

Antakya Mevsimler Mozağının Arkeometrik Yönden İncelenmesi

Archaeometric Investigation of the Seasonal Mosaic of Antiochia

Ali ARGUNHAN - Mahmut AYDIN*

(Received 17 May 2021, accepted after revision 03 September 2022)

Öz

Hatay Arkeoloji Müzesinde sergilenen Mevsimler Mozağı dokuz panelden oluşur ve dört köşesinde mevsimler tasvir edilir. Mevsimler Mozağının üzerinde bulunan cam ve taş tesseraların renkleri Munsell Renk Kataloğu esas alınarak, dijital Odak marka Capsure Portatif Renk Eşleştirme cihazı ile belirlenmiştir. Taş tesseraların petrografik analizleri ince kesit optik mikroskop analizi ile cam tesseraların kimyasal analizi de Polarize Enerji Dağıtımli X-Işını Floresan Spektrometresi kullanılarak, arkeometrik yönden karakterize edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında taş tesseraların kayaç türü, dokusu, sertlik derecesi, agregayı oluşturan kayaç ve mineraller tanımlanmıştır. Cam tessera analizlerinin sonuçları çerçevesinde bulunan elementlerin kimyasal kompozisyonu belirlenmiş ve renk özellikleri hakkında öngörülerde bulunulmuştur. Taş tesseraların petrografik analizi ile kayaç türleri biyospartik, biyomikritik ve mikritik kireçtaşı olarak belirlenmiştir. Cam tesseraların PED-XRF analizi sonucunda soda kireç camı olduğu, bitki külünün kullanılmadığı, bünyesinde bozulmanın ve direncinin düşük olduğu belirlenmiştir. Cam tessera yeşil rengi veren elementin bakır olduğu anlaşılmıştır. Stronsiyum (Sr) ve zirkonyum (Zr) içeriklerine bakılarak cam tesseraların yapısında karasal hammadde kullanıldığı sonucuna varılmıştır.

Ahtar Kelimeler: Arkeometri, mozaik, tessera renkleri, PED-XRF, petrografi.

Abstract

The Seasons Mosaic exhibited in Hatay Archaeology Museum consists of nine panels and the seasons are depicted in its four corners. The colors of the glass and stone tesserae on the Seasons Mosaic were determined by the digital Focus brand Capsure Portable Color Matching device based on the Munsell Color Catalogue. The petrographic analyzes of the stone tesserae were characterized archeometrically by thin-section optical microscopy analysis and the chemical analysis of the glass tesserae using the Polarized Energy Distributed X-ray Fluorescence Spectrometer. In the light of the results obtained, the rock type, texture, hardness level, rocks and minerals forming the aggregate of the stone tesserae were defined. The chemical composition of the elements found within the framework of the results of the glass tessera analysis was determined and predictions were made about the color properties. By petrographic analysis of stone tesserae, rock types were determined as biospartitic, biomicritic and micritic limestone. As a result of the PED-XRF analysis of the glass tesserae, it was determined that it was soda lime glass, that plant ash was not used, and that it had low deterioration and resistance. It has been understood that the element that gives the green color to the glass tesserae is copper. By looking at the strontium (Sr) and zirconium (Zr) contents, it was concluded that terrestrial raw materials were used in the structure of glass tesserae.

Keywords: Archaeometry, mosaic, tesserae colors, PED-XRF, petrography.

* Ali Argunhan, Batman Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü Lisans, Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Arkeometri ABD Tezli Yüksek Lisans Mezunlu, Batman, Türkiye. <https://orcid.org/0000-0003-2481-6402>. E-posta: argunhanali@gmail.com

Mahmut Aydın, Batman Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Arkeometri ABD, Batman, Türkiye. <https://orcid.org/0000-0003-4707-5387>. E-posta: aydinm135@gmail.com

Giriş

Tarihi ve kültürel değerlerin korunup sonraki nesillere aktarılması önemli bir husustur ve bilimsel faaliyetlerin toplumların gelişimi yönünde önemli bir yeri vardır. Bu açıdan tarihi eserler üzerinde yapılan arkeometrik karakterizasyonlar bizlere tarihi eserler ve eserlerin üretildiği dönemler hakkında kapsamlı bilgiler vermektedir. Çalışmamız bu doğrultuda bir mozaikle ve incelemeler mozaikteki tessera türleri üzerinde yapılan bir incelemeyle sınırlıdır. Özellikle geçmiş toplumların sosyokültürel ve sosyoekonomik yapıları hakkında geniş anlamda bilimsel bilgiler edinebilmek için arkeometrinin başta ülkemiz olmak üzere dünya çapında yaygınlaşması gerekmektedir. Bu çalışmada antik çağda yapılmış mozaiklerin, mitolojik ve mineralojik dünyası içerisine girilip, antik çağ insanların yaşamlarında kullandıkları mozaiklerin yapımında kullandıkları malzemelerin hammaddeleri ve yapısal özellikleriyle ilgili bilgi edinilmesi amacıyla, mevsimler mozaïği ışığında ele alınmıştır.

Mevsimler Mozaïği

Dokuz sahneden oluşan mevsimler mozaïğinin sekiz sahnesi, kırmızı fon üzerine işlenmiştir. Orta sahne ise beyaz bir fon üzerine sahnelenmiştir. Mozaïğin isminden de anlaşıldığı üzere, mozaïğin dört köşesi çeşitli hareket ve sembollerle mevsimleri temsil etmektedir. Diğer sahnelerde ise Atalanta, Meleagros, Hippolytos, Theseus, Phedra, İason, Medeia, Assyrtos gibi mitolojik karakterler sahnelenmiştir (Res. 1). Mevsimler mozaïği İS 2. yüzyılın ortalarına tarihlenmektedir ve Daphne'deki Kırmızı Döşeme Villası olarak adlandırılan bir konutta bulunmuştur (Levi 1947: 68-80). Mozaik, 4,87 m x 4,83 m boyutlarındadır ve günümüzde Hatay Arkeoloji Müzesi'nde sergilenmektedir (Özdemir 2018: 48-49, 166).



Resim 1
Mevsimler Mozaïği.

