



Execution technique and material characteristics of ceiling and wall paintings of an Ottoman period mansion in İzmir

Kerem Şerifaki*^{ID}, Başak İpekoğlu^{ID}

Department of Architectural Restoration, İzmir Institute of Technology, İzmir, 35430, Türkiye

Highlights:

- 19th century oil based wall paintings
- Materials of historic wall paints
- Pigment characterization

Keywords:

- Oil based wall paintings
- pigment
- vermilion red
- ultramarine blue
- emerald green

Article Info:

Research Article
Received: 18.02.2020
Accepted: 23.09.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.690320

Acknowledgement:

The authors thank the researchers of the İzmir Institute of Technology, Center for Materials Research for XRD and SEM-EDS analyses.

Correspondence:

Author: Kerem Şerifaki
e-mail: keremserifaki@iyte.edu.tr
phone: +90 232 750 7029

Graphical/Tabular Abstract

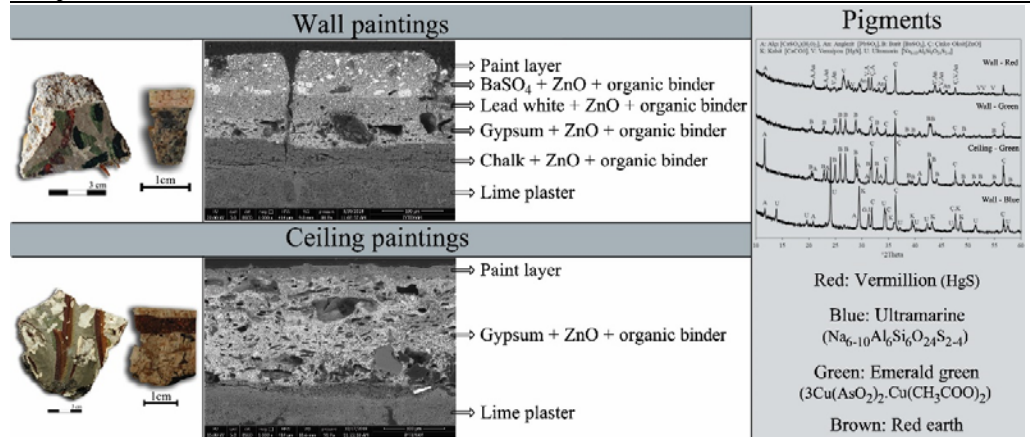


Figure A. Stratigraphy of ceiling and wall paintings and mineralogical composition of pigments

Purpose: The aim of this study was the determination of execution technique and materials characteristics of wall paintings of an almost disappearing cultural asset by documenting the authentic execution technique and material characteristics of the ornaments and provide data for the restoration work of the building.

Theory and Methods:

Analyses of the study were conducted on the samples that were taken from the building before the devastating fire. Microstructural characteristics, mineralogical and chemical compositions of plasters, priming layer, binding material and paints that were used in wall paintings have been determined by using optical microscopy, infrared spectroscopy (FTIR), X-Ray diffraction analysis (XRD) and scanning electron microscopy (SEM equipped with EDS).

Results:

Yahya Hayati Paşa Mansion in Bayraklı, which was built by Architect Andon Gavano in 1873, is one of the outstanding examples of 19th century İzmir mansions. The building was heavily damaged due to devastating fire in 2010 and floors, ceilings and the roof of the building were completely destroyed. The study revealed that the paintings of Yahya Hayati Paşa Mansion were executed on lime plasters by using oil painting technique. Four preparatory layers on wall paintings and a single priming layer on ceiling paintings were determined by SEM and optical microscopy analyses. Organic binder, chalk, gypsum, zinc oxide, lead white and barium white were the ingredients determined in preparatory layers. Pigments of the paintings, in which brown, green, red and blue colors were dominantly used, were determined by SEM, XRD and FTIR analyses. Pigments used in paintings were determined as vermilion (HgS) for red, ultramarine ($\text{Na}_{6-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$) for blue, emerald green ($3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2 \cdot \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) for green and red ochre ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Clay minerals}$) for reddish brown. Beside these main pigments the use of barium white (BaSO_4) as an extender in green paints and anglesite (PbSO_4) as an alteration product of red lead (Pb_3O_4) in red paints were determined.

Conclusion:

The study documents the characteristics of painted decorations of a late Ottoman mansion by determining the stratigraphy, painting technique and pigments that make up the color palette and reveals the similarities with contemporaries in Europe.



İzmir’de bir Osmanlı dönemi konağının tavan ve duvar resimlerinin yapım tekniği ve malzeme özellikleri

Kerem Şerifaki*^{ID}, Başak İpekoğlu^{ID}

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Mimari Restorasyon Bölümü, Urla, İzmir, 35430, Türkiye

Ö N E Ç İ K A N L A R

- 19. yüzyıl yağlı boya duvar resimleri
- Tarihi duvar resimlerinde ve duvar boyalarında özgün malzeme kullanımı
- Pigment karakterizasyonu

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 18.02.2020

Kabul: 23.09.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.690320

Anahtar Kelimeler:

Yağlı boya duvar resmi,
pigment,
vermilyon kırmızısı,
ultramarin mavi,
zürmüt yeşili

ÖZET

Kültür varlıklarımızın en hassas bileşenlerinden olan duvar resimlerinin korunmasında, resimlerin özgün malzeme özellikleri ve yapım tekniğinin belirlenmesi önemli aşamalardan biridir. Bu çalışma kapsamında İzmir Bayraklı’da yer alan Yahya Hayati Paşa Konağı’nın duvar ve tavan resimlerinin yapım tekniği ve malzeme özellikleri 2010 yılında yapıya ağır hasar veren yangın öncesinde alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilen analizler ile belirlenmiştir. Duvar resimlerinin sıva ve astar tabakalarının, boyayı oluşturan bağlayıcı malzeme ile pigmentlerin mikro-yapısal özellikleri, mineralojik ve kimyasal kompozisyonları; optik mikroskop, kızılötesi spektroskopisi, X ışınları kırınım cihazı (XRD) ve EDS üniteli taramalı elektron mikroskobu kullanılarak tespit edilmiştir. Çalışma, resimlerin kireç sıva üzerinde yer alan organik bağlayıcı ve çeşitli beyaz pigmentlerden oluşan hazırlık tabakaları üzerinde yağlı boya tekniği ile uygulandığını göstermiştir. Resimlerin yapımında bitkisel yağın rengini beyazlatmak amacıyla çinko oksit (ZnO), kurşun beyazı (PbCO₃) ve baryum beyazı (BaSO₄) kullanıldığı belirlenmiştir. Resimlerin yapımında kırmızı için vermilyon (HgS), mavi için ultramarin (Na₆₋₁₀Al₆Si₆O₂₄S₂₋₄), yeşil için zürmüt yeşili (3Cu(AsO₂)₂.Cu(CH₃COO)₂) ve kahverengi için kırmızı okra (Fe₂O₃, kil mineralleri) kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu ana pigmentler dışında, dolgu malzemesi olarak kullanılan baryum beyazı (BaSO₄) ve kurşun kırmızısı pigmentinin (Pb₃O₄) bozulma ürünlerinden biri olan anglezit (PbSO₄) tespit edilmiştir. Çalışma, yanarak yok olmuş bir kültür varlığının süslemelerinin yapım tekniği ve malzeme özelliklerinin belgelenmesi ile yapının onarımı aşamasına veri oluşturacaktır.

Execution technique and material characteristics of ceiling and wall paintings of an Ottoman period mansion in İzmir

H I G H L I G H T S

- 19th century oil based wall paintings
- Material usage in historical wall paintings and wall paints
- Pigment characterization

Article Info

Research Article

Received:18.02.2020

Accepted: 23.09.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.690320

Keywords:

Oil based wall painting,
pigment,
vermillion red,
ultramarine blue,
emerald green

ABSTRACT

Determination of the authentic execution technique and material characteristics of wall paintings, which are the most vulnerable components of cultural assets, is one of the basic stages for their conservation. In this study, execution technique and material characteristics of wall and ceiling paintings of Yahya Hayati Paşa Konak in İzmir, Bayraklı were determined on the samples taken from the building before the devastating fire that heavily damaged the building in 2010. Microstructural characteristics, mineralogical and chemical compositions of plasters, priming layers, binding material and pigments that were used in wall paintings have been determined by using optical microscopy, infrared spectroscopy (FTIR), X-Ray diffraction analysis (XRD) and scanning electron microscopy (SEM equipped with EDS). The study revealed that the paintings of Yahya Hayati Paşa Mansion were made using oil painting technique on preparatory layers composed of organic binder and various white pigments which were applied on lime plaster. ZnO and lead white and barium white were used for bleaching the drying oil. Pigments used in the paintings were determined as vermilion (HgS) for red, ultramarine (Na₆₋₁₀Al₆Si₆O₂₄S₂₋₄) for blue, emerald green (3Cu(AsO₂)₂.Cu(CH₃COO)₂) for green and red ochre (Fe₂O₃+Clay minerals) for reddish brown. Beside these main pigments the use of barium white (BaSO₄) as an extender in green paints and anglesite (PbSO₄) as an alteration product of red lead (Pb₃O₄) in red paints were determined. This study will provide data for the restoration work of an almost disappearing cultural asset by documenting the authentic execution technique and material characteristics of the ornaments.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: keremserifaki@iyte.edu.tr, basakipekoglu@iyte.edu.tr / Tel: +90 232 750 7029

