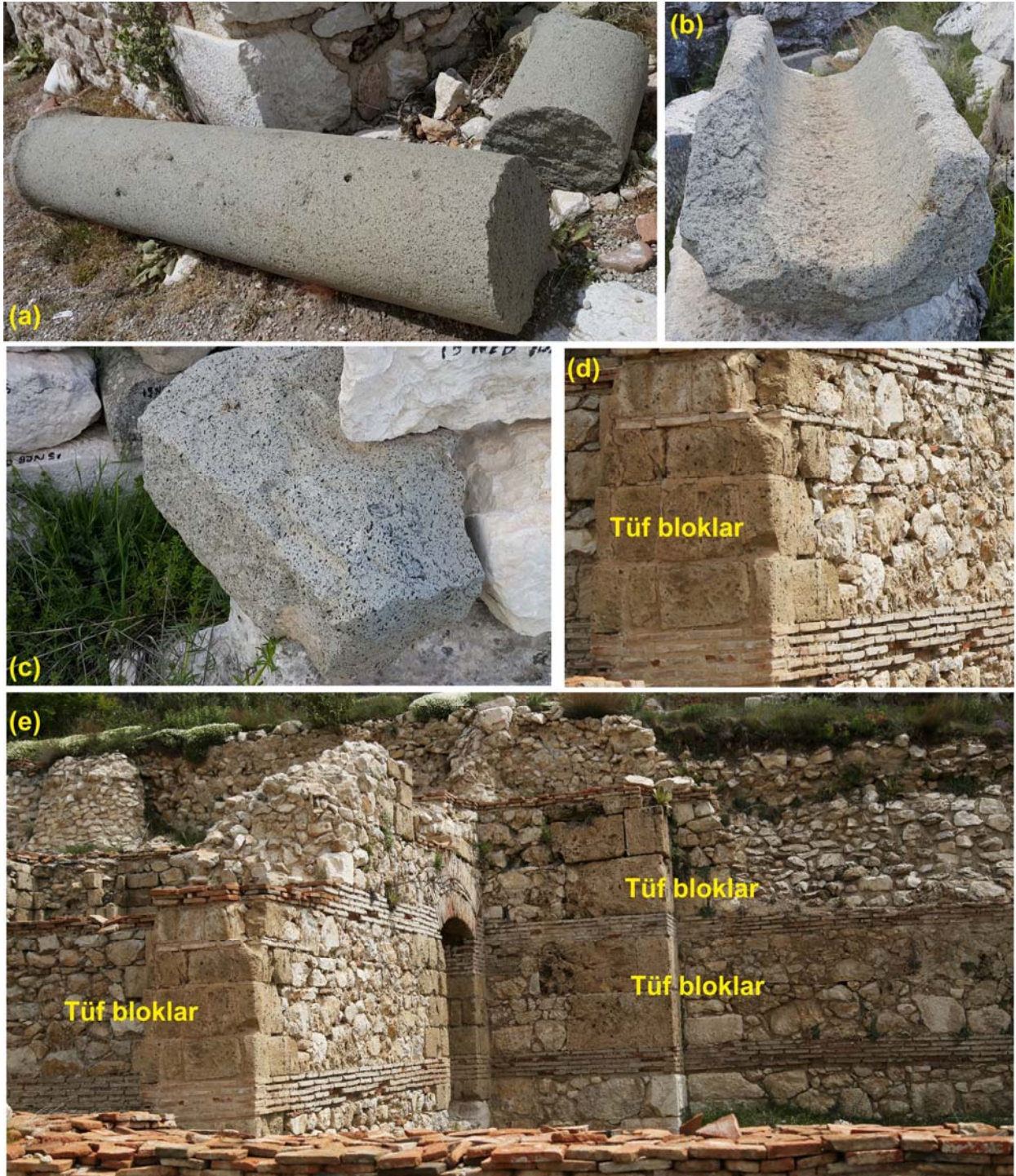


Şekil 4. Bej – beyaz kireçtaşlarının mikroskop altındaki görünüşleri: Beyaz – bej renkli, fosil kavkı ve kavkı kırıntıları (a) ile yersel olarak re-kristalize kalsitler (b). Kırmızı renkli kireçtaşlarında fosilli mikritik kısımlar ile daha iri kalsit içeren sparitik seviyeler ve arada kayaca kırmızı rengi veren hematit boyamaları (c), Mikritik kireçtaşını farklı açılarda kesen sparit damarları (d). Kısaltmalar: Ka: Kalsit, Hm: Hematit.

Figure 4. Microscopic view of white limestones: white-beige colored fossil shell and shell fragments (a), in places recrystallized calcites (b), sparitic levels, micritic areas including fossils and Fe-oxides causing red color view in red colored limestones (c), sparite-filled veins in micritic limestones. Abbreviations: Ka: Calcite, Hm: Hematite.

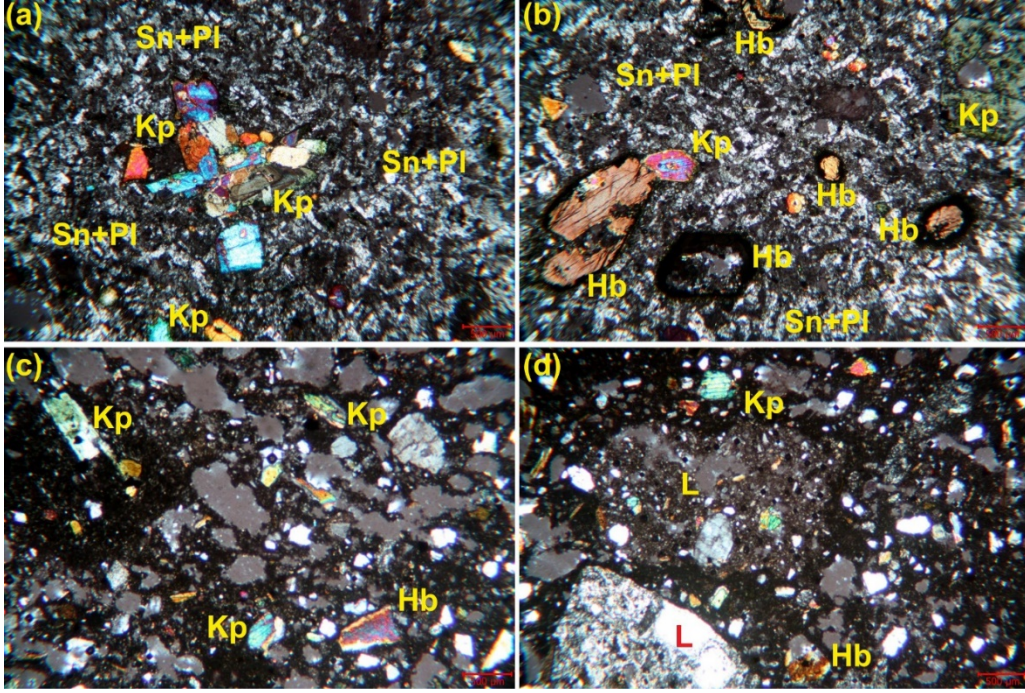


Şekil 5. Kireçtaşlarına ait XRD kırınım desenleri.
Figure 5. XRD patterns for limestones.



