

MERMER HEYKELLER ÜZERİNDEKİ PİGMENTLERİN ARKEOMETRİK İNCELEMELERİ

Archaeometric Investigation of The Pigments on Marble Statues

Ahmet Sansar* Ali Akın Akyol**

Öz

Mermer heykeller, uzun bir süre boyunca insanlar tarafından renksiz, beyaz olarak algılanmıştır. Ancak orijinal yapımlarında genellikle renklendirilerek oluşturulmuşlardır. Bu durum uzun bir süre anlaşılammıştır. Zamanla heykeller ile ilgili araştırmalar ve gelişen teknolojik yöntemler bu durumun aydınlatılmasına olanak sağlamıştır. Heykeller ile ilgili renk araştırmaları 19. yüzyılda başlamıştır. Bu dönemde teknoloji tam anlamıyla gelişmediği için görsel analizler yapılarak elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır. 1960 yılında ultraviyole ile mermer heykeller üzerindeki gözle görülemeyen renklerin görünür hale getirilmesi, heykeller üzerinde renkliliğin daha detaylı ve bilimsel olarak incelenmesine olanak sağlamıştır. Günümüzde heykeller üzerinde renklilik ile ilgili yapılan incelemelerin çoğunun temelini ultraviyole floresans oluşturmuştur. Bu çalışmalarda görsel, mikroskopik ve spektroskopik incelemeler kombine olarak kullanılarak daha sağlıklı ve nitelikli bilgilere ulaşılmıştır. Yapılan incelemelerde tahribatsız analiz yöntemleri tercih edilmiştir. Çünkü heykeller üzerindeki pigment kalıntılarından numune alınmasının yapılması, eser üzerinde geri dönüşü olmayan malzeme kayıplarına neden olabilmektedir. Ayrıca heykeller üzerindeki pigment kalıntıları oldukça az olduğu için bu tür analiz çalışmalarında, numune alımı yapılmadan in-situ incelemeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Heykel, Renk, Spektroskopi, Analiz, Arkeometri

Abstract

Marble sculptures have been perceived by people as colorless white for a long time. However, in their original productions, they were usually created by coloring. This situation was not understood for a long time. Over time, research on sculptures and developing technological methods have allowed this situation to be clarified. Colour research on sculptures began in the 19th century. During this period, since the technology had not fully developed, the data obtained by performing visual analysis were recorded. In 1960, making invisible colours on marble sculptures visible with ultraviolet allowed for a more detailed and scientific examination of colouring on the sculptures. Today, ultraviolet fluorescence has formed the basis of most of the studies on chromaticity on sculptures. In these studies, visual, microscopic and spectroscopic examinations are used in combination to attain straight and more qualified information. In the examinations, non-destructive analysis methods were preferred. Because sampling from the pigment residues on the sculptures can cause irreversible material losses on the work. In addition, since the pigment residues on the sculptures are quite low, in-situ examinations were made without sampling in such analysis studies.

Keywords: Sculpture, Colour, Spectroscopy, Analysis, Archaeometry

*Doktora Öğrencisi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kültür Varlıklarını Koruma Bölümü, ahmetsansar60@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6805-5495