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

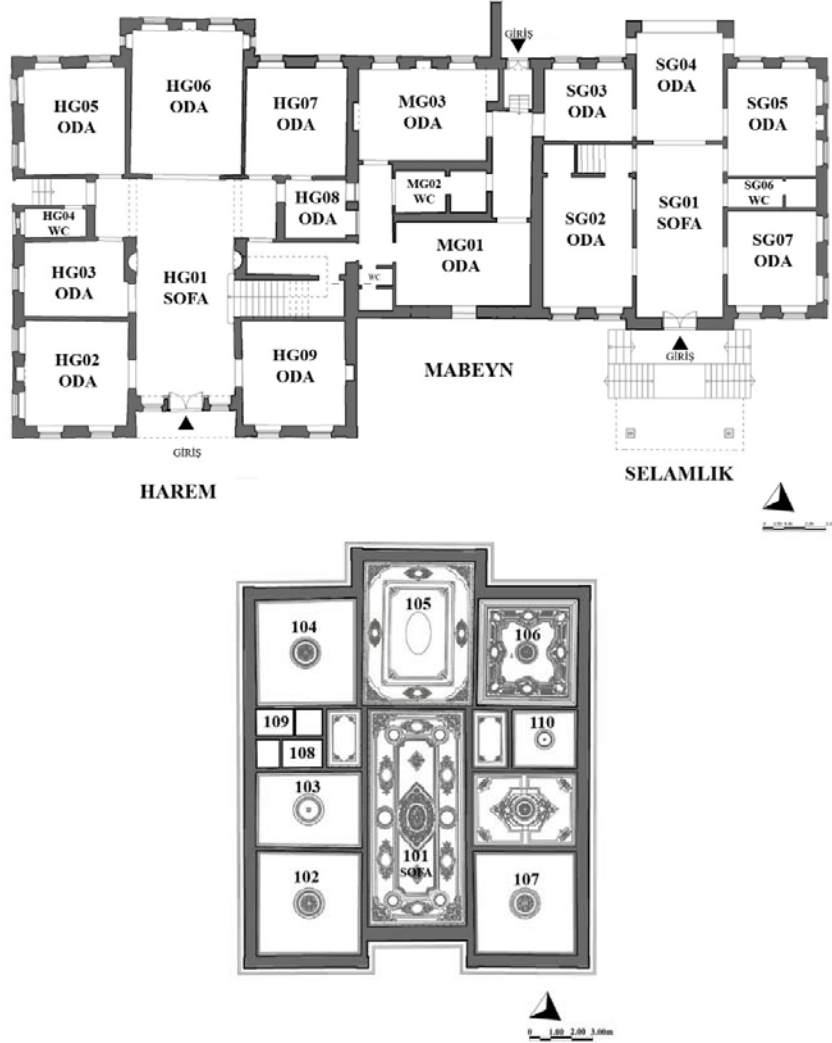
Uygulandıkları dönemin sosyal yaşamının sanatsal bir yansıması olan duvar resimleri sanatsal, estetik ve belge değerleri ile buldukları yerlerde korunması gerekli kültür varlıklarıdır. Mağara resimlerinden günümüze kadar olan süreçte dönemlerin estetik kaygıları, sosyal yaşamı ve dini inanışları hakkında bilgi kaynağı olan duvar resimleri, çeşitli toplumlar arasındaki sanatsal, ticari ve teknik etkileşimleri göstermeleri açısından da önemlidir. Batılılaşma etkisi ile 18. ve 19. yüzyıllarda Osmanlı mimarisi süsleme anlayışında önemli değişiklikler yaşanmıştır [1]. Geometrik ve bitkisel desenlerden oluşan geleneksel kalemî süslemeler yerini batılı anlamda natüremort, manzara tasvirleri ve bina tasvirlerini içeren duvar resimlerine bırakmaya başlamıştır [2]. 18. yüzyılın ikinci yarısında yaygınlaşmaya başlayan duvar resimlerinin gelişimi 19. yüzyılda da devam etmiştir [3]. Osmanlı mimarisinde duvar resimleri 18. ve 19. yüzyılda İstanbul'da olduğu gibi, imparatorluğun sınırları içinde kalan diğer bölgelerde; Anadolu, Balkanlar, Ege adaları ve Mısır, Suriye, Filistin gibi eyaletlerdeki konutların süsleme programında yaygın olarak yer almıştır [4]. Büyük bölümünü manzara tasvirleri, tek yapı tasvirleri, gemi tasvirleri, natüremort resimler, sembolik resimler ve insan ve hayvan figürlü tasvirlerin [5] oluşturduğu duvar resimlerine konutlar dışında cami ve şadırvan [5] gibi anıtsal yapıların süsleme programında ve Kütahya Büyük Bedesteninde olduğu gibi bazı yapıların geç dönem süslemeleri arasında yer verilmiştir. Duvar resimlerinin yapımında başlangıçta geleneksel kalemî tekniğine benzer olarak doğal toprak pigmentler, su ya da zamk ile karıştırılarak kullanılmıştır [4]. 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren kuru sıva ya da ahşap üzerine yağlı boya tekniği kullanılmaya başlamıştır. Bu dönemde ahşap ve sıva üzerine boyama tekniği dışında duvar ve tavan yüzeylerine gerilmiş bez ve muşamba üzerine uygulanmış resimler de görülür [3]. Ayrıca 19. yüzyılda konutların iç mekanlarında baskı tekniği ile yapılan monokrom veya çok renkli süslemeler ve duvar kağıdı uygulamaları da kullanılmıştır.

Duvar resimleri, organik ve inorganik pigmentlerin mimari yüzeylere bağlayıcı bir malzeme aracılığı ile sabitlenmesi ile elde edilirler. Pigmentlerin yüzey üzerinde sabitlenmesi için bağlayıcı malzeme olarak kuruyabilen bitkisel yağların (ceviz yağı, afyon yağı ve bezir yağı) kullanıldığı resim tekniği, yağlı boya tekniği olarak isimlendirilmektedir. Bitkisel yağların duvar resmi yapımında bağlayıcı malzeme olarak kullanımına ilişkin kaynaklar 10. yüzyıla dayanmaktadır [6]. 15. yüzyıla gelindiğinde yarattığı şeffaflık etkisi nedeniyle bitkisel yağların resim yapımında kullanımı artış göstermiştir [7]. 19. yüzyılda Avrupa'da yapılan duvar resimlerinin büyük çoğunluğunun *tempera* ya da yağlı boya tekniğinde üretildiği bilinmektedir [6]. Yağlı boya duvar resim tekniğinde öncelikle sıva yüzeyi birkaç kat kaynar yağ ile işlenir [8]. Yeterli doygunluğa ulaşan yüzey üzerine çeşitli hazırlık tabakaları [yüzey (*ground*) ve astar (*priming*)] uygulanarak boyamaya hazır hale getirilir [9]. Hazırlık tabakalarının yapımında bitkisel yağ ve yağın