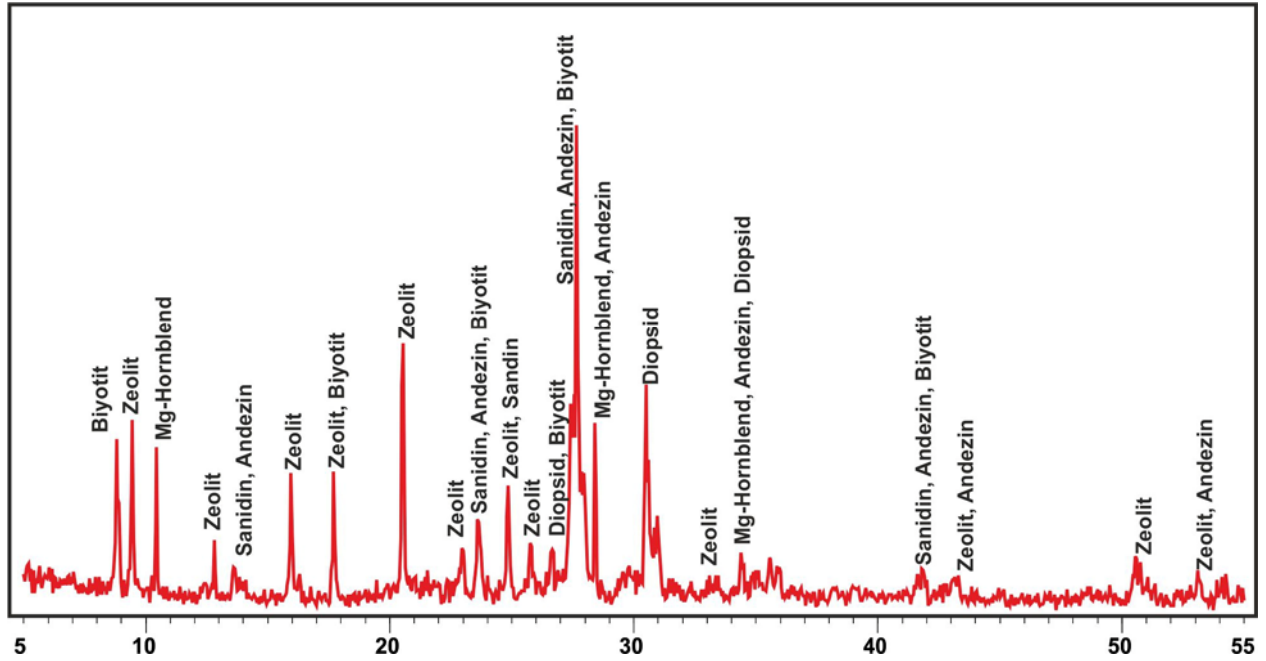
Şekil 6. Gölcük volkanitlerinin yapıtaşı olarak kullanımına farklı örnekler: Gölcük volkanitlerinden yapılmış sütun (a), su kanalı (b) ve yapıtaşı (c), Gölcük volkanitlerinin ignimbitlerinin yapı taşı olarak kullanımı (d-e).

Figure 6. Different examples of building materials composed of Gölcük volkanites (a), water channel (b) and building stone (c), building stones composed of ignimbrites of the Gölcük volkanites (d-e).



Şekil 7. Gölcük volkanitlerin mikroskop altındaki görünüşleri: a-b) Klinopiroksen, amfibol ve sanidin içeren fonolitik lav. c-d) Volkanik kayaç parçaları içeren İğnimbritlerin genel görünüm. Kısaltmalar: Sn: Sanidin, Pl: Plajyoklas, Hb: Hornblend, Kp: Klinopiroksen, L: Kayaç parçaları.








Figure 7. View of the Gölcük volcanites under microscope: a-b) traphonolitic lavas including clinopyroxene, amphibole, sanidine, c-d) general view of ignimbrites including volcanic rock fragments. Abbreviations: Sn: Sanidine, Pl: Plagioclase, Hb: Hornblende, Kp: Clinopyroxene, L: rock fragments.

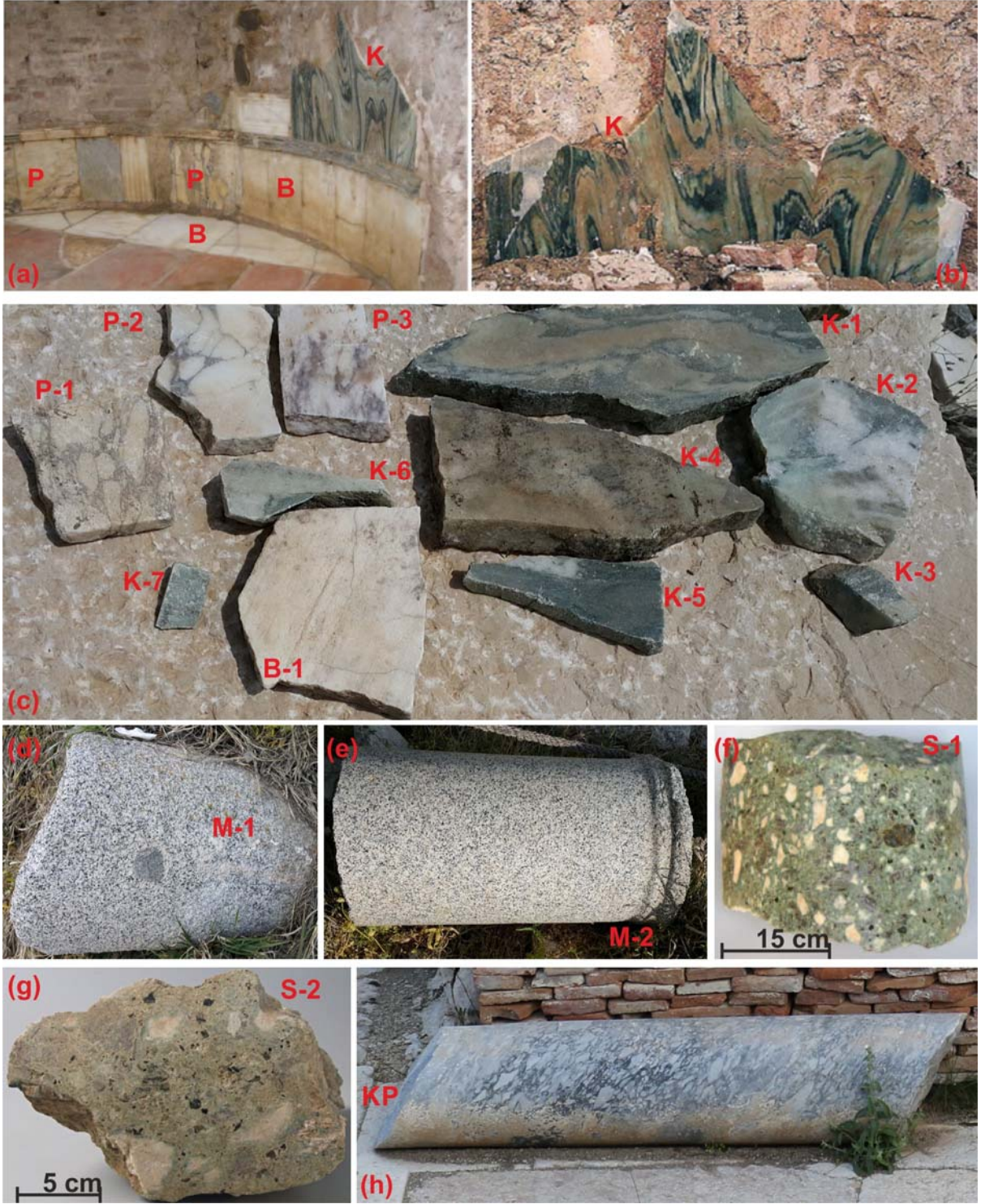


Şekil 8. İğnimbrit örneğinin XRD kırınım deseni ve elde edilen mineral bileşimi.
Figure 8. XRD patterns for ignimbrite sample and yielded mineralogical composition.

Tablo 1. Sagalassos antik kentine dışarıdan getirilmiş olan mermer ve doğal taşlar (URL-3, URL-4, URL-5, URL-6, URL-7, URL-8, URL-9; Yatay uzunluk yaklaşık 10 cm).

Table 1. Marble and natural stones brought to the ancient city of Sagalassos from outside of the city (URL-3, URL-4, URL-5, URL-6, URL-7, URL-8, URL-9; Horizontal length at about 10 cm).