**Doç. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, ali.akyol@hbv.edu.tr ORCID: 0000-0002-4174-575X

Extended Summary

Sculpture is defined scientifically in the literature as three-dimensional works that are produced from materials such as clay, stone, wood, plaster and plastic, describing living things or expressing abstract forms (Tekçam, 2007, p.91). The statues are made of ivory and mammoth ivory starting from the Prehistoric times. In later periods, it was made of metal, bronze, wood and limestone. It has been used in the making of marble sculptures since the early periods of ancient Greece (Yılmaz, 2018, p.16). The most important elements of the sculpture; surface/texture, light/shadow, volume and color. Color, which is one of the most important elements of sculpture, is an important element that strengthens the expression in sculpture and ensures the formation of form with aesthetic concern. In ancient times, color was used to create an aesthetic integrity in works and to create admiration in people. The effect of color on the sculpture is shaped by the way of perception. The colorfulness of marble sculptures is a controversial issue that was not accepted for a long time. In the archaeological excavations carried out in the first half of the 19th century, a lot of colored sculptures and architectural building elements were found in Greece and Italy. This situation put an end to the discussions about the colorfulness of the sculptures, and also paved the way for scientific research in this area. When the research studies on the colorfulness of the sculptures were examined during this period, the Prima Porta statue and the 19th Prima Porta statue, which were unearthed in 1863, were examined. In the second half of the century, the colorful votive sculptures unearthed on the Acropolis of Athens reached their peak. With these studies, it was ensured that the pigment residues on the sculptures found in the archaeological sites were examined and documented. In the 1880s, exhibitions were held in important cities such as Berlin, Chicago and Stockholm, by making replicas of them with plaster, in order to convey that the sculptures were colorful to large masses. In addition, publications were made in this area and people were informed about the colorfulness of the sculptures (Yılmaz, 2018, p.12-13). By the 1960s, making use of the developing technological opportunities and using the ultraviolet fluorescence method, the invisible colors on the sculptures were made visible by photographing and documenting them. The ultraviolet examination method, which started to be used in the color studies of sculptures in the 1960s, still forms the basis of these studies today. In order to carry out these studies in a more detailed and scientific manner, different analysis methods need to be used together with ultraviolet studies. In this way, the pigments on the sculptures can be defined in detail and their characteristic structure was revealed, providing important information (Yılmaz, 2018, p.13-14).

The methods used in the analysis of the pigments on the sculptures should have the technological features and equipment that will allow the work to be examined on site. Because in the analysis studies on the pigments, in-situ examinations are made without taking samples from the sculpture. The analyses of the pigments on the sculptures are first carried out by making visual examinations. Visual examinations provide information by examining the sculpture in detail with the naked eye (Scharff et. al., 2009, 16). After this examination is completed, detailed photographs of the sculpture are taken. These photographs contribute to the investigation of the colorfulness of the sculptures and the analysis of the pigments on them by giving direction during sampling. In addition, photographs allow the determination of the current position of the images obtained by microscopic analysis on the work (Sargent et. al., 2009: 75). Ultraviolet investigations are widely used in the investigation of pigments on sculptures. With ultraviolet examinations, invisible pigment residues on the sculpture become visible, showing the research of the colors on the sculpture and thus what the color means on the sculpture (Bracci et al., 2019, pp.1612-1615; Gasanova et al., 2018, p.88; Sargent et al., 2009, p.75,83).

Traces that are seen as "color shadow" in ultraviolet examinations are revealed with the documentation studies made with photographs. The images obtained in these studies are very

clear and their contrasts are clearly visible. However, during this study, an ultraviolet filter must be attached to the lens of the camera (Brinkmann, 2006, p.18). After the visual inspections are completed, microscopic analyzes are performed to detect the different colors determined on the surface. These examinations provide information about true color values (Scharff et al., 2009, p.16; Gasanova et al., 2018, p. 86). Microscopic examination of the pigments on the sculptures is one of the healthiest analysis methods. With this method, the detection of small pigment residues on the sculpture and the actual true colors of oxidized or contaminated pigments were found (Scharff et al., 2009, p.16; Gasanova et al., 2018, p. 86). Microscopes used in microscopic examination studies are made with portable devices that are capable of in-situ examinations of the pigments on the statue. In order to determine the material properties of the pigments, examinations are made by spectroscopic methods.

Spectroscopic examinations provide the measurement and interpretation of the electromagnetic radiation absorbed or emitted during the transition of energy levels of atoms, molecules or ions in the structure of the sample. In the light of these data, information about the characteristic structure of the sample is obtained (Karadağ and Torgan, 2016, p.181). Portable XRF and portable Raman devices are used in the spectroscopic examination of the pigments on the sculptures, which enable non-destructive analysis. With these devices, analysis studies are carried out on the sculptures in-situ without damaging them. With the portable XRF analysis, the elemental composition of the pigments obtained as a result of visual and microscopic examinations on the sculptures can be determined, and information such as their type, origin and period can be obtained (Kopczynski et al., 2017, pp.139-154; Ganetsos et al., 2019, p.51-61; Gasanova et al., 2018 pp.83-95; Karydas et al., 2009, pp.1-30; Saint et al., 2018, pp.233-242; Acri et al., 2019, pp.1-4). Raman spectra are obtained by portable Raman spectroscopy analysis of the pigments on the sculptures. The strong peaks in the waves occurring in these spectra show which chemical compounds the pigment consists of (Ganetsos et al., 2019, p.53); Acri et al., 2019, p.3-4; Berg, 2009, pp.52-53).