kurumasını hızlandırıp beyaz renk veren üstübeç (kurşun bileşikleri) veya beyaz çinko oksit karışımı kullanılmıştır. Hazırlık tabakalarında kullanılan diğer bir madde ise alçıdır. Genellikle alçı ile hayvansal tutkalların karıştırılması ile elde edilen bu hazırlık tabakası *gesso* olarak isimlendirilmektedir [10]. Yağlı boya yapımında yaygın olarak kullanılan beyaz pigmentler kurşun beyazı (hidrosülfür, $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$), baryum sülfat ($BaSO_4$), çinko beyazı (ZnO) ve titanyum beyazıdır (TiO). Farklı kapaticılık özelliklerine sahip olan bu pigmentler, hem hazırlık tabakalarının yapımında hem de resmin yapımında tercih edilmişlerdir. Kurşun beyazı sentetik olarak üretilen en eski pigmentlerden biridir [11]. Roma döneminden beri kullanılan kurşun beyazı, 19. yüzyılda çinko beyazının üretilmesine kadar geçen süreçte kullanılan en yaygın beyaz pigment olmuştur [11]. Sadece resim yapımında değil aynı zamanda duvar boyası yapımında da kullanılan kurşun beyazı, tarihi kaynaklarda "*nakkaş sancısı*" olarak belirtilen kurşun zehirlenmesine neden olduğu anlaşıldığı için yerini alternatiflerine bırakmıştır [8]. Çinko beyazı, yağlı boyada temiz beyaz bir renk vermesi, süspansiyon özelliği ve ultraviyole ışınlarını soğurma özelliği [12] ve aynı zamanda sağlığa olumsuz etkisi olmadığı için kurşun beyazının yerini almıştır [13]. Çinko beyazı ilk olarak 18. yüzyılın sonlarına doğru üretilmiş, sulu boya resimlerde 19. yüzyılın ikinci çeyreğinden sonra kullanılmıştır [14]. 1845 yılından sonra yağlı boyadaki kuruma sorunlarının giderilmesi ve kapaticılık özelliğinin geliştirilmesi ile yaygın olarak kullanılmıştır [12]. Baryum beyazı ($BaSO_4$) ya da yaygın ismiyle "*blanc fixe*" 19. yüzyılın başlarından itibaren sentetik olarak üretilmiştir [15]. Düşük kapaticılığa sahip olması ve tepkimeye girmeyen bir pigment olması nedeniyle dolgu maddesi olarak ve diğer pigmentlerle karıştırılarak kullanılmıştır [14]. 20. yüzyılın başında titanyum beyazı (TiO) sentetik olarak üretilmeye başlamasıyla birlikte diğer beyaz pigmentlerin yerini almıştır [16]. 19. yüzyılın son çeyreğinde hazır yağlı boyaların piyasaya çıkmasından önce, boya kullanılmadan hemen önce sahada ve az miktarda hazırlanmaktaydı. Geleneksel yağlı boya, üstübeç veya çinko beyazının yağ ile ezilmesi sonucunda elde edilen beyaz boyaya arzu edilen renkteki toz boyaların karıştırılması ile elde edilmekteydi [8]. Osmanlı İmparatorluğu'nda yağlı boya yapımında kullanılan temel bitkisel yağ beziryağıdır [8]. Bezir yağı, doğal olarak kuruyabilme özelliğine sahip bir yağ olmakla birlikte çeşitli işlemlerden geçirilerek akışkanlık ve kuruma özelliği geliştirilebilir. Bu amaçla yağlı boya hazırlanırken bezir yağına uçucu bir madde olan çam reçinesi katıldığı bilinmektedir [17]. Yağa kaynatılmış bezir yağı katılması da kuruma hızını arttıran bir işlemdir [8]. Yağlı boyalarda beyaz renk dışında yaygın olarak kullanılan pigmentlerden bazıları, sarı okra, Napoli sarısı, ombra, vermilyon (zincifre), kırmızı okra, bakır asetat, malakit, kobalt mavisi, kobalt oksit camı, azurit, ultramarin olarak sıralanabilir [7]. Bir kısmı antik dönemden beri kullanıldığı bilinen bu inorganik pigmentler hem doğal mineral olarak kullanılmış hem de 18. ve 19. yüzyıllarda Avrupa'da kimya sektöründe meydana gelen gelişmeler sonucu sentetik olarak üretilmeye başlanmıştır.

Bu dönemde üretilen ve hem sanat eserlerinde hem duvar boyalarında ve duvar kağıtlarında kullanılan pigmentlerin bir kısmının zehirli olduğu zaman içinde anlaşılmış ve kullanımları kısıtlandırılmıştır. Örneğin bakır ve arsenik içeren *Scheele* yeşili ($CuHAsO_3$) ve zümrüt yeşili (Paris yeşili, $3Cu(AsO_2)_2.Cu(CH_3COO)_2$) çekici ve parlak renkleriyle Avrupa'da 19. yüzyıl boyunca kumaş, duvar kağıdı ve duvar boyalarının üretiminde kullanılmış ve kullanıcıların zehirlenmelerine neden olmuştur [18]. Daha önce belirtildiği gibi yüzyıllar boyunca temel beyaz pigment olarak kullanılan kurşun beyazı da kurşun zehirlenmesine neden olmaktadır. Bu bağlamda, tarihi yapıların boyalarında gerçekleştirilecek analizler, malzeme özelliklerinin belgelenmesi ve müdahale kararlarının oluşturulması için gerekli olduğu kadar, koruma çalışmalarında görev alacak kişilerin bu pigmentlere maruz kalması sonucu oluşabilecek risklerin önüne geçilmesinde de yararlı olacaktır. Önemli bir ticaret kenti konumundaki İzmir 19. yüzyılda Avrupalı tüccarlar ve imparatorluk içinde yaşayan Rum, Ermeni ve Yahudiler gibi azınlıklar için bir çekim merkezi olarak

oldukça kozmopolit bir nüfusa sahipti [19]. Demografik yapısındaki bu kozmopolitlik kentin yaşamına ve mimarisine yansımıştır. Bu bağlamda duvar resimleri farklı etnik gruplara ait yapılarda, özellikle İkiçeşmelik Kapani Konağı, İkiçeşmelik Şeker Paşa Konağı, Bornova Edwards Köşkü, Karşıyaka Penetti Köşkü gibi birçok konutun süsleme programında yer almaya başlamıştır [19]. Konutlar dışında çeşitli dini yapılarda ve ticaret yapılarında da duvar resimli bezemeler gözlenmektedir [19]. Bu çalışmada; İzmir, Yahya Hayati Paşa Konağı'nda yer alan ve günümüze ulaşamamış bir grup duvar resminin malzeme özellikleri ve boyama tekniği belirlenmiştir. İzmir Bayraklı'da bulunan Yahya Hayati Paşa Konağı, mimari özellikleri ve görkemli duvar ve tavan süslemeleri ile 19. yüzyıl İzmir konutlarının en önemli örneklerinden birisidir. İnşaat başlangıç tarihi olarak 1863, 1868 ve 1873 yılları olarak üç farklı tarih belirtilen ve Mimar Andon Gavano tarafından inşa edildiği bilinen [20] Konağın ana yapısı, deniz kenarında geniş bir bahçe içinde konumlanan tek katlı selamlık ve mabeyn bölümleri ve iki katlı harem bölümünden oluşmaktadır (Şekil 1) [21]. Ana



Şekil 1. Konağın zemin kat planı [21] ve harem bölümü birinci kat tavan planı (restitüsyon) [23]
(Ground floor plan of the mansion and the ceiling plan (restitution) of the first floor of harem section)

yapının iki yanında ahır ve mutfak, kiler, hamam mekanlarından oluşan müstemilatlar yer almaktadır [22]. Yapının harem ve selamlık bölümünün duvar ve tavanları bordürlerle çevrelenmiş, elips ya da daire şeklinde madalyonlara yerleştirilmiş natürmort, pastoral ve bina tasvirleri içeren manzara betimlemeleri ile bezelidir. Selamlık bölümünün sofası ve sofanın güneybatı ve güneydoğusundaki odalar tavan resimleri ile bezenmiştir. Bu resimler 2004 yılında meydana gelen bir yangın sonucunda yok olmuştur. Harem bölümündeki tavan resimleri, sofada ve sofanın batısında ve güneybatısında yer alan odalarda yer almaktadır (Şekil 1). Bu resimler de 2010 yılında meydana gelen bir yangın sonucunda yok olmuştur. T planlı sofanın ana dikdörtgeninde elips şeklinde alçı süslemenin etrafında bordürler ile çerçevelenmiş dairesel madalyonların içinde çiçek düzenlemeleri resmedilmiştir. Dairesel madalyonların arasında ise bitkisel motifler ile çerçevelenmiş oval madalyonların içinde mimari tasvirli manzara resimleri yer almaktadır (Şekil 2) [23]. Merkezde yer alan alçı göbeğin kuzeydoğu ve güneybatı yönlerinde kahverengi dörtlü ejder motifleri bulunur [24]. Sofaya T şeklini veren köşelerdeki ikincil dikdörtgen bölümlerin duvar ve tavan birleşiminde profilli silme yer alır. Bu bölümlerin tavanları, boya ile oluşturulmuş, köşeleri bitkisel motifler ile zenginleştirilmiş sade bir çerçeve ile bezelidir. Sofanın güneybatısında ortada yer alan odanın tavanı büyük ölçüde hasarlıdır. Kalan izlerden ve eski fotoğraflardan bu mekanda da merkezde alçı kabartma göbek bulunduğu, göbeğin etrafındaki kahverengi bir çerçevenin köşelerinde çiçek desenli alçı kabartma

süslemeler ve çerçevenin kenar ortalarında dört adet oval madalyon içinde yer alan çiçek düzenlemelerinin yer aldığı bilinmektedir [23]. Sofanın batısında yer alan odada orta sofaya benzer şekilde madalyonların içine yerleştirilmiş çiçek düzenlemeleri ve hayali manzara resmedilmiştir. Harem bölümünde bazı mekanların duvarları da resimlerle bezelidir. Birinci katta sofada çizgiler ve bitkisel motiflerle oluşturulmuş bordürler, batıda yer alan odada ve merdiven kovanında baskı tekniği ile üretilmiş desenler yer almaktadır.