	Petrografik adı	Latince / İtalyanca adı	Ocak Yeri	Genel görünüm
1	Breşik mor-kahve kireçtaşı (Afyon Menekşe)	Marmor Docimium Marmor Synnadicum Marmor Phrygium, Marmo Frigio, Pavonazetto	İscehisar, Afyon,	
2	Gri breşik dokulu mermer (Kaplan postu)	Marmor Docimium, Marmor Phrygium,	İscehisar, Afyon,	
3	Beyaz mermer (Afyon bal)	Marmor Docimium, Marmor Phrygium,	İscehisar, Afyon,	
4	Yeşil bantlı mermer – kalkşist	Marmor Carystum, Marmor Styrium, Marmo Caristo, Cipollino Verde	Ochi dağı, Karystos, Eğriboz Adası, Yunanistan	
5	Serpantin breşi, ofikalsit	Marmor Thessalicum, Marmo Tessalico, Verde Antico	Kasabalı Tepe, Larisa, Teselya, Yunanistan	
6	Granodiyorit	Marmor Mysia	Madra Dağı Kozak Yaylası Bergama, İzmir	
7	Mermer	Greco scritto	Efes Antik kenti yakınları, Hasançavuşlar mahallesi, İzmir	



Şekil 9. Kaplama taşı ve sütunlarda kullanılan mermer ve doğal taşlar: a) Hamam bölümünde kullanılan Afyon menekşe (P), Afyon bal (B) ve Karistos (K) mermerleri (fotograf Corremans ve diğ., 2009'dan alınmıştır), b) Sukutlosis tekniğiyle kaplanmış Karistos mermeri (fotograf Degryse ve diğ., 2009'dan alınmıştır), c) Hamam bölümü kazılarında çıkarılan mermer kırıkları, d-e) Kozak dağından getirilmiş granodiyorit sütunlara ait parçalar, f-g) Serpantin breşi sütunların kırıkları (fotograflar Corremans ve diğ., 2009 ve Degryse ve diğ., 2009'dan alınmıştır), h) Afyon Kaplan postu mermerinden yapılmış bir sütuna ait parça.

Figure 9. Marbles and natural stones used for floor covering stone: a) the Afyon violet used in the bathroom (P), Afyon honey (B) Karistos (K) marbles (taken from Corremans et al., 2009), b) Karistos marbles covered by Sukutlosis technique (taken from Degryse et al., 2009), c) marble fragments found during works carried out in the bathroom part, d-e) fragments of granodiorite columns brought from the Kozak mountain, f-g) column fragments composed of serpentine breccia (taken from Corremans et al., 2009 and Degryse et al., 2009), h) column fragments composed of Afyon Tiger skin marble

4.2.1. Afyon Bölgesi Mermerleri

Afyon menekşe mermeri beyaz renkli mermer parçalarını mor – kahve renkli bir hamurla birleştiren breşik bir mermerdir. Beyaz mermer parçalarının büyüklüğü oldukça değişken olup 1 cm'den 1 m'ye kadar değişen boyutlarda köşeli mermer parçaları görülmektedir. Beyaz renkli breşik kısımlar granoblastik dokulu olup kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Kalsitlerde iki yönde mükemmel dilinim ve deformasyon izleri belirgindir. Mor – kahve renkli kısımlarda ise klorit, muskovit ve kalsit birlikte bulunmaktadır (Şekil 10a). Yapılan XRD analizlerinde kalsit, klorit ve muskovit mineralleri içerdiği belirlenmiştir (Şekil 11). Beyaz renkli Afyon bal mermeri hamam duvarlarında kaplama taşı olarak kullanılmıştır. Granoblastik dokulu olup tamamen kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Kalsitlerde yersel olarak deformasyon sonucu ikiz ve dilinim düzlemlerinde eğilme ve bükülme yapıları gözlenir (Şekil 10b). XRD analizlerinde tümüyle kalsitten oluştuğu görülmektedir. Kaplan postu mermeri açık – koyu gri renkli breşik bir mermerdir. Genel olarak granoblastik dokulu kalsitlerden oluşmaktadır. XRD analizlerinde kalsit ile birlikte az miktarda muskovit içerdiği görülmektedir (Şekil 10c-d).

4.2.2. Karistos Mermeri

Karistos mermeri yeşil renkli bantlar içeren bir kalsisttir. Geçirdiği deformasyonlar sonucunda belirgin bir foliasyon kazanmış ve kıvrımlanmıştır. Yeşil renkli bantlar içerisinde klorit, muskovit, epidot ve albit ile çok az oranda kuvars, beyaz renkli kısımlarında ise kalsit mineralleri içerir (Şekil 12 a, b). Granoblastik ve granolepidoblastik doku egemendir. XRD kayıtlarında kalsit, kuvars, albit, klorit ve muskovit minerallerinden oluştuğu görülmüştür (Şekil 13).

4.2.3. Granodiyorit Sütunlar

Sagalassos antik kentinde iki adet kırılmış granit sütun gözlenmiştir (Şekil 9 d, e). Granodiyorit bileşimine sahip olan bu sütunlar hipidiyomorfik taneli ve yer yer poikilitik dokuludur. Ana mineral fazında kuvars, ortoklas, zonlu ve ikizli plajyoklas, amfibol ve biyotit gözlenmiştir. İkincil mineral fazında klorit ve kil mineralleri ile aksesuar fazda sfen ve zirkon mineralleri gözlenir.

4.2.4. Serpantin Breşi

Serpantin breşi yeşil ofiyolitik bir matriks içerisindeki beyaz renkli mermer ve yersel olarak diğer metamorfik kayalar parçalarını içeren breşik bir ofikalsittir (Şekil 9 f, g). Kayalar içerisindeki beyaz renkli mermer seviyeleri granoblastik dokulu kalsitlerden,

yeşil renkli hamur kısmı ise serpantin minerallerinden (antigorit ve lizardit) oluşmaktadır. Serpantin mineralleri genel olarak ignemsi yapıdadır (Şekil 12e, f). XRD analizlerinde kalsit, lizardit ve magnetit oluştuğu görülmektedir (Şekil 13).

4.3. Mozaikler

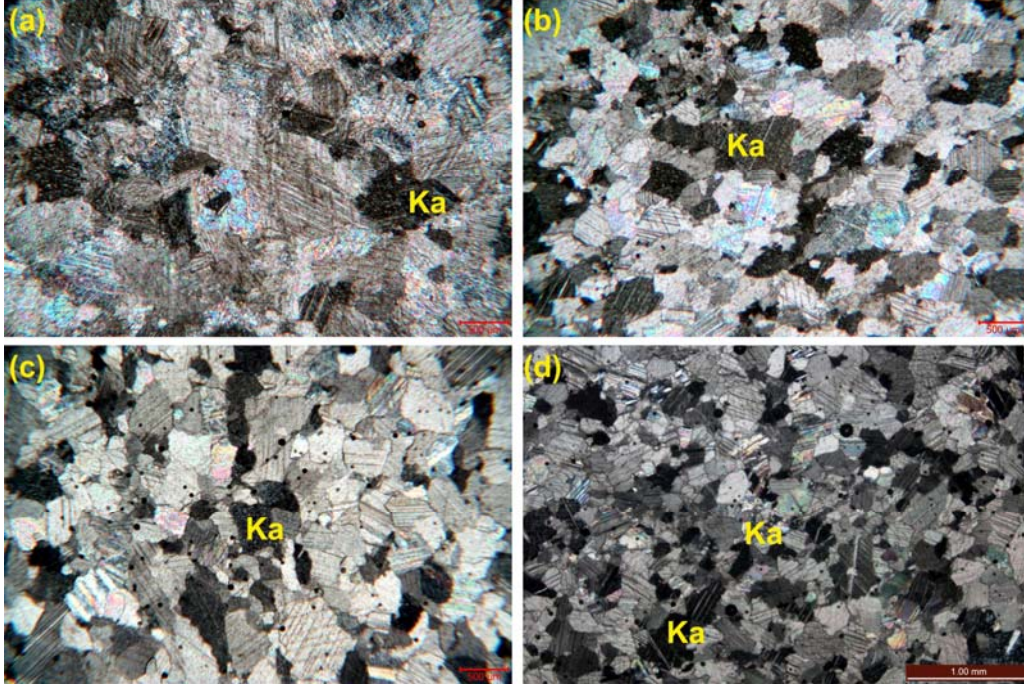
Sagalassos antik kenti Neon kütüphanesi, Kent meclisi ve hamam kısmının taban döşemelerinde mozaikler kullanılmıştır (Corremans ve diğ., 2009). Kütüphane tabanında kullanılan mozaikler iki farklı renkteki kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kütüphane tabanındaki mozaiklerin yapımında yine çevredeki beyaz – bej ve gri renkli kireçtaşlarından faydalanılmıştır (Şekil 14). Kent meclisi ve hamam taban döşemelerinde ise daha fazla mermer çeşidine yer verilmiştir. Bu mermerler Efes Hasançavuşlardan getirilen beyaz gri bantlı mermer (Greco scritto), bölgedeki kaynaklardan derlenen beyaz ve pembe renkli kireçtaşları, Afyon bal, kaplanpostu ve menekşe mermerleri ile Karistos mermerlerinden üretilen parçalar kullanılmıştır (Corremans vd., 2009). Bunlara ek olarak mozaik üretiminde daha az oranda kumtaşı, oniks ve beyaz damarlı siyah kireçtaşları da kullanılmıştır (Corremans vd., 2009).

