

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAPADOKYA BÖLGESİNDE BULUNAN FARKLI
DÖNEM KAYA OYMA KİLİSELERİN DUVAR RESİM
PİGMENTLERİNİN ELEMENTEL VE SPEKTROSKOPİK
TEKNİKLERLE ANALİZİ**

**Tezi Hazırlayan
Hatice TEMUR YILDIZ**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Aslıhan KARATEPE**

**Kimya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAPADOKYA BÖLGESİNDE BULUNAN FARKLI
DÖNEM KAYA OYMA KİLİSELERİN DUVAR RESİM
PİGMENTLERİNİN ELEMENTEL VE SPEKTROSKOPİK
TEKNİKLERLE ANALİZİ**

**Tezi Hazırlayan
Hatice TEMUR YILDIZ**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Aslıhan KARATEPE**

**Kimya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019
NEVŞEHİR**

Prof. Dr. Aslıhan KARATEPE danışmanlığında Hatice TEMUR YILDIZ tarafından hazırlanan “Kapadokya Bölgesinde Bulunan Farklı Dönem Kaya Oyma Kiliselerin Duvar Resim Pigmentlerinin Elementel ve Spektroskopik Tekniklerle Analizi” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

14/06/2019

JÜRİ

Başkan : Prof. Dr. Talat ÖZPOZAN
Üye : Prof. Dr. Fatma KARİPCİN
Üye : Prof. Dr. Aslıhan KARATEPE

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 05.08/15 tarih ve 47-465 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Hatice TEMUR YILDIZ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmada öncelikle beni her zaman büyük bir sabır ve özveri ile yönlendiren, öğrencisi olmakla kendimi ayrıca şanslı hissettiğim danışman hocam Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Öğretim Üyesi ve Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Aslıhan KARATEPE' ye katkı ve desteğinden dolayı çok teşekkür ederim.

Aktardığı bilgi ve deneyimleriyle her zaman geliştirici ve öğretici olan, her konuda yardımcı ve çözüm odaklı yaklaşım gösteren hocam Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Öğretim Üyesi ve Rektör Yardımcısı Prof. Dr. Fatma KARİPCİN' e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam kapsamında Nevşehir ve Ürgüp Müze Müdürlükleri sorumluluk alanlarındaki kiliseler üzerinde analiz yapmama izin veren Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü' ne çok teşekkür ederim.

Yapmak istediğim çalışmanın hayalden öteye geçmesine, Türkiye Atom Enerji Kurumu (Radyon ve Hızlandırıcı Teknolojileri Dairesi)' nun değerli görevlileri ile tanışmama vesile olan, seçtiğim konunun analizini gerçekleştirmemde katkı sağlayan meslektaşım Latif ÖZEN' e, çok teşekkür ederim.

Kendileri ile geçirdiğim her gün yeni bilgiler edindiğim, işlerine duydukları saygı ve hâkimiyetlerinin yanı sıra ülkemizde gerçekleştirdikleri değerli arkeometri çalışmaları ile büyük katkı sunan, duvar resimlerini araştırma ve analiz işlemleri konusunda son derece eğitici bir süreç geçirdiğim ve analiz sürecinde bana her türlü kolaylığı sağlayan, her sorduğum soruyu yanıtlayıp, arşivlerini benimle paylaşan ve tezin oluşum aşamasında hazırladığım metni okuyarak önerilerde bulunan Dr. Abdullah ZARARSIZ ve Dr. Ömer KANTOĞLU' na sabırlarından, katkılarından ve emeklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Bununla birlikte oldukça fazla bir zamanı birlikte geçirdiğim, her türlü konuda görüş sorduğum ve tanımakla kendimi çok şanslı hissettiğim başta Dr. Ece ERGÜN olmak üzere Türkiye Atom Enerji Kurumu (Radyon ve Hızlandırıcı Teknolojileri Dairesi) görevlilerine ilgi ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Kapadokya' da büyük bir sevgiyle çalışan ve bu sevgisini çevresine de yansıtan, tez konusunda daha önce pigment analiz çalışması yapılmamış kiliseleri seçmemde yardımcı olan ve arşivlerini benimle paylaşan Ürgüp Müze Müdürü Sevim

TUNÇDEMİR' e, Nuran DURSUN' a ayrıca bütün bu yardımların yanı sıra Nevşehir Müze Müdürlüğü personeli olduğum sırada ders dönemimi sorunsuz şekilde devam ederek tamamlamama destek olan, tezimde bulunan görsellerdeki katkı ve emeğinden dolayı Nevşehir Müze Müdürü Murat E. GÜLYAZ' a çok teşekkür ederim.

Kapadokya ve Bizans üzerine çalışan araştırmacılar Dr. B. Tolga UYAR' a, Şükran KÖSE ÜNSER' e ve Gülseren DİKİLİTAŞ' a bazı kiliselerde yapılan belgeleme çalışmalarında ve bazı kaynaklara ulaşmamda yardımcı oldukları için teşekkür ederim.

Tezin konusunu oluşturan ve az bilinen kiliselere ulaşımında bana rehberlik eden Halil KÖKSAL' a, Mehmet GÜRPINAR' a ve bazı kilise bilgilerine ulaşmam konusunda arşivini paylaşan Mustafa UYSUN'a sadece teknik açıdan yardımcı oldukları için değil oldukça yorucu bir sürece renk kattıkları için teşekkür ederim.

Yüksek lisans yapmam konusunda beni telkin eden kuzenim Şükran DOĞRU GÜRPINAR' a, yakın arkadaşlarım Emrah ÖĞÜTMEN' e, Gamze ÖZKAN' a, ders kayıtlarındaki yardımlarından dolayı Sinan DURU' ya ve tez çalışmamdaki kiliselerin konumlarını istediğim şekilde haritalaştıran arkadaşım Emine GÜLER' e, Ankara'da gerçekleştirdiğim analiz işlem sürecinde tıpkı üniversite (lisans) günlerimizdeki gibi bana evinin kapılarını açan ve varlıklarıyla hayatıma değer katan arkadaşlarım Deniz YÜCEL' e ve Dilay GÜRSOY' a çok teşekkür ederim.

Annem Şükran TEMUR, babam Çetin TEMUR, kardeşim Gizem TEMUR, Senem TEMUR ve eşim Yasin YILDIZ tezin oluşum sürecinde ve öncesinde sevgi ve sabırla hep destek oldular. Sevgili aileme koşulsuz ve sınırsız sevgileri için, yaşamıma kattıkları tüm değerler için, iyi ki benim ailem oldukları için sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Hatice TEMUR YILDIZ

Nevşehir, 2019

**KAPADOKYA BÖLGESİNDE BULUNAN FARKLI DÖNEM KAYA OYMA
KİLİSELERİN DUVAR RESİM PİGMENTLERİNİN ELEMENTEL VE
SPEKTROSKOPİK TEKNİKLERLE ANALİZİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Hatice TEMUR YILDIZ

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 2019

ÖZET

Bu çalışma kapsamında Kültür ve Turizm Bakanlığı, Nevşehir ve Ürgüp Müze Müdürlüğü tescilli kültür varlıkları olan ve Kapadokya bölgesinde yer alan 8-20 nci yüzyıllarda inşa edilmiş 8 (sekiz) kilisenin duvar resimlerinden 9 tanesi kaya, 9 tanesi sıva ve 44 tanesi pigment olmak üzere 3 farklı tipte toplam 61 örnek alındı. Alınan örnekler Atom Enerji Kurumu Laboratuvarlarında bulunan cihazlar ile spektroskopik yöntemler kullanılarak (μ -XRF, μ -Raman, μ -FTIR ile) analiz edildi. Kaya örneklerinin μ -XRF sonuçlarında; Ca, Fe, K, Ti, Mn, Sr, Ba, Rb, S ve Zn elementleri, sıva örneklerinin μ -XRF sonuçlarında Ca, Fe, K, Ti, Mn, Sr, Ba, Rb, S, Zn, P ve Si elementleri, pigment örneklerinin μ -XRF sonuçlarında ise Ca, Fe, K, Ti, Mn, Sr, Ba, Rb, S, Zn, P, Si, Cu, As, Ba, Hg ve Pb elementleri bulundu. Duvar resimlerinin sıva örneklerinin μ -Raman ve μ -FTIR analiz sonuçlarında 8-20 nci yüzyıl kilise duvar resimlerindeki sıvaların alçı ve kireç kökenli olduğu, duvar resimlerinden alınan pigment örneklerinin μ -XRF ve μ -Raman analiz sonuçlarında ise karbon siyahı, lazurit, kırmızı okra (kahve-kırmızı demir oksit), sarı okra (sarı demir oksit), vermilyon ve minyum pigmentlerinin kullanıldığı tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Kapadokya, Kayaoyma Kiliseler, Duvar Resimleri, Pigment, Arkeolojik Analiz, Spektroskopik Yöntem, Çoklu Analitik İnceleme

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aslıhan KARATEPE

Sayfa Adedi: 240

**ANALYSIS OF WALL PAINTING PIGMENTS OF DIFFERENT PERIOD
ROCK HEWN CHURCHES IN CAPPADOCIA REGION WITH ELEMENTAL
AND SPECTROSCOPIC TECHNIQUES**

(M. Sc. Thesis)

Hatice TEMUR YILDIZ

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2019

ABSTRACT

Within the scope of this study, 3 different type of samples (9 rock samples, 9 mortar samples and 44 pigment samples) totally 61 samples were taken from the wall paintings of 8 churches built in the 8th-20th centuries in the Cappadocia region which are registered in the cultural assets of the Ministry of Culture and Tourism, Nevşehir and Ürgüp Museum Directorate. The samples were analyzed by using spectroscopic method (μ -XRF, μ -Raman, μ -FTIR) with the devices at Atomic Energy Authority. According to the μ -XRF results; Ca, Fe, K, Ti, Mn, Sr, Ba, Rb, S ve Zn elements were found in the rock samples; Ca, Fe, K, Ti, Mn, Sr, Ba, Rb, S, Zn, P ve Si were found in the mortar samples and Ca, Fe, K, Ti, Mn, Sr, Ba, Rb, S, Zn, P, Si, Cu, As, Ba, Hg ve Pb elements were found in the pigment samples. The μ -Raman and μ -FTIR analysis results of the mortar samples of the 8th-20th century churches showed that their origins were gypsum and lime. Carbon black, lazurite, red ocher, yellow ocher (brown-yellow-red iron oxide), vermilion and minium pigments were found in the μ -XRF and μ -Raman analysis results of the pigment samples taken from the wall paintings.

Keywords: Cappadocia, Rock-hewn Churches, Wall Painting, Mortars, Wall Paintings, Pigment, Archaeological Analysis, Spectroscopic Method, Multi-analytical Investigation

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Aslıhan KARATEPE

Page Number: 240

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM 2	
KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI.....	3
2.1. Kapadokya'nın Jeolojik Oluşumu.....	3
2.2. Peribacalarının Oluşumu.....	3
2.3. Kapadokya'nın Konumu	3
2.4. Kapadokya'da Bölgesinde Tarihsel Gelişim ve Yerleşim	4
2.4.1. Kapadokya'da tarih öncesi (prehistorik) dönemi (M.Ö.5000000-2000)	4
2.4.2. Kapadokya'nın yazılı dönemlerinde (M.Ö. 2000-Günümüz) yaşam.....	6
2.5. Geçmişten Günümüze Duvar Resimleri ve Yapım Teknikleri	8
2.5.1. Duvar resmini oluşturan unsurlar.....	9
2.5.1.1. Taşıyıcılar.....	9
2.5.1.2. Sıva tabakası	9
2.5.1.3. Boya (pigment) tabakası	10
2.5.2. Kapadokya bölgesinde bulunan kaya oyma kiliselerdeki duvar resimleri.....	13
2.6. Duvar Resimlerinin Analizinde Kullanılan Yöntemler	14

2.6.1. X Işını floresans spektrometrisi (XRF)	15	
2.6.1.1. X-ışını tanımı	15	
2.6.1.2. Karakteristik X-ışınlarının elde edilişi ve özellikleri	15	
2.6.1.3. X-ışınları spektrometrisi ile kimyasal analiz.....	18	
2.6.2. Raman spektrometrisi.....	19	
2.6.2.1. Raman spektrometrisi tanımı ve özellikleri	19	
2.6.2.2. Raman spektrometrisi ile kimyasal analiz.....	21	
2.6.3. İnfrared Spektrometrisi	23	
2.6.3.1. İnfrared tanımı ve özellikleri.....	23	
2.6.3.2. İnfrared spektrometresi ile kimyasal analiz	25	
2.7. Çalışma Yapılan Kiliselerin Konumları ve Yüzyılları.....	26	
2.7.1. Karşibucak (Aşk) Kilisesi	27	
2.7.2. Yusuf Koç Kilisesi	28	
2.7.3. Aziz Simeon Kilisesi.....	29	
2.7.4. St. Theodora (Tağar/Yeşilöz) Kilisesi.....	30	
2.7.5. Hallaç Manastırı ve Saint Paul Kilisesi.....	31	
2.7.6. Pancarlık Kilisesi	32	
2.7.7. Hıdırellez (Aziz Georgios) Kilisesi.....	33	
2.7.8. Keşlik Manastırı, Baş Mikail (Archangelos) Kilisesi	34	
BÖLÜM 3		
MATERYAL VE YÖNTEM		35
3.1. Analiz İçin Seçilen Kiliselerde Örnek Toplama ve Kodlandırma	35	
3.1.1. Karşibucak (Aşk) Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları.....	36	
3.1.2. Yusuf Koç Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları.....	39	
3.1.3. Aziz Simeon Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları	42	
3.1.4. St. Theodora (Tağar/Yeşilöz) Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları	45	

3.1.5. Hallaç Manastırı'ndan toplanan örnekler ve örnek kodları.....	48
3.1.6. Pancarlık Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları	51
3.1.7. Hıdırellez (Aziz Georgios) Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları	54
3.1.8. Keşlik Manastırı, Baş Mikail (Archangelos) Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları	57
3.2. Örneklerin Analizinde Kullanılan Cihazlar	61
3.2.1. μ -XRF	61
3.2.2. Raman spektrometresi	62
3.2.3. FT-IR spektrometresi	63
3.2.4. Raman ve FT-IR spektrometresinde kullanılan yazılım	64
3.3. Analiz Süresi	65
3.4. Konu ile İlgili Literatürde Yapılan Çalışmalar	66
BÖLÜM 4	
BULGULAR	69
4.1. Aşk Kilisesi'nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları.....	69
4.1.1. Aşk Kilisesi örneklerinin μ -XRF ölçümü	69
4.1.2. Aşk Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü.....	76
4.1.3. Aşk Kilisesi örneklerinin FT-IR Ölçümü.....	79
4.2. Yusuf Koç Kilisesi'nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları.....	83
4.2.1. Yusuf Koç Kilisesi örneklerinin μ -XRF ölçümü	83
4.2.2. Yusuf Koç Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü.....	91
4.2.3. Yusuf Koç Kilisesi örneklerinin FT-IR ölçümü	95
4.3. Aziz Simeon Kilisesi'nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları	100
4.3.1. Aziz Simeon Kilisesi örneklerinin μ -XRF ölçümü.....	100
4.3.2. Aziz Simeon Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü	104
4.3.3. Aziz Simeon Kilisesi örneklerinin FT-IR ölçümü	106