Bu çalışma, Yahya Hayati Paşa Konağı'nın yanarak yok olmuş tavan ve duvar süslemelerini oluşturan resimlerin yapım tekniği ve malzeme özelliklerinin belgelenmesini ve yapının onarım aşamasına veri oluşturmayı amaçlamaktadır. Çalışma 19. yüzyıl Osmanlı konutları süsleme programında yaygın olarak yer alan duvar ve tavan resimlerinin teknolojisinin anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

2. YÖNTEM (METHOD)

Çalışma kapsamında üzerinde çalışılan örnekler, yangın öncesinde 2009 yılında yapıdan toplanmıştır. Örnekler resimlere zarar vermemek amacıyla kendiliğinden yerinden ayrılmış ve konumu belirlenebilen parçalardan seçilmiştir. Çalışma kapsamında analizler harem bölümünün birinci katında sofa mekanının tavanında yer alan resimlerden ve batıda yer alan oda ile merdiven kovası duvarlarındaki baskı tekniği ile uygulanmış resimlerden alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Yahya Hayati Paşa Konağı harem bölümü birinci kat sofasında yer alan tavan resimleri
(Ceiling paintings of the first floor sofa of the harem section of Yahya Hayati Paşa Mansion)

Duvar resimlerini oluşturan tabakaları belirlemek amacıyla örnekler soğuk reçine (Streurs Epofix) ile vakum altında kalıplanmış ve hassas kesme cihazı (Buehler) ile kesildikten sonra parlatılmış, hazırlanan dikey kesitler üstten aydınlatmalı Nikon Eclipse E400 model Polarize Işık Mikroskobu ve Quanta 250 FEG model Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Sıva tabakalarının, bağlayıcı malzemenin ve boya tabakasının mineralojik yapıları PerkinElmer Spectrum BX model Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) ve Philips X-Pert Pro X Işınları Kırınım (XRD) cihazı ile belirlenmiştir. FTIR analizleri için boya örnekleri yüzeyden bisturi yardımı ile kazandıktan sonra agat havanda saf KBr ile karıştırılmış ve yüksek basınç altında (10 ton/cm^2) disk haline getirilmiştir. Spektral analizler orta dalga boylu kızılötesi bölgesinde ($4000\text{-}400 \text{ cm}^{-1}$ aralıkta), 4 cm^{-1} çözünürlükte ve absorpsiyon modunda gerçekleştirilmiştir. XRD analizleri toz haline getirilmiş boya örnekleri üzerinde $\text{CuK}\alpha$ ışını kullanılarak $10\text{-}60^\circ 2\theta$ arasında, saniyede $1,6^\circ$ tarama hızında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kırınım desenleri *Philips XPert Graphics and Identity* programı ile değerlendirilerek örneklerin mineral fazları tespit edilmiştir. Sıva ve boya tabakalarının kimyasal kompozisyonları ve mikro yapıları parlatılmış kesitler üzerinde, EDS ünitesi Quanta 250 FEG model Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

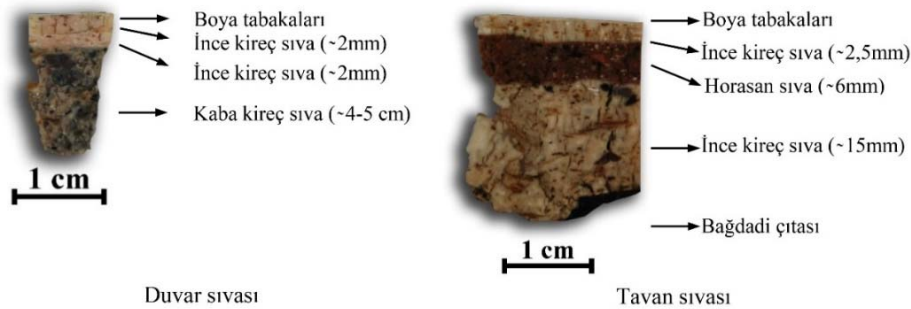
Yahya Hayati Paşa Konağı'nda yer alan resimler birbiri üzerine uygulanmış sıva, hazırlık ve boya tabakalarından oluşmaktadır. Yapının dış duvarları, dış yüzeyde yığma taş, içte ahşap iskelet sisteminin birbiriyle bağlantılı olarak inşa edildiği bileşik yapı sistemini ile, iç duvarları ise moloz taş ve tuğla dolgu ahşap iskelet sistemi ile inşa edilmiştir. Her iki sistemde inşa edilen duvarların yüzeyi 4-5 cm kalınlığında kaba kireç sıva ve iki tabaka halinde uygulanan yaklaşık 2 mm kalınlığında ince kireç sıva ile kaplıdır (Şekil 3). Kaba sıva yapımında kireç, agrega ve kırıntı karışımı, ince sıva yapımında kireç ve kırıntı karışımı kullanılmıştır. Konağın tavanlarından alınan örneklerde üç tabakalı bir sıva uygulandığı belirlenmiştir. Ahşap kirişleme sistemin taşıdığı bağdadi çıtalarının üzerinde sırasıyla yaklaşık 15 mm kalınlığındaki kireç sıva, 6 mm kalınlığında horasan sıva ve

2,5 mm kalınlığında kireç sıva yer almaktadır (Şekil 3). İki kireç sıvanın arasında yer alan horasan sıvanın çatıdan kaynaklanabilecek nem problemine karşı önlem olarak uygulandığı düşünülebilir. Duvarlar üzerinde yer alan resimlerde ince sıva üzerinde yüzeyi resim için uygun hale getirmek amacıyla uygulanan dört adet hazırlık tabakası belirlenmiştir (Şekil 4a). Bu tabakaların kalınlıkları SEM analizleri ile kireç sıvanın hemen üzerinde yer alandan başlayarak sırasıyla yaklaşık olarak $40 \mu\text{m}$, $40 \mu\text{m}$, $35 \mu\text{m}$ ve $22 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür. Resmi oluşturan tabakalar birbirleriyle ve kireç sıva ile oldukça iyi kaynaşmış durumdadır. Tabakalar arasında ayrışma gözlenmemiştir. Tavan yüzeylerine uygulanan resimlerde duvar yüzeylerindeki farklı olarak $180\text{-}200 \mu\text{m}$ kalınlığında tek hazırlık tabakası belirlenmiştir (Şekil 4b). Üzerindeki boya tabakasıyla oldukça iyi kaynaşmış durumda olan bu tabakanın kireç sıva ile olan bağlantısı zayıftır. İki tabaka arasındaki ayrışma, resimlerde kabarma ve kısmi kayıpların meydana gelmesine neden olmuştur.

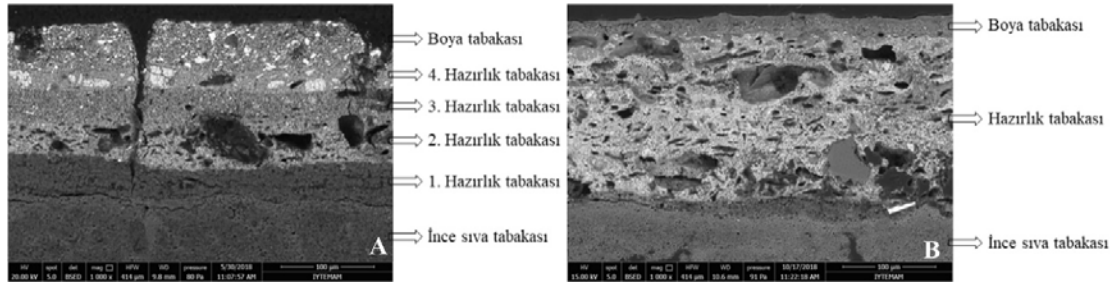
3.1. Hazırlık Tabakalarının Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri

(Chemical and Mineralogical Characteristics of Preparatory Layers)

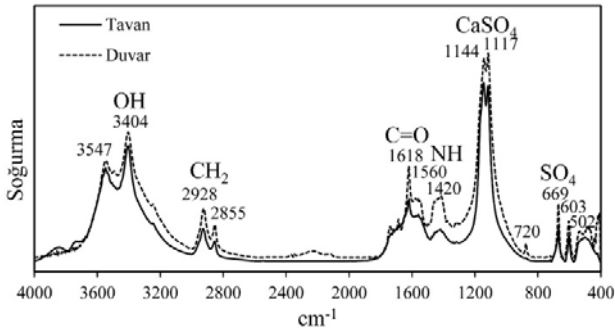
Hazırlık tabakaları incelikleri ve birbirleriyle olan sağlam bağ nedeniyle birbirlerinden ayrılmamış, bu nedenle FTIR ve XRD analizleri yüzeyden bisturi ile kazınarak elde edilen ve tabakaların tümünü içeren toz örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Hazırlık tabakalarının FTIR spektrumlarında 2928 ve 2855 cm^{-1} değerlerinde gözlenen karbon hidrojen bağlarının resimlerin yapımında kullanılan bitkisel yağın yağ asitlerinden kaynaklandığı söylenebilir [7]. Spektrumlarda ayrıca, alçı kullanımına işaret eden hidroksil (OH) gerilme bantları ($3547, 3404 \text{ cm}^{-1}$) ile sülfatın (SO_4^{2-}) asimetrik gerilme ($1144, 1117 \text{ cm}^{-1}$) ve eğilme ($603, 669 \text{ cm}^{-1}$) bantları ve karbonat (CO_3^{2-}) bantları ($1618, 1420 \text{ cm}^{-1}$) belirlenmiştir [25] (Şekil 5). Tabakaların XRD desenlerinde de FTIR analizlerine paralel olarak duvardan alınan örneklerde çinko oksit (ZnO), alçı ($\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})_2$), hidroserüzit, $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ve anglezit (PbSO_4), tavadan alınan örneklerde çinko oksit (ZnO) ve alçı ($\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})_2$) tespit edilmiştir (Şekil 6). FTIR ile belirlenen sülfat bağlarının alçı ve anglezit kullanımından, karbonat bağlarının ise hidroserüzit ve çinko oksit kullanımına bağlı oluşan sabunlaşmadan kaynaklandığı söylenebilir [26, 27].