5. OCAK SAHALARI

5.1. Yapıtaşı Ocakları

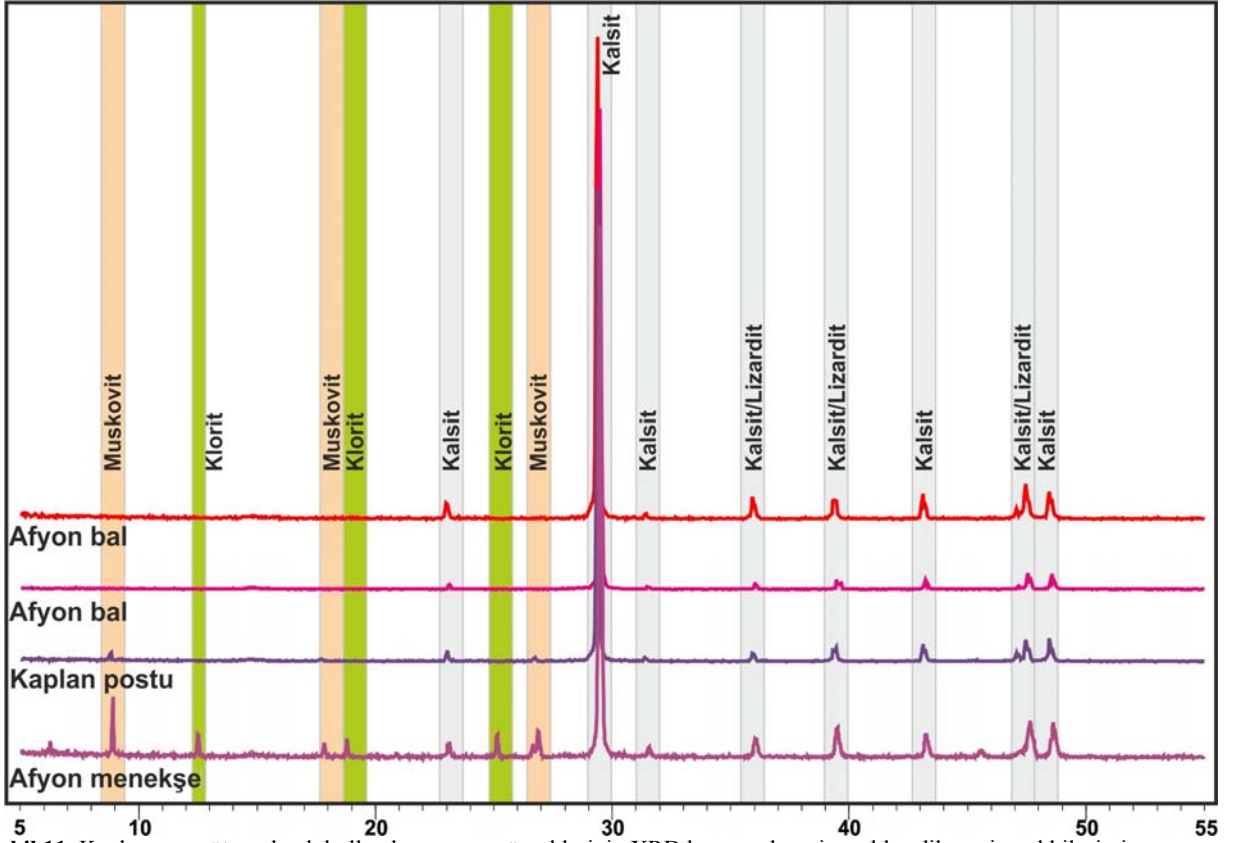
Sagalassos antik kentinde yapı taşı, sütun, sütun başlıkları, sütun kaideleri, kemer taşları ve yer döşemesinde kullanılan taşlar türlerine göre detaylı olarak tanımlanmıştır. Kentin inşasında farklı renk ve dokularda kireçtaşları, lav ve ignimbritler, kumtaşı ve silttaşları kullanılmıştır.

Kentin inşasında kullanılan yapıtaşları, mimari elemanlar ve sütunların önemli bir kısmını oluşturan Dutdere formasyonuna ait beyaz, bej, gri ve kırmızı renkli kireçtaşları hemen kent yakınlarındaki ocaklardan temin edilmiştir (Şekil 15 a ve b, Şekil 16). Bölgede işletilen ocak yerleri, ocak yüzeylerinde kama izleri ve tamamlanmamış mimari elemanlar halen sahada gözlenmektedir. Sütun ve yapı elemanı olarak kullanılan volkanik kayalar (lav ve ignimbritler) ise Gölcük kalderası içerisinde bulunan alandan ve/veya hemen kentin kuzeydoğusundaki ocak sahalarından getirilmiştir. Ocak sahalarından geneli korunmuş olmasına rağmen bazı ocaklarda günümüzde de işletme faaliyetleri devam etmiş veya kullanılmayan ocak sahaları doldurulmuştur.



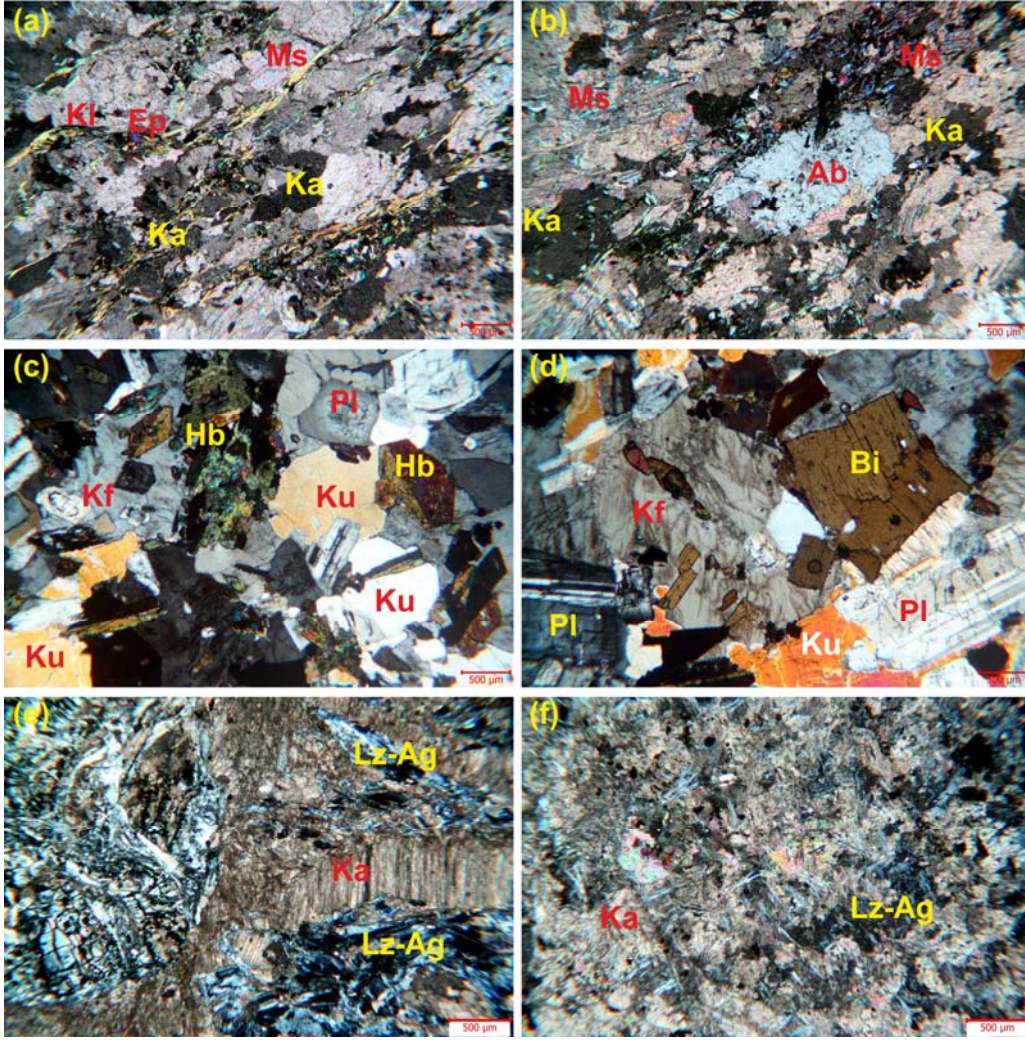
Şekil 10. a) Afyon menekşe olarak bilinen breşik mermer içerisinde granoblastik dokulu kalsitler. b) Afyon bal mermerinde deformasyon lamelli ikizleri içeren kalsit kristalleri. c-d) Afyon kaplan postu mermerinde granoblastik dokulu kalsitler ve kalsit deformasyon lamelli ikizleri. Kısaltmalar: Ka: Kalsit.