4.4. Tağar Kilisesi'nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları.....	108
4.4.1. Tağar Kilisesi örneklerinin μ -XRF ölçümü	108
4.4.2. Tağar Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü.....	114
4.4.3. Tağar Kilisesi örneklerinin FT-IR ölçümü.....	118
4.5. Hallaç Manastırı'ndan Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları.....	121
4.5.1. Hallaç Manastırı örneklerinin μ -XRF ölçümü	121
4.5.2. Hallaç Manastırı örneklerinin μ -Raman ölçümü	130
4.5.3. Hallaç Manastırı örneklerinin FT-IR ölçümü	134
4.6. Pancarlık Kilisesi'nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları.....	139
4.6.1. Pancarlık Kilisesi örneklerinin μ -XRF ölçümü	139
4.6.2. Pancarlık Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü.....	148
4.6.3. Pancarlık Kilisesi örneklerinin FT-IR ölçümü.....	152
4.7. Hıdırllez Kilisesi'nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları.....	156
4.7.1. Hıdırllez Kilisesi örneklerinin μ -XRF ölçümü	156
4.7.2. Hıdırllez Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü.....	165
4.7.3. Hıdırllez Kilisesi örneklerinin FT-IR ölçümü.....	169
4.8. Keşlik Manastırı'ndan Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları.....	174
4.8.1. Keşlik Manastırı örneklerinin μ -XRF ölçümü	174
4.8.2. Keşlik Manastırı örneklerinin μ -Raman ölçümü	178
4.8.3. Keşlik Manastırı örneklerinin FT-IR ölçümü	180
4.9. Örneklerde μ - XRF Sonucu Bulunan Elementler ve Karakteristik X Işını Seviyeleri	183
4.10. Referans Pigmentlerin Karakteristik μ - Raman Kaymaları	183
4.11. Referans Pigmentlerin Karakteristik FT-IR Dalga Sayısı (IR bantları).....	189
BÖLÜM 5	
TARTIŞMA VE SONUÇ	194

5.1. Duvar Resimlerinin Temel Katmanı (Kaya) Analiz Sonuçları.....	194
5.2. Duvar Resimlerinin Taşıyıcı Katmanı (Sıva) Analiz Sonuçları.....	194
5.3. Duvar Resimlerinin Boya Tabakası (Pigment) Analiz Sonuçları	196
KAYNAKÇA.....	204
ÖZGEÇMİŞ	211



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2. 1. Kapadokya’da tarih öncesi dönem sınıflandırılması	5
Tablo 2. 2. Kapadokya’da yazılı dönem sınıflandırılması	7
Tablo 2. 3. Pigmentlerin kimyasal formülü ve tarihte ilk kullanımlar	12
Tablo 3. 2. Aşk Kilisesi’nden alınan örnekler.....	38
Tablo 3. 2. Yusuf Koç Kilisesi’nden alınan örnekler.....	41
Tablo 3. 3. Aziz Simeon Kilisesi duvarından alınan örnekler	44
Tablo 3. 4. St. Theodora (Tağar) Kilise duvarından alınan örnekler	47
Tablo 3. 5. Hallaç Manastırı’ndan alınan örnekler	50
Tablo 3. 6. Pancarlık Kilisesi alınan örnekler	53
Tablo 3. 7. Hıdırellez (Aziz Georgios) Kilisesi’nden alınan örnekler	56
Tablo 3. 8. Keşlik Manastırı-Baş Mikail (Archangelos) Kilisesi’nden alınan örnekler ..	59
Tablo 3. 9. Kiliselerin konumu, tarihi ve alınan örnek sayısı	60
Tablo 4. 1. Elementler ve X ışın enerji seviyeleri.....	183
Tablo 4. 2. Referans pigmentlerin karakteristik raman kayması, kimyasal formülü ve bulunuş tarihi.....	188
Tablo 4. 3. Referans pigmentlerin karakteristik dalga sayısı, kimyasal formülü ve bulunduğu tarih	193
Tablo 5. 1. Kiliselerden alınan kaya örneklerinin μ -XRF sonuçları.....	194
Tablo 5. 2. Kiliselerden alınan sıva örneklerinin μ -XRF sonuçları.....	195

Tablo 5. 3. Kiliselerden alınan sıva örneklerinin μ -XRF major elementleri, μ -Raman ve μ -FTIR analiz sonuçları	195
Tablo 5. 4. Kiliselerden alınan pigment örneklerinin μ -XRF sonuçları	196
Tablo 5. 5. Kiliselerden alınan pigment örneklerinin μ -XRF major elementleri, μ -Raman ve μ -FTIR analiz sonuçları	198



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2. 1. Elektromanyetik spektrum	14
Şekil 2. 2. Elektromanyetik ışınma	15
Şekil 2. 3. Karakteristik X-ışınları (K, L, M geçişleri)	17
Şekil 2. 4. Karakteristik X-ışını çizgi spektrumu	18
Şekil 2. 5. Karbon tetra klorür numunesinin Raman spektrumunun bir bölümü	20
Şekil 2. 6. Rayleigh ve Raman saçılımın esası	21
Şekil 2. 7. Raman spektrometrisi	22
Şekil 2. 8. İnfrared spektral bölgeleri	23
Şekil 2. 9. Moleküler titreşim türleri	24
Şekil 2. 10. İnfrared spektrometrisi	25
Şekil 2. 11. Kiliselerin konumları, yüzyılları	26
Şekil 2. 12. Aşk kilisesi dış görünümü	27
Şekil 2. 13. Yusuf Koç kilisesi dış görünümü	28
Şekil 2. 14. Aziz Simeon kilisesi dış görünümü	29
Şekil 2. 15. Tağar kilisesi dış görünümü	30
Şekil 2. 16. Hallaç manastırı dış görünümü	31
Şekil 2. 17. Pancarlık Kilisesi dış Görünümü	32
Şekil 2. 18. Hıdırellez kilisesi dış görünümü	33
Şekil 2. 19. Keşlik manastırı dış görünümü	34
Şekil 3. 1. a)Eppendorf tüpü ve b)bistüri	35

Şekil 3. 2. Karşibucak (Aşk) Kilisesi'nin planı	36
Şekil 3. 3. Aşk Kilisesi'nin giriş karşı ve sağ duvarından alınan örnekler	37
Şekil 3. 4. Yusuf koç kilisesi planı.....	39
Şekil 3. 5. Yusuf Koç Kilisesi'nin iç duvarlarından alınan örnekler	40
Şekil 3. 6. Aziz Simon kilisesi'nin planı.....	42
Şekil 3. 7. Aziz Simeon kilisesi iç duvarından alınan örnekler	43
Şekil 3. 8. Tağar kilisesi planı.....	45
Şekil 3. 9. St. Theodora (Tağar) kilisesi iç duvarından alınan örnekler.....	46
Şekil 3. 10. Hallaç manastırı kilise planı.....	48
Şekil 3. 11. Hallaç Manastırı'nın iç duvarlarından alınan örnekler	49
Şekil 3. 12. Pancarlık Kilisesi planı	51
Şekil 3. 13. Pancarlık Kilisesi iç duvarlarından alınan örnekler	52
Şekil 3. 14. Hıdırellez Kilisesi planı	54
Şekil 3. 15. Hıdırellez Kilisesi iç duvarlarından alınan örnekler	55
Şekil 3. 16. Keşlik Manastırı (Baş Mikail Kilisesi) planı	57
Şekil 3. 17. Keşlik Manastırı (Baş Mikail Kilisesi) iç duvarından alınan örnekler	58
Şekil 3. 18. Bruker ARTAX μ -XRF 800 cihazı.....	62
Şekil 3. 19. Nicolet almege XR dispersive raman spektrometresi.....	63
Şekil 3. 20. Nicolet 8700 FT-IR spektrometresi	64
Şekil 3. 21. Kullanılan yazılım programı OMNIC.....	65

Şekil 4. 1. AŞK-AB _{KAYA} μ -XRF ölçümü	69
Şekil 4. 2. AŞK-AB _{SIVA} μ -XRF ölçümü	70
Şekil 4. 3. AŞK-AB ₁ (pigment) μ -XRF ölçümü	70
Şekil 4. 4. AŞK-AB ₁ (zemin) μ -XRF ölçümü.....	71
Şekil 4. 5. AŞK-AB ₂ (pigment) μ -XRF ölçümü	71
Şekil 4. 6. AŞK-AB ₂ (zemin) μ -XRF ölçümü.....	72
Şekil 4. 7. AŞK-AB ₃ (pigment) μ -XRF ölçümü	72
Şekil 4. 8. AŞK-AB ₃ (zemin) μ -XRF ölçümü.....	73
Şekil 4. 9. AŞK-AB ₄ (pigment) μ -XRF ölçümü	74
Şekil 4. 10. AŞK-AB ₄ (zemin) μ -XRF ölçümü.....	74
Şekil 4. 11. AŞK-G ₁ (pigment) μ -XRF ölçümü.....	75
Şekil 4. 12. AŞK-G ₁ (zemin) μ -XRF ölçümü	75
Şekil 4. 13. ASK-AB _{SIVA} μ - Raman ölçümü	76
Şekil 4. 14. ASK-AB ₁ μ - Raman ölçümü	76
Şekil 4. 15. ASK-AB ₂ μ - Raman ölçümü	77
Şekil 4. 16. ASK-AB ₃ μ - Raman ölçümü.....	77
Şekil 4. 17. ASK-AB ₄ μ - Raman ölçümü	78
Şekil 4. 18. ASK-G ₁ μ - Raman ölçümü.....	79
Şekil 4. 19. ASK-AB _{SIVA} FT-IR ölçümü	79
Şekil 4. 20. AŞK-AB ₁ FT-IR ölçümü	80
Şekil 4. 21. ASK-AB ₂ FT-IR ölçümü	80

Şekil 4. 22. ASK-AB ₃ FT-IR ölçümü	81
Şekil 4. 23. ASK-AB ₄ FT-IR ölçümü.....	81
Şekil 4. 24. ASK-G ₁ FT-IR ölçümü	82
Şekil 4. 25. YSF-B _{KAYNA} µ-XRF ölçümü	83
Şekil 4. 26. YSF-B _{SIVA} µ-XRF ölçümü.....	83
Şekil 4. 27. YSF-K ₁ (pigment) µ-XRF ölçümü	84
Şekil 4. 28. YSF-K ₁ (zemin) µ-XRF ölçümü	84
Şekil 4. 29. YSF-B ₁ (pigment) µ-XRF ölçümü	85
Şekil 4. 30. YSF-B ₁ (zemin) µ-XRF ölçümü	85
Şekil 4. 31. YSF-B ₂ (pigment) µ-XRF ölçümü	86
Şekil 4. 32. YSF-B ₂ (zemin) µ-XRF ölçümü	86
Şekil 4. 33. YSF-B ₃ (pigment) µ-XRF ölçümü.....	87
Şekil 4. 34. YSF-B ₃ (zemin) µ-XRF ölçümü	88
Şekil 4. 35. YSF-D ₁ (pigment) µ-XRF ölçümü.....	88
Şekil 4. 36. YSF-D ₁ (zemin) µ-XRF ölçümü	89
Şekil 4. 37. YSF-G ₁ (pigment) µ-XRF ölçümü.....	89
Şekil 4. 38. YSF-G ₁ (zemin) µ-XRF ölçümü	90
Şekil 4. 39. YSF-G ₂ (pigment) µ-XRF ölçümü.....	90
Şekil 4. 40. YSF-G ₂ (zemin) µ-XRF ölçümü	91
Şekil 4. 41. YSF-B _{SIVA} µ- Raman ölçümü	91
Şekil 4. 42. YSF-K ₁ µ- Raman ölçümü.....	92

Şekil 4. 43. YSF-B ₁ µ- Raman ölçümü.....	92
Şekil 4. 44. YSF-B ₂ µ- Raman ölçümü.....	93
Şekil 4. 45. YSF-B ₃ µ- Raman ölçümü.....	93
Şekil 4. 46. YSF-D ₁ µ- Raman ölçümü.....	94
Şekil 4. 47. YSF-G ₁ µ- Raman ölçümü.....	94
Şekil 4. 48. YSF-G ₂ µ- Raman ölçümü.....	95
Şekil 4. 49. YSF-B _{SİVA} FT-IR ölçümü.....	95
Şekil 4. 50. YSF-K ₁ FT-IR ölçümü.....	96
Şekil 4. 51. YSF-B ₁ FT-IR ölçümü.....	96
Şekil 4. 52. YSF-B ₂ FT-IR ölçümü.....	97
Şekil 4. 53. YSF-B ₃ FT-IR ölçümü.....	97
Şekil 4. 54. YSF-D ₁ FT-IR ölçümü.....	98
Şekil 4. 55. YSF-G ₁ FT-IR ölçümü.....	98
Şekil 4. 56. YSF-G ₂ FT-IR ölçümü.....	99
Şekil 4. 57. SMN-G _{KAYA} µ-XRF ölçümü.....	100
Şekil 4. 58. SMN-G _{SİVA} µ-XRF ölçümü.....	100
Şekil 4. 59. SMN-G ₁ (pigment) µ-XRF ölçümü.....	101
Şekil 4. 60. SMN-G ₁ (zemin) µ-XRF ölçümü.....	101
Şekil 4. 61. SMN-G ₂ (pigment) µ-XRF ölçümü.....	102
Şekil 4. 62. SMN-G ₂ (zemin) µ-XRF ölçümü.....	102
Şekil 4. 63. SMN-G ₄ (pigment) µ-XRF ölçümü.....	103

Şekil 4. 64. SMN-G ₄ (zemin) μ -XRF ölçümü	103
Şekil 4. 65. SMN-G _{SIVA} μ - Raman ölçümü	104
Şekil 4. 66. SMN-G ₁ μ - Raman ölçümü	104
Şekil 4. 67. SMN-G ₂ μ - Raman ölçümü	105
Şekil 4. 68. SMN-G ₄ μ - Raman ölçümü	105
Şekil 4. 69. SMN-G _{SIVA} FT-IR ölçümü	106
Şekil 4. 70. SMN-G ₁ FT-IR ölçümü	106
Şekil 4. 71. SMN-G ₂ FT-IR ölçümü	107
Şekil 4. 72. SMN-G ₄ FT-IR ölçümü	107
Şekil 4. 73. TGR-B _{KAYA} μ -XRF ölçümü	108
Şekil 4. 74. TGR-B _{SIVA} μ -XRF ölçümü	109
Şekil 4. 75. TGR-B ₁ (pigment) μ -XRF ölçümü	109
Şekil 4. 76. TGR-B ₁ (zemin) μ -XRF ölçümü	110
Şekil 4. 77. TGR-B ₂ (pigment) μ -XRF ölçümü	110
Şekil 4. 78. TGR-B ₂ (zemin) μ -XRF ölçümü	111
Şekil 4. 79. TGR-B ₅ (pigment) μ -XRF ölçümü	111
Şekil 4. 80. TGR-B ₅ (zemin) μ -XRF ölçümü	112
Şekil 4. 81. TGR-B ₇ (pigment) μ -XRF ölçümü	112
Şekil 4. 82. TGR-B ₇ (zemin) μ -XRF ölçümü	113
Şekil 4. 83. TGR-B ₈ (pigment) μ -XRF ölçümü	113
Şekil 4. 84. TGR-B ₈ (zemin) μ -XRF ölçümü	114