Şekil 3. Resimlerin uygulandığı sıva katmanlarını gösteren kesitler
(Cross sections of the plaster layers of paintings)



Şekil 4. Duvar ve tavan resimlerini oluşturan hazırlık ve boya tabakalarını gösteren elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü (1000x). A: Duvardan alınan örnek, B: Tavandan alınan örnek
(SEM images of the preparatory and paint layers of the paintings (1000x). A: Sample from wall surface, B: Sample from ceiling surface)



Şekil 5. Duvar ve tavan resimlerinin hazırlık tabakalarının fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektrumları
(FTIR spectrums of the preparatory layers of wall and ceiling paintings)

Hazırlık tabakalarının kimyasal kompozisyonu parlatılmış kesitler üzerinde SEM-EDS analizleri ile belirlenmiştir. Duvar yüzeylerinde, kireç sıvanın üzerine uygulanan ilk tabakanın kimyasal analizinde temel olarak kalsiyum (CaO) ve çinko (ZnO) belirlenmiştir (Şekil 7a, Tablo 1). Kireç taşının özel bir çeşidi olan tebeşir ve hayvansal zamk karışımının resimlerde yüzey (*ground*) tabakası yapımında kullanıldığı bilinmektedir [14]. SEM analizleri ile belirlenen yüksek orandaki kalsiyum oksit bu tabakanın yapımında kullanılan tebeşirden kaynaklandığını düşündürmektedir. Organik bağlayıcı ve tebeşir karışımından oluşan bir hazırlık tabakası, Yahya Hayati Paşa Konağı ile yakın dönemde inşa edilmiş olan Cunda Adası'ndaki Taksiarhis Kilisesi'nin duvar resimlerinde de tespit edilmiştir [28]. Bu tabakada tespit edilen çinko oksit ise yüzey tabakasını beyazlatmak amacıyla eklenmiş olmalıdır.

İkinci hazırlık tabakasının kimyasal analizinde temel olarak kalsiyum (CaO), kükürt (SO₃) ve çinko (ZnO) belirlenmiştir (Şekil 7b, Tablo 1). XRD ve FTIR analizleri ile bir arada değerlendirildiğinde bu tabakanın organik bağlayıcı, çinko oksit ve alçı karışımı ile üretildiği söylenebilir. *Gesso* olarak isimlendirilen bu tabakanın yağlı boya ile uygulanan panel resimlerinde yaygın olarak kullanılan bir hazırlık tabakası olduğu bilinmektedir [10].

Üçüncü hazırlık tabakasının kimyasal kompozisyonunu temel olarak çinko (ZnO) ve kurşun (PbO) oluşturmaktadır (Şekil 7c, Tablo 1)). Hazırlık tabakaları içinde sadece bu tabakanın kurşun içermesi, XRD analizlerinde tespit edilen

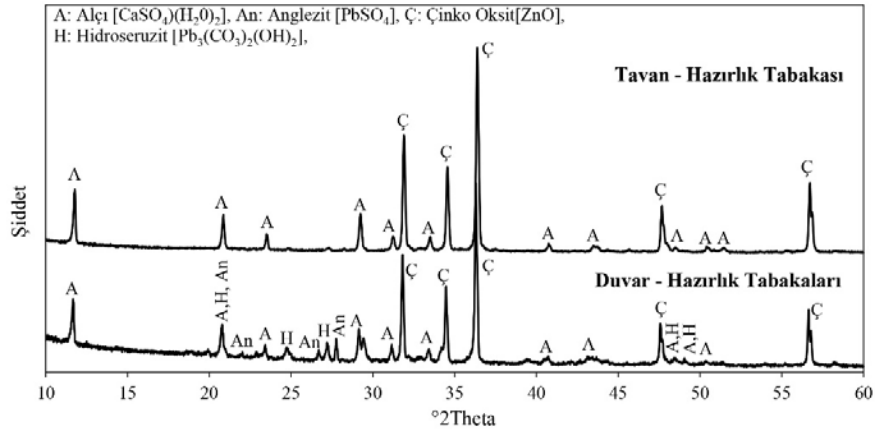
hidroserezitin bu tabakadan kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Kurşun içeren bileşiklerin bitkisel yağların kurumasını hızlandırdığı ve bu nedenle yağlı boya yapımında kullanıldıkları bilinmektedir [29]. Bu bağlamda, üçüncü hazırlık tabakasında kurşun beyazı ve çinko beyazının bitkisel yağ ile karıştırılarak bir arada kullanıldığı söylenebilir.

Dördüncü hazırlık tabakasında diğer tabakalardan farklı olarak homojen bir karışımın içinde yer alan 5-20 µm büyüklüğünde parçacıklar gözlenmiştir (Şekil 7d). Tabakanın SEM analizleri ile belirlenen kimyasal kompozisyonunda bu parçacıkların temel olarak baryum (BaO) ve kükürt (SO₃), tabakanın geriye kalan kısmının ise yüksek oranda çinko (ZnO) içerdiği belirlenmiştir (Tablo 1). Dördüncü hazırlık tabakasının yapımında bitkisel yağ, çinko oksit ve 19. yüzyıl yağlı boyalarında dolgu malzemesi olarak kullanıldığı bilinen ve şeffaflık etkisi yaratan beyaz bir pigment olan baryum sülfat (BaSO₄) kullanılmıştır [14]. Tespit edilen baryum sülfatın iri parçacıklar halinde bulunması nedeniyle doğal barit olduğu söylenebilir [30].

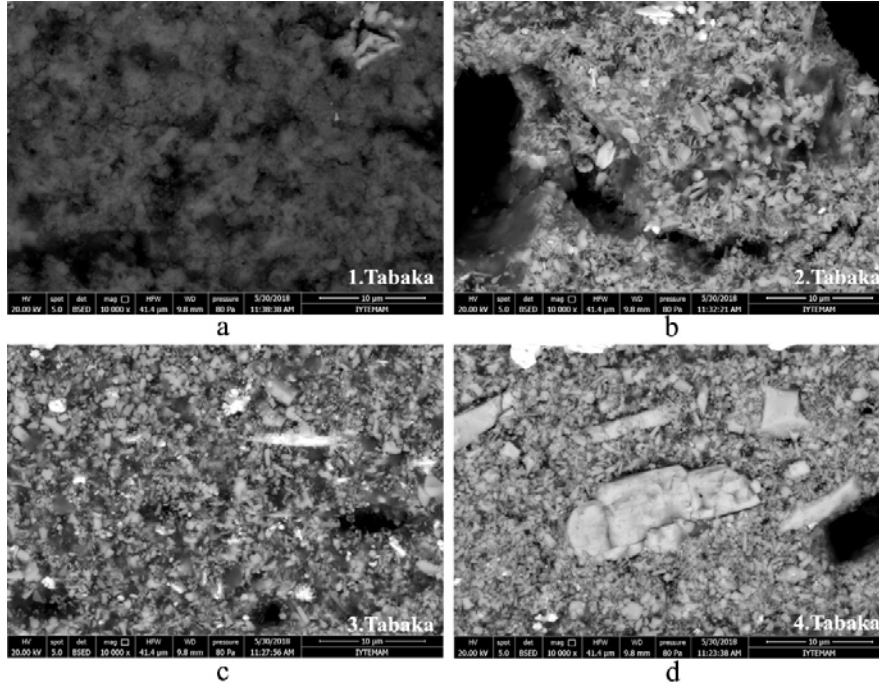
Tavan yüzeylerine uygulanan resimlerin elektron mikroskobu ile gerçekleştirilen kimyasal haritalandırması ile temel olarak CaO, SO₄ ve ZnO içerdiği belirlenmiştir. SEM-EDS, FTIR ve XRD analizleri sonucunda bu tabakanın duvar yüzeylerindeki ikinci hazırlık tabakasıyla benzer şekilde organik bağlayıcı, çinko oksit ve alçıdan oluştuğu söylenebilir (Şekil 5, Şekil 6).