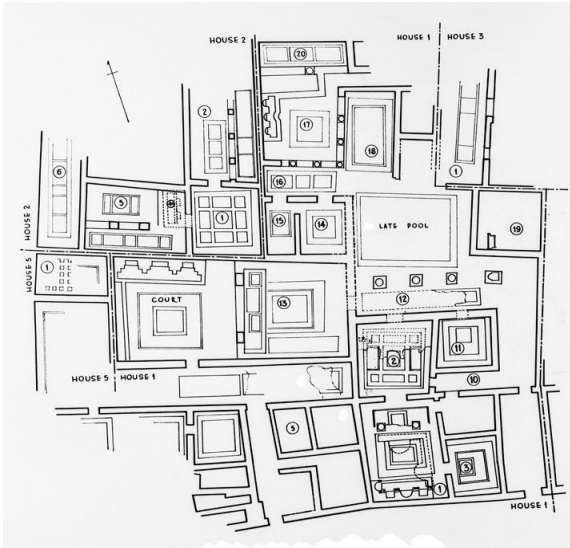
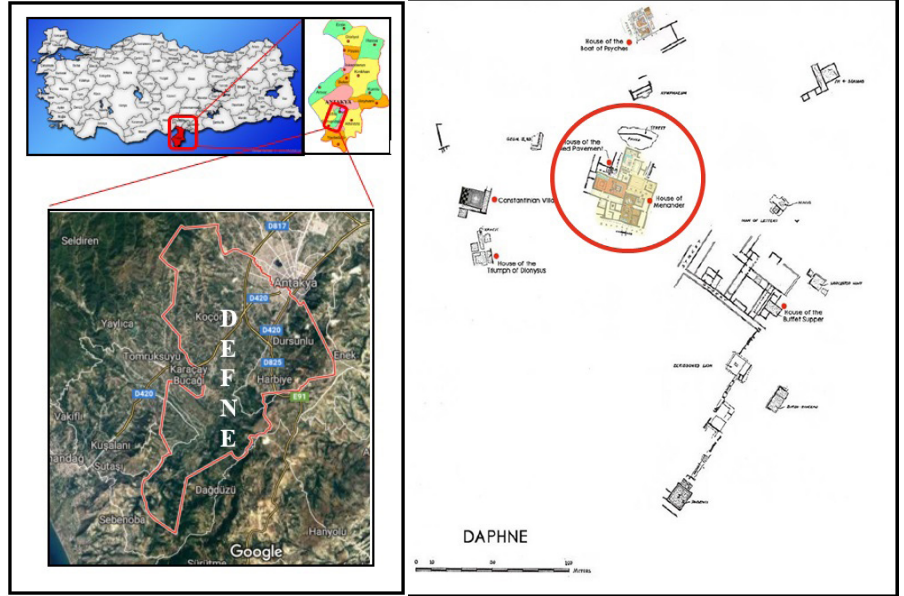
Mevsimler Mozağı'nin Bulunduğu Lokasyon ve Fotoğrafları

Antakya'nın birçok bölgesinde arkeolojik kazılarla birlikte gün yüzüne çıkarılan mozaiklerden biri olan mevsimler mozağının bulunduğu bölgenin genel ve lokasyon haritası, kazıdaki ilk hali ve çevresinde bulunan mozaiklere olan konumu aşağıda detaylı olarak verilmiştir (Res. 2-5).

Resim 2
Hatay ili Defne ilçesi lokasyon haritası.
<https://www.milliyet.com.tr/egitim/haritalar/hatay-haritasi-hatay-ilceleri-nelerdir-hatay-ilinin-nufusu-kactirkac-ilcesi-vardir-6311228> (05.02.2019).

Resim 3
Mevsimler Mozağının bulunduğu bölge
(Neuenfeldt 2009: 44).

Resim 4 - 5
Mevsimler Mozağının bulunduğu bölgedeki konumu ve kazıdaki mevcut durumu
(Princeton Üniversitesi Arşivi).



Malzeme ve Yöntem

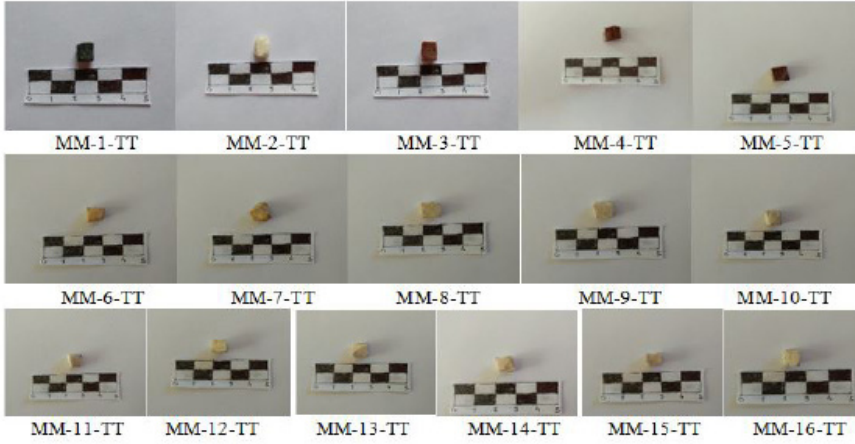
Malzeme

Bu çalışma kapsamında mevsimler mozağında kullanılan cam ve taş tesseraların incelenmesinde mevcut durumu göz önünde bulundurularak, estetik ve tarihsel bütünlüğüne zarar verilmeden Hatay Arkeoloji Müze Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınarak, farklı renklerden temsili numuneler seçilmiştir¹. Bu kapsamda

¹ Bu çalışmaya izin veren Hatay Arkeoloji Müzesi Müdürlüğü yöneticileri Sayın Nalan Çopuroğlu Yastı ve Sayın Demet Kara'ya teşekkür ederiz.

Bu çalışmanın malzeme analizleri Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Tarihi Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB) ile Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir.

temsili 16 taş tessera (Res. 6) ve 5 yeşil cam tessera (Res. 7) detaylı olarak incelenmiştir².



Resim 6
Mevsimler Mozaïği temsili taş tesseraları
(Petrografik analiz numuneleri).



Resim 7
Mevsimler Mozaïği temsili cam tesseralar
(PED-XRF analizi numuneleri).

Yöntemler

Bu çalışmada tesseraların incelenmesinde üç farklı yöntem kullanılmıştır.

- Petrografik İnce Kesit-Optik Mikroskop Analizi
- PED-XRF Analizi
- Renk Analizleri

Petrografik İnce Kesit-Optik Mikroskop Analizi

Hatay Arkeoloji Müzesi Mevsimler Mozaïği taş tessera örneklerinin ince kesitleri hazırlanmış ve optik mikroskopta incelenmiştir. İnce kesitler, örneklerde dıştan içe doğru tüm tabakaları gösterecek şekilde doğrudan hazırlanmıştır. İncelemelerde LEICA Research Polarizan DMLP Model alt ve üstten aydınlatmalı optik mikroskop kullanılmıştır. Fotoğraflamalar mikroskoba bağlı Leica DFC280 dijital kamerayla, değerlendirmeler de Leica Qwin Digital Imaging Programı kullanılarak yapılmıştır. Agregayı oluşturan kayaç ve mineraller Point Counting Programı ile tanımlanmışlardır.