Şekil 4. 85. TGR-B _{SİVA} μ - Raman ölçümü	114
Şekil 4. 86. TGR-B ₁ μ - Raman ölçümü	115
Şekil 4. 87. TGR-B ₂ μ - Raman ölçümü	116
Şekil 4. 88. TGR-B ₅ μ -Raman ölçümü	116
Şekil 4. 89. TGR-B ₇ μ - Raman ölçümü.....	117
Şekil 4. 90. TGR-B ₈ μ - Raman ölçümü.....	117
Şekil 4. 91. TGR-B _{SİVA} FT-IR ölçümü	118
Şekil 4. 92. TGR-B ₁ FT-IR ölçümü	118
Şekil 4. 93. TGR-B ₂ FT-IR ölçümü	119
Şekil 4. 94. TGR-B ₅ FT-IR ölçümü	119
Şekil 4. 95. TGR-B ₇ FT-IR ölçümü	120
Şekil 4. 96. TGR-B ₈ FT-IR ölçümü	121
Şekil 4. 97. HLC-K _{DİŞkaya} μ -XRF ölçümü.....	121
Şekil 4. 98. HLC-K _{DİŞsiva} μ -XRF ölçümü	122
Şekil 4. 99. HLC-K _{DİŞ1} (pigment) μ -XRF ölçümü	122
Şekil 4. 100. HLC-K _{DİŞ1} (zemin) μ -XRF ölçümü.....	123
Şekil 4. 101. HLC-K _{DİŞ2} (pigment) μ -XRF ölçümü	124
Şekil 4. 102. HLC-K _{DİŞ2} (zemin) μ -XRF ölçümü.....	124
Şekil 4. 103. HLC-K _{DİŞ4} (pigment) μ -XRF ölçümü	125
Şekil 4. 104. HLC-K _{DİŞ4} (zemin) μ -XRF ölçümü.....	125
Şekil 4. 105. HLC-D _{İÇkaya} μ -XRF ölçümü	126

Şekil 4. 106. HLC-D _{iç1} (pigment) μ -XRF ölçümü	126
Şekil 4. 107. HLC-D _{iç1} (zemin) μ -XRF ölçümü	127
Şekil 4. 108. HLC-D _{iç2} (pigment) μ -XRF ölçümü	127
Şekil 4. 109. HLC-D _{iç2} (zemin) μ -XRF ölçümü	128
Şekil 4. 110. HLC-D _{iç4} (pigment) μ -XRF ölçümü	128
Şekil 4. 111. HLC-D _{iç4} (zemin) μ -XRF ölçümü	129
Şekil 4. 112. HLC-K _{iç1} (pigment) μ -XRF ölçümü	129
Şekil 4. 113. HLC-K _{iç1} (zemin) μ -XRF ölçümü	130
Şekil 4. 114. HLC-K _{DIŞsıva} μ - Raman ölçümü.....	130
Şekil 4. 115. HLC-K _{DIŞ1} μ - Raman ölçümü	131
Şekil 4. 116. HLC-K _{DIŞ2} μ - Raman ölçümü.....	131
Şekil 4. 117. HLC-K _{DIŞ4} μ - Raman ölçümü	132
Şekil 4. 118. HLC-D _{iç1} μ - Raman ölçümü	132
Şekil 4. 119. HLC-D _{iç2} μ - Raman ölçümü	133
Şekil 4. 120. HLC-D _{iç4} μ - Raman ölçümü.....	133
Şekil 4. 121. HLC-K _{iç1} μ - Raman ölçümü	134
Şekil 4. 122. HLC-K _{DIŞsıva} FTIR ölçümü	134
Şekil 4. 123. HLC-K _{DIŞ1} FTIR ölçümü	135
Şekil 4. 124. HLC-K _{DIŞ2} FTIR ölçümü.....	135
Şekil 4. 125. HLC-K _{DIŞ4} FTIR ölçümü	136
Şekil 4. 126. HLC-D _{iç1} FTIR Ölçümü.....	137

Şekil 4. 127. HLC-DİÇ ₂ FTIR ölçümü	137
Şekil 4. 128. HLC-DİÇ ₄ FTIR ölçümü.....	138
Şekil 4. 129. HLC-KİÇ ₁ FTIR ölçümü.....	138
Şekil 4. 130. PNC-D _{KAYA} µ-XRF ölçümü	139
Şekil 4. 131. PNC-D _{SIVA} µ-XRF ölçümü	139
Şekil 4. 132. PNC-D ₁ (pigment) µ-XRF ölçümü	140
Şekil 4. 133. PNC-D ₁ (zemin) µ-XRF ölçümü	140
Şekil 4. 134. PNC-D ₃ (pigment) µ-XRF ölçümü	141
Şekil 4. 135. PNC-D ₃ (zemin) µ-XRF ölçümü	142
Şekil 4. 136. PNC-D ₅ (pigment) µ-XRF ölçümü	142
Şekil 4. 137. PNC-D ₅ (zemin) µ-XRF ölçümü.....	143
Şekil 4. 138. PNC-DİÇ ₁ (pigment) µ-XRF ölçümü	143
Şekil 4. 139. PNC-DİÇ ₁ (zemin) µ-XRF ölçümü	144
Şekil 4. 140. PNC-B ₃ (pigment) µ-XRF ölçümü.....	144
Şekil 4. 141. PNC-B ₃ (zemin) µ-XRF ölçümü.....	145
Şekil 4. 142. PNC-B ₇ (pigment) µ-XRF ölçümü.....	145
Şekil 4. 143. PNC-B ₇ (zemin) µ-XRF ölçümü.....	146
Şekil 4. 144. PNC-B ₈ (pigment) µ-XRF ölçümü.....	146
Şekil 4. 145. PNC-B ₈ (zemin) µ-XRF ölçümü.....	147
Şekil 4. 146. PNC-D _{SIVA} µ- Raman ölçümü	148
Şekil 4. 147. PNC-D ₁ µ- Raman ölçümü	148

Şekil 4. 148. PNC-D ₃ µ- Raman ölçümü	149
Şekil 4. 149. PNC-D ₅ µ- Raman ölçümü	149
Şekil 4. 150. PNC-DiÇ1 µ- Raman ölçümü.....	150
Şekil 4. 151. PNC-B ₃ µ- Raman ölçümü	150
Şekil 4. 152. PNC-B ₇ µ- Raman ölçümü	151
Şekil 4. 153. PNC-B ₈ µ- Raman ölçümü	151
Şekil 4. 154. PNC-D _{SIVA} FT-IR ölçümü	152
Şekil 4. 155. PNC-D ₁ FT-IR ölçümü	152
Şekil 4. 156. PNC-D ₃ FT-IR ölçümü	153
Şekil 4. 157. PNC-D ₅ FT-IR ölçümü.....	153
Şekil 4. 158. PNC-DiÇ1 FT-IR ölçümü.....	154
Şekil 4. 159. PNC-B ₃ FT-IR ölçümü	154
Şekil 4. 160. PNC-B ₇ FT-IR ölçümü	155
Şekil 4. 161. PNC-B ₈ FT-IR ölçümü	156
Şekil 4. 162. HDR-G _{KAYA} µ-XRF ölçümü.....	156
Şekil 4. 163. HDR-G _{SIVA} µ-XRF ölçümü	157
Şekil 4. 164. HDR-D ₁ (pigment) µ-XRF ölçümü	157
Şekil 4. 165. HDR-D ₁ (zemin) µ-XRF ölçümü.....	158
Şekil 4. 166. HDR-D ₃ (pigment) µ-XRF ölçümü	159
Şekil 4. 167. HDR-D ₃ (zemin) µ-XRF ölçümü.....	159
Şekil 4. 168. HDR-D ₄ (pigment) µ-XRF ölçümü	160

Şekil 4. 169. HDR-D ₄ (zemin) μ -XRF ölçümü	160
Şekil 4. 170. HDR-D ₅ (pigment) μ -XRF ölçümü	161
Şekil 4. 171. HDR-D ₅ (zemin) μ -XRF ölçümü.....	161
Şekil 4. 172. HDR-D ₉ (pigment) μ -XRF ölçümü	162
Şekil 4. 173. HDR-D ₉ (zemin) μ -XRF ölçümü.....	162
Şekil 4. 174. HDR-D ₁₁ (pigment) μ -XRF ölçümü.....	163
Şekil 4. 175. HDR-D ₁₁ (zemin) μ -XRF ölçümü	163
Şekil 4. 176. HDR-D ₁₂ (pigment) μ -XRF ölçümü.....	164
Şekil 4. 177. HDR-D ₁₂ (zemin) μ -XRF ölçümü	164
Şekil 4. 178. HDR-G _{SIVA} μ - Raman ölçümü.....	165
Şekil 4. 179. HDR-D ₁ μ - Raman ölçümü.....	165
Şekil 4. 180. HDR-D ₃ μ - Raman ölçümü.....	166
Şekil 4. 181. HDR-D ₄ μ - Raman ölçümü.....	166
Şekil 4. 182. HDR-D ₅ μ - Raman ölçümü.....	167
Şekil 4. 183. HDR-D ₉ μ - Raman ölçümü.....	167
Şekil 4. 184. HDR-D ₁₁ μ - Raman ölçümü	168
Şekil 4. 185. HDR-D ₁₂ μ - Raman ölçümü	168
Şekil 4. 186. HDR-G _{SIVA} FT-IR ölçümü	169
Şekil 4. 187. HDR-D ₁ FT-IR ölçümü	170
Şekil 4. 188. HDR-D ₃ FT-IR ölçümü	170
Şekil 4. 189. HDR-D ₄ FT-IR ölçümü	171

Şekil 4. 190. HDR-D ₅ FT-IR ölçümü	171
Şekil 4. 191. HDR-D ₉ FT-IR ölçümü	172
Şekil 4. 192. HDR-D ₁₁ FT-IR ölçümü	172
Şekil 4. 193. HDR-D ₁₂ FT-IR ölçümü	173
Şekil 4. 194. KŞL-MKL _{DKAYA} µ-XRF ölçümü.....	174
Şekil 4. 195. KŞL-MKL _{DSIVA} µ-XRF ölçümü	174
Şekil 4. 196. KŞL-MKL _{D1} (pigment) µ-XRF ölçümü	175
Şekil 4. 197. KŞL-MKL _{D1} (zemin) µ-XRF ölçümü.....	175
Şekil 4. 198. KŞL-MKL _{K1} (pigment) µ-XRF ölçümü	176
Şekil 4. 199. KŞL-MKL _{K1} (zemin) µ-XRF ölçümü.....	176
Şekil 4. 200. KŞL-MKL _{K2} (pigment) µ-XRF ölçümü.....	177
Şekil 4. 201. KŞL-MKL _{K2} (zemin) µ-XRF ölçümü	177
Şekil 4. 202. KŞL-MKL-D _{SIVA} µ- Raman ölçümü	178
Şekil 4. 203. KŞL-MKL-D ₁ µ- Raman ölçümü	178
Şekil 4. 204. KŞL-MKL-K ₁ µ- Raman ölçümü	179
Şekil 4. 205. KŞL-MKL-K ₂ µ- Raman ölçümü	179
Şekil 4. 206. KŞL-MKL-D _{SIVA} FT-IR ölçümü	180
Şekil 4. 207. KŞL-MKL-D ₁ FT-IR ölçümü	181
Şekil 4. 208. KŞL-MKL-K ₁ FT-IR ölçümü	181
Şekil 4. 209. KŞL-MKL-K ₂ FT-IR ölçümü	182
Şekil 4. 210. Karbon siyahı (carbon black) karakteristik raman kayması	184

Şekil 4. 211. Lazurit (lazurite-ultramarin mavisi-lapis lazuli) karakteristik raman kayması	184
Şekil 4. 212. Minyum (minium) karakteristik raman kayması	185
Şekil 4. 213. Vermilyon (vermilion-cinnabar) karakteristik raman kayması.....	185
Şekil 4. 214. Kırmızı okra (red ochre) karakteristik raman kayması	186
Şekil 4. 215. Sarı okra (yellow ochre) karakteristik raman kayması	186
Şekil 4. 216. Barit (barite) karakteristik raman kayması	187
Şekil 4. 217. Kireç (calcium carbonate) karakteristik raman kayması	187
Şekil 4. 218. Alçı (gypsum) karakteristik raman kayması	188
Şekil 4. 219. Lazurit (ultramarine blue) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1})	189
Şekil 4. 220. Minyum (minium) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1})	189
Şekil 4. 221. Kırmızı demir oksit (red iron oxide) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1})	190
Şekil 4. 222. Kahve demir oksit (brown iron oxide) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1}) .	190
Şekil 4. 223. Sarı demir oksit (yellow iron oxide) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1}).....	191
Şekil 4. 224. Kireç (calcium carbonate) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1})	191
Şekil 4. 225. Alçı (gypsum) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1}).....	192
Şekil 4. 226. Alçı (gypsum) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1}).....	192

BÖLÜM 1

GİRİŞ VE AMAÇ

Tarihte ilk kez kullanılan Kapadokya kelimesi, M.Ö. 6. yüzyılda İran'da Behistun dağında bulunan kaya kabartmalarındaki kitabede "Katpatuka" şeklinde rastlanmıştır. Kelime anlamı olarak; "güzel atlar ülkesi", "Delice Çayı (kapadoks) civarında yaşayan halk" ya da "Khepata (o dönemin baş tanrıçası) ' ya inananların yöresinde yaşayan halk" şeklinde görüşler bulunmaktadır [1-3].

İlk kez Aziz Hieron' un Hayatı isimli eserde, Kapadokya' daki kayalık alandan ve Kapadokya'da yaşayan insanların kayalara oyulmuş labirent ve iç mekanlarda (mağaralarda) yaşadığı belirtilmiştir [4]. Avrupa' ya, Kapadokya' yı ilk tanıtan kişi ise Fransa Kraliyet Sarayı tarafından Akdeniz bölgesini ve bölgede bulunan devletleri gezmekle görevlendirilen Paul Lucas'tır ve 1705 yılında yılında Kapadokya'ya gelmiştir [5,6]. Daha sonra İngilizlerde John Macdonald Kinneir ve Almanlarda Moltke; 18. yüzyılın sonu ve 19 yüzyılın başında çok sayıda seyyah Kapadokya bölgesine gelerek izlenimlerini yayınlamış, Avrupalıların bölgeye olan ilgisini çekmiş ve kendilerinden sonra gelen Avrupalılara öncülük etmiştir [4, 7].

1985 yılında UNESCO Dünya Miras Listesine kültürel ve doğal kategorisi "Göreme Milli Parkı ve Kapadokya" adı ile dünyanın ortak mirası olarak tescillenmiştir [8]. Tüm bu seyahatlerin yayınları ve UNESCO'nun Dünya Miras Listesine dâhil edilmesi Kapadokya'nın yalnızca ülkemizde ve Avrupa'da değil Dünya'nın birçok bölgesinde tanınırlığını arttırmıştır.

Bu araştırmanın amacı, Kapadokya bölgesinin farklı konumlarda bulunan ve farklı dönemlerde yapılan kaya kiliselerindeki duvar resimlerinin yapım tekniklerinin incelenmesi, kullanılan malzemeler ve pigmentlerin çeşitli spektroskopik yöntemlerle tayin edilmesidir. Çalışmada Kültür ve Turizm Bakanlığına bağlı Nevşehir Müze Müdürlüğü ile Ürgüp Müze Müdürlüğü görev alanında bulunan taşınmaz kültür varlıkları olarak nitelendirilen kaya oyma kiliseler seçilmiştir. Çalışma sonucu seçilen kilise duvar resimlerinde kullanılan malzemelerin (kaya, sıva, pigment) kimyasal içeriği, pigmentlerin farkları ve benzerlikleri, gelişen bilim ve teknoloji ile pigment

içeriğinin değişimi ve Kapadokya’da kaya oyma kilise duvar resimlerinin korunması ve onarımı uygulamalarında uygulama yapacak konservatörlere yapıya uygun malzeme seçimi ile ilgili bilgi vermek hedeflenmiştir.