3.2. Boya Tabakalarının Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri (Chemical and Mineralogical Characteristics of Paint Layers)

Duvar ve tavan resimlerinde hazırlık tabakaları üzerinde tek tabaka halinde yer alan boya tabakasının analizleri kırmızı, yeşil, mavi ve kahverengi örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kırmızı boya tabakasının genelinin kimyasal analizinde temel olarak çinko (ZnO), cıva (HgO), kurşun (PbO) ve kükürt (SO₃) tespit edilmiştir (Şekil 8). Boya tabakasının içinde tespit edilen parçacıklar yüksek oranda cıva (HgO) ve kükürt (SO₃) içermektedirler. Kırmızı pigmentin mineralojik özelliğini belirlemek amacıyla yapılan FTIR analizleri sonucunda pigment tespit edilememiş, tabakanın XRD desenlerinde temel olarak zincifre (HgS), alçı (CaSO₄(H₂O)₂), anglezit (PbSO₄) ve



Şekil 6. Hazırlık tabakalarının XRD kırınım desenleri (XRD patterns of preparatory layers)



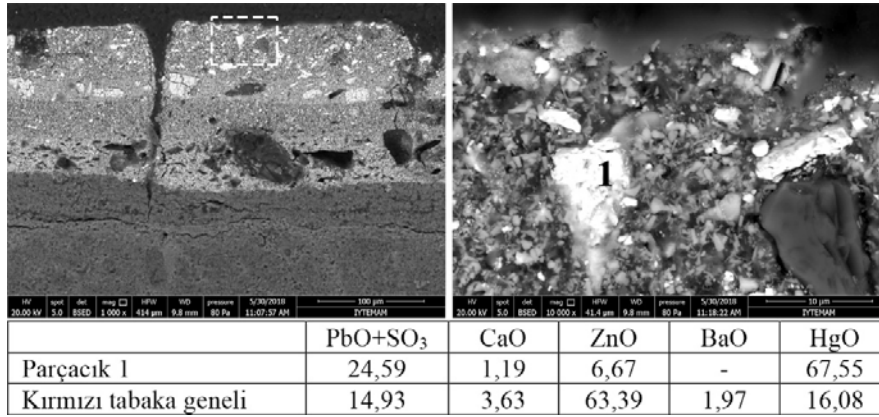
Şekil 7. Duvar resimlerinin hazırlık tabakalarının SEM görüntüleri (10000x) (SEM images of the preparatory layers of wall paintings (10000x))

Tablo 1. Duvar resimlerinin hazırlık tabakalarının kimyasal kompozisyonları (Chemical composition of the preparatory layers of wall paintings)

	MgO	SiO ₂	SO ₃	PbO	BaO	CaO	ZnO	PdO
Birinci tabaka	1,19	0,97	0,97	-	-	84,02	12,85	-
İkinci tabaka	-	-	25,41	-	-	22,71	49,47	2,40
Üçüncü tabaka	-	-	-	12,66	1,07	3,48	82,47	-
Dördüncü tabaka	-	-	5,22	-	6,87	2,49	84,82	-
Dördüncü tabaka içindeki parça	-	-	32,37	-	56,88	1,43	9,31	-

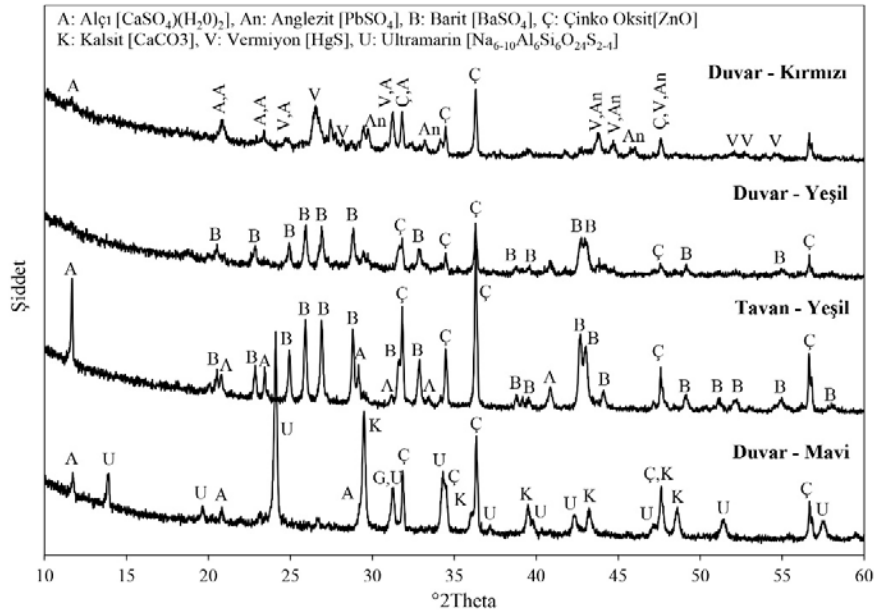
çinko oksit (ZnO) tespit edilmiştir (Şekil 9, Şekil 10). Kimyasal ve mineralojik özellikler bir arada değerlendirildiğinde kırmızı renk veren pigmentin Roma döneminden beri kullanılan kırmızı civa sülfür (HgS) yani

zincifre kırmızısı olduğu söylenebilir. FTIR analizlerinin sonuç vermeme nedeni zincifre kırmızısının MIR (orta dalga boylu kızılötesi) bölgesinde ışınları absorblamayıp saçılmaya neden olmasıdır [31]. Boya tabakasında tespit



Şekil 8. Kırmızı renkli boya tabakasında gözlenen pigment parçacıkları ve kırmızı boyanın SEM-EDS ile belirlenmiş kimyasal kompozisyonu

(Pigment particles on the red paint layer and the chemical composition of the red paint layer and particles determined by SEM-EDS)

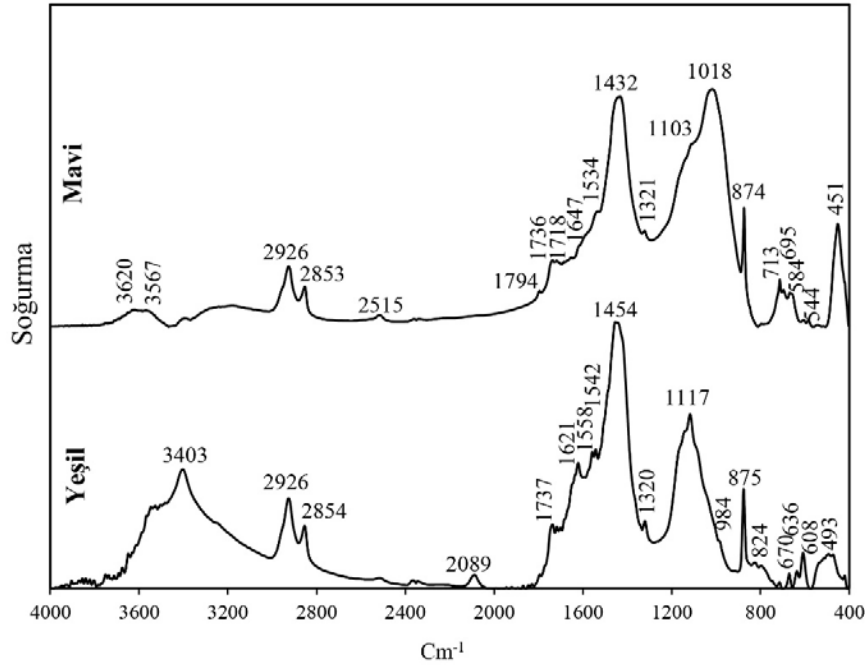


Şekil 9. Boya tabakalarının XRD kırınım desenleri (XRD patterns of paint layers)

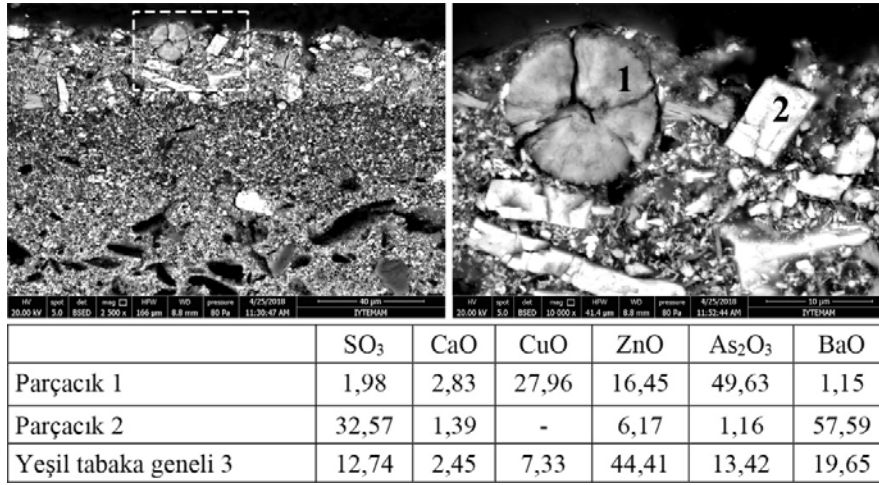
edilen anglezit, yağlı boyaya eklenen beyaz renkli kurutucu bir pigment olabileceği gibi [32], kurşun kırmızısının (Pb_3O_4 , minium) atmosferdeki SO_2 gazı ile sülfatlanarak beyazlaşması sonucunda meydana gelmiş bir bozulma ürünü olarak da değerlendirilebilir [33, 34].