Polarize Enerji Dağıtımli X-Işını Floresan Spektrometri Analizi (PED-XRF)

Yeşil cam tessera örneklerinin element içerikleri Polarize Enerji Dağıtımli X-Işını Floresan Analizi yöntemi (PED-XRF) kullanılarak belirlenmiştir. Analiz

2 Bu makale Ali Argunhan'ın Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Arkeometri ABD'de yaptığı "Antakya Mevsimler Mozaïğinin Arkeometrik Yönden İncelenmesi" isimli tezden üretilmiştir (Argunhan 2019).

için seçilen cam tesseralar toz haline getirildikten sonra 32 mm'lik bir disk oluşturulup, XRF analizinde kullanılan bir kimyasal ile (wacks) karıştırılarak spektrometrenin örnek bölgesine yerleştirilmiş ve analizi yapılmıştır. Bu çalışmada, X-LAB 2000 model PED-XRF spektrometresi kullanılmıştır. X-Lab 2000 PED-XRF spektrometresi atom numarası 11 olan sodyumdan (Na), (dahil) 92 olan uranyuma (U) (dahil) kadar olan elementleri analiz edebilme özelliğine sahiptir. Cihazın duyarlık sınırı, ağır elementlerde 0,5 ppm ve hafif elementlerde ise 10 ppm kadardır. Analizde temel ve az elementler oksit yüzdeleri (%) halinde, iz elementler ise milyonda bir (ppm) derişimle verilmiştir. Analizde USGS (Birleşik Devletler Jeolojik Araştırma) standartları ve referans olarak GEOL, GBW-7109, ve GBW-7309 kullanılmıştır.

Capsure Portatif Renk Eşleştirme Cihazı

Dijital munsell renk katalogu esas alınarak renk ölçümleri, Odak marka Capsure Portatif Renk Eşleştirme Cihazı ile yapılmıştır (Res. 8-9). Capsure Portatif Renk Eşleştirme Cihazı, renk ve renk kodu ile görüntüleme özelliğine sahip olduğu için, renklerin belirlenmesinde önemli bir cihazdır.

Resim 8-9
Tessera renklerinin dijital Munsell renk değerleri kullanılarak ölçülmesi.



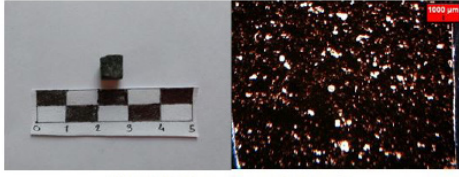
Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Hatay Arkeoloji Müzesi'nde sergilenen Mevsimler Mozağı'nın arkeometrik analizleri Petrografik İnce Kesit Optik Mikroskop ve Polarize Enerji Dağıtım X-Işını Floresan Spektrometresi ile yapılmıştır. Tüm örnekler, yüzeylerinde bulunan ve analiz sonucunu olumsuz yönde etkileyeceği düşünülen kirlilik, kalker, kimyasal koruyucular vb. maddeler restorasyon etiği çerçevesinde temizlikleri yapılmıştır. Petrografik analiz için hazırlanan 16 numunenin ince kesitleri optik mikroskopta incelenmiştir. Polarize Enerji Dağıtım X-Işını Floresan Spektrometresi (PED-XRF) ile yeşil renkli 5 adet cam tesseralar toz haline getirildikten sonra analizi yapıp tüm sonuçlar detaylı olarak değerlendirilmiştir.

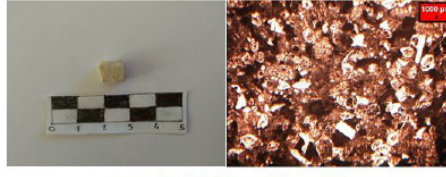
Petrografik İnce Kesit Optik Mikroskop Analizi Sonuçları

Mevsimler Mozağı'nda temsili olarak belirlenen 16 adet taş tessera'nın Petrografik ince kesit-optik mikroskop analizi doğrultusunda mikrofotografı çekilip, sonuçlar ışığında taş türleri belirlenip gruplandırılmıştır (Res. 10).

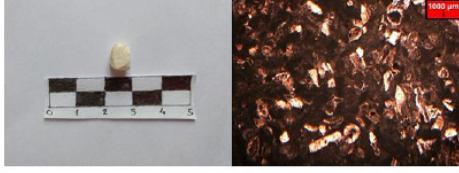
Petrografik analiz sonucunda dört grup olarak belirlenen taş tesseraların kayaç ve mineralleri, kayaç türü, doku ve sertlik dereceleri belirlenmiş (Tablo 1) ve yüzde dağılımları grafik üzerinde gösterilmiştir (Res. 11).



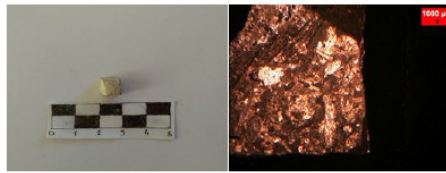
MM-1-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



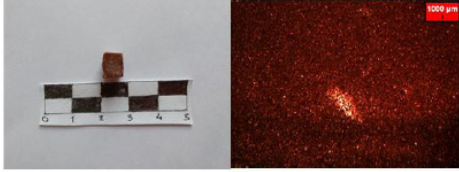
MM-9-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



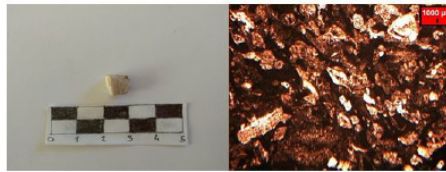
MM-2-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



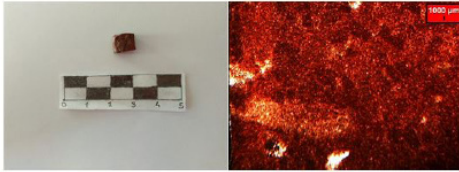
MM-10-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



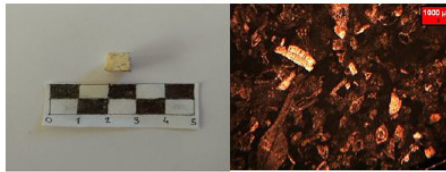
MM-3-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



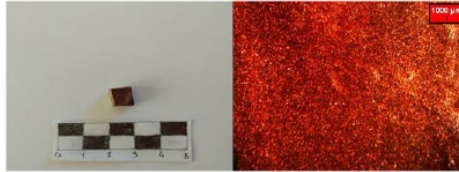
MM-11-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



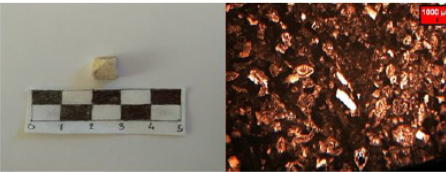
MM-4-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



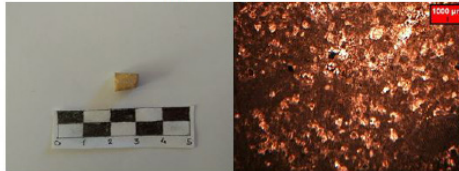
MM-12-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