Kapadokya’da 9-11. yüzyıllara tarihlenen kaya kiliseleri duvar resimleri, bölgedeki manastır hayatının oluşumu ve inşası, yörede yaşayan kültürlü ve zengin kimselerin katkısı ile yapıldığı ve bu kiliselerdeki duvar resimleri, üslup ve işçilik açısından hem Bizans başkentine benzer hem de başkent etkisinden tamamen farklı özellikleri göstermesinden ve özellikle 10. yüzyıla tarihlenebilecek Bizans anıtsal tasvir sanatının nadir örneklerini barındırması açısından büyük önem taşımaktadır [9]. Bununla birlikte Kapadokya bölgesindeki manastır yerleşimlerinin niteliği hakkında sağlıklı sonuçlara ulaşmada konuyla ilgili yazılı belgelerin bulunmaması, bölgede bulunan duvar resimlerinin 10. yüzyıldan önceye kesin olarak tarihlenmesinde engel olmaktadır ve Bizans dönemi Kapadokya kaya kiliselerinin, mimari olarak dönemlendirilenler dışında, duvarlarındaki Bizans dönemi tasvirleri ile aynı döneme ait olup olmadıkları kesin olarak belirlenememekte bundan dolayı aynı türden kayadan oyma ibadet mekânlarının ve keşiş hücrelerinin bulunduğu Suriye, Mısır ve Kudüs’teki örnekleri ile kıyaslandığı belirtilmektedir [10-12]. Tezin bir başka amacı ise sahip olduğumuz kültürel varlıkları arkeoloji, sanat tarihi, mimari gibi bilimlerin yanı sıra farklı bir disiplin anlayışı olan kimya bilimiyle ele alarak seçilen kiliselerdeki duvar resimlerinin pigment verileri sonuçlarını ortaya koymak ve kilise tarihlendirme çalışmalarına katkıda bulunmaktır. Ayrıca kimya biliminin benzeri çalışmaları konu edinmesini sağlamak, modern tekniklerin geçmişe ışık tutmasını sağlayan çalışmaları arttırmak ve disiplinler arası çalışmaların önemini vurgulamaktır.

BÖLÜM 2

KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Kapadokya'nın Jeolojik Oluşumu

Orta Anadolu'da bulunan Kapadokya Bölgesi yaklaşık 25000 km²' lik bir alanı kaplamakta ve bölgede üç aktif volkan yer almaktadır: Erciyes (3916 m), Hasandağı (3268 m) ve Göllüdağ (2142 m). Bu volkanlarla birlikte diğer çok sayıdaki volkanın faaliyetleri Üst Misyon' da (12 milyon yıl önce) başlayıp Holosen (günümüz)'e kadar devam etmiştir. Üst Pliosen'den başlayarak başta Kızılırmak olmak üzere, Melendiz ve Mavrucan gibi akarsular bölgenin hidrografik yapısını belirlemiş, tuf tabakasını aşındırmaları nedeniyle bugünkü halini almasına neden olmuştur [13].

2.2. Peribacalarının Oluşumu

Tuf yapının vadi yamaçlarından akan sel suları ve rüzgârın aşındırması sonucu bölge insanları tarafından “peribacası” olarak isimlendirilen yapı oluşmuştur. Yapının alt kısmı (tuf, tüffit ve volkan külleri) daha hızlı ve kolay aşınır ve tuf yapının oyulmasıyla yamaç geriler, yapısının üst kısmında bulunan şapka (har ve ignimrit sert kayaç) ise aşınmanın etkisinden korunmuş konik biçimine benzer gövde meydana gelmiştir. Yani aşınmada peribacasında şapkayı oluşturan kaya türü, gövdeyi oluşturan kaya türlerinden daha dayanıklıdır. Peribacalarının doğada kalma süresini, peribacasının şapkasındaki kaya türünün aşınma direnci belirler [14].

2.3. Kapadokya'nın Konumu

Roma döneminde yaşamış antik dönem yazarı Strabon, Kapadokya Bölgesi sınırlarını; güneyde Toros Dağları, batıda Aksaray, doğuda Malatya ve kuzeyde Doğu Karadeniz kıyılarına kadar uzanan geniş bir bölge olarak belirtmiş, ancak bugünkü Kapadokya Bölgesi Nevşehir (Nyssa), Aksaray (Kolonoieia), Niğde (Nakida), Kayseri (Kaisareia) ve Kırşehir (Thermae) illerinden oluşmaktadır. Daha dar alana yayılmış kayalık alan ise

Uçhisar, Göreme, Avanos, Ürgüp, Derinkuyu, Soğanlı, Ihlara ve çevresinden meydana gelir [15, 16].

2.4. Kapadokya’da Bölgesinde Tarihsel Gelişim ve Yerleşim

2.4.1. Kapadokya’da tarih öncesi (prehistorik) dönemi (M.Ö.5000000-2000)

Kapadokya Bölgesinde tarih öncesi döneme ilişkin ilk çalışmalar, 1960’lı yıllarda İngiliz arkeolog Ian Todd tarafından gerçekleştirilmiştir. Neolitik Dönemin yaşandığı Aksaray, Aşıklı Höyük’te bulunan yerleşim yeri dünyadaki ilk restorasyon denemesinin kanıtı olarak görülmektedir [17]. Nevşehir Müze Müdürlüğü ile İtalyan mağara bilimcileri, Nevşehir’in en eski yerleşimi olan Gülşehir’deki Civelek Mağarası’nda kalkolitik döneme ait kemik aletler, elde şekillendirilmiş tek kulplu fincanlar, çeşitli boyalarda çömler bulmuştur [18]. Kapadokya Bölgesinde tarih öncesi döneme ilişkin yapılan araştırmalar sonucu ortaya çıkarılan buluntuların dönemlere göre sınıflandırılması Tablo 2.1’ de yer almaktadır.

Tablo 2. 1. Kapadokya’da tarih öncesi dönem sınıflandırılması [18-21]

ÇAĞ/DÖNEM		YILLAR	DÖNEM ÖZELLİĞİ	KAPADOKYA’DA DÖNEMSEL BULUNTULAR
Taş Devri	Paleolitik (Kabataş) Dönem	M.Ö.500.000-10.000	İnsanlığın en uzun dönemi, Avcılık-toplayıcılığa dayalı göçebe yaşam, Doğal barınaklar, ilk taş aletlerin kullanımı	Ürgüp-Damsa Çayı Derinkuyu-Suvermez Kayseri-Soğanlı Vadisi Niğde- Kaletepe Höyük Niğde-KöşkHöyük Aksaray-Aşıklı Höyük
	Mezolitik (Yontma Taş) Dönem	M.Ö. 10.000-8.000	Avcılık-toplayıcılığa dayalı göçebe yaşam devam ediliyor, mağara duvar resimleri, dönemin sonunda ateşin keşfi, topraktan kap yapımı, ölü gömme teknikleri	Aksaray-Aşıklı Höyük
	Neolitik (Cıvalı Taş) Dönem	M. Ö. 8.000-5.000	İlk yerleşik hayatı, İlk tarımsal üretimi, İlk hayvan evcilleştirilmesinin, İlk kez toprağa dayalı mülkiyet anlayışı	
Maden Devri	Kalkolitik (Bakır-Taş) Dönem	M.Ö 5.000-3.000	İlk metal (bakır, gümüş, altın) aletler, Metal ergitme yöntemi, Gelişen yerleşim merkezleri gelişmiştir.	Gülşehir-Civelek Mağarası
	Tunç (Bronz) Dönemi	M.Ö 3.000-1.200	Tunç çağı yalnızca Anadolu için geçerli çağdır, Anadolu dışındaki bölgelerde taş devrinden doğrudan tunç çağına geçiş vardır. Anadolu’da tarihi devirlerin başlangıcıdır. Yazılı kil tabletler, dayanıklı bakır-kalay(bronz) karışımli aletler Tekerlek, at arabası, ilk şehir devletleri ve imparatorluk dönemi, yerleşim merkezleri arası ticaret yapılmıştır.	Kayseri-Kültepe
	Demir Dönemi	M.Ö 1.200-700	Şehir devletleri ve merkezi imparatorluklar artarak güçlenmiş, savaş-göç, ticaret hızlanmış, silahlar gelişmiş, mutfak eşyalarında metal ve seramik kullanılmış ve farklı mimari teknikler gelişmiştir, barajlar,su kanalları, kaleler inşa edilmiştir. Hitit ve Urartular hiyeglif-çivi yazısı kullanılmıştır	Kayseri-Kültepe Aksaray- Acem Höyük

2.4.2. Kapadokya'nın yazılı dönemlerinde (M.Ö. 2000-Günümüz) yaşam

Anadolu, Eski Tunç Çağı'nda madencilikte oldukça ileri olmasından dolayı bölgeler arasında ticaret gelişme göstermekteydi. Kayseri-Kültepe'de bulunan çivi yazılı "Kapadokya Tabletleri" Anadolu'da yazılı devrin başlangıcı olarak kabul edilmektedir ve Anadolu'nun en eski yazılı belgeleridir [22]. Bugüne kadar bulunmuş en büyük ve en eski kentsel merkez olan Çatalhöyük kazılarındaki bir binada Dünya'da resmedilen en eski manzara resmi ortaya çıkarılmıştır. Bu aynı zamanda yanardağların insanlar üzerindeki etkisini gösteren en eski belgedir [23]. Roma İmparatorluğu'nun merkezinin 4. Yüzyılda Doğu'ya taşınması Kapadokya'nın kaderini değiştirdi [24]. İmparatorluğun diğer bölgelerinde olduğu gibi Kapadokya'da da hızla yayılan Hristiyanlık, 4. yüzyıldan 6. yüzyıla (resmi din ilan edilinceye) kadar bölgeye damgasını vurdu. Malazgirt Zaferi ile Türklerle tanışan Anadolu'da 1446 yılında kesin olarak Osmanlı İmparatorluğu hâkimiyetine giren Kapadokya, 1923 yılı ve günümüze kadar Türk Devleti sınırları içinde Türk kültürüne ve geleneğine maruz kalmıştır [25-27]. Kapadokya Bölgesi topraklarında hüküm sürmüş devletlerin hâkimiyet dönemlerine göre sınıflandırılması Tablo 2.2.'de yer almaktadır.

Tablo 2. 2. Kapadokya’da yazılı dönem sınıflandırılması [25-27]

YILLAR	DEVLETLER	AÇIKLAMA
M.Ö. 1900-1800	Asur Ticaret Kolonileri Çağı	Asurlu tüccarların ticari organizasyonunun Karum merkezlerinin Kapadokya’ya kurmuşlardır.
MÖ. 1800-1200	Hititler (Büyük Hitit İmparatorluğu)	Hititler, Ege Göçleri ile yıkılmışlardır.
M.Ö. 1200-900		Ege ve Kuzey Kavimlerinin Kapadokya’ya Gelişi
MÖ. 900-670	Hitit Tabal Krallığı	Geç Hitit Şehir Devletleri’nden Tabal Krallığı’nın bölgedeki hakimiyet dönemi. Tabal Krallığı Asurlular tarafından yıkılmıştır.
MÖ. 750-676	Frigler Kimmer-İskit Akınları Lidyalılar	Friglerin bölgedeki egemenlik dönemi. Frigler, Kimmer ve İskit göçleri sonucu yıkılmıştır.
MÖ. 585-550	Medler	İran tarafında yerleşik Medler’in bölgedeki hakimiyet dönemi
MÖ. 547-331	Persler	İran tarafında yerleşik Persler’in bölgedeki hakimiyet dönemi
M.Ö. 334-335	Makedonya Komutanlığı	Makedonya Komutanlığı 3 ay egemen olmuştur.
MÖ. 332-MS 17	Kapadokya Krallığı	Pers yanlısı bağımsız krallık dönemi
17-395	Roma İmparatorluğu	Kapadokya Krallığı’nın Roma Devleti’ne katılması sonrası bölge, Romalılar’ın egemenliğine girmiştir.
395-1071	Doğu Roma (Bizans) Devleti	1071 yılından sonra Türk boylarının Anadolu’ya yerleşmesi ile bölgedeki hakimiyeti sona eren Bizans Devleti döneminde, Arap kökenli Sasaniler, Emeviler ve Abbasiler zaman zaman bölgede hakimiyet kurmuşlardır.
608-611	Sasaniler	
709-713	Emeviler	
831-833	Abbasiler	
1082-1318	Anadolu Selçuklu Devleti	Türk beyliklerinden Anadolu Selçukluları ve Danişmendoğulları’nın bölgedeki hakimiyet dönemleri. Danişmendoğulları Anadolu Selçukluları tarafından yıkılmıştır.
1086-1178	Danişmendoğulları	
1277-1318	İlhanlılar (Moğollar)	İran tarafında yerleşik olan İlhanlılar’ın bölgedeki hakimiyet dönemi. İlhanlılar’ın Anadolu’daki beyleri zaman zaman bağımsızlık ilan etmişlerdir.
1318-1343	İlhanlı Valisi Timurtaş Bey egemenliği	
1343-1381	Eretna Beyliği	
1381-1398	Kadı Burhanettin	Kadı Burhanettin hakimiyeti
1398	Karamanoğulları	Türk beyliklerinden Karamanoğulları Beyliği’nin bölgeyi kazanması
1398-1402	Osmanlı Beyliği	Türk beyliklerinden Osmanlı Beyliği’nin bölgede hakim olduğu dönem.
1402-1436	Karamanoğulları	Timur Han’ın Bölgeyi Karamanoğulları’na Geri Vermesi
1436-1466	Dulkadiroğulları	Türk beyliklerinden Dulkadiroğulları’nın bölgede hakim olduğu dönem
1466-1923	Osmanlı Devleti	Kapadokya’nın Kesin Olarak Osmanlı Topraklarına Katılması
1923-	Türkiye Cumhuriyeti	Türkiye Cumhuriyeti Dönemi

2.5. Geçmişten Günümüze Duvar Resimleri ve Yapım Teknikleri

Antik dönemdeki duvar resimlerinin yapım tekniklerine dair yazılı kaynaklardan elde edilen bilgiler duvar resim tekniklerinin oldukça erken dönemde yapıldığını göstermektedir. Dünyadaki ilk duvar resimleri, paleolitik dönem M.Ö. 30.000' lerde mağara duvarlarında yapılan el izleridir [28, 29]. Paleolitik ve sonraki çağlarda yerleşim yerlerine (mağara, kerpiç vb.) yapılan duvar resimleri Afrika, Asya ve Avrupa'daki gibi genelde (sıva olmayan) kaya yüzeylerine yapılmıştır [30].

Antik kaynaklara ve günümüz araştırmalarına göre sıva üzerine yapılan duvar resimleri genel olarak fresk olarak isimlendirilir ve en çok bilgi Roma dönemi hakkındadır. İtalyanca'dan dilimize geçmiş olan "Fresk" kelimesi yaş, taze, ıslak anlamlarına gelir, boyama ya da sıva üzerine boyama olarak geçmektedir [31].

Fresko tekniğinde resimler ıslak veya kuru sıva üzerine yapılmakta olup Buon Fresko veya Al Fresko olarak adlandırılan teknik ıslak sıva üzerine yapılan orijinal fresk tekniğidir. Resimlerde kullanılan pigmentler su ile veya su ve kireç esaslı bağlayıcılar ile karıştırılıp ıslak sıva üzerine uygulanır, ıslak yüzeyin kurumasiyla kireç pigmentin sıvaya yapışmasına sebep olur. Bu tekniğin en büyük avantajı pigmentler sıvanın içine geçer ve kalın renkli bir sıva tabakası oluşturarak resmi daha kalıcı yapar [32-33].