Yeşil tabakanın içinde pigment olarak kullanılan iki farklı parçacık belirlenmiştir (Şekil 11). SEM-EDS ile gerçekleştirilen kimyasal analiz sonuçlarına göre bu parçacıklardan ilki temel olarak bakır (CuO) ve arsenikten (As_2O_3), ikincisi baryum (BaO) ve kükürtten (SO_3) oluşmaktadır (Şekil 11). Elde edilen kimyasal kompozisyon sonucunda pigment olarak bakır asetat arsenit ($3Cu(AsO_2)_2 \cdot Cu(CH_3COO)_2$) yani zümrüt yeşili ve baryum sülfat ($BaSO_4$) kullanıldığı düşünülmüştür. Yeşil boya tabakasının FTIR analizinde temelde organik bağlayıcıdan kaynaklanan bantlar dışında zümrüt yeşili kullanımını işaret

eden karboksilat bağları (1558 cm^{-1} ve 1454 cm^{-1}) [35] ve As-O bağları (824 cm^{-1} , 636 cm^{-1}) [18] ile baryum sülfattan kaynaklanan (1117 cm^{-1} , 984 cm^{-1} , 636 cm^{-1} ve 608 cm^{-1}) [25] bantların belirlenmesi bu düşüncüyü doğrulamaktadır (Şekil 10). Duvar yüzeyinden alınan örneğin XRD deseninde temel olarak baryum sülfat ($BaSO_4$) ve çinko oksit (ZnO), tavan yüzeyinden alınan örneğin XRD deseninde ise baryum sülfat ($BaSO_4$), çinko oksit (ZnO) ve alçı ($CaSO_4(H_2O)_2$) tespit edilmiştir (Şekil 9). Tavandan alınan örnekte tespit edilen alçının alttaki hazırlık tabakasından bulaştığı söylenebilir. Zümrüt yeşili 1830 yılında üretilmeye başlayan ve 19.yy'da yağlı boya resimlerde, özellikle izlenimci (empresyonist) ve ard-izlenimci (post-empresyonist) sanatçılar tarafından, yaygın olarak kullanılan ancak günümüzde insan sağlığına zararlı olduğu için kullanılmayan bir pigmenttir [14]. Baryum sülfat ise yağlı boyalarda dolgu malzemesi olarak kullanıldığı bilinen beyaz bir pigmenttir.



Şekil 10. Yeşil ve mavi boya tabakalarının fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektrumları (FTIR spectrums of green and blue paint layers)



Şekil 11. Yeşil renkli boya tabakasının SEM görüntüsü (2500x-10000x) ve belirlenen pigment parçacıkları ile yeşil boyanın SEM-EDS ile belirlenmiş kimyasal kompozisyonu (SEM images of green paint layer (2500x-10000x) and chemical composition of pigment particles and green paint determined by SEM-EDS)

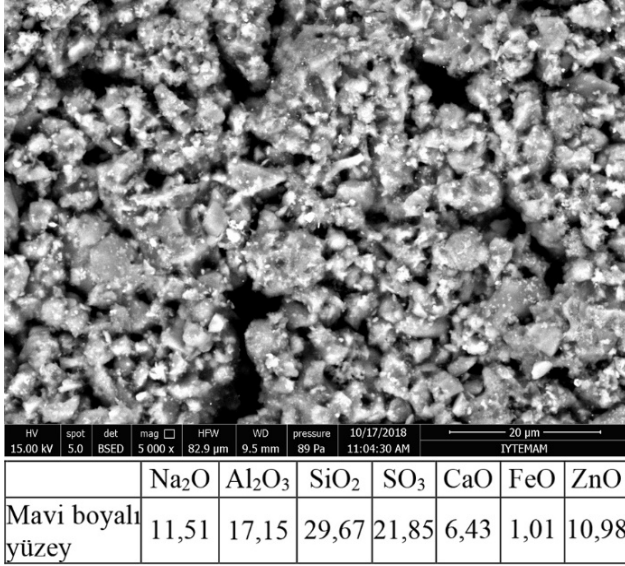
Ekonomik nedenlerle zümrüt yeşili ile karıştırılarak kullanılmıştır [14].

Mavi renkli boyaların kimyasal kompozisyonunda yüksek oranlarda sodyum (Na₂O), alüminyum (Al₂O₃), silisyum (SiO₂) ve kükürt (SO₃) tespit edilmiştir (Şekil 12). Örneğin kimyasal kompozisyonu ve FTIR analizinde 1018 cm⁻¹, 695 cm⁻¹, 658 cm⁻¹ ve 584 cm⁻¹ frekansındaki bantlar pigment olarak ultramarin mavi kullanımını işaret etmektedir [36] (Şekil 10, Şekil 12). Mavi renkli boyanın XRD analiz ile belirlenen mineralojik kompozisyonu, ultramarin (Na₆₋₁₀Al₆Si₆O₂₄S₂₋₄), kalsiyum karbonat (CaCO₃), çinko oksit

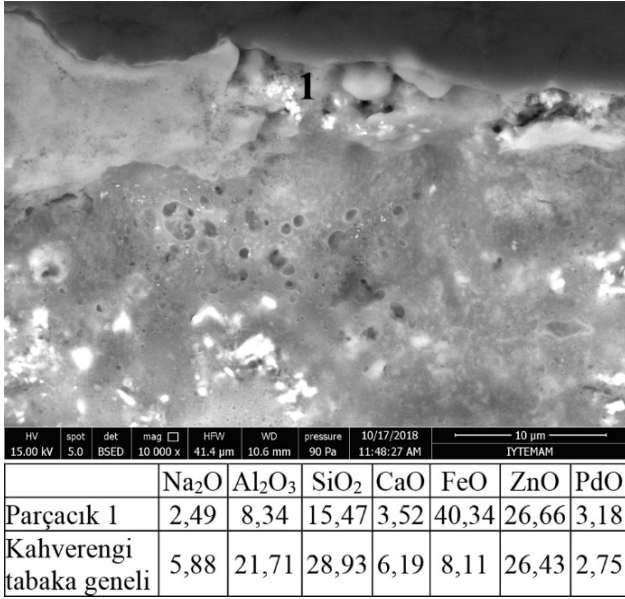
(ZnO) ve alçıdan oluşmaktadır (Şekil 9). Doğal ultramarin olarak bilinen ve yarı kıymetli bir taş olan lapis lazuliden elde edilen pigment, Bizans döneminden itibaren duvar resimlerinin ikonografik olarak önemli kısımlarında tercih edilmiştir. Ultramarin mavi, 1828 yılında suni olarak üretilmesinin ardından duvar ve panel resimlerinde yaygın olarak kullanılmıştır [37, 38].

Tavan resimlerinde kıvılcak kahverengi boyalı örneğin kimyasal analizinde demir (FeO), alüminyum (Al₂O₃) ve silisyum (SiO₂) belirlenmiştir (Şekil 13). Demir oksit hematit kullanımını gösterirken alüminyum ve silisyum oksit kil

minerallerinden kaynaklanmış olabilir. Bu nedenle kızıl kahverengi için hematit içeren kırmızı toprak boya kullanıldığı ileri sürülebilir.



Şekil 12. Mavi boyanın yüzeyinin SEM görüntüsü ve SEM-EDS ile belirlenmiş kimyasal kompozisyonu (SEM image of the surface of blue paint and the chemical composition determined by SEM-EDS)



Şekil 13. Kızıl kahverengi boya tabakasında gözlenen demir oksit parçacıkları ve boyanın SEM-EDS ile belirlenmiş kimyasal kompozisyonu (Iron oxide particles observed on the reddish brown paint layer and chemical composition of paint determined by SEM-EDS)

Yahya Hayati Paşa Konağı'nın tavan ve duvar resimlerinde kullanıldığı belirlenen pigmentlerin 19. yüzyılda yapılan ya da onarılan, geniş bir coğrafyadaki tavan ve duvar resimleriyle büyük benzerlikler gösterdiği söylenebilir [39-41].

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Yahya Hayati Paşa Konağı'nda yer alan resimler çok tabakalı kireç sıva üzerine yağlı boya tekniği ile uygulanmışlardır. Resimlerde bağlayıcı malzeme olarak kullanılan kuruyabilen bitkisel yağlar, yağın rengini beyazlatmak için çinko oksit (ZnO) ile karıştırılmıştır. Duvar yüzeylerinde sıva üzerine gelen dört hazırlık tabakası tespit edilmiştir. Birinci hazırlık tabakası kireç tozu, bitkisel yağ ve çinko oksit (ZnO) karışımından oluşmaktadır. İkinci hazırlık tabakası olan *gesso* tabakası organik bağlayıcının alçı (CaSO₄(H₂O)₂), ve çinko oksit (ZnO) ile karıştırılması ile hazırlanmıştır. Bu tabakanın üzerine gelen üçüncü tabakada bitkisel yağ, çinko oksit (ZnO) ve kurşun beyazı kullanılmıştır. Dördüncü hazırlık tabakasında ise bitkisel yağ, çinko oksit (ZnO) ve baryum sülfat (BaSO₄) kullanıldığı belirlenmiştir. Tavan yüzeylerinde yer alan resimlerde duvardakilerden farklı olarak organik bağlayıcının alçı (CaSO₄(H₂O)₂) ve çinko oksit (ZnO) ile karıştırılması ile hazırlanan tek hazırlık tabakası uygulanmıştır. Resimlerin yapımında kırmızı renk için zincifre (HgS), yeşil renk için zümrüt yeşili - baryum sülfat karışımı, mavi renk için sentetik ultramarin, ve kahverengi için kırmızı toprak boya kullanıldığı belirlenmiştir.