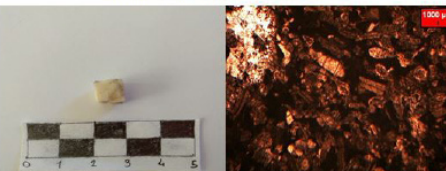
MM-5-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



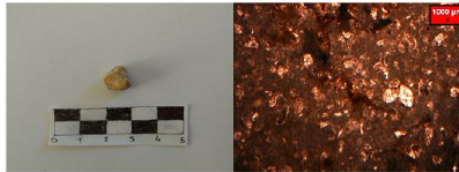
MM-13-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



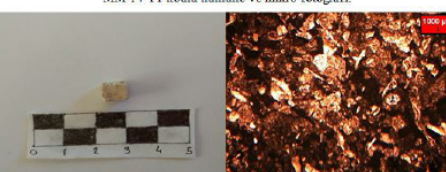
MM-6-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



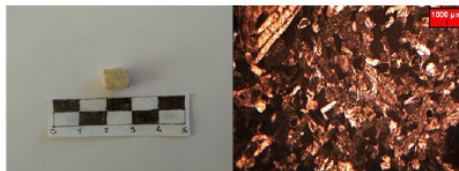
MM-14-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



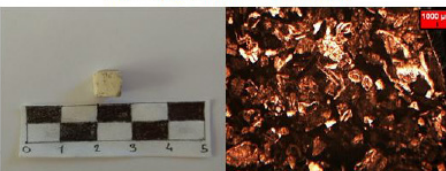
MM-7-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



MM-15-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



MM-8-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.



MM-16-TT kodlu numune ve mikro fotoğrafı.

Resim 10
Temsili taş tesseralar petrografik
ince kesit optik mikroskop
görüntülemeleri.

Taş Örnekler	Kayaç Türü	Doku	Sertlik (Mohs)	Renk Ölçümü	Kayaç ve Mineraller
Grup 1 (1 adet Taş)	Biyosparitik Kireçtaşı	Sparitik	2,5 – 3	N3. 73/ Siyah	Başlıca kalsit içeren yapıda fosiller (numulites) yer alıyor.
Grup 2 (1 adet Taş)	Biyosparitik Kireçtaşı	Sparitik	2,5 – 3	10 TR 7/12 Sarı	Başlıca kalsit içeren yapıda fosiller (numulites), daha az oranda dolomit ve opak mineraller yer alıyor.
Grup 3 (11 adet Taş)	Biyomikritik Kireçtaşı	Mikritik	2,5 – 3	2.5 Y 8/2 Beyaz (MM-7-TT 10 TR 7/12 Sarı)	Başlıca kalsit içeren yapıda fosiller (numulites) ve daha az oranda opak mineraller yer alıyor.
Grup 4 (3 adet Taş)	Mikritik Kireçtaşı	Mikritik	2,5 – 3	2.5 YR 5/10 Kırmızı	Başlıca kalsit içeren yapıda daha az oranda kuvars, çört ve opak mineraller yer alıyor.

Tablo 1
Mevsimler Mozağı tessera örneklerinin petrografik özellikleri.



Resim 11
16 adet taş tessera türünün yüzdelik dağılımı.

Grup 1:

Numune kodu MM-1-TT

Grup 1’de yer alan MM-1-TT kodlu siyah renkteki örnek doku olarak sparitik dokuda ve kayaç türleri biyosparitik kireçtaşıdır. Kayaç ve mineral içerikleri incelendiğinde, kalsit içeren yapısında fosiller bulunmaktadır.

Grup 2:

Numune kodu MM-6-TT

Grup 2’de yer alan MM-6-TT kodlu sarı renkteki örnek doku olarak sparitik dokuda ve kayaç türü biyosparitik kireçtaşıdır. Kayaç ve mineral içerikleri grup 1’de kalsit içeren yapısında fosil bulunurken grup 2’de kalsit içeren yapıda fosiller (numulites), daha az oranda dolomit ve opak mineraller yer almaktadır.

Grup 3:

Numune kodu MM-2-TT, MM-7-TT, MM-8-TT, MM-9-TT, MM-10-TT, MM-11-TT, MM-12-TT, MM-13-TT, MM-14-TT, MM-15-TT, MM-16-TT

Toplamda 11 numune bulunan grup 3’te yalnızca MM-7-TT kodlu örnek sarı, diğer numuneler ise beyaz renktedir. Kayaç türü biyomikritik kireçtaşı olan grup 3’teki örneklerin mikro fotoğrafları incelendiğinde, başlıca kalsit içeren yapıda fosiller (numulites) ve daha az oranda opak mineraller yer almaktadır.

Grup 4:

Numune kodu MM-3-TT, MM-4-TT, MM-5-TT

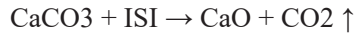
Grup 4'te yer alan MM-3-TT, MM-4-TT, MM-5-TT kodlu 3 örnek kırmızı renktedir. Kayaç türü mikritik kireçtaşı olarak belirlenen Grup 4'teki örnekler aynı şekilde mikritik dokudadır. Kayaç ve mineral içerikleri diğerlerinden farklı olarak, başlıca kalsit içeren yapısında daha az oranda kuvars, çört ve opak mineraller yer almaktadır.

Taş türlerine bakıldığında taşların %69'u biyomikritik, %19'u mikritik ve %12'si biyosparitiktir (Res. 11).

Biyosparitik, Biyomikritik ve Mikritik Kireçtaşları

Kireç antik çağlardan beri bilinen ve çok yönlü kullanımı olan bir maddedir. Kireç üretiminin hammaddesi kireçtaşıdır. Kireçtaşları yüksek kalsiyum içeren kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı olmak üzere kabaca iki sınıfa ayrılabilir. Yüksek kalsiyumlu kireçtaşları % 97-99 CaCO₃ içermektedir. Dolomitik kireçtaşlarında MgCO₃ oranı %43'e kadar yükselebilmektedir. Oluştığı yere, içerdiği safsızlıkların cinsi ve miktarına, kullanım alanlarına göre 40 kadar kireçtaşı cinsi bulunmaktadır (Boynton 1980: 10-50; National Lime Association 1990: 53-66 ;Oates 1998: 169; Erol et al. 1998: 1-6).

Kireç, kireçtaşının fırınlarda 900 °C civarındaki sıcaklıklarda kalsine edilmesi ile elde edilmektedir.



Kireç üretiminde, kireçtaşı veya dolomitik kireçtaşı, irice bloklar halinde özel fırınlarda 900- 1000 °C sıcaklıkta kızdırılarak (kalsine edilerek), sönmemiş kirece (CaO veya CaO+MgO) dönüştürülmektedir (Kılıç 2005: 171; Kılıç – Anıl 2005: 19-28; Kılıç – Anıl 2006: 655-666).