Secco denilen diğer bir teknikte ise resim doğrudan kuru sıva üzerine yapılmaktadır [33]. Mezopotamya'da, Neolitik dönemden beri kullanılan kil sıvanın yanı sıra, kireç esaslı harç ve sıva uygulamaları da bulunmuştur. Hatay'daki Alalakh (Atchana) antik kentinde bulunan Yarım-Lim Sarayı duvar resimlerinin kireç sıva üstüne yapılmış olduğu tespit edilmiştir. Dünya'da bilinen ilk fresko resimler olan bu duvar resimlerinde yapılacak resmin ilk olarak yaş sıva üstüne kazındığı fresko yöntemi ile resimdeki ayrıntılar ise secco yöntemi ile yapılmıştır [34, 35].

2.5.1. Duvar resmini oluşturan unsurlar

Duvar resimleri ana taşıyıcı, sıva ve boya tabakalarından oluşur [36].

2.5.1.1. Taşıyıcılar

Taşıyıcılar resimlerin doğrudan veya yüzeyin sıva ile düzgün hale getirilerek yapıldığı kaya, kerpiç, taş vb. temel katmandır [36].

2.5.1.2. Sıva tabakası

Sıva tabakası, resmin yapılacağı ana taşıyıcı yüzeyinin boyaya uygun şekilde düzgünleştirilmesi ve hazırlanan harcında bağlayıcı, dolgu maddesi ve katkı maddelerinden oluşan katmandır. Tarihi dönem boyunca bağlayıcı olarak kil, jips ve kireç; dolgu maddesi olarak ise doğal kum, kırma taş ve tuğla parçaları kullanılmıştır. Dünya’da ilk kullanılan sıva kil esaslıdır. Duvar resimlerinde kilin kuruma esnasında çekme özelliği nedeniyle oluşan çatlamları azaltmak için kum gibi inorganik dolgu maddeleriyle saman gibi bitkisel kökenli katkıları veya çalışılabilirliğini ve gücünü arttırmak için bağlayıcı işlevi gören bitkisel özler ilave edilmiştir [31-36].

Fresk tekniğinde resmin kalıcılığı, sıva tabakasının iyi hazırlanması ile ilişkilidir. Doğada bulunan kalker, kirecin hammaddesidir. Kireç kullanılmadan önce yeterli miktarda su ile söndürülmelidir. Hazırlanan sıvada, söndürülmüş kireç ile karbondioksit, kalsiyum hidroksit reaksiyon verir ve taşlaşarak kalsiyum karbonata dönüşür. Reaksiyon sonucu kuruyan kireç ile renk maddesi duvarda kristalleşerek sabitlenir [31-36].

Doğal ya da yapay kaynaklı olabilen dolgu maddelerinin kalitesi harç ve sıvaların dayanımlarıyla doğrudan bağlantılıdır. Kırılmış taş, mermer ve tuğla parçacıkları yaygın olarak kullanılan dolgu maddeleridir. Sıva harcının özelliklerini geliştirmek (katılaşmayı sağlamak veya geciktirmek) amacıyla katkı maddeleri olarak kan, yumurta akı, şeker, arap zamkı, kemik tutkalı, incir sütü, domuz yağı, malt, idrar gibi maddeler gibi organik maddelerin yanı sıra keçi, at kılı, insan saçı kullanılmıştır. Sıva harcında kullanılan su miktarca fazla olmalı ve organik ve inorganik safsızlıkları içermemelidir ancak fazla su kullanılarak hazırlanan harçlarda suyun buharlaşması sırasında sıvada

boşluklar oluşumu ve harcı gözenekli hale getirerek dayanımı azalmasına sebep olabilir [31-36].

2.5.1.3. Boya (pigment) tabakası

Pigment ve bağlayıcı karışımından oluşup, duvar resminin görsel ve fiziksel olarak kendini ortaya koyduğu tabakadır [36]. Pigmentler tüm boyaların temelidir ve çok uzun dönemlerden itibaren kullanılmakta olan öğütülmüş renkli malzemelerdir. İnsanların dünyalarını güzelleştiren, düşüncelerini ve duygularını ifade eden görüntüler biçiminde çevreleri üzerinde bir iz bırakmak üzere keşfedilmiş tarih öncesi pigmentlerin günümüzde kullanımına devam edilmektedir. [37].

Tarih öncesi ressamlar çevrelerinde bulunan pigmentleri kullandılar, bu pigmentler toprak pigmentleri (limonit ve hematit, geotit ve kalsit minerali kireç beyazı) ve yanmış kemiklerden elde edilen karbon siyahı ile odun, kömür siyahıdır. Mısırlılar M.Ö. 4000 yıllarında renk üretimine çok önem verdiler ve M.Ö. 3000'lerde en ünlü renkleri olan mısır mavisi pigmentini ürettiler. Bunun yanı sıra azurit, orpiment ve realgar pigmentlerini kullandılar. Yunanlılar, 19. yüzyıla kadar resim sanatçılarının en çok kullandığı kurşun beyazını üretti. Ayrıca kırmızı kurşun kullanımını geliştirdiler. Romalılar, Mısırlılar ve Yunanlılar tarafından geliştirilen pigmentlerden faydalandı. Bunun yanı sıra İspanya-Almaden'den getirdikleri vermilyon pigmentini, Pompeii'deki varlıklı ev sahipleri evlerinin duvar süslemelerinde, gladyatörler ve heykellerin boyasında ve Romalı kadınların kullandığı rujda kullandılar. Ortaçağ sanatçıları ise antik çağlardan beri mevcut olan inorganik pigmentleri (kırmızı okra, sarı okra, kahve okra, kireç beyazı, umber kahvesi, malahit ve verona yeşili, orpiment) yoğun olarak kullanmışlardır. Eski Mısırlıların zamanından beri mavi olarak kullanılan azuritin yanı sıra, Orta Çağ'da bugüne ultramarin mavisi (lazurit) kullanıldı. Günümüzde hala değerli bir maden olarak sayılan lazurit taşından elde edilen bu pigment, Rönesans döneminde, saflıkla ilişkilendirildi ve Bakire Meryem gibi önem taşıyan figürlerde ve kiliselerde kullanıldı. Rönesans döneminde sanatçılar, 12. yüzyılda Haçlılar tarafından Avrupa'ya getirilen vermilion ve mader lake kırmızısı ile cochineal, mavide smalt, azurite, ultramarine (lazurit) ve indigo, yeşilde malahit, sarıda orpiment, realgar, kurşun, kalay, kahvede umber, beyazda kurşun, alçı ve kireç, siyahda karbon ve kemik siyahı

pigmentlerini kullandı. 18. yüzyılın başında hazır boyalar üretilmeye başlandı. 1766 'da William Reeves suluboya tedarik eden bir işletme kurdu ve oldukça popüler olmaya başladı ve yeni geliştirilen iki pigment Prusya mavisi ve kobalt yeşili sıklıkla kullanıldı. 1841 yılında Amerikalı ressam John Rand katlanabilir teneke boyayı buldu. Bu buluş uygun, taşınabilir bir ortamda önceden karıştırılmış bir renk yelpazesi sunması ile sanatçıların renk paleti ve yağlıboya tekniği uygulamalarını kolaylaştırdı. Yağlı boya uygulamaları, doksanlı yüzyılın sonunda, boya şirketlerinin keten tohumu yağında asılı duran pigment parçacıklarını korumak için bir yöntem geliştirmesiyle büyük değişime sebep oldu ve o zamandan beri, sanatçıların boyalarını hazırlamak için pigmentleri öğütmesine gerek kalmadı. Artan boya taleplerine bağlı olarak endüstride renklendiriciler üzerine yapılan bilimsel araştırmalar 18. yüzyılın sonlarına doğru bir ivme kazandı. Mars kırmızısı, krom turuncusu ve krom sarısı üretildi. 19. yüzyıl modern sanatın başlamasıyla hem yağlı boya hem de suluboya üretimi yapanlar için çok önemli bir süreç oldu. Kullanılan renklerin yapayı üretildi ve yeni renkler bulundu. 1807' de kobalt mavisi, 1838' de viridian yeşili, 1820' de kadmiyum sarısı, 1860' da cerulean mavisi, ucuz ve yapay pigmentler; Fransız ultramarin mavisi, çinko beyazı ve kobalt mavisi üretildi. Ancak üretilen pigmentlerde bulunan toksitler içermesi nedeniyle (emerald yeşili As elementi gibi) sanatçılar tarafından kullanılmamaya başlandı. 19. yüzyıl sonlarında endüstriyel üretilen pigmentler tekstil talepleri doğrultusunda gelişti ve sanatsal alanda kullanılmadı [38-40]. Bahsi geçen pigmentlerin kimyasal formülü ve tarihte ilk kullanıldığı dönem Tablo 2.3' te yer almaktadır.

Tablo 2. 3. Pigmentlerin kimyasal formülü ve tarihte ilk kullanımlar [38-41]

Pigment	Renk	Kimyasal Formül	Tarihte ilk kullanımı
Vermilion/Cinnabar	Kırmızı	HgS	Antik (Yunan)-Neolitik
Minium	Kırmızı	Pb ₃ O ₄	Antik (Yunan)-19. yy
Cochineal	Kırmızı	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₃	Antik (Mısır)
Kırmızı Toprak/Red Ochre	Kırmızı	Fe ₂ O ₃	Prehistorik-Neolitik
Malahit	Yeşil	CuCO ₃ .Cu(OH) ₂	Antik (Mısır)
Krom (III) oksit	Yeşil	Cr ₂ O ₃	1800
Green Earth	Yeşil	K[Al,Fe ^{III}),(Fe ^{II} ,Mg] (AlSi ₃ , Si ₄), O ₁₀ (OH) ₂	Antik (Yunan)
Emerald Yeşili	Yeşil	3Cu(AsO ₂) ₂ . Cu(CH ₃ COO) ₂	1814
Scheele's Yeşili	Yeşil	CuHAsO ₃	1778
Verdigris	Yeşil	Cu(OH) ₂ .(CH ₃ COO) ₂ .5 H ₂ O	Antik (Yunan)- Orta Çağ
Smalt	Mavi	SiO ₂ .K ₂ O.Al ₂ O ₃ . CoO	Antik-1500
Prussian Blue	Mavi	Fe ₄ (Fe (CN) ₆) ₃	1704
İndigo	Mavi	C ₆ H ₁₀ N ₂ O ₂	400
Kobalt Blue	Mavi	CoO.Al ₂ O ₃	1775
Cerulean blue	Mavi	CoSnO ₃	1810-1821
Lazurit/Ultramarin Mavisi	Mavi	Na ₈₋₁₀ .Al ₆ Si ₆ O ₂₄ S ₂₋₄	Antik-Roma-(6.yy Afganistan)
Azurite/Blue Verditer	Mavi	2CuCO ₃ .Cu(OH) ₂	Antik (Mısır)-1700
Krom Yellow	Sarı	PbCrO ₄	1797-1809
Massicot	Sarı	PbO	1300
Orpiment	Sarı	As ₂ S ₃	Antik (Mısır)
Realgar	Sarı	As ₄ S ₄	Antik (Mısır)
Limonite	Sarı	FeO(OH).nH ₂ O	Neolitik
Kurşun-kalay yellow	Sarı	Pb ₂ SnO ₄	Antik-1300
Lemon/Baryum sarısı	Sarı	BaCrO ₄	1830
Sarı Toprak/Yellow Ochre	Sarı	Fe ₂ O ₃ .H ₂ O, FeO(OH))	Prehistorik-Neolitik
Kurşun Sarısı	Turuncu	PbO ₂	1300
Burnt Umber	Kahverengi	(Fe ₂ O ₃ .H ₂ O ₃ .(MnO ₂ .nH ₂ O).Al ₂ O ₃	Antik
Brown Iron Oxide/Kahve Demir Oksit	Kahverengi	Fe ₂ O ₃ +FeOOH	Prehistorik-Neolitik
Kobalt (II) arsenit	Pembe	Co ₃ (AsO ₄) ₂	1859
Karbon Siyahı	Siyah	C	Prehistorik-Neolitik
Kemik Siyahı	Siyah	Ca ₃ (PO ₄) ₂ + CaCO ₃ +C	Prehistorik-Neolitik
Lithopone	Beyaz	BaSO ₄ .ZnO.ZnS	1874
Kurşun Karbonat	Beyaz	PbCO ₃ .Pb(OH) ₂	Antik(Yunan)- Prehistorik- 500 B. C.
Çinko oksit	Beyaz	ZnO	1781-1834
Kalsit /Chalk /Kireç beyazı	Beyaz	CaCO ₃	Prehistorik-Antik
Alçı/Gypsum	Beyaz	CaSO ₄ .2H ₂ O	
Titanyum Beyazı	Beyaz	TiO ₂	1921

2.5.2. Kapadokya bölgesinde bulunan kaya oyma kiliselerdeki duvar resimleri

M. S. 17'de bir Roma eyaletine dönüştürülen Kapadokya Bölgesi, yaklaşık üç yüz yıl süren Roma egemenliğinin ardından 330 yılında Roma İmparatorluğu'nun ikinci başkenti olarak ilan edildi ve Doğu Roma'ya bağlandı. Roma döneminde Anadolu'da yaygınlaşan Hıristiyanlık ile şehirlerden köylere ilk Hıristiyanların göçü başladı. İncil'den elde edilen bilgilere göre Kapadokya Bölgesi'nde Hıristiyanlığın yayılması, I. Konstantinos dönemi (313 tarihinde) Hıristiyanlığı resmen tanınmasından önceye tarihlenmektedir. Kapadokya Bölgesi, kolay oyulabilir kaya yapısı ve iklim özelliklerine uygun (yazın serin, kışın sıcak tutan bir özellik gösteren kayaç yapısı) barınma imkânları nedeniyle, Hıristiyanlıktan önceki topluluklar bu bölgeyi yerleşim yeri olarak kullanılmıştır [42]. Bizans Kapadokya'sını tanımlayan en önemli unsur Hıristiyanlıktır. Bölge 4. yüzyıldan itibaren Göreme ve çevresini keşfeden Hıristiyanlar, Kayserili Aziz Basil'in dünya görüş ve düşüncesini benimsemiş ve kayaların içinde manastır yaşamına başlayarak bölgeye çok sayıda kayadan oyma kiliseler inşa etmişlerdir [43].