Giriş

Heykel, bilimsel olarak literatürde: kil, taş, ahşap, alçı ve plastik gibi malzemelerden üretilen, canlıları anlatan veya soyut biçimleri ifade eden üç boyutlu eserler şeklinde tanımlanmaktadır (Tekçam, 2007, s.91). Heykel biçimlendirilirken kütle, boşluk, yüzey, geçiş ve kesit gibi formlara yönelik her öğenin, heykelin bütününde oluşacak ifade kurgulanarak şekillendirilmektedir. Heykelin en önemli unsurları; yüzey/doku, ışık/gölge, hacim ve renktir (Yılmaz, 2018, s.7).

Antik dönemde yapılan heykellerin renkliliği 19. yüzyılın başlarına kadar tartışmalı, kabul görmeyen bir konudur. 1863'te Augustus'un "Prima Porta" heykelinin bulunması, heykellerde boya kullanımının ve renklerinin araştırılma sürecine önemli katkılar sağlamıştır. 19. yüzyılın ikinci yarısında Atina Akropolisi'nde yapılan araştırmalar sürecinde ortaya çıkartılan renkli heykeller, heykelde boya ve renk kullanımını reddeden, şüpheyle yaklaşan kişilerin iddialarının geçerliliğinin yitirilmesini sağlamıştır (Yılmaz, 2018, s.12). Bu nedenle daha önce renksiz olduğu düşünülen heykellerin, üzerinde bulunan boya kalıntıları incelenerek, renkliliği ile ilgili araştırma ve belgeleme çalışmaları başlamıştır. 20. yüzyılın başlarında W. Lermann heykellerdeki renkliliği anlamak için kendini Atina Koreleri'nin araştırma/inceleme çalışmalarına adanmıştır. Büyük titizlikle yürüttüğü çalışmada pigmentlerin doğal tespitini yaptırmıştır. 1920-1930'lu yıllarda H. Schuchhardt, E. Langlotz, ve W.H. Schrader tarafından hazırlanan heykeller kataloğunda, heykeller üzerinde belirgin olarak tespit edilen tüm pigment kalıntıları belgelenecek görsel analiz çalışmaları yapılmıştır. Aynı dönemde P. De la Coste-Messeliere, renkliliği anlamak için ultraviyole ışını analizlerinin kullanılabilmesi önerisinde bulunmuş ancak bu teklif değer görmemiş ve dikkate alınmamıştır (Brinkmann, 2006, s.15).

1960'lı yıllarda Chr. Wolters ve V. von Grave Doerner Enstitüsü'nde yapmış oldukları araştırmalarda ve çalışmalarda ultraviyole floresans kullanarak mermer üzerindeki solmuş renkleri, fotoğraf üzerinde görülebilecek şekilde belgelemeyi başarmışlardır. Daha sonraki çalışmalarında bu iki araştırmacının İskender Lahdi'nde benzer yöntemi başarı ile kullanmaları, heykellerde renkliliğin araştırılmasının başlı

başına bir konu olarak kabul edilmesine önemli ölçüde katkı sağlamıştır (Brinkmann, 2006, s.17).



Fotoğraf 1. İskender Lahdinin Renklendirilmesi (URL 1).

Ultraviyole, heykellerin renkliliği ile ilgili yapılan analiz çalışmalarının birçoğunun temelini oluşturmaktadır. Günümüzde bilimsel araştırmaların gelişmesi ve teknolojik olanakların sunduğu imkanlar, mermer heykellerin renkliliğinin daha kapsamlı/detaylı incelenmesini sağlamıştır.

Heykeller ile ilgili yapılan renk analizleri, pigmentin karakterizasyonunun belirlenerek koruma yöntemlerinin geliştirilmesine ve uygulanmasına katkı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, heykeli yapan sanatçıyı tanımlama, heykeli tarihlendirme, pigmentin kaynağı/kökene'nin tespit edilmesi, eski/modern rötuşları belirleme ve sahtecilikle ilgili önemli bilgiler edinilmesini sağlayabilmektedir (Felix vd., 2015, s.1).