Sparitik ve mikritik doku, okrotemler (bağlayıcı malzeme) olarak bilinirler.

Mikrit: Karbonat çamuru (matriks), tane boyutu genellikle 10 µm.

Sparit: Taneler arasındaki gözenekleri dolduran, şeffaf duru kalsit çimentosu (mikrosparit 4-10 µm, sparit >10 µm) (Boggs 2009: 313-381).

Karbonat kayalarının sınıflanması biyosparitik, biyomikritik ve mikritik yapılarının doku yelpazeleri detaylı olarak verilmiştir (Res. 12).

% Allokem	2/3 Kalker çamuru-Hamur (Mikrit)				Eşit oranda siparit ve mikrit	2/3 Sparitik çimento (Sparit)		
	0-1 %	1-10 %	10-50 %	50% den çok		Kötü boylanma	İyi boylanma	Yuvarlak
Temsilci kaya isimleri	Mikrit & Dismikrit	Fosilli mikrit	Seyrek paketlenmiş Biomikrit	Sık paketlenmiş Biomikrit	Kötü yıkanmış Biosparit	Boylanmamış Biosparit	Boylanmış Biosparit	Yuvarlaklaşmış taneli Biosparit
Terminoloji	Mikrit & Dismikrit	Fosilli mikrit	Biomikrit		Biosparit			
Klastik kayaç karşılıkları Dunham	Kıltaşı		Kumlu Kıltaşı	Killi ve olgunlaşmamış kumtaşı	Yarı olgunlaşmış Kumtaşı		Üst olgun Kumtaşı	
	Çamurtaşı		Vaketaşı	İstiftaşı	Tanetaşı			

Resim 12

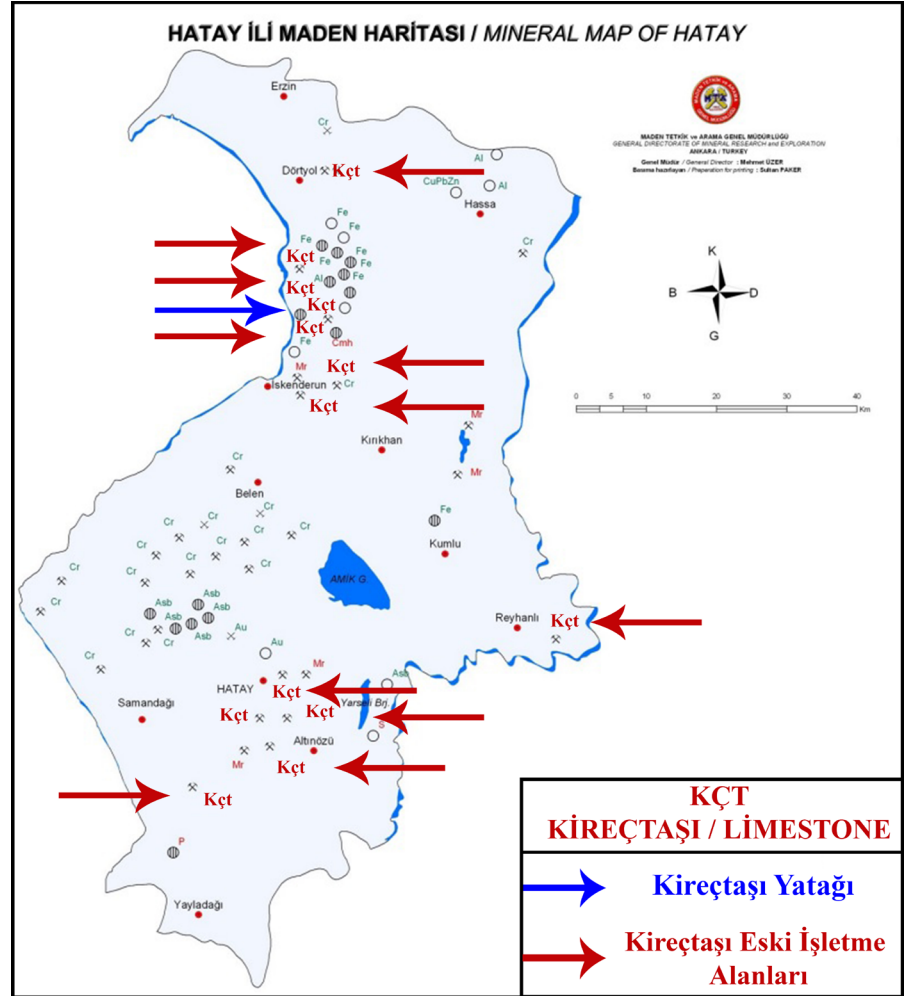
Doku yelpazesine göre karbonat kayaların sınıflanması (Dunham 1962: 108-121).

■ Kalker çamuru-Hamur (matrix)
 ▨ Sparitik kalsit-çimento

Hatay Bölgesi Kireçtaşı Yatağı ve Eski İşletme Alanları

Hatay bölgesi, Doğu Torosların güneye uzantısı olan, Amanos dağları ile temsil edilir. Amanos dağları, yaklaşık kuzey-güney gidişli bir dağ kuşağı olup, Alt Paleozoik'ten günümüze kadar yaygın bir çökel istifini kapsar. Suriye sınırı yakınında Ölü Deniz Rifti boyunca uzanan Amanos dağları 200 km uzunluğunda, 25 km genişliğindedir. Bu bölge esas olarak Üst Kretaseofiyolitleri, üç fazlı volkanikler ve Alt Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar uzanan sedimanlardan oluşur (Kaldırım 2016).³ Bölgenin metalik maden ve endüstriyel hammaddeleri kireçtaşı yatağı ve eski işletme alanları detaylı olarak verilmiştir (Res. 13).

Resim 13
Hatay ilindeki metalik maden ve endüstriyel hammaddeler Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/Antakya.pdf> (05.02.2019'den yeniden düzenlenerek hazırlanmıştır).



Polarize Enerji Dağıtımli X-Işını Floresan Spektrometresi (PED-XRF) Analizi Sonuçları

Tahribatlı bir analiz yöntemi olan PED-XRF analizinde toz haline getirilmiş 5 adet cam tessera analiz edilerek sonuçları detaylı olarak ele alınmıştır (Tablo 2). Arkeolojik kazılarla gün yüzüne çıkarılan mozaikler ve bu mozaiklerde gerek malzemelerin yapım teknikleri gerekse işlenen kompozisyonun teknik ve sanatsal açıdan betimlenmesine bakılarak mozaik sanatının altın çağının Roma döneminde yaşandığı aşikârdır. Diğer tüm mozaiklerde olduğu gibi

³ Hatay ili jeolojik özellikleri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü <https://docplayer.biz.tr/132528-Maden-tetkik-ve-arama-genel-mudurlugu-dogu-akdeniz-bolge-mudurlugu-hatay-ili-jeolojik-ozellikleri.html> (04.02.2019).