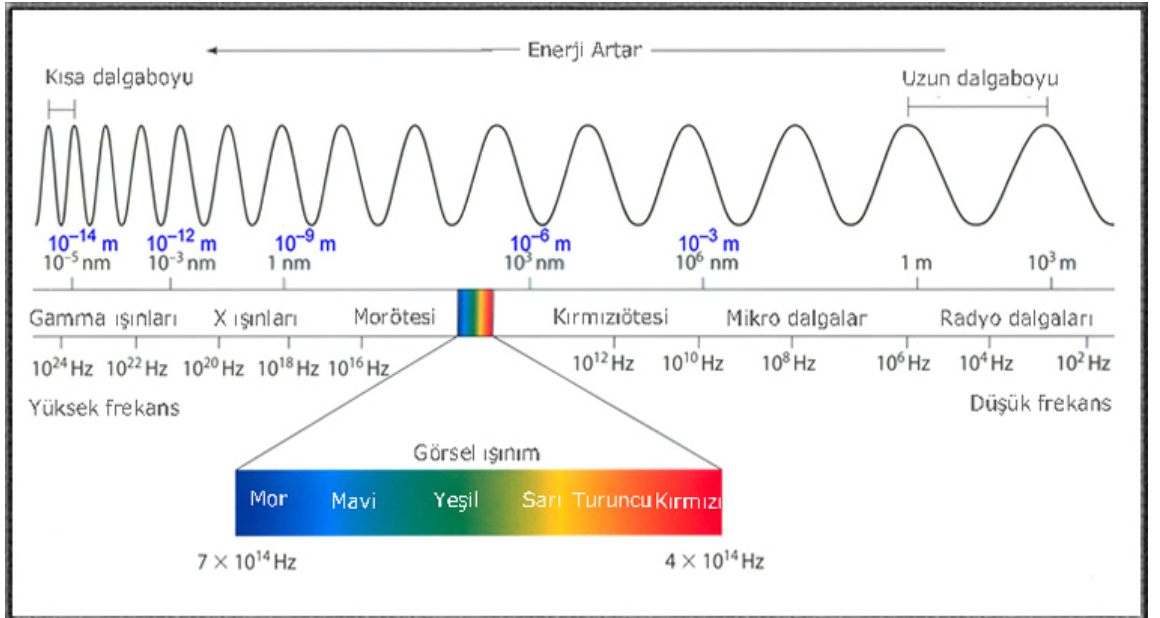
646'da başlayan ilk Arap saldırısı, bölgede Bizanslılar ile Araplar arasında 11. yüzyıla dek sürmüş ve bölgede dinsel ve kültürel açıdan değişimler yaşanmış (ikonaklazm gibi) ve bu değişim daha sonraki dönemlerde bölgeye egemen olan Selçuklu döneminde de sürmüştür. Örneğin; Selçuklu hükümdarlarının siyasi amaçla yaptıkları evlilikleri sonucu 13 yüzyıl duvar resimlerinde Bizanslıların kaftan giysili, sarıklı, türbanlı figürlerle yapıldığı gözlemlenmiştir [9, 45].

Bölgeye Türklerin egemen olması ile birlikte Türkler Hıristiyanlık inancını benimsememekle beraber; bölgede bulunan kaya kiliselerin duvar resimleri, kitabelerinden anlaşılacağı üzere kilise yapımı ve resimlenmesine karşı çıkmamışlardır [9, 44]. 1924 Lozan Nüfus Mübadelesi'ne kadar bölgede yaşayan Hıristiyan halk kilise yapımını sürdürmüştür [46].

2.6. Duvar Resimlerinin Analizinde Kullanılan Yöntemler

Arkeolojik örnekleri ve sanat eserlerinden alınan numuneleri incelemek için çok çeşitli analitik teknikler mevcuttur [47]. Bölgede bulunan ana taşıyıcı kaya, sıva ve pigmentten oluşan tarihi önemi tartışmasız olan duvar resimlerinin (tarihi yapıların değerli ve değiştirilemez olması sebebi ile) inceleme ve analizindeki temel kavram, bir nesnenin temel ve/veya izotopik bileşimini belirlemek için çeşitli türde elektromanyetik spektruma dayalı yöntemlerden (radyasyondan) faydalanılarak hızlı ve doğru sonuçlar elde edilen teknikler kullanılmasıdır [48].

Radyasyon veya ışınım, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerji yayımı ya da aktarımıdır. Elektromanyetik dalga ise elektrik ve manyetik alanlarının titreşimidir. Elektromanyetik spektrum çok büyük bir dalga boyu ve frekans (dolayısıyla enerji) aralığını içermektedir. İnsan gözünün algılayabildiği görünür bölge, Şekil 2.1’de diğer bölgelere göre çok küçük bir alanı kapsamaktadır. Görünür bölge ile birlikte, insan gözünün algılayamadığı mor ötesi ve kızıl ötesi bölgelerini de içeren spektrokimyasal yöntemlerin tümü optik yöntemler olarak anılır [49].



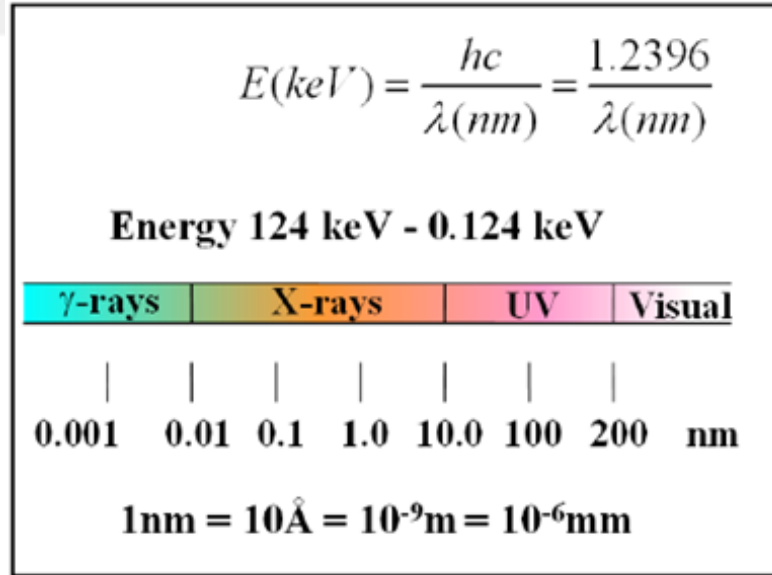
Şekil 2. 1. Elektromanyetik spektrum [50]

2.6.1. X Işını floresans spektrometrisi (XRF)

X-ışını spektroskopisi elektromanyetik ışının emisyon, absorpsiyon, saçılma, floresans ve kırınım ölçümüne dayanır. Periyodik tablodaki atom numarası Na elementinden büyük bütün elementlerin kalitatif ve kantitatif tayini için kullanılır [51].

2.6.1.1. X-ışını tanımı

X-ışınları, yüksek enerjili elektronların yavaşlaması veya atomun iç orbitallerindeki elektronların elektronik geçişleri ile oluşturulan, kısa dalga boylu elektromanyetik ışınlardır. Şekil 2.2’de görüldüğü gibi X-ışınlarının dalga boyu aralığı yaklaşık 10 Å’ dan 100 Å kadardır. Ancak klasik X ışınları spektroskopi yaklaşık 0,1 Å ile 25 Å aralığını kapsar [49]. X-ışınlarının sahip olduğu dalga boyu ile enerjileri arasında ters orantı bulunur [52].



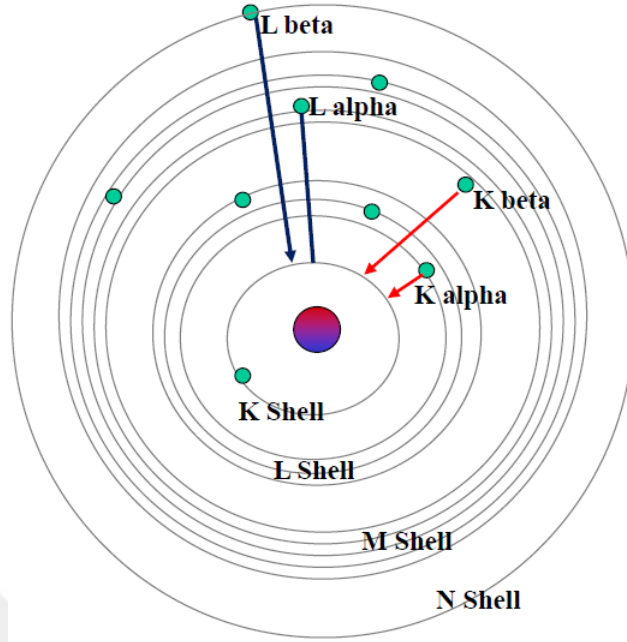
Şekil 2. 2. Elektromanyetik ışınma[53]

2.6.1.2. Karakteristik X-ışınlarının elde edilişi ve özellikleri

X-ışınları, analitik amaçlı dört yöntem ile elde edilir; bir metal hedefin yüksek enerjili bir elektron demeti ile bombardımanı, ikincil bir X-ışınları demeti floresansı elde etmek

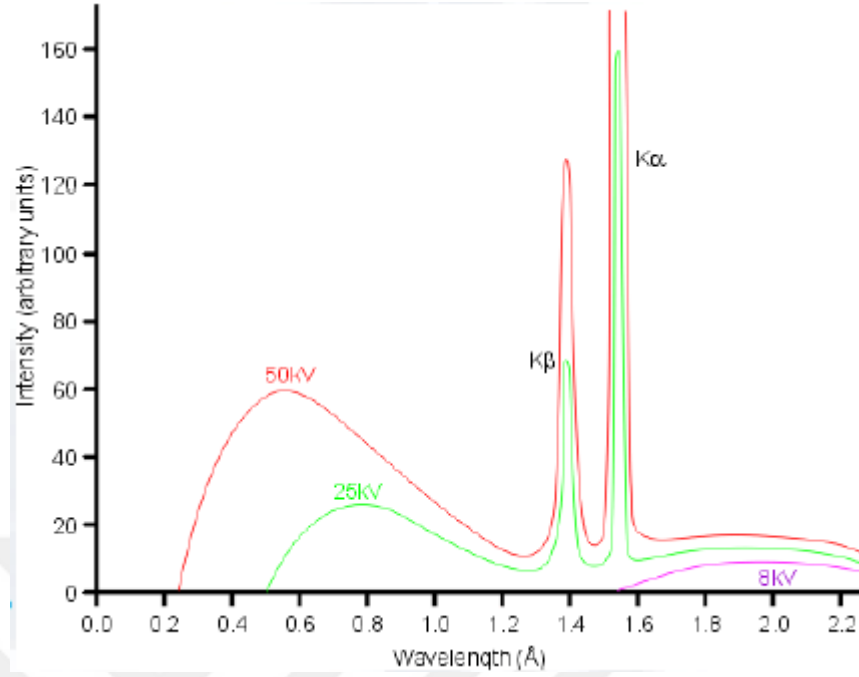
için maddenin birincil X-ışınlarına maruz bırakılması, bozunma sonucu X-ışınları emisyonu, bir sinkrotron bir radyoaktif kaynaktan olmak üzere analitik amaçlı dört yöntem ile elde edilir [53,54].

X-ışınları çizgi spektrumu atomdaki iç orbital elektronlarının elektronik geçişleri sonucu meydana gelir. Katottan gelen yüksek enerjili elektronlar hedef atomun çekirdeğe en yakın orbitallerindeki elektronları kopardığı zaman kısa dalga boylu K serisini oluşturur. Çarpışma sonucu oluşturulan uyarılmış iyon da daha dış orbitaldeki elektronlar boş orbitale geçerken X-ışını kuvantı yayınlanır. Şekil’de görüldüğü gibi K serisindeki çizgiler atoma daha yakın ve daha yüksek enerji seviyelerini ve K kabuğu arasındaki elektronik geçişler sonucu meydana gelir. Katottan gelen elektronların ikincil kabuk (L kabupu) elektron fırlatması ile K veya K ışınının yayınlanmasına neden olan bir L elektronunun K seviyesine geçmesi ile ikincil kuantum seviyesinden bir elektron kaybedildiği zaman L serisi çizgileri ortaya çıkar. Şekil 2.3’de $K\alpha$; L tabakasındaki elektronun, K tabakasından oluşturulan elektron boşluğuna geçiş açığa çıkan foton K alfa X-ışını, $K\beta$; M tabakasından, K tabakasındaki elektron boşluğuna geçişi ile yayınlanan K beta X-ışını, $L\alpha$; M Tabakasından L tabakasındaki boşluğa geçişi ile yayınlanan L alfa X-ışını, $L\beta$; N tabakasından L tabakasına geçişi ile yayınlanan L beta X-ışını olarak adlandırılır. [53-55]. K ve L seviyeleri arasındaki enerji farkı M ve L seviyeleri arasındaki enerji farkından çok daha büyüktür. Bu nedenle K çizgileri daha kısa dalga boylarında görülür. Atom numarası arttıkça çekirdek yükü arttığı için, seviyeler arasındaki enerji farkı artar; bu nedenle daha ağır elementlerde K serisi ışınları görülür [56,57]. Daha hafifler dışındaki bütün elementlerin karakteristik X-ışınları çizgilerinin dalga boyları elementin fiziksel ve kmyasal halinden bağımsızdır, çünkü bu çizgilerden sorumlu geçişler bağ elektronları değildir.



Şekil 2. 3. Karakteristik X-ışınları (K, L, M geçişleri) [53]

Bir X-ışını demeti ince bir tabakadan geçtiğinde absorpsiyon ve saçılma sonucu ışının şiddeti ve gücü genellikle azalır. X-ışını absorpsiyonu, atomun iç kabuk elektronlarından birinin fırlatılmasına ve bunun sonucunda uyarılmış bir iyon oluşumuna neden olur. Bu süreçte ışının fotoelektron kinetik enerjisi ve uyarılmış atomun potansiyel enerjisi (elektronu koparmak için gerekli enerji) arasında paylaşılır. Şekil 2.4'de görülen spektrumda dalga boyuna gelen kuvantum enerjisi, elementin en yüksek enerjili K elektronunu fırlatmak için gerekli enerjiye eşittir. Bu dalga boyunun hemen yanındaki ışın enerjisi K elektronunu uzaklaştırmaya yetmediği için absorpsiyonda ani bir azalma olur [55-57].



Şekil 2. 4. Karakteristik X-ışını çizgi spektrumu [53]

2.6.1.3. X-ışınları spektrometrisi ile kimyasal analiz

X-ışınları spektrometresi ile kimyasal analizinde, numune hedef alana yerleştirilir ve numunenin ışınlanması X-ışınları tüpünden veya bir radyoaktif kaynaktan sağlanan X-ışını demeti ile yapılır. Bu durumda birincil X-ışınları numunedeki elementler tarafından absorplanırlar ve kendi karakteristik X-ışını floresanslarını yayarlar. Bu işlem X-ışınları floresans veya emisyon yöntemi olarak adlandırılır. Atom numarası O elementinden büyük (>8) olan elementlerin analizinde sıkça kullanılmakta olup birçok analitik tekniğin tersine numuneyi tahrip etmemektedir. X ışınları floresans cihazları iki tiptir: dalga boyu dağılımlı spektrometre (WDS) ve enerji dağılımlı spektrometre (EDS) [52-58].

Bir XRF cihazı X-ışını kaynağı, dedektör sistemi ve veri işleme sistemi olmak üzere üç kısımdan oluşur. Dalga boyu dağılımlı ayırımı cihazlarda, X-ışını demeti paralel hale gelirken veya dalga boylarına ayrılırken büyük oranda enerji kaybına uğradığı için daima ışık kaynağı olarak tüp kullanılır ve numuneden gelen karakteristik X-ışınının

kantitatif tayini için kristal kırınımı kullanılır. Tek kanallı ve çok kanallı olmak üzere iki farklı türü bulunur. [52-58]

Enerji ayrımlı spektrometre X-ışınları tüpü veya radyoaktif bir malzemedan polikromatik kaynak, numune tutucu, yarı iletken bir dedektör ve enerji ayırımı için gerekli çeşitli elektronik bileşenlerden oluşur. Enerji dağılımlı cihazlar, dalga boyu dağılımlı cihazlardan daha uygun fiyatlıdır [52-58].

1912 yılında Von Laue tarafından keşfedildikten sonra X ışınları kırınımı pek çok alanda bilime katkı sunmuştur. X-ışınları spektrometresi numunede bulunan bileşikler hakkında kalitatif ve kantitatif bilgi sağlayabilen önemli bir analitik yöntemdir. [52-58].