İNCELEME YÖNTEMLERİ

Görsel İncelemeler:

Mermer heykelin belirli bir noktasından başlayıp, 360 derece etrafında dönerek çıplak gözle her tarafının incelenerek bilgi edinilmesidir (Scharff vd., 2009, s.16). Bu incelemeden sonra heykelin en üst kısmından başlanarak 45 derecelik açılarla etrafında dönülerek bütün kısımlarının detaylı fotoğrafları çekilmektedir. Bu fotoğraflar yapılacak

olan analizlerde numune alımı ile ilgili yönlendirmeyi mümkün kılmaktadır. Ayrıca fotoğraflar mikroskop görüntülerinin eser üzerindeki koordinatlarının belirlenmesini sağlamaktadır (Sargent vd., 2009, s.75).

Ultraviyole Floresans İncelemeleri:

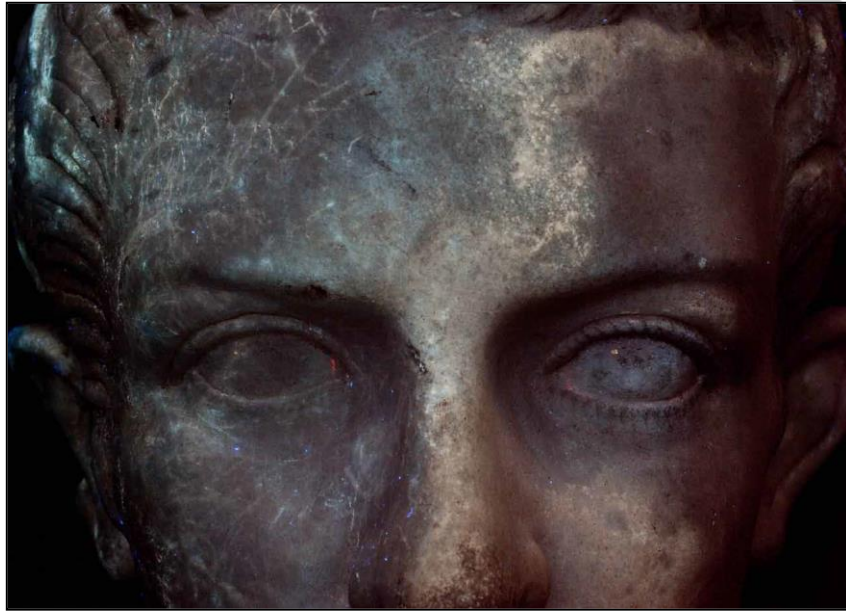
Mermer heykellerin renkliliğinin araştırılmasında yaygın olarak kullanılan analiz yöntemleri arasında yer almaktadır. Ultraviyole floresans incelemeleri sayesinde gözle görülemeyen pigment kalıntıları belirgin hale gelerek, renkliliğin araştırılması ile ilgili bilimsel çalışmalara önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Bracci vd, 2019, s.1612-1615; Gasanova vd., 2018, s.88; Sargent vd., 2009, s.75,83).

Ultraviyole floresans ile mermer heykel üzerinde renkliliğin incelenmesi ile ilgili bilimsel çalışmalar incelendiğinde çalışma prensibine bakacak olursak: Ultraviyole (UV) ve görünür (VIL) ışık dalgaları aralığındaki görüntüleme özellikleri çok önemlidir. Ultraviyole tarafından yansıtılan görüntüleme (UVR) kontrastları güçlendirirken, ultraviyole kaynaklı lüminesans görüntüleme (UV-FL) belirli organik maddelerden lüminesansı yakalar ve mermerin yüzeyindeki pigmentleri, görünür kaynaklı lüminesans (VIL) ile görüntülenebilir hale getirir (Qstergaard, 2018, s.6).



Fotoğraf 2. Caligula Heykelinin VIL Görüntüsü (Sargent ve Therkildsen, 2010, s.21).

Ultraviyole lambanın kısa dalga boylu ışınları tarafından uyarılan, görülebilir floresans, “renk gölgesi” olarak adlandırılan izleri ortaya çıkarmaktadır. Bu izler fotoğrafla yapılan belgeleme çalışmaları ile ortaya çıkarılmaktadır. Bu çalışmalarda elde edilen görüntüler çok daha net ve kontrastları oldukça belirgin bir şekilde görülmektedir. Ancak bu uygulama esnasında fotoğraf makinasının objektifine iyi bir ultraviyole filtresi yerleştirmek gerekmektedir (Brinkmann, 2006, s.18).



Fotoğraf 3. Caligula Heykelinin UV Fotoğraf Görüntüsü (Sargent ve Therkildsen, 2010, s.20).