Element	Oran	MM-1-CT
Na ₂ O	%	1,81
MgO	%	0,166
Al ₂ O ₃	%	0,505
SiO ₂	%	54,09
P ₂ O ₅	%	0,002
SO ₃	%	0,009
Cl	%	0,312
K ₂ O	%	0,477
CaO	%	3,81
TiO ₂	%	0,066
V ₂ O ₅	%	0,001
Cr ₂ O ₃	%	0,004
MnO	%	0,352
Fe ₂ O ₃	%	0,546
LOI	%	31,73
Toplam	%	93,87

Element	Oran	MM-1-CT	Element	Oran	MM-1-CT
Co	ppm	6,5	Sn	ppm	3176
Ni	ppm	2,2	Sb	ppm	5831
Cu	ppm	9270	Te	ppm	3,2
Zn	ppm	0,7	I	ppm	13
Ga	ppm	13	Cs	ppm	7,7
Ge	ppm	3,1	Ba	ppm	196,1
As	ppm	50	La	ppm	13,2
Se	ppm	4,6	Ce	ppm	33
Br	ppm	25,8	Hf	ppm	490
Rb	ppm	36,4	Ta	ppm	68
Sr	ppm	325,5	W	ppm	8
Y	ppm	6,9	Hg	ppm	5,3
Zr	ppm	80,8	Tl	ppm	56,6
Nb	ppm	4,8	Pb	ppm	51220
Mo	ppm	5,3	Bi	ppm	18
Cd	ppm	3,4	Th	ppm	247,9
In	ppm	4,7	U	ppm	13

Tablo 2

Cam tessera PED-XRF analiz sonuçları yüzde ve PPM oran sonuçları.

Mevsimler Mozaği'nde de cam tesseraların önemli bir yeri vardır. Kullanılan cam tesseralardan biri olan yeşil cam tessera, kullanıldığı bölgeler bakımından büyük önem arz etmektedir.

Bilindiği üzere soda-kireç camlarında ana bileşenler SiO₂, Na₂O ve CaO'dir. Miktar olarak modern camlar %73 SiO₂, %12 Na₂O, %10 CaO, %4 MgO ve %1 Al₂O₃'den oluşmalıdır. Bu sonuçlar ışığında MM-1-CT kodlu örneğinde, camlarda temel element olan SiO₂ miktarı %54,09 ile ortalama bir değerdedir. Bu durum, Mevsimler Mozaği'nde bulunan cam tesseraların makro olarak gözlemlendiğinde, yüzeyde gözeneklerin bulunması cam tesseraların yapısında bir bozulmaya işaret etmektedir. Camlarda dayanım artırıcı öge olarak kullanılan CaO miktarında ortalama değer % 10 olmalı iken, MM-1-CT kodlu örnekte CaO %3,81 oran ile düşük sonuç vermiştir. Bu sonuçta dayanıklılığının düşük olduğuna işaret etmektedir (Akyol vd. 2011: 161-174 ; Akyol vd. 2014: 6-10). Camlarda erime noktasını düşürücü eleman olarak kullanılan alkali oksitlerden Na₂O %1,81 oranı ile düşük sonuç vermiştir. K₂O değerinin yüksek olması bitki külünün kullanıldığını göstermektedir lakin, MM-1-CT kodlu örnekte K₂O değeri % 0,477 (Tablo 2) ile bitki külünün kullanılmadığına işaret etmektedir (Freestone et al. 2003: 19-32; Silvestri et al. 2005: 797-816; Silvestri et al. 2006: 415-432; Tite et al. 2006: 1284-1292; Silvestri 2008: 1489-1502). Cam tesseralarda genellikle renge etki eden ana elementler Co, Fe, Mn ve Cu'dır. Analizi yapılan örnekte boyar madde olarak 9270 ppm değerinde olan Cu yeşil rengin, bakır içeren kompleks bileşiklerden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. 51220 ppm değerindeki Pb, Cu ile birlikte kullanılır. 3176 ppm değerinde olan kalay (Sn), cam tesseralarda camın bozunumuna etki edebilecek koşullar göz önünde bulundurulduğunda camlarda oksitlenmeleri önlemek amacıyla kullanıldığı düşünülmektedir. 5831 ppm değerindeki antimon (Sb) yüksek değerdedir bu da beyazlaştırıcı etkinin antimon'dan geldiğine işaret etmektedir

(Akyol vd. 2008: 13-28). Antimon antik çağlarda olduğu gibi günümüzde de cam boyamalarında ve seramik malzemelerde kullanıldığı bilinmektedir. Örneklerin hammadde kökeni açısından stronsiyum (Sr) ve zirkonyum (Zr) içeriklerinin bilinmesi önemlidir. Sr jeokimyasal olarak Ca'ya benzer ve kireç içeren maddeler (deniz kabuğu, kireçtaşı, bitki külü gibi) içerisinde bulunur. Kireçtaşı içeren karasal kumlarda ise Sr miktarı genellikle 150 ppm'den azdır. Sr'nin 400 ppm'den fazla olması camın yapımında kullanılan kumun denizel olduğunu düşündürmektedir (Freestone et al. 2003: 19-32). Bununla beraber üretimde karasal kumun kullanılması halinde Zr'nin 160 ppm'den az olması beklenmektedir (Akyol – Kadioğlu 2015: 31-35). Analizi yapılan cam tessera örneğinde (Tablo 2) görüldüğü üzere Sr miktarı 325,5 ppm ve Zr miktarı ise 80,8 ppm değerindedir. Bu sonuçlar ışığında cam tesseraların üretiminde karasal hammadde kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Capsure Portatif Renk Eşleştirme Cihazı Analiz Sonuçları

Tablo 3

Mevsimler Mozağında belirlenen renklerin tamamı.

Capsure Portatif Renk Eşleştirme Cihazı ile mevsimler mozağında toplamda 51 renk Munsell renk kodu ile tahribatsız bir şekilde belirlenmiştir (Tablo 3-4).