Bakımsızlık ve terk edilmişlik nedeniyle oldukça hasar almasına rağmen yakın geçmişe kadar varlığını koruyan Yahya Hayati Paşa Konağı'nın mekanları, döneminin süsleme anlayışını ifade eden duvar resimleriyle zenginleştirilmiştir. Ancak bu resimler, 2004 ve 2010 yıllarında meydana gelen yangınlarda yok olmuştur. Bu çalışma ile Batı Anadolu'da yaygın olarak gözlenen 19. yüzyıl duvar resimlerinin önemli örneklerinden birinin boyama tekniği ve malzeme özellikleri belgelenmiş ve yapının onarımı aşaması için veri oluşturulmuştur.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

SEM-EDS ve XRD analizlerinin gerçekleştirildiği İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezi'nin değerli uzman ve yöneticilerine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Renda, G, Batılılaşma Döneminde Türk Resim Sanatı, 1700-1850, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, Türkiye, 1977.
2. Kuyulu, İ., Anatolian wall paintings and cultural traditions, Electron. J. Orient. Stud., 3 (2), 1-27, 2000.
3. Renda, G., 19.yy'da Kalemişi Nakış - Duvar Resmi, Tanzimat'tan Cumhuriyet'e Türkiye Ansiklopedisi, İletişim, İstanbul, 6, 1530-1534, 1985.
4. Renda, G., Westernisms in Ottoman Art: Wall Paintings in 19th Century Houses, the Ottoman House (Proceedings of the Amasya Symposium, 24-27 Eylül 1996), Editör: Ireland S., Bechhoefer W., The British Institute of Archaeology, Ankara, 103-109, 1998.

5. Arık, R., *Batılılaşma Dönemi Anadolu Tasvir Sanatı, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları*, Ankara, Türkiye, 1988.
6. Mora, P., Mora, L., Philippot, P., *Conservation of Wall Paintings*, Butterworths, London, 1984.
7. Van den Berg, J., *Analytical chemical studies on traditional linseed oil paintings*, Doktora Tezi, University of Amsterdam, Amsterdam, 2002.
8. Celal Esad, *Yapı Malzemesi*, Matbaayı Ahmed İhsan, İstanbul, 1908 (Transkripsiyon F. Tekinmirza).
9. Weyer, A., Roig Picazo, P., Pop, D., Cassar, J., Özköse, A., Vallet, J. M., Srša, I., *EwaGlos-European illustrated glossary of conservation terms for wall paintings and architectural surfaces*, Michael Imhof Verlag, Petersberg, 17, 2015.
10. Stols-Witlox, M., *Ground, 1400-1900, Conservation of Easel Paintings*, Editör: Hill Stoner, J., Rushfield, R., Routledge, Londra, 161-188, 2012.
11. Gettens, R.J., Kühn, H., Chase, W.T., 3. Lead White, *Stud. Conserv.*, 12 (4), 125-139, 1967.
12. Kühn, H., *Zinc White, Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*, Editör: Feller, R.L., National Gallery of Art, Washington, A.B.D., 1, 169-186, 1986.
13. Standeven, H.A.L., *Oil-based house paints from 1900 to 1960: An examination of their history and development, with particular reference to ripolin enamels*, *J. Am. Inst. Conserv.*, 52 (3), 127-139, 2013.
14. Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T., Siddall, R., *Pigment Compendium: A Dictionary of Historical Pigments*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2004.
15. Feller, R.L., *Barium Sulfate - Natural and Synthetic, Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics Cilt 1*, Editör: Feller, R.L., National Gallery of Art, Washington, A.B.D., 47-64, 1986.
16. Van Driel, B.A., van den Berg, K.J., Gerretzen, J., Dik, J., *The white of the 20th century: an explorative survey into Dutch modern art collections*, *Heritage Sci.*, 6, 16, 2018.
17. Chase, S.B., *Preservation Brief 28: Painting Historic Interiors*, US Department of the Interior, National Park Service, Washington DC, A.B.D., 1992.
18. Fiedler, I. ve Bayard, M.A., *Emerald Green and Scheele's Green, Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*, Editör: FitzHugh, E.W., National Gallery of Art, Washington, 3, 219-271, 1997.
19. Kuyulu Ersoy, İ., *İzmir'de Yerel ve Levanten Kültürünün Duvar ve Tavan Resimlerine Yansıması*, Prof. Dr. Selçuk Mülayim Armağanı Sanat Tarihi Araştırmaları, Editör: Doğanay A., Lale Yayıncılık, İstanbul, Türkiye, 59-81, 2015.
20. Akçamlı, A., *Bir Zamanlar Bayraklı, Bayraklı Matbaacılık*, İzmir, Türkiye, 1997.
21. İpekoğlu, B., Çizer, Ö., Reyhan, K., *İzmir' de tarihi bir konak - Yahya Paşa Konağı'nın tanıtılması ve koruma sorunlarının değerlendirilmesi*, *Yapı Dergisi*, 263, 81-87, 2003.
22. İpekoğlu, B., Çizer, Ö., Reyhan, K., *Conservation of Yahya Pasha Konak in İzmir, Turkey, Jubilee Scientific Conference 60th Anniversary of the University of Architecture Civil Engineering and Geodesy*, Sofya-Bulgaristan, 2, 5-16, 20-23 Kasım, 2002.
23. Dereci, K., İpekoğlu B., *Evaluation of conservation problems of mural paintings in Yahya Pasha Konak in İzmir, (Yayımlanmamış Rapor)*, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimari Restorasyon Bölümü, İzmir, 2011.
24. Kuyulu Ersoy, İ., *İzmir, Bayraklı Yahya Hayati Paşa Köşkü: Kül olan resimler*, XVI. Ortaçağ - Türk Dönemi Kazıları ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri 18-20 Ekim 2012, Editör: Acara Eser, M., Bilget Fataha, E., Koyun, G., Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, Sivas, 2, 529-545, 2014.
25. Gadsden, J. A., *Infrared Spectra of Minerals and Related Inorganic Compounds*, Butterworths, London, 1975.
26. Artesani, A., Gherardi, F., Nevin, A., Valentini, G., Comelli, D., *A photoluminescence study of the changes induced in the zinc white pigment by formation of zinc complexes*, *Mater.*, 10 (4), 340, 2017.
27. Artesani, A., *Zinc oxide instability in drying oil paint*, *Mater. Chem. Phys.*, 255, 123640, 2020.
28. Şerifaki, K., *Conservation problems of historic wall paintings of Taxiarchis Church in Cunda, Ayvalık, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2005.
29. Tumosa, C.S., Mecklenburg, M.F. *The influence of lead ions on the drying of oils*, *Stud. Conserv.*, 50 (1), 39-47, 2005.
30. Cruz, A.J., Rego, C., *Scientific study of an 18th century Portuguese painting on canvas and their old restoration: problems of date and authenticity of the current image*, *Int. J. Conserv. Sci.*, 5 (4), 479-492, 2014.
31. Van der Weerd, J., Van Loon, A., Boon, J. J., *FTIR studies of the effects of pigments on the aging of oil*, *Stud. Conserv.*, 50 (1), 3-22, 2005.
32. Şerifaki, K., Böke, H., Yalçın, Ş., İpekoğlu, B., *Characterization of materials used in the execution of historic oil paintings by XRD, SEM-EDS, TGA and LIBS analysis*, *Mater. Charact.*, 60 (4), 303-311, 2009.
33. Aze, S., Vallet, J. M., Detalle, V., Grauby, O., Baronnet, A., *Chromatic alterations of red lead pigments in artworks: a review*, *Phase Transitions*, 81 (2-3), 145-154, 2008.
34. Garrappa, S., Kočí, E., Švarcová, S., Bezdička, P., Hradil, D., *Initial stages of metal soaps' formation in model paints: The role of humidity*, *Microchem. J.*, 156, 104842, 2020.
35. Buti, D., Rosi, F., Brunetti, B. G., Miliani, C., *In-situ identification of copper-based green pigments on paintings and manuscripts by reflection FTIR*, *Anal. Bioanal.Chem.*, 405 (8), 2699-2711, 2013.
36. Silva, C.E., Silva, L.P., Edwards, H.G., de Oliveira, L.F.C., *Diffuse reflection FTIR spectral database of dyes and pigments*, *Anal. Bioanal. Chem.*, 386 (7-8), 2183-2191, 2006.

37. Plesters, J., Ultramarine blue, natural and artificial, *Stud. Conserv.*, 11 (2), 62-75, 1966.
38. Gonzalez-Cabrera, M., Arjonilla, P., Domínguez-Vidal, A., Ayora-Cañada, M.J., Natural or synthetic? Simultaneous Raman/luminescence hyperspectral microimaging for the fast distinction of ultramarine pigments, *Dyes Pigm.*, 178, 108349, 2020.
39. Holakoei, P., Karimy, A.H., Nafisi, G., Lammerite as a degradation product of emerald green: scientific studies on a rural Persian wall painting. *Stud. Conserv.*, 63 (7), 391-402. 2018.
40. Petrova, O., Pankin, D., Povlotckaia, A., Borisov, E., Krivul'ko, T., Kurganov, N., Kurochkin, A., Pigment palette study of the XIX century plafond painting by Raman spectroscopy, *J. Cult. Heritage*, 37, 233-237, 2019.
41. Fu, P., Teri, G.L., Li, J., Li, J.X., Li, Y. H., Yang, H., Investigation of ancient architectural painting from the Taidong Tomb in the Western Qing Tombs, Hebei, China. *Coat.*, 10 (7), 688, 2020.