Ultraviyole refleksiyon (yansıma), ultraviyole floresansı tamamlayan bir yöntem olarak kabul edilmektedir. İnsan gözü direk olarak bir nesnenin üzerine yansıyan ultraviyole ışınlarını algılayamamaktadır. Fakat bu yansımanın görüntüsü “siyah filtre” olarak adlandırılan bir filtre yardımı ile fotoğraf filmi üzerinde görünebilir duruma getirilmektedir. Bu yöntemle yapılan heykellerin belgeleme çalışmalarında çok net ve dengeli ışıklandırılmış görüntüler elde edilebilmektedir (Brinkmann, 2006, s.18).

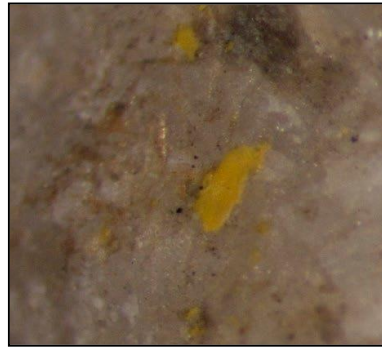
Mikroskobik İncelemeler:

Görsel incelemenin ardından yüzeydeki farklı renkleri tespit etmek için mikroskobik incelemeler yapılarak gerçek renk değerleri tespit edilebilmektedir (Scharff vd., 2009, s.16; Gasanova vd., 2018, s. 86). Büyütme oranı 10X - 16X arasında değişen

stereomikroskop'un renk ve pigmentlerin incelenmesi için uygun olduğu görülmektedir (Brinkmann, 2006, s.17).

Heykellerin mevcut durumu düşünüldüğünde, in-situ incelemeler de yapabilmek için kullanılan farklı türde ve özellikle mikroskop çeşitleri kullanılmaktadır (Sargent vd., 2009, s.81). Sargent'in çalışmasında örnek olması amacıyla kullanılan mikroskoplar, bu çalışmada belirtilmiştir. Bu mikroskop türleri ve kullanım özellikleri aşağıda gösterilmiştir.

- 1- Leica M651 operasyon mikroskobu, heykelin 15 cm çalışma mesafesinde 150 mm objektif (lens) ile 26X büyütme oranında yerinde incelenmesini mümkün kılmaktadır.
- 2- DinoLitePro video mikroskobu, hem sabit hem de video görüntülerini kaydetmeyi mümkün kılan bir bilgisayara bağlanabilen küçük bir el mikroskobudur.
- 3- Leica DM2500 M stereo mikroskop, kesitleri incelemek için kullanılmaktadır.



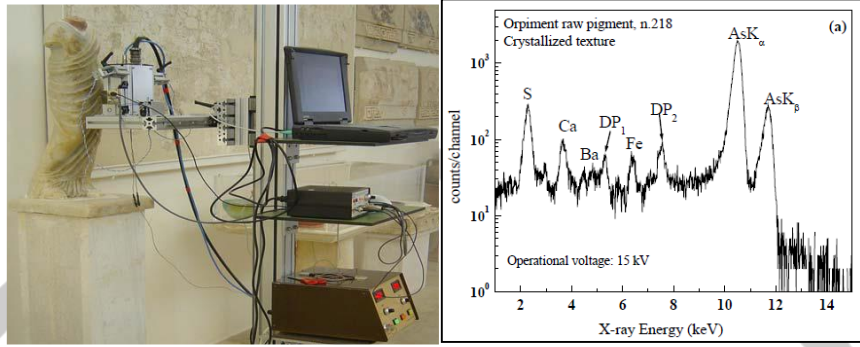
Fotoğraf 4. Mikroskopik İnceleme Çalışmaları (Skovmøller, ve Sargent, 2013, s. 28).

Spektroskopik İncelemeler:

Spektroskopi, farklı tipte ışınların madde ile etkileşimini inceleyen bilim dalıdır (Skoog vd., 2013, s.132). Spektroskopik analiz yöntemleri incelenen numunedeki, atom, molekül ya da iyonların, bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri sırasında absorblanan veya yayılan elektromanyetik ışınların ölçülmesi ve yorumlanmasını sağlamaktadır. İncelenen numunenin atom ve molekül yapıları ile elementel kompozisyonu hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır (Karadağ ve Torgan, 2016, s.181). Mermer heykellerin renkliliğinin belirlenmesi ile ilgili spektroskopik analiz çalışmalarında portatif XRF ve portatif Raman cihazları ile spektroskopik incelemeler yapıldığı görülmektedir. Portatif cihazların kullanılma nedeni; tahribatsız bir yöntem olması ve esere zarar vermeden, üzerinde in-situ incelemeler yapılmasına olanak sağlamasıdır. Diğer spektroskopik analiz yöntemleri, tahribata neden olduğu için mermer heykellerin renk incelemeleri ile ilgili çalışmalarda pek fazla tercih edilmemektedir.