Figure 10. a) Calcites displaying granoblastic texture in the brecciated marble known as Afyon violet, b) calcite crystals with deformation lamellae within the Afyon honey marble, c-d) calcite crystals displaying deformation lamellae and granoblastic texture within the Afyon Tiger skin marble. Abbreviations: Ka: Calcite.



Şekil 11. Kaplama ve sütun olarak kullanılan mermer örneklerinin XRD kırınım deseni ve elde edilen mineral bileşimi.

Figure 11. XRD patterns for marble samples used as column and face stone, and yielded mineralogical composition.

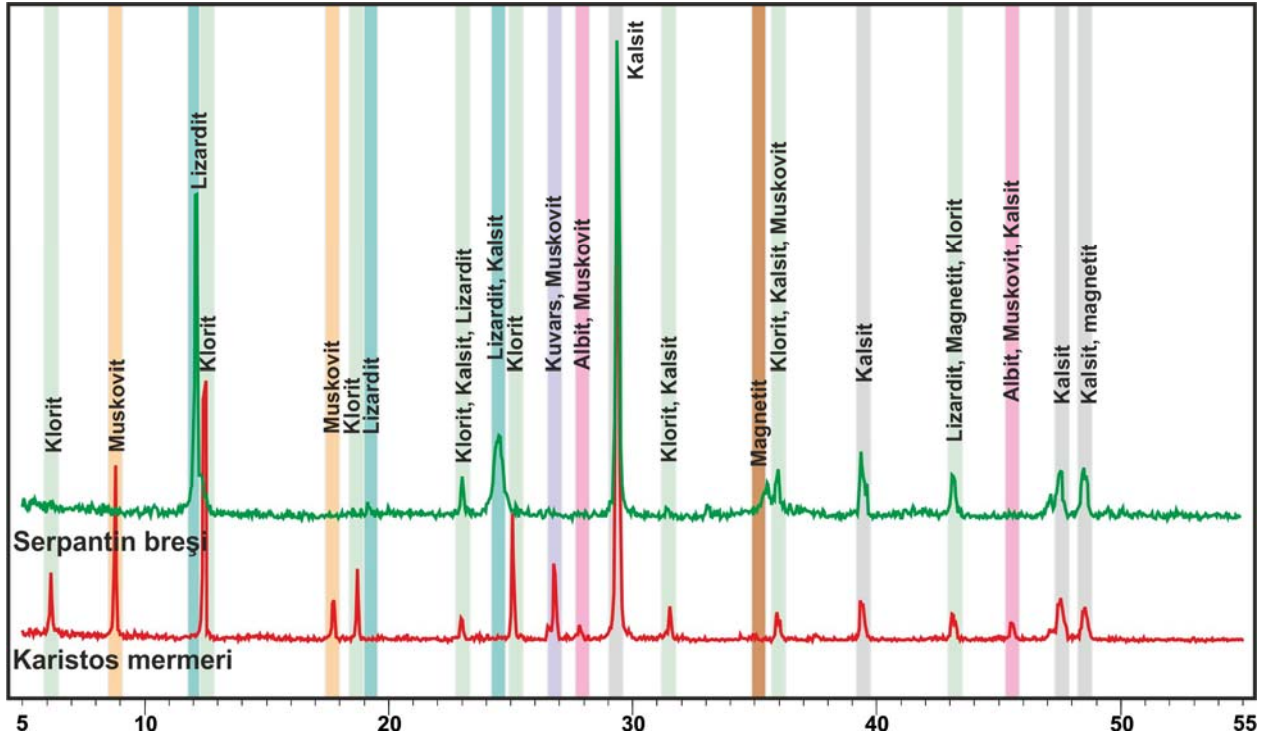


Şekil 12. a-b) Karistos mermeri içerisinde klorit, albit ve ufak epidot minerallerinden oluşan foliasyon düzlemleri, foliasyon düzlemleri arasında kalsitler. c-d) Kozakdağ'ından çıkarılan (Marmor Mysia) granitler içerisinde amfibol, biyotit, plajiyoklas, K-feldspat ve kuvars mineralleri, hipidiyomorfik granüller ve yer yer poikilitik doku. e-f) Serpantin breşi (ofikalsit) içerisinde 1. sıra girişim renkleriyle karakteristik serpantin mineralleri (lizardit, antigorit) ve aralarda yer alan kalsit mineralleri. Kısaltmalar: Ku: Kuvars, Kf: K-feldspat, Pl: Plajiyoklas, Hb: Hornblend, Bi: Biyotit, Ms: Muskovit, Kl: Klorit, Ep: Epidot, Lz: Lizardit, Ag: Antigorit, Ka: Kalsit, Ab: Albit.

Figure 12. a-b) foliation planes consisting of chlorite, albite, fine-grained epidote minerals and calcites among the foliation planes within the Karistos marble, c-d) amphibole, biotite, plagioclase, K-feldspar, quartz minerals, hypidiomorphic and in places poikilitic texture within the granites of the Kozakdağ (Marmor Mysia), e-f) serpentine breccia (ophicalcite) and in places calcite minerals. Abbreviations: Ku: Quartz, Kf: K-feldspar, Pl: Plagioclase, Hb: Hornblende, Bi: Biotite, Ms: Muscovite, Kl: Chlorite, Ep: Epidote, Lz: Lizardite, Ag: Antigorite, Ka: Calcite, Ab: Albite.

Sagalassos antik kenti, Roma hamamında dekoratif olarak kullanılan beyaz (Afyon bal) ve menekşe renkli breşik mermerler (Pavonazetto) Afyon İsehisar (Docimeon) bölgesinden, yeşil renkli bantlı mermer – kalkıştler (Cippalino verde) Yunanistan Eğriboz adasında bulunan Karistos bölgesinden (Ochi dağı) getirilmiştir. Ayrıca sütun olarak kullanılan gri, breşik dokulu mermerler (Kaplanpostu) Afyon İsehisar'dan, yeşil renkli serpantin breşleri (Verde antico) Yunanistan Teselya bölgesi, Larissa kenti yakınlarındaki Kasabalı

tepeden, granodiyorit sütunlar ise Bergama Madra dağındaki Kozak yaylası granit ocaklarından (Azattaşı ocakları?) getirilmiştir (Şekil 17). Mozaiklerde kullanılan bazı mermerler (Greco scritto) ise Efes antik kenti yakınlarındaki Hasaçaşuşlar ocaklarından getirilmiştir. Ayrıca mozaiklerin yapımında kullanılan oniks, kumtaşı ve beyaz damarlı siyah renkli kireçtaşlarının ise tam olarak kaynak alanları belirlenememiştir (Corremans vd., 2009).