2.6.2. Raman spektrometrisi

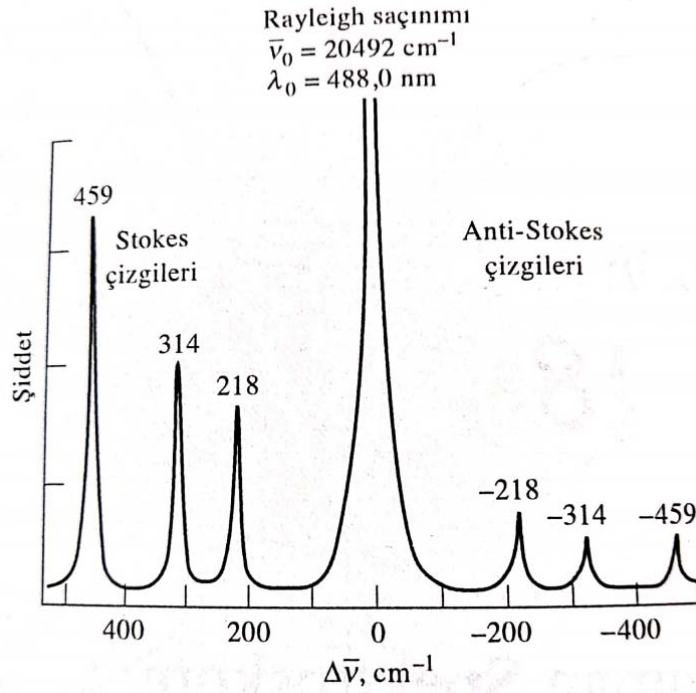
Işın geçirgen bir ortamdandan geçerken, ortamdaki türler, gelen ışın demetinin bir kısmını çeşitli yönlere doğru saçarlar. Hintli fizikçi C. V. Raman, belirli moleküllerce saçılan ışının ufak bir kesrinin görünür alandaki dalga boyunun gelen ışığıkinden farklı olduğunu ayrıca dalga boyundaki kaymaların, saçılmadan sorumlu moleküllerin kimyasal yapısına bağlı olduğunu 1928 yılında keşfederek, 1931 yılında Nobel Fizik Ödülünü almıştır [59].

2.6.2.1. Raman spektrometrisi tanımı ve özellikleri

Raman spektrumları, bir numuneyi görür alan veya yakın-infrared monokromatik ışından oluşan güçlü bir lazer kaynağıyla ışınlama yoluyla elde edilir. Işınlama süresince saçılan ışının spektrumu uygun bir spektrometre ile belirli bir açıdan (genellikle 90°) ölçülür. Raman çizgilerinin şiddetleri en fazla kaynak şiddetinin %0,001'i kadardır. Bu yüzden bunların belirtilmesi ve ölçümü infrared spektrumundan biraz daha zordur [60].

Şekil 2.5'te, bir karbon tetraklorür numunesinin 488 nm dalga boylu argon iyonu lazerinin yoğun bir demetiyle ışınmasından elde edilen Raman spektrumunun bir bölümü gösterilmektedir. Yayınlanan ışın Stokes saçılımı, anti-Stokes saçılımı ve Rayleigh

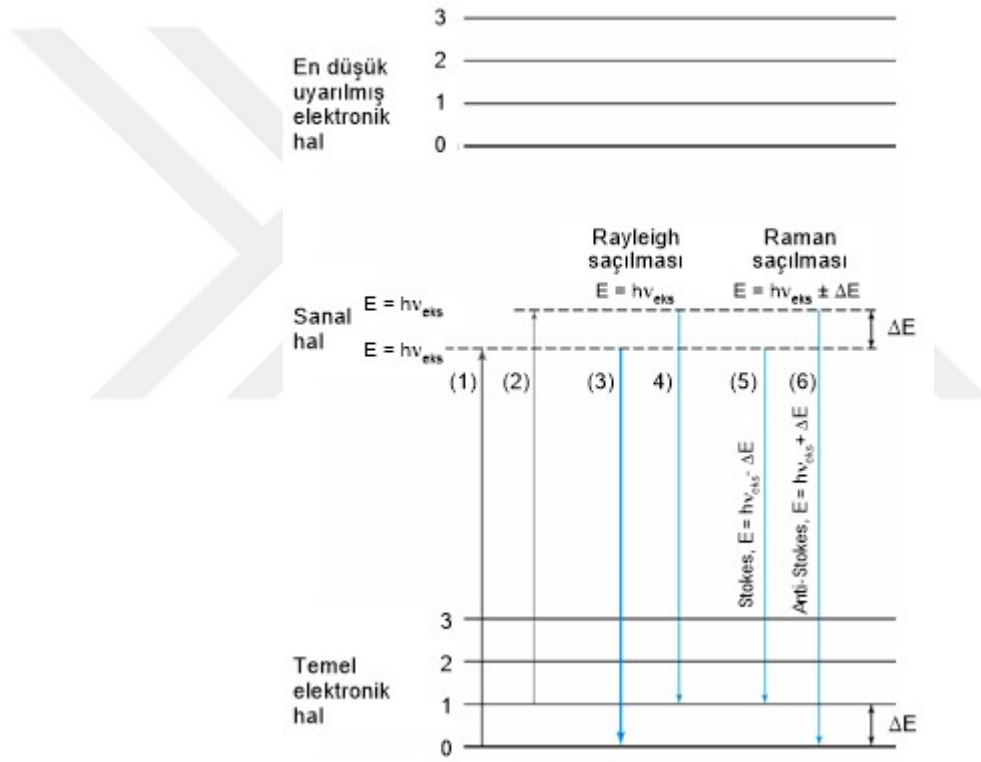
saçılımı olmak üzere üç tiptir. Sonuncu saçılım tipinin dalgaboyu, uyarıcı kaynağınki ile tamamen aynı olup bu saçılım diğer iki tipten belirgin bir şekilde daha fazladır. Yatay ekseninde dalga sayısı kayması yer almakta olup gözlemlenen ışının ve kaynağının dalga sayıları (cm^{-1}) arasındaki fark olarak tanımlanır. Stokes çizgileri, Rayleigh pikinden daha küçük dalga boyunda çıkarlar. Genel olarak anti-Stokes çizgileri bunlara gelen Stokes çizgilerinden çok daha az şiddetlidir. Floresans, anti-stokes değil, Stokes kaymalarının gözlemlenmesinde ciddi girişim gösterebilmesidir. Bu yüzden, floresans gösteren numunelerde anti stokes sinyalleri daha düşük şiddetlere rağmen faydalı olabilir [60,61].



Şekil 2. 5. Karbon tetra klorür numunesinin Raman spektrumunun bir bölümü [61]

Raman spektroskopide, spektral uyarma normal olarak, analitin herhangi bir absorpsiyon pikinden yeterince uzakta bir dalga boyuna sahip ışın ile yapılır. Şekil 2.6'da enerji-seviye diyagramı, Raman ve Rayleigh saçılmalarının kaynaklarına ait kalitatif bir görünüm verir. Soldaki koyu ok kaynaktan gelen bir fotonla etkileştiğinde moleküldeki enerji değişimini gösterir. Soldan ikinci ok ve daha ince olan ok, fotonla karşılaşan molekülün, elektronik temel halin birinci titreşim seviyesinde bulunması durumunda ortaya çıkabilecek değişim tipini göstermektedir. Ortadaki ikinci ok,

Rayleigh saçılımını oluşturan değişimleri gösterir ve bu saçılımda enerji kaybı olmadığına dikkat edilmesi ve bunun sonucu foton ile molekül arasındaki çarpışmaların esnek olduğu söylenmektedir. Stokes ve anti-Stokes emisyonunu oluşturan enerji değişimleri sağ tarafa verilmektedir. Bu ikisi, Rayleigh ışınından temel halin birinci titreşim düzeyinin enerjisi olan $-\text{veya} + \Delta E$ ' ye karşı gelen frekanslar kadar farklıdır. Bağ infrared aktifse, bağın absorpsiyon enerjisinde ΔE kadar olduğu dikkat çekmektedir. Raman frekans kayması ve infrared absorpsiyon pik frekansı özdeşdir [61].

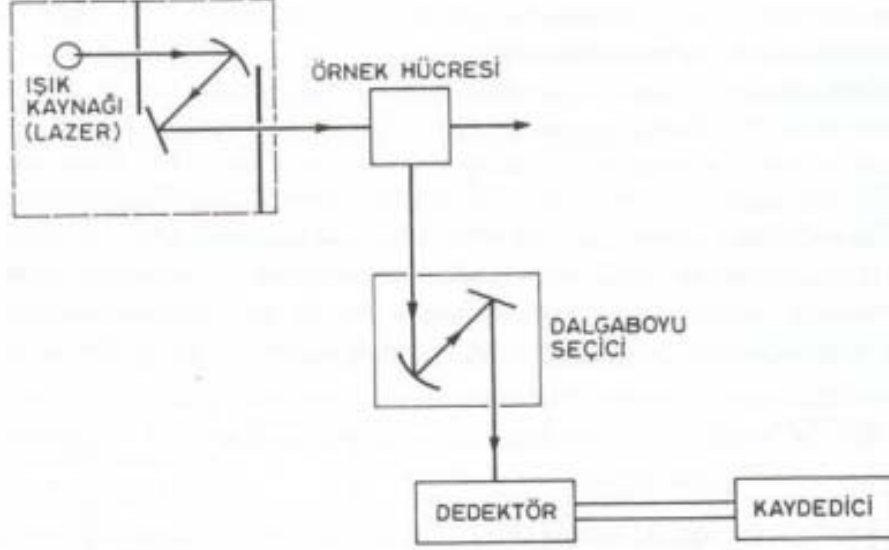


Şekil 2. 6. Rayleigh ve Raman saçılımının esası [61]

2.6.2.2. Raman spektrometrisi ile kimyasal analiz

Modern Raman spektroskopisinde kullanılan cihazlar 3 temel bileşenden oluşur. Bunlar bir adet lazer kaynağı, bir numune aydınlatma sistemi ve birde uygun spektrometre. Ancak bu bileşenlerin performans özellikleri diğer moleküler spektrometrelelerinden

çok daha önemlidir çünkü Raman saçılım sinyali, Rayleigh saçılımından oluşan sinyale göre daha zayıftır [61].



Şekil 2. 7. Raman spektrometrisi [62]

Şekil 2.7' de görüleceği üzere Raman Spektrometresi düzeneği; bir (ışın) lazer kaynağı, örnek hücresi, dedektör ve veri kaydediciden oluşur. Raman Spektrometresi'ni kullanmaya başlamadan önce dedektörü mutlaka $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye getirmek gerekmektedir [62].

Raman spektroskopisi organik ve inorganik sistemlerin kalitatif analizlerinde uygulanmaktadır. İnorganik sistemlerin incelenmesi açısından Raman tekniği infredden üstündür, çünkü sulu çözeltiler kullanılabilir. Organik türlerin fonksiyonel gruplarının belirtilmesinde yararlı bölgeler ile belirli bileşiklerin tanınmasında olanak veren parmak izi bölgelerine sahip olmaları bakımından infrared spektrumuna benzer. Raman numune düzenekleri nemden etkilenmez ve numunelerde var olan az miktardaki su ile girişim yapmaz ancak buna rağmen kantitatif analizde yer diğer absorpsiyon cihazlarına göre maliyetli olması nedeni ile yaygın olarak kullanılmaz [61,63].

2.6.3. İnfared spektrometrisi

Spektrumun infrared bölgesi, ışının 12800 ile 10 cm^{-1} dalga sayılı veya $0,78$ ile $1000 \text{ }\mu\text{m}$ dalga boylu kısmını kapsar. Hem cihaz hem de uygulama açısından infrared spektrumu; yakın, orta ve uzak infrared ışınları olmak üzere 3 bölgeye ayrılır. Şekil 2.8'de görülen çizelgede bu 3 infrared bölgeye dayanan yöntemlerin teknik uygulamaları birbirinden farklılık göstermektedir [61].

Bölge	Dalgaboyu (λ) Aralığı, μm	Dalga sayısı ($\bar{\nu}$) Aralığı, cm^{-1}	Frekans (ν) Aralığı, Hz
Yakın	0,78 – 2,5	12800 – 4000	$3,8 \times 10^{14}$ – $1,2 \times 10^{14}$
Orta	2,5 – 50	4000 – 200	$1,2 \times 10^{14}$ – $6,0 \times 10^{12}$
Uzak	50 – 1000	200 – 10	$6,0 \times 10^{12}$ – $3,0 \times 10^{11}$
En çok kullanılan	2,5 – 15	4000 – 670	$1,2 \times 10^{14}$ – $2,0 \times 10^{13}$

Şekil 2. 8. İnfared spektral bölgeleri [61]

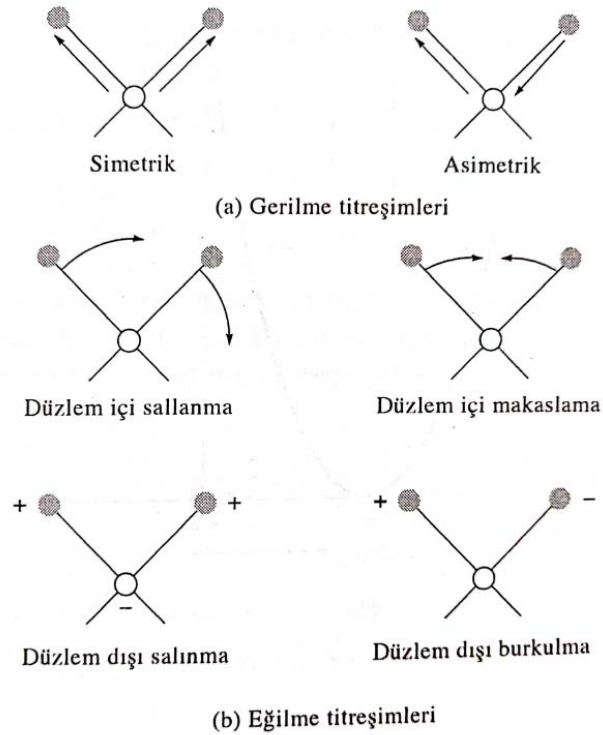
2.6.3.1. İnfared tanımı ve özellikleri

Dalga sayısı, hem enerji hemde frekansla doğru orantılı olduğundan infrared spektroskopide genellikle doğrusal bir dalga sayısı skalası kullanılmaktadır. İnfared ışınları ultraviyole görünür ve X-ışınları ile ilgili olan elektronik geçişlerin hepsini oluşturacak kadar enerjili değildir. Bu nedenle infrared ışınının absorpsiyonu, çeşitli titreşim ve dönme halleri arasındaki enerji farklarının küçük olması yüzünden daha çok moleküler yapılarla sınırlıdır [61].