X-ray Floresans (XRF) Spektroskopi İncelemeleri:

Mermer heykeller üzerinde görsel ve mikroskopik incelemeler sonucunda belirlenen pigmentlerin elementel kompozisyonunun tanımlanmasında genellikle portatif XRF yöntemi tercih edilmektedir. Bu yöntemin tercih edilmesinin en temel nedeni hem tahribatsız bir yöntem olması hem de nicel/nitel analiz imkânı sağlamasıdır. Elde edilen veriler ışığında mermer heykellerde kullanılan pigmentlerin türü, kökeni gibi soruların yorumlanmasında etkili olmaktadır (Kopczynski vd., 2017, s.139-154; Ganetsos vd., 2019, s.51-61; Gasanova vd., 2018 s.83-95; Karydas vd., 2009, s.1-30; Saint vd., 2018, s.233-242; Acri vd., 2019, s.1-4). Fakat kullanılan bu yöntemin diğer spektroskopik tekniklerle kombine olarak kullanılması elde edilecek verilerin kıyaslanması yönünden daha sağlıklı sonuçlar vermektedir (Ganetsos vd., 2019, s.60).

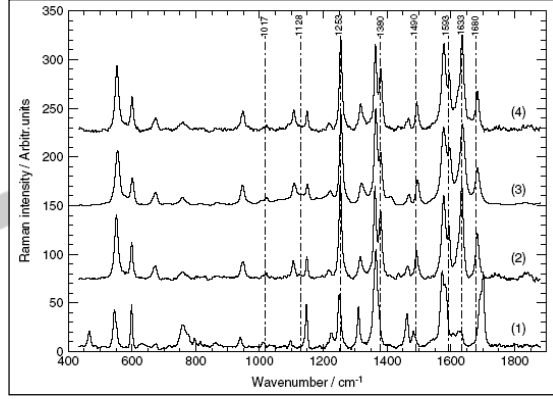


Fotoğraf 5. X-ray Floresans İnceleme Çalışmaları (Karydas vd., 2009: 23,26).

Raman Spektroskopi İncelemeleri

Mermer heykeller üzerinde XRF analizleri tamamlandıktan sonra Raman spektroskopi incelemeleri yapılmaktadır. Raman spektroskopi incelemelerinde tahribatsız bir yöntem olduğu için portatif Raman analiz cihazı kullanılmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda Raman spektrumları elde edilmektedir. Bu spektrumlarda meydana gelen dalgalarda oluşan güçlü pikler heykelin üzerindeki rengi oluşturan kimyasal bileşikler hakkında bilgi vermektedir. Bu incelemeler doğrultusunda pigmentin hangi minerallerden elde edildiği, yani kaynağı hakkında bilgi edinilmektedir (Ganetsos vd., 2019, s.53); Acri vd., 2019, s.3-4; Berg, 2009, s.52-53).





Fotoğraf 6. Mermer Heykeller Üzerinde Yapılan Raman İncelemeleri ve Sonucunda Elde Edilen Spektrumlar (Berg, 2009, s.53,55).

Sonuç

Mermer heykellerin renkliliği ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar incelendiğinde ilk olarak görsel incelemelerin yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda eserin detaylı bir şekilde fotoğrafları çekilerek sonraki yapılacak incelemelerde referans olmaktadır. Daha sonra ultraviyole floresans ile heykelin gözle görülmeyen renkleri görünür hale getirilerek fotoğrafları çekilmektedir. Heykel üzerinde belirgin hale gelen noktalar mikroskop ile incelenerek asıl renk ortaya çıkarılmaktadır. Ortaya çıkarılan rengin karakterizasyonunun ve kaynağının belirlenmesi için spektroskopik incelemeler yapılmaktadır. Bütün bu prosesler mermer heykellerin renkliliğinin detaylı incelemelerinin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bunun yanı sıra bilimsel bilginin oluşturulmasında ve değerlendirmelerinde önemli ölçüde katkı sunmaktadır.