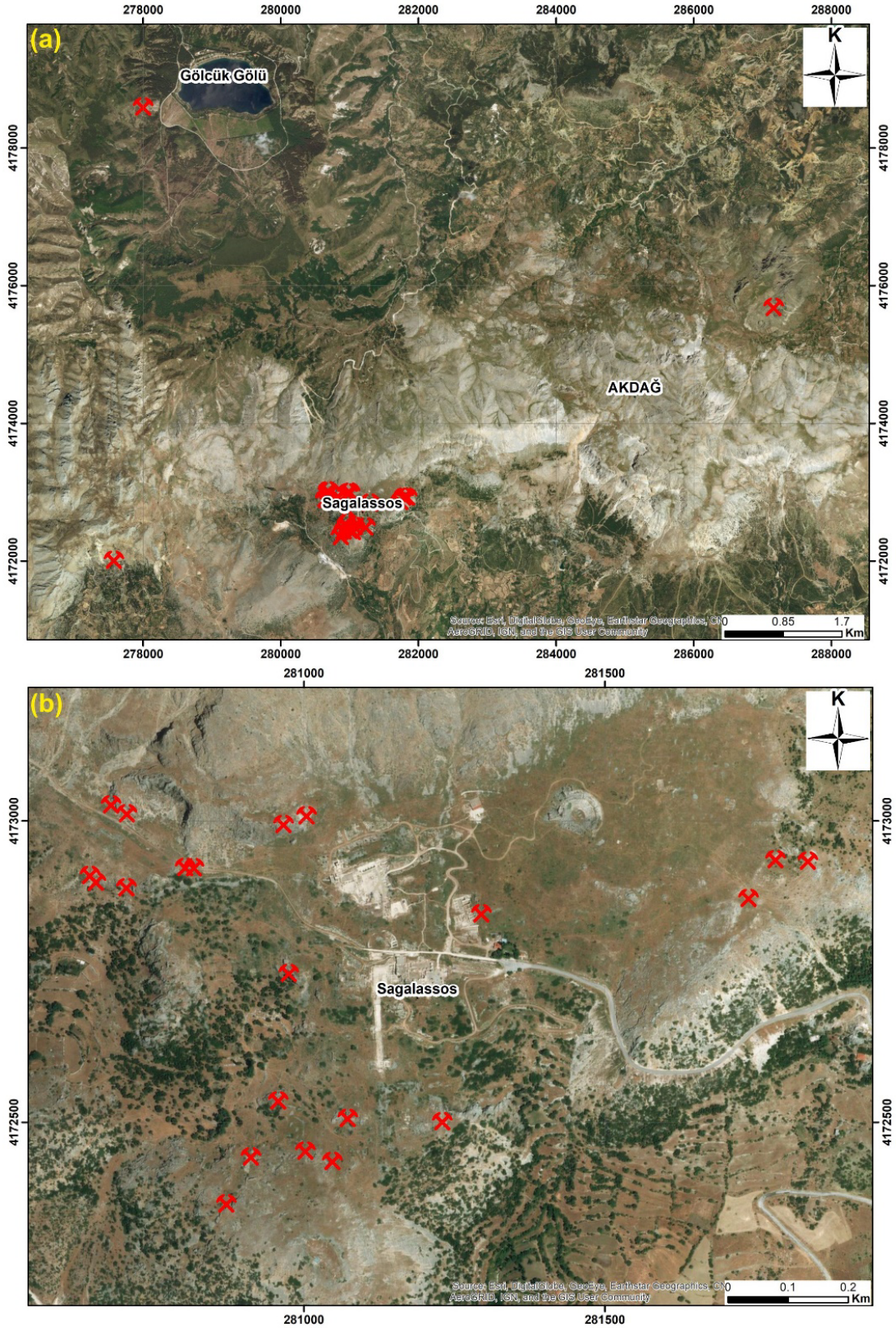
Şekil 13. Kaplama taşı olarak kullanılan Karistos mermerinin ve Serpantin breşinin XRD kırınım deseni ve elde edilen mineral bileşimi.

Figure 13. XRD patterns for Karistos marble and serpentine breccia samples used as wall veneer, and yielded mineralogical composition.



Şekil 14. a) Neon kütüphanesi tabanında kullanılan beyaz – bej ve gri renkli kireçtaşlarından yapılmış mozaik döşeme, mozaik döşemelerde Sagalassos fayındaki tarihsel depremler sonucu oluşan çökmeler. b) Mozaik döşeme yakın plan görünümü.

Figure 14. mosaic floor cover which is made of white-beige and grey colored limestones within the Neon library, collapses due to historical earthquakes in Sagalassos fault in mosaic pavements. b) close view of mozaic pavement.



Şekil 15. a) Sagalassos antik çevresindeki kireçtaşları ve volkanik kayaların çıkarıldığı ocaklar, b) Sagalassos kenti hemen yanı başındaki ocak sahaları (ocak yerleri Degryse ve diğ., 2007'den alınmıştır; altlık olarak World Imagery verisi kullanılmıştır). **Figure 15.** a) limestone and volcanic rock quarries around the ancient city of Sagalassos, b) quarries very close to the Sagalassos city (quarry places are taken from Degryse et al., 2007; World Imagery data is used as basement).



Şekil 16. a) İskender tepesi kuzey yamaçlarındaki ocak yerleri, b) İskender tepesi batı yamaçlarındaki ocak yerleri ve tamamlanmamış objeler, c) Eski ocak işletme aynaları.

Figure 16. a) location of quarries on the southern slope İskender hill, b) location of quarries on the western slope of İskender hill and completed objects, c) ancient quarry faces.

6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Sagalassos Batı Anadolu en önemli antik şehirlerden biridir. Toros dağlarının tepesinde, deniz seviyesinden 1400 – 1600 m yükseklikte kurulan şehir antik Roma döneminin en önemli ticaret merkezlerinden biri olmuştur. Şehir döneminin görkemli şehirleri arasında yer almış, kullanılan yapıtaşları, sütun ve dekoratif mermerleri ile günümüzde de güzelliğini ve estetiğini korumaya devam etmiştir. Şehrin yapımında öncelikli olarak hemen yakındaki farklı renk ve dokudaki kireçtaşları, kumtaşları, travertenler, lav ve ignimbritler tercih edilmiştir. Söz konusu kayaçlar yapıtaşı, sütun, sütun başlıkları, su kanalları ve mozaik yapımında kullanılmıştır. Benzer şekilde şehrin önemli mekanlarında Roma döneminin önemli mermer ocaklarından dekoratif amaçlı mermer ve granitler getirilmiştir. Şehrin Roma hamamı bölümünde kaplama olarak kullanılan Afyon Bal ve Menekşe mermerleri günümüzde halen Türkiye'nin en önemli mermer üretim merkezlerinden biri olan İscehisar bölgesindeki antik ocaklardan (Bacakale ve çevresi) çıkarılmıştır. Aynı ocak sahasından getirilen ve Kaplanpostu olarak bilinen mermerler kentin en önemli yapılarından olan Antoninler çeşmesinde sütun olarak kullanılmıştır. Ancak kentin başından geçen deprem ve benzeri olaylar sonucu sütunların bazıları kırılmış ve kentin farklı bölgelerine dağılmıştır. Sonradan yapılan restorasyon çalışmalarında bu sütunlar gri, siyah renkli başka mermerler ile tümlenmiştir.