Petrografi Kodu	No	Munsell Renk Kodu	Renk	No	Munsell Renk Kodu	Renk	PED-XRF Kodu
MM-3-TT MM-4-TT MM-5-TT	1.)	2.5 YR 5/10	Kırmızı	26.)	10 GY 3/2	Esmer Sarımsı Yeşil	
MM-2-TT MM-8-TT... MM-16-TT	2.)	2.5 Y 8/2	Beyaz	27.)	2.5 YR 5/10	Kırmızı	
MM-1-TT	3.)	N3. 75/	Siyah	28.)	10 YR 8/1	Beyaz	
MM-6-TT MM-7-TT	4.)	10 TR 7/4	Sarı	29.)	10 R 4/4	Hafif Kırmızı	
	5.)	5 YR 7/4	Pembe	30.)	2.5 YR 3/2	Esmer Kırmızı	
	6.)	5 Y 6/1	Gri	31.)	10 YR 5/4	Sarımsı Kahverengi	
	7.)	5 Y 3/1	Çok Koyu Kahverengi	32.)	2.5 Y 6/2	Açık Sarımsı Kahverengi	
	8.)	10 YR 7/2	Açık Gri	33.)	10 GY 5/2	Yeşil	
	9.)	7.5 YR 5/2	Kahverengi	34.)	5 Y 3/1	Çok Koyu Gri	
	10.)	10 YR 6/2	Açık Kahverengimsi Gri	35.)	10 YR 7/4	Çok Soluk Kahverengi	
	11.)	5 YR 6/4	Açık Kırmızımsı Kahverengi	36.)	10 YR 6/4	Açık Sarımsı Kahverengi	
	12.)	N 3.5	Siyah	37.)	10 PB 3/1	Gece Yarısı Mavisi	
	13.)	10 GY 5/2	Soluk Sarı	38.)	5 PB 4/1	Mavi	
	14.)	10 YR 5/4	Sarımsı Kahverengi	39.)	2.5 G 5/2	Turkuaz	
	15.)	2.5 Y 8/2	Soluk Sarı	40.)	2.5 G 3/2	Yeşil	MM-1-CT
	16.)	2.5 Y 7/2	Açık Gri	41.)	10 B 3/1	Açık Mavi	
	17.)	10 YR 5/1	Gri	42.)	10 YR 4/1	Koyu Gri	
	18.)	10 YR 6/2	Açık Kahverengimsi Gri	43.)	7.5 Y 4/2	Açık Zeytin Yeşili	
	19.)	10 R 4/4	Hafif Kırmızı	44.)	10 GY 3/1	Koyu Yeşilimsi Gri	
	20.)	5 Y 3/1	Çok Koyu Gri	45.)	10 R 4/2	Hafif Kırmızı	
	21.)	N 2	Koyu Siyah	46.)	10 R 5/2	Hafif Kırmızı	
	22.)	10 YR 6/6	Kahverengimsi Sarı	47.)	5 YR 6/2	Pembemsi Gri	
	23.)	5 YR 6/4	Açık Kırmızımsı Kahverengi	48.)	5 Y 6/4	Soluk Zeytin Yeşili	
	24.)	5 Y 6/1	Gri	49.)	10 YR 7/2	Açık Gri	
	25.)	7.5 G 3/2	Koyu Yeşil	50.)	2.5 Y 6/2	Açık Sarımsı Kahverengi	
				51.)	10 YR 6/2	Açık Kahverengimsi Gri	

No	Munsell Renk Kodu	Renk	Petrografi Kodu	PED-XRF Kodu
3.)	N3. 75/	Siyah	MM-1-TT	
4.)	10 TR 7/4	Sarı	MM-6-TT MM-7-TT	
2.)	2.5 Y 8/2	Beyaz	MM-2-TT MM-8-TT MM-9-TT MM-10-TT MM-11-TT MM-12-TT	
			MM-13-TT MM-14-TT MM-15-TT MM-16-TT	
1.)	2.5 YR 5/10	Kırmızı	MM-3-TT MM-4-TT MM-5-TT	
40.)	2.5 G 3/2	Yeşil		MM-1-CT

Sonuç

Hatay Arkeoloji Müzesi'nde sergilenmekte olan Mevsimler Mozaïği'ne ait 5 adet yeşil cam ve 16 adet taş tesseralar üzerinde yapılan arkeometrik karakterizasyon çalışmaları ile elde edilen veriler ışığında kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır.

Taş Tessera

Petrografik ince kesit optik mikroskop yöntemi ile ilk olarak taş tessera örneklerin ince kesitleri hazırlanmış ve optik mikroskopta incelenmiştir. İncelemeler sonucunda kayaç türü biyosparitik, biyomikritik ve mikritik kireçtaşı olarak belirlenmiştir. Sertlik dereceleri Mohs sertlik skalası referans alınarak, taş tesseraların sertlik dereceleri 2,5 – 3 olarak saptanmıştır.

Sparitik dokuda olan Grup 1'deki MM-1-TT kodlu siyah renkteki örnekte agregayı oluşturan kayaç ve mineraller incelendiğinde kalsit içeren yapıda fosiller (numulites) de yer almaktadır ve kayaç türü biyosparitik kireçtaşı olarak saptanmıştır.

Sparitik dokuda olan Grup 2'deki MM-6-TT kodlu sarı renkteki örnekte agregayı oluşturan kayaç ve mineraller incelendiğinde kalsit içeren yapıda fosiller (numulites), daha az oranda dolomit ve opak mineraller yer almaktadır ve kayaç türü Grup 1'deki örnekte de olduğu gibi biyosparitik kireçtaşı olarak saptanmıştır.

Mikritik dokuda olan Grup 3'te yer alan 10 adet beyaz (MM-2-TT, MM-8-TT, MM-9-TT, MM-10-TT, MM-11-TT, MM-12-TT, MM-13-TT, MM-14-TT, MM-15-TT, MM-16-TT) 1 adet sarı (MM-7-TT) renkteki örneklerde agregayı oluşturan kayaç ve mineraller incelendiğinde kalsit içeren yapıda fosiller (numulites), daha az oranda opak mineraller yer almaktadır ve kayaç türü mikritik kireçtaşı olarak saptanmıştır.

Mikritik dokuda olan Grup 4'teki (MM-3-TT, MM-4-TT, MM-5-TT) kırmızı renkteki örneklerde agregayı oluşturan kayaç ve mineraller incelendiğinde kalsit içeren yapıda az oranda kuvars, çört ve opak mineraller yer almaktadır ve kayaç türü mikritik kireçtaşı olarak saptanmıştır. Temelde kireçtaşı olarak belirlenen taş tesseralar, bölgede bulunan kireçtaşı yatakları ve eski kireçtaşı işletme alanları değerlendirildiğinde hammadde kaynak temininin bölgesel olduğu sonucuna varılmıştır. Bu doğrultuda bölgeyle alakalı jeolojik araştırmalar incelendiğinde kireçtaşı rezervlerinin Antakya ve çevresinde yoğunlukta olduğu bilgisine dayanarak, Mevsimler Mozaïği'nde kullanılan taş tesseraların Antakya ve/veya çevresinden temin edildiği düşünülmektedir.