Kaynakça

Acri, G., Testagrossa, B., Faenza, P., Caridi, F. (2019). Spectroscopic Analysis of Pigment of The Antonello Gagini Annunciation's Sculptural Marble Group, Church of St. Theodore Martyr (Bagaladi, Reggio Calabria, Italy): Case Study, *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, Vol. 20, No 1, (2020), 1-5.

Berg, R. W. (2009). Raman spectroscopy characterization of colored pigments in archaeological materials, *Tracking Colour, The polychromy of Greek and Roman sculpture in the Ny Carlsberg Glyptotek, Preliminary Report 1*, 48-68.

Bracci, S., Vettori, S., Cantisani, E., Degano, I., Galli, M. (2019). The ancient use of colouring on the marble statues of Hierapolis of Phrygia (Turkey): an integrated multi-analytical approach”, *Archaeological and Anthropological Sciences*, Volume 11, 1611–1619.

Brinkmann, V. ve Wünsche, R. (2006). *Renkli Tanrılar*, (Işıl Işıklıkaya, Çev.) Ege Yayınları, İstanbul

Gasanova, S. Pagès-Camagna, S. Andrioti, S. Hermon, S. (2018). Nondestructive in situ analysis of polychromy on ancient Cypriot sculptures, *Archaeol Anthropol Sci* 10: 83–95.

Karydas, A. G., Brécoulaki, H., Bourgeois, B., Jockey, Ph. (2009). *In-situ X-Ray Fluorescence analysis of raw pigments and traces of polychromy on Hellenistic sculpture at the archaeological museum of Delos, In: Asmosia VII. Ecole française d'Athènes, De Boccard, Athènes*, 811-829.

Kopczynski, N., Viguerie, L., Neri, E., Nasr, N., Walter, P., Bejaoui, F., Baratte, F. (2017). Polychromy in Africa Proconsularis: investigating Roman statues using X-ray fluorescence spectroscopy, *Antiquity* 139–15. (<https://www.cambridge.org/core/terms>. (<https://doi.org/10.15184/aqy.2016.250>).

Østergaard, J. S. (2018) polychromy, sculptural, Greek and Roman, (<https://oxfordre.com/classics/view/10.1093/acrefore/9780199381135.001.0001/acrefore-9780199381135-e-8118>), E.T. 01.06.2020 (<https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199381135.013.8118>).

Saint, A-C. Cheilakou, E., Dritsa, V., Kouli, M., Kostanti, K., Christopoulou, A., Zezza, F. (2018). The Combined Use of Non-invasive Methods for the Identification of Pigments and the Weathering Damage on Marble Figurines and Statues, *10th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin*, 233-242, (https://doi.org/10.1007/978-3-319-78093-1_23).

Sargent, M. L., Spaabek, L. R., Scharff, M., Østergaard, J. S. (2009). Documentation and Investigation of Traces of Colour on The Archaic Sphinx NCH IN

1203, *Tracking Colour, The polychromy of Greek and Roman Sculpture in The Ny Carlsberg Glyptotek, Preliminary Report 1*, 74-89.

Sargent, M. L. ve Therkildsen, R. H. (2010) The Technical Investigation of Sculptural Polychromy at The Ny Carlsberg Glyptotek 2009–2010 – An Outline. *Tracking Colour, The Polychromy of Greek and Roman Sculpture in The Ny Carlsberg Glyptotek, Preliminary Report 2*, 11-26.

Skoog, D. A., Holler, F. J., Crouch, S. R. (2013). *Enstrümantal Analiz İlkeleri* (Esmâ Kılıç ve Hamza Yılmaz, Çev.), Bilim Yayınevi, Ankara.

Skovmøller, A. ve Sargent, M. L. (2013). Painted Portrait Sculpture From The Sanctuary of Diana at Nemi, *Tracking Colour, The Polychromy of Greek and Roman Sculpture in The Ny Carlsberg Glyptotek, Preliminary Report 5*, 9-35.

Yılmaz, S. (2018). *Antik Çağ (Yunan-Roma) Heykeltraşlığında Renk ve Boya*, Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).

URL 1: (<https://www.gzt.com/jurnalist/yuzyillar-once-yapilan-10-heykelin-renkleri-solmadan-onceki-halleri-2612957>) Erişim Tarihi: 20.01.2020.