Mozaiklerde ve hamam bölümünde skutlosis (bookmatching veya aynalama tekniği) tekniği ile kaplanmış, yeşil renkli mermer ve kalkıştlerden oluşan Karistos mermeri kullanılmıştır. Karistos mermeri Yunanistan Eğriboz adasında bulunan ocaklardan çıkarılmış ve geniş bir coğrafyada kullanılmıştır (Chidiroglou, 2008). Ayrıca yapılan kazı çalışmalarında sütun parçaları halinde bulunan Serpantin breşleri de yine Yunanistan Teselya bölgesinden ocaklardan getirilmiştir (Melfos, 2008).

İnceleme alanında iki adet granit sütun kırığı bulunmaktadır. Degryse ve diğ. (2002) bu sütunların "Marmor Trodanske" olarak bilinen Ezine graniti olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Ancak yapılan gözlemlerde söz konusu granit sütunların (Şekil 9 d-e) "Marmor Mysia" olarak bilinen ve günümüzde Begama Madra dağı çevresindeki ocaklardan çıkarılan granitlerden yapıldığı belirlenmiştir. Antik dönemin önemli sütun kaynaklarından olan Ezine granitinde gözlenen iri ortoklas fenokristalleri Kozak bölgesindeki granitlerde bulunmamaktadır. Bu ayırım sütunların

kaynağının belirlenmesinde belirgin bir kriterdir (Şekil 18).

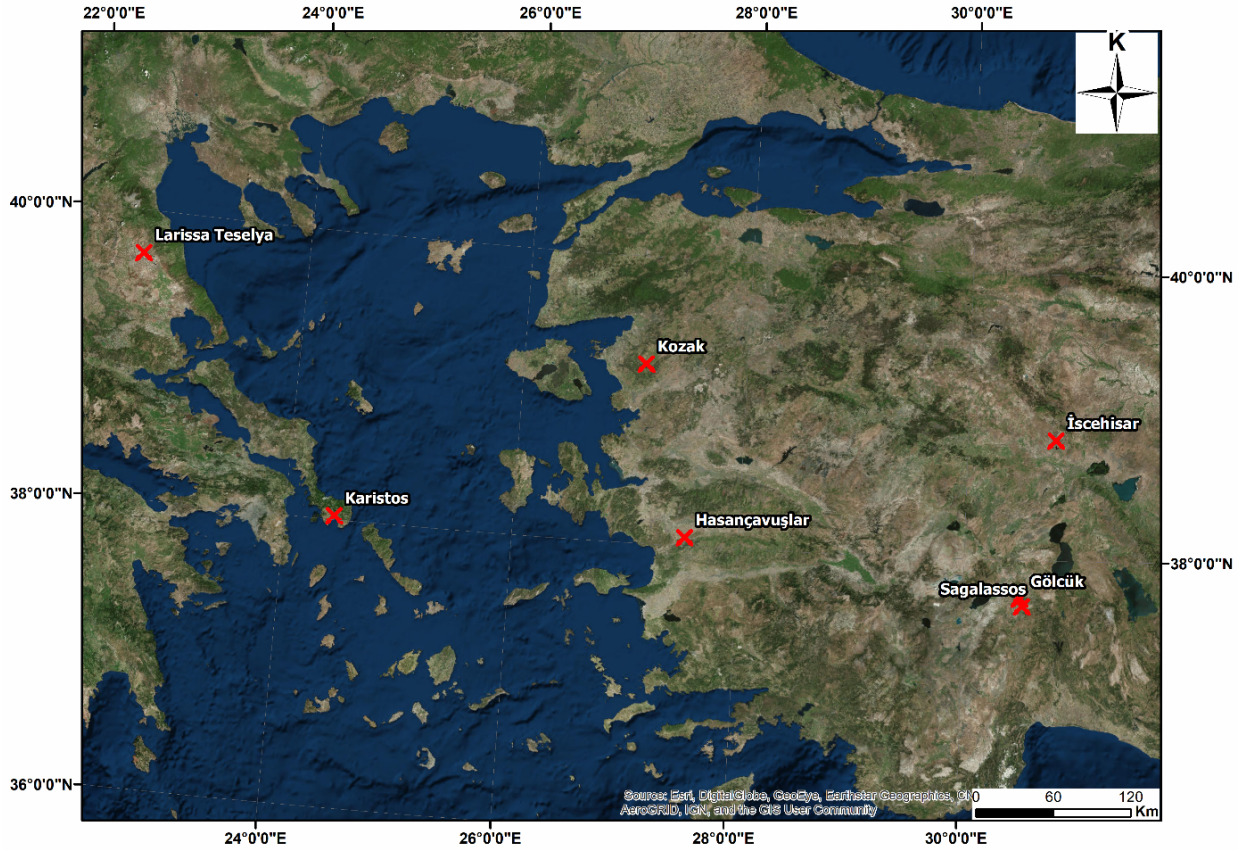
Yapılan bu çalışma ile Sagalassos antik kentinde kullanılan mermer ve doğaltaşlar mineralojik ve petrografik olarak detaylı olarak tanımlanmıştır. Ayrıca bu kayaçların getirildiği ocak sahaları ve kaynak alanları belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulguların antik kentte yapılacak restorasyon ve konservasyon çalışmalarına katkı sağlaması hedeflenmektedir.

KATKI BELİRTME

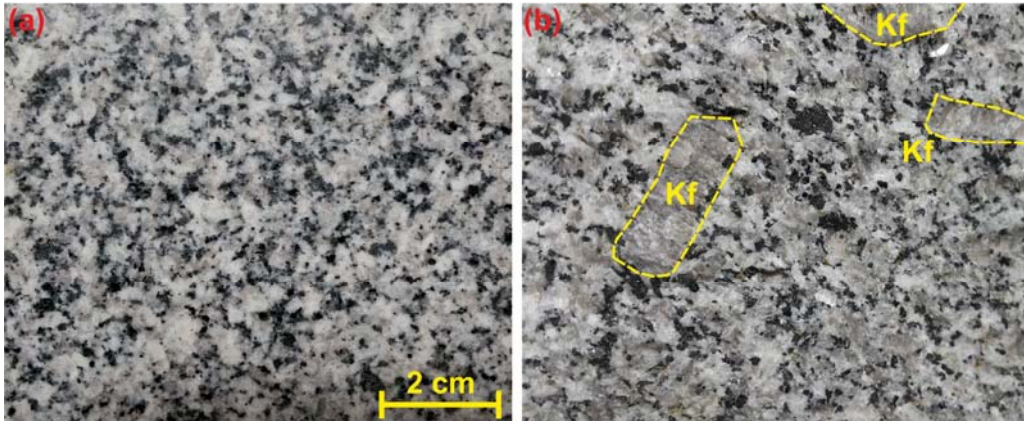
Saha çalışmaları sırasında yapıların, yapı elemanlarının ve ocak sahalarının fotoğraflarının çekimi ve düzenlemesi konusundaki yardımlarından dolayı Ferda Aysal'a teşekkür ederiz. Makalenin hakemlik süreçlerini yürüten Editör Prof. Dr. Timur Ustaömer'e ve değerli yorumlarıyla makaleye katkı sağlayan Doç. Dr. Cüneyt Akal'a ve diğer hakemlere teşekkür ederiz.

SUMMARY

The ancient city of Sagalassos was one of the important commercial centre of the Roman time. For this reason, people which were lived in Sagalassos became rich and constructed a magnificent city. Although use of local sources had been came into prominence for the construction of the city, decorative stones were brought from other quarries of the Roman period. Building stones, columns, architectural elements used for the construction of the city were provided from the Dutdere limestone and Gölcük volcanites which are close to the city. Moreover, sandstones within the mélange and travertines outcropping just around the city were also used as building material. Mosaics, columns and cover marbles used as decorative element at the important architectural structures of the city were brought from quarries located in Afyon İscehisar, Hasançavuşlar, Bergama Madra dağı, Euboia (Eğriboz) island ve Teselya region in Greece. Nowadays, building stones found in ruins of many ancient cities indicate that marble and natural stone trade during Roman period had spreaded across a wide geographical area. In this study, mineralogical and petrographical features of marble and natural stones used in the ancient city of Sagalassos were identified in detail. Moreover, quarry areas from which these stones had been taken were tried to be determined. We believe that scientific findings obtained from this study will provide contribution to restoration and conservation studies at this ancient city.