Cam Tessera

Polarize Enerji Dağıtımlı X-Işını Floresan Spektrometresi (PED-XRF) yöntemi ile beş adet yeşil cam tessera toz haline getirildikten sonra tek örnek olarak kimyasal karakterizasyonu belirlenmiş ve belirlenen sonuçlar kapsamlı

Tablo 4

Petrografi ve PED-XRF analizleri yapılan numunelerin renk ve Munsell renk kodları.

olarak değerlendirilmiştir. Cam tesseralar yapısal olarak taş tesseralardan daha dayanıksız ve az ömürlüdür. Beş adet yeşil camın öğütülmesinden oluşan MM-1-CT kodlu örnekte de görüldüğü üzere silisyum dioksit (SiO₂) miktarı %54,09 ortalama bir değer ile yapısında bir bozulmanın olduğu saptanmıştır. Camlarda dayanım artırıcı öge olarak kullanılan CaO %10 oranında olması beklenirken, MM-1-CT kodlu örnekte CaO, %3,81 oran ile olması gerekenden düşük tespit edilmiştir ki bu da camların üretim safhasından gelen dayanıklılığının düşük olduğuna işaret etmektedir. Erime noktasını düşürücü eleman olarak kullanılan alkali oksitlerden sodyum oksit (Na₂O) %1,81 oranı ile düşük değerdedir. Potasyum oksit (K₂O) değerinin %0,477 olması sonucunda bitki külünün kullanılmadığı anlaşılmıştır. Cam tesseraya yeşil rengi veren elementin (9270 ppm) bakır (Cu) olduğu anlaşılmıştır. Son olarak analizi yapılan cam tesseranın üretiminde kullanılan hammaddenin, stronsiyum (Sr) ve zirkonyum (Zr) içeriklerine bakılarak karasal hammadde kullanıldığı anlaşılmıştır (Tablo 2).

Kaynaklar – Bibliography

- Akyol - Kadioğlu 2015 A. A. Akyol - Y. K. Kadioğlu, “Tekfur Sarayı Cam Buluntuları Arkeometrik Çalışmaları”, TÜBA-KED 13, 27-36.
- Akyol vd. 2008 A. A. Akyol – Ç .G. Güray - Y. K. Kadioğlu - Ş. Değirmenci, “Elaiussa-Sebaste Cam Örnekleri Arkeometrik Çalışmaları”, 24. AST, 13-28.
- Akyol vd. 2012 A. A. Akyol - Y. K. Kadioğlu - Ş. Demirci - Ü. Özgümüş, “İstanbul Yeni Cami Hünkar Kasrı Camları Üzerine Arkeometrik Çalışmalar”, Ş. Demirci - A. Özer - P. Ayter (eds.), ODTÜ FBE Arkeometri Anabilim Dalı, 2. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı, Türkiye Arkeolojisi’nde Cam: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar Bildiri Kitabı, Ankara, 159-171.
- Akyol vd. 2014 A. A. Akyol - Y. K. Kadioğlu – Ü. Özgümüş - S. Kaynak, “İstanbul Koca Ragıp Paşa Kütüphanesi Camları Arkeometrik Analizler”, Turkish Studies 9/10, 5-17.
- Argunhan 2019 A. Argunhan, Antakya Mevsimler Mozağinin Arkeometrik Yönden İncelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman.
- Boggs 2009 S. Boggs, Petrology of Sedimentary Rocks, USA.
- Boynton 1980 R. S. Boynton, Chemistry and Technology of Lime and Limestone, New York.
- Dunham 1962 R. J. Dunham, “Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture”, W. E. Ham (ed.), Classification of Carbonate Rocks, AAPG, Tulsa, 108-121.
- Erol et al. 1988 B. Erol – A. Kayı – Ş. Ş. Bayraktaroğlu, Kireç ve Kireçtaşı, Kireç Üreticileri Birliği Yayını.
- Frestone et al. 2003 I. C. Freestone – K. A. Leslie – M. Thirlwall – Y. Gorin-Rosen, “Strontium Isotopes in the Investigation of Early Glass Production: Byzantine and Early Islamic Glass from the Near East”, Archaeometry 45, 1, 19-32.
- Kaldırım 2016 Ö. Kaldırım, Hatay İli Jeolojik Özellikleri, Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü (<https://docplayer.biz.tr/132528-Maden-tetkik-ve-arama-genel-mudurlugu-dogu-akdeniz-bolge-mudurlugu-hatay-ili-jeolojik-ozellikleri.html>) (04.02.2019).
- Kılıç 2005 Ö. Kılıç, Klasik Eberhart Tipi Kireç Fırınları İle Paralel Akışlı Maerz Fırınlardaki Kalsinasyon Parametrelerinin Karşılaştırılması ve Çukurova Bölgesi Kireçtaşları Üzerine Uygulamalar, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kılıç – Anıl 2005 Ö. Kılıç - M. Anıl, “Farklı Kalsinasyon Ortamlarının Kireç Üretimi Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması”, Madencilik TMMOB Maden Müh. Odası Dergisi 44 (2), 19-28.
- Kılıç – Anıl 2006 Ö. Kılıç - M. Anıl, “The Effects of Limestone Characteristic Properties and Calcination Temperature to the Lime Quality”, Asian Journal of Chemistry 18 (1), 655-666.
- Levi 1947 D. Levi, Antioch Mosaic Pavements I-II, Princeton.
- National Lime Association 1990 Lime Handling, Application and Storage, Bulletin 213, Arlington, USA, 53-66.
- Neuenfeldt 2009 L. P. Neuenfeldt, Eros and Eroses in the Late Antique Mosaics of Antioch, Unpublished MA Thesis, Florida State University, Florida.
- Oates 1998 J. A. H. Oates, Lime and Limestone Chemistry and Technology, Production and Uses, Germany.

- Özdemir 2018 B. Özdemir, Kilikya, Kommagene ve Antakya Mozaiklerinde Yapı Betimlemeleri ve Türleri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Batman.
- Silvestri 2008 A. Silvestri, "The Coloured Glass of Iulia Felix", JASc 35, 1489-1501.
- Silvestri et al. 2005 A. Silvestri – G. Molin - G. Salviulo, "Roman and Medieval Glass from the Italian Area: Bulk Characterization and Relationship with Production Tecnique", Archaeometry 47, 4, 797-816.
- Silvestri et al. 2006 A. Silvestri – G. Molin - G. Salviulo - R. Schievenin, "Sand For Roman Glass Production: An Experimental and Philological Study On Source Of Supply", Archaeometry 48, 3, 415-432.
- Stillwell 1941 R Stillwell, Antioch on-the-Orontes 3, The excavations: 1937-1939, Princeton.
- Tite et al. 2006 M. S. Tite - A. J. Shortland – Y. Maniatis – D. Kavoussanaki – S. A. Harris, "The Composition of the Soda-Rich and Mixed Alkali Plant Ashes Used in the Production of Glass", JASc 36, 1284-1292.