İnfared ışını absorplayabilmesi için bir molekülün titreşim veya dönme hareketi sonucunda, molekülün dipol momentinde net bir değişme meydana gelmelidir. Bu şartlar altında, ışının değişen elektrik alanı ile molekül etkileşebilir ve moleküldeki hareketlerin birbirinin genliğinde bir değişmeye neden olur. Örneğin, hidrojen klorür gibi bir molekülün etrafındaki yük dağılımı, klorun hidrojenden daha çok elektron yoğunluğuna sahip olması nedeni ile simetrik değildir ve belli bir dipol momentine sahiptir,

bu moleküllere polar molekül denir. Dipol moment, yük merkezleri arasındaki uzaklık ve yük farkının büyüklüğündeki farka bağlıdır. Hidrojen klorür molekülü titreşirken, dipol momentinde bir değişme olur ve ışığın elektrik alanı ile etkileşebilecek bir alan meydana gelir. Işının frekansı molekülün doğal titreşim frekansına uyarsa, moleküler titreşimin genliğinde bir değişme meydana getiren net bir alış-veriş gerçekleşir ve buda ışın absorpsiyonudur. Benzer şekilde asimetrik moleküllerin ağırlık merkezi etrafında dönmesi, ışınla etkileşebilen periyodik bir dipol değişim meydana getirir [61,64].

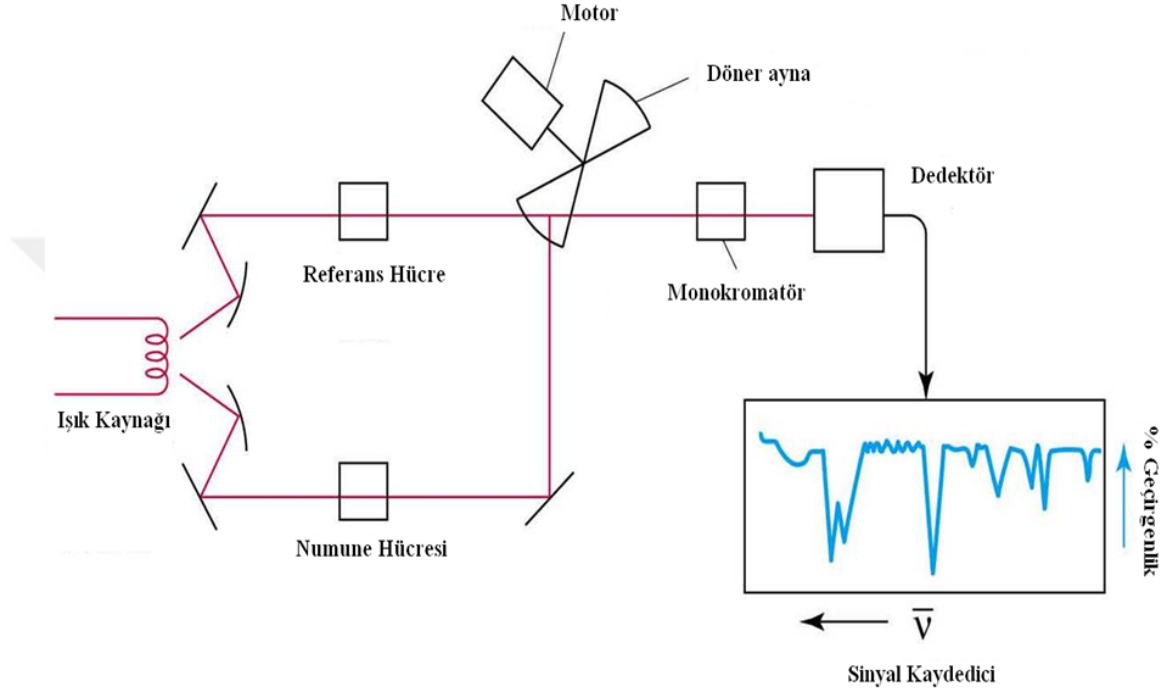
Bir moleküldeki atomların birbirine göre yerleşim durumları tam olarak sabit olmayıp, moleküldeki bağlar etrafında çok sayıda titreşim ve dönme sonucu devamlı değişir. Titreşimler gerilme ve eğilme olarak adlandırılan iki grupta toplanabilir. Gerilme titreşiminde, iki atom arasındaki bağ eksenini boyunca atomlar arasındaki uzaklığın devamlı değişmesi söz konusudur. Eğilme titreşimleri ise iki bağ arasındaki açının değişmesi ile karakterize edilir ve Şekil 2.9'da şematik olarak gösterildiği üzere dört tiptir; makaslama, sallanma, burkulma ve salınma. Bu titreşim tipleri ikiden fazla atom içeren molekülde görülür [61].



Şekil 2. 9. Moleküler titreşim türleri [61]

2.6.3.2. İnfrared spektrometresi ile kimyasal analiz

İnfrared absorpsiyonun ölçümünde kullanılan 3 tip cihaz bulunsada günümüzde en çok kalitatif ve kantitatif ölçümlerde kullanılan fourier dönüşümlü spektrometreler hız, güvenilirlik ve kullanımları nedeniyle tercih edilmektedir [61].

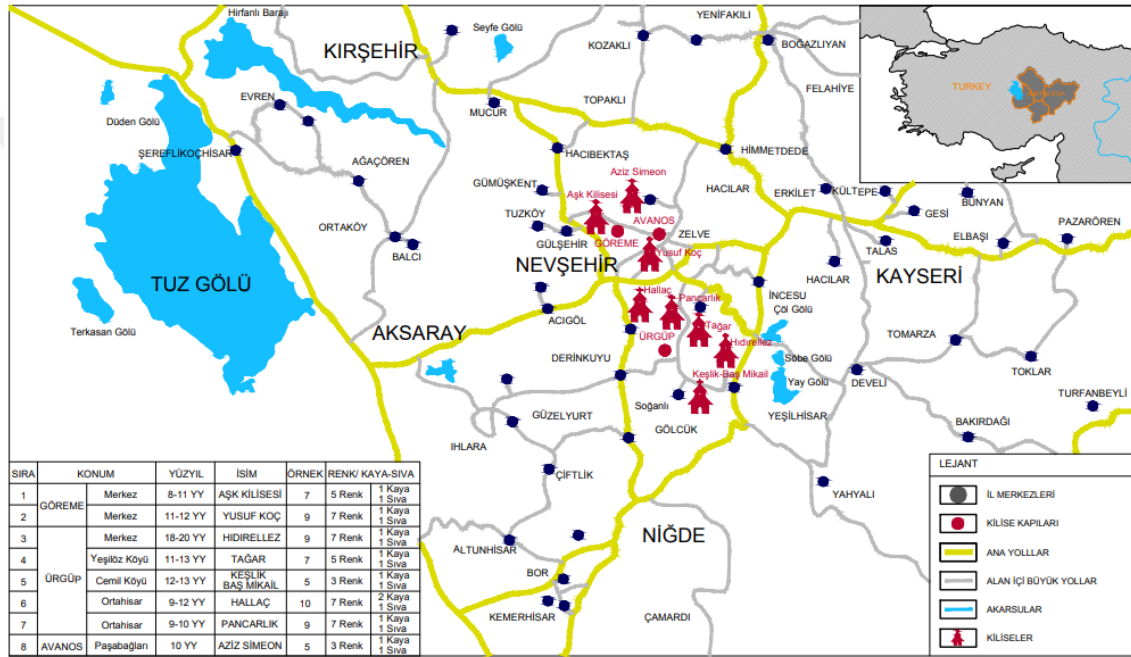


Şekil 2. 10. İnfrared spektrometresi [65]

Fourier dönüşümlü spektroskopi ilk defa 1950'li yıllarda astronomlar tarafından uzak yıldızların infrared spektrumlarını incelemek için geliştirilmiştir. Ticari olarak bulunan Fourier dönüşümlü cihazların pek çoğu, Michelson interferometreye dayanır. Bir molekülün infrared absorpsiyon spektrumu en belirgin özelliklerinden birisidir. Sadece bir molekülün optik izomerlerinin infrared spektrumları birbirinin aynısıdır. Bu nedenle erime noktası, kaynama noktası elementel analiz sonuçları kırılma indisi gibi bilgilerle birlikte kullanıldığı zaman infrared spektrumları maddenin nitel analizi açısından vazgeçilmez bir bilgi kaynağıdır. En yaygın olarak kullanıldığı alan moleküllerin infrared spektrumları yardımıyla yapılarının aydınlatılmasıdır. Bilinmeyen maddelerin infrared spektrumları şüphelenilen maddelerin aynı koşullarda çekilen spektrumları ile veya kataloglarda bulunan spektrumlarla karşılaştırılır. Spektrumların özellikle parmak izi bölgesi kataloglardaki spektrumlar ile uyuşmalıdır [61, 66].

Şekil 2.10'da görülen bu yöntem ile, moleküler bağ karakterizasyonu yapılarak; katı, sıvı, gaz veya çözelti halindeki organik bileşiklerin yapısındaki fonksiyonel gruplar, iki bileşiğin aynı olup olmadığı, yapıdaki bağların durumu, bağlanma yerleri ve yapının aromatik yada alifatik olup olmadığı belirlenebilir [61,67].

2.7. Çalışma Yapılan Kiliselerin Konumları ve Yüzyılları



Şekil 2. 11. Kiliselerin konumları, yüzyılları (Çizim Emine GÜLER) [68]

Çalışma yapılan kiliselerin dış görünüşü, bulunduğu konum ve yüzyıllarına ilişkin bilgiler aşağıdaki gibi düzenlenmiş olup Şekil 2.11'de Kapadokya bölgesinde kiliselerin yer aldığı konumlar gösterilmiştir.

2.7.1. Karşibucak (Aşk) Kilisesi



Şekil 2. 12. Aşk Kilisesi dış görünümü

Şekil 2.12' de görülen Kilise, Nevşehir'e 12 km uzaklıktadır. Göreme'nin Karşibucak Mevkiisi'nde yolun sağında olup yoldan 400 m içeridedir. Kilise içinde bulunan duvar resimlerinde yer alan kalp figürlerinden dolayı Aşk Kilisesi olarak anılsa da bilimsel yayımlarda bulunduğu mevkii adı Karşibucak Kilise olarak geçmektedir [69,70]. Kilise 8-11. yüzyıllar arasına tarihlenmektedir [71].

2.7.2. Yusuf Koç Kilisesi



Şekil 2. 13. Yusuf Koç Kilisesi dış görünümü

Şekil 2.13' te görülen Kilise, Nevşehir'e 12 km uzaklıktadır. Göreme'de Makat Sokak'ta yer almaktadır. Kilise 11-12. yüzyıllar arasına tarihlenmektedir [71].

2.7.3. Aziz Simeon Kilisesi

Eskiden Rahipler Vadisi bugün ise “Paşabağı” olarak adlandırılan alan, Nevşehir’e 20 km uzaklıkta yer almaktadır. Göreme-Avanos yolunun sağında, yoldan 1 km içeridedir. Şekil 2.14’de Kilise 10. yüzyıla tarihlenmektedir [71].



Şekil 2. 14. Aziz Simeon Kilisesi dış görünümü

2.7.4. St. Theodora (Tağar/Yeşilöz) Kilisesi

Şekil 2.15’te görülen St. Theodora Kilisesi, Nevşehir’e 40 km uzaklıktadır. Ürgüp’e 17 km uzaklıkta bulunan Yeşilöz (Tağar) Köyü’nde yer almaktadır. Kilise aynı zamanda bulunduğu konum itibari ile Yeşilöz (Tağar) olarak da bilinmektedir. Büyük bir kaya kütesine oyulmuş haç planlı merkezi kubbesi ve yüksekliği ile mimari açıdan bölgede farklı bir öneme sahiptir [72]. Kilise 10-13. yüzyıllar arasına tarihlenmektedir [71].



Şekil 2. 15. Tağar Kilisesi dış görünümü

2.7.5. Hallaç Manastırı ve Saint Paul Kilisesi



Şekil 2. 16. Hallaç Manastırı dış görünümü

Şekil 2.16’da görülen Nevşehir’ e 15 km uzaklıkta olan Hallaç Manastırı, Ortahisar Köyü’ nde bulunur ve Ürgüp-Nevşehir yolunda bulunan Ortahisar ilçesinin 1.4 km iç kısmında yer almaktadır. Kilise, 9-12 . yüzyıllar arasına tarihlenmektedir [72]. Manastır geniş bir kayalık alana üç cepheli olarak oyulmuş olup önünde açık bir alanı bulunmaktadır. Manastır; Hastane salonu, toplantı salonu, St.Paul Kilisesi, mutfak ve güvercinliklerden oluşmaktadır [73].

2.7.6. Pancarlık Kilisesi



Şekil 2. 17. Pancarlık Kilisesi dış görünümü

Şekil 2.17’de görülen ve Nevşehir’ e 19 km uzaklıkta olan Pancarlık Kilisesi, Ürgüp-Mustafapaşa yolunun 2.5 km iç kısmında bulunmaktadır. Kilise 9-10. yüzyıllar arasına tarihlenmektedir [71].

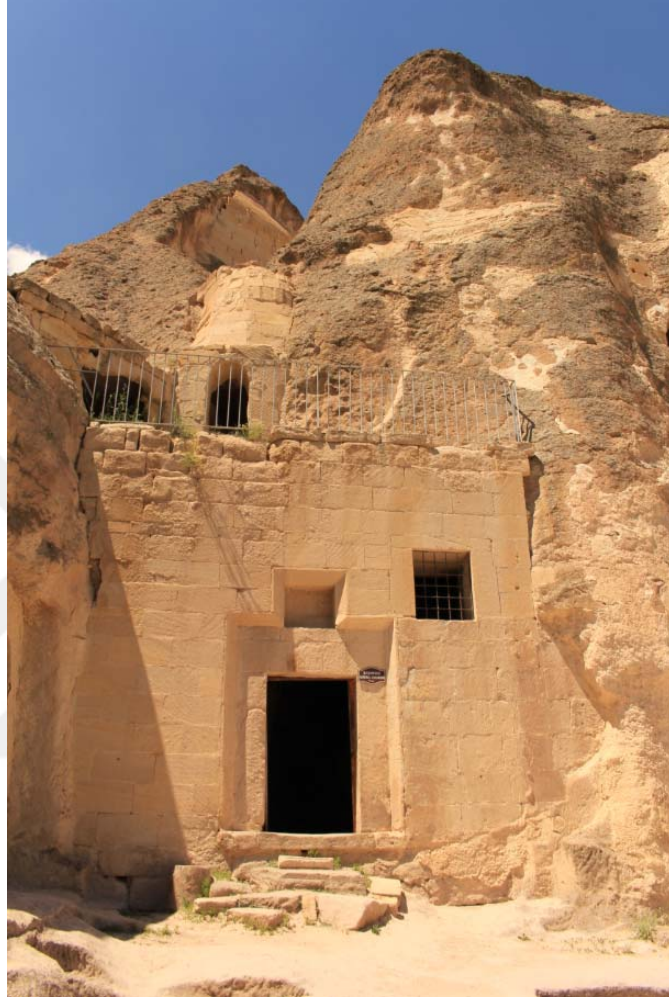
2.7.7. Hıdırellez (Aziz Georgios) Kilisesi



Şekil 2. 18. Hıdırellez Kilisesi dış görünümü

Şekil 2.18’de görülen ve Nevşehir’ e 20 km uzaklıkta olan Hıdırellez Kilisesi, Ürgüp’ te Yenicamii Mahallesi İstiklal Caddesinde bulunmaktadır. Aziz Georgios olarak da bilinen kayadan oyma kilisenin doğu duvarında üst kısımda tasvirler yer alırken, güney kısmında profil taş oyma kabartmalar bulunmaktadır. Kilisenin kuzey duvarında bulunan duvar resminin üzerinde 1876 tarihi ve ressamın imzası yer almaktadır [72]. Kilise 18-20. yüzyıla tarihlenmektedir [71].

2.7.8. Keşlik Manastırı, Baş Mikail (Archangelos) Kilisesi



Şekil 2. 19. Keşlik Manastırı dış görünümü