Şekil 17. Sagalassos antik kullanılan dekoratif taşların ocak yerleri (altlık olarak World Imagery verisi kullanılmıştır).
Figure 17. Location map of the decorative stone quarries used in the ancient Sagalassos city (World Imagery data is used as basement).



Şekil 18. Kozak yaylası Marmor Mysia (a) ve Ezine Çığıridağ Marmor Trodanse (b) granitlerinin karşılaştırılması: Marmor Trodanse’de iri K-feldspat kristalleri (Kf) görülmektedir.

Figure 18. A comparison of the granites of Marmor Mysia from Kozak plateau (a) and Marmor Trodanse from Ezine Çığıridağ (b): Large K-feldspar crystals (Kf) can be seen in Marmor Trodanse.

DEĞİNİLEN BELGELER

Chidiroglou, M., 2008. Karystian Marble Trade in the Roman Mediterranean Region. An Overview of Old and New Data. XVII International Congress of Classical Archaeology, Roma 22-26 Sept. 2008, 48-56.

Corremans, M., Degryse, P., Wielgosz, D., Waelkens, M., 2009. The import and the use of white marble and coloured stone for wall and floor

revetment at Sagalassos. Interdisciplinary Studies on Ancient Stone. Proceedings of the IX ASMOSIA Conference (Tarragona 2009), 38-51.

Degryse, P., Elsen, J., Waelkens, M., 2002. Study of ancient mortars from Sagalassos (Turkey) in view of their conservation. Cement and Concrete Research 32, 1457 – 1463.

Degryse, P., Heldal, T., Bloxam, E., Storemyr, P., Waelkens, M., Trogh, E., Vanhaverbeke, H.,

- Poblome, J., Muchez, P., 2007.** The Sagalassos quarry landscape: bringing quarries in context. QuarryScapes: Conservation of Ancient Stone Quarry Landscapes in the Eastern Mediterranean, Report WP3, Ed by Patrick Degryse, 84 pages.
- Degryse, P., Torun, E., Corremans, M., Heldal, T., Bloxam, E.G., Waelkens, M., 2009.** Preservation and promotion of the Sagalassos quarry and town landscape, Turkey. In Abu-Jaber, N., Bloxam, E.G., Degryse, P. and Heldal, T. (eds.) QuarryScapes: ancient stone quarry landscapes in the Eastern Mediterranean, Geological Survey of Norway Special Publication, 12, 99–104.
- Fuller, B.T., De Cupere, B., Marinova, E., Van Neer, W., Waelkens, M., Richards, M.P., 2012.** Isotopic reconstruction of human diet and animal husbandry practices during the Classical-Hellenistic, imperial, and Byzantine periods at Sagalassos, Turkey. *Am. J. Phys. Anthropol.* 149, 157–171.
- Günay, Y., Bölükbaşı, A.S., Yoldemir, O., 1982.** Beydağlarının stratigrafisi ve yapısı. Türkiye Altıncı Petrol Kong., Ankara, Nisan 1982, 91-101.
- Kumral, M., Çoban, H., Gedikoglu, A., Kilinc, A., 2006.** Petrology and geochemistry of augite trachytes and porphyritic trachytes from the Gölcük volcanic region, Isparta, SW Turkey: A case study. *Journal of Asian Earth Sciences* 27, 707–716.
- Melfos, V., 2008.** Green Thessalian Stone: the Byzantine quarries and the use of a unique architectural material from the Larisa area, Greece. Petrographic and geochemical characterization. *Oxford Journal of Archaeology*, 27 (4), 387–405.
- Önalın, M., 1979.** Elmalı-Kaş (Antalya) arasındaki alanın jeolojisi: İ.Ü. Fen Fak. Monog-rafileri, Sayı. 29, Doktora tezi, 139 s. İstanbul.
- Öngen, S., Aysal, N., 2017.** Malzeme ve rengin dili: Mermer Kaplama Tekniği Skoutlosis ile Giydırme. Restorasyon Konservasyon Çalışmaları, Sayı: 20, 24-32.
- Platevoet, B., Elitok, Ö., Guillou, H., Bardintzeff, J.M., Yagmurlu, F., Nomade, S., Poisson, A., Deniel, C., Özgür, N., 2014.** Petrology of Quaternary volcanic rocks and related plutonic xenoliths from Gölcük volcano, Isparta Angle, Turkey: Origin and evolution of the high-K alkaline series. *Journal of Asian Earth Sciences* 92, 53–76.
- Poblome, J., 2015.** The economy of the Roman world as a complex adaptive system: testing the case in second to fifth century CE Sagalassos. In: Erdkamp, P., Verboven, K. (Eds.), *Structure and Performance in the Roman Economy: Models, Methods and Case Studies* (Collection Latomus). Peeters Publishers, Leuven, pp. 87–132.
- Poisson, A., 1977.** Recherches géologique dans les Taurides occidentales (Turquie): These, Univ. Paris-Sud, 795s.
- Similox-Tohon, D., Sintubin, M., Muchez, P., Vanhaverbeke, H., Verhaert, G., Waelkens, M., 2005.** Identification of a historical morphogenic earthquake through trenching at ancient Sagalassos (SW Turkey). *Journal of Geodynamics* 40, 279–293.
- Sintubin, M., Muchez, P., Similox-Tohon, D., Verhaert, G., Paulissen, E., Waelkens, M., 2003.** Seismic catastrophes at the ancient city of Sagalassos (SW Turkey) and their implications for seismotectonics in the Burdur–Isparta area. *Geological Journal*, 38, 359–374.
- Şenel M., 1997.** 1/100000 Ölçekli Türkiye jeoloji haritaları (No:13), Isparta M24 (J10) paftası, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 18 sayfa.
- Şenel M., 1997.** 1/100000 Ölçekli Türkiye jeoloji haritaları (No:14), Isparta M25 (J11) paftası, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 25 sayfa.
- Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, Z.R., Şen, M.A., Karaman, T., Dincer, M.A., Durukan, E., Arbas, A., Örcen, S., Bilgi, C., 1989.** Çameli (Denizli) - Yeşilova (Burdur) - Elmalı (Antalya) ve dolayının jeolojisi: yayımlanmamış MTA Raporu No: 9429 Ankara.
- Waelkens, M., Sintubin, M., Muchez, P., Paulissen, E., 2003.** Archaeological, geomorphological and geological evidence for a major earthquake at Sagalassos (SW Turkey) around the middle of the seventh century AD. Mcguire, W.G., Griffiths, D.R., Hancock, P.L. & Stewart, I.S. (eds) *The Archaeology of Geological Catastrophes*. Geological Society, London, Special Publications, 171, 373–383.
- Williams, F.S., Arnold-Foster, T., Yeh, H.Y., Ledger, M.L., Baeten, J., Poblome, J., Mitchell, P.D., 2017.** Intestinal parasites from the 2nd–5th century AD latrine in the Roman Baths at Sagalassos (Turkey). *International Journal of Paleopathology* 19 (2017) 37–42.
- URL-1: http://www.arkeolojidunyasi.com/antik_bolgeler.html
- URL-2: www.tursaga.com
- URL-3: http://www.museofisiocritici.it/marmi_ing.asp
- URL-4: <http://www.oum.ox.ac.uk/corsi/stones/view/819>
- URL-5: <http://www.mermererede.com/en/menekse-2>
- URL-6: <https://www.artasmermer.com.tr/afyon-kaplan-postu/alindi>.
- URL-7: http://www.ozmermer.com/web/index.php?option=com_content&view=article&id=109&Itemid=819
- URL-8: <http://www.wikizeroo.net/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvRmlsZTpNYXJtbi0NpcG9sbGlub19GdXN0b0Jhc01hc3Nlbnppb1JvbWEu>
- URL-9: <http://www.museofisiocritici.it/imgmarmi.asp?id=1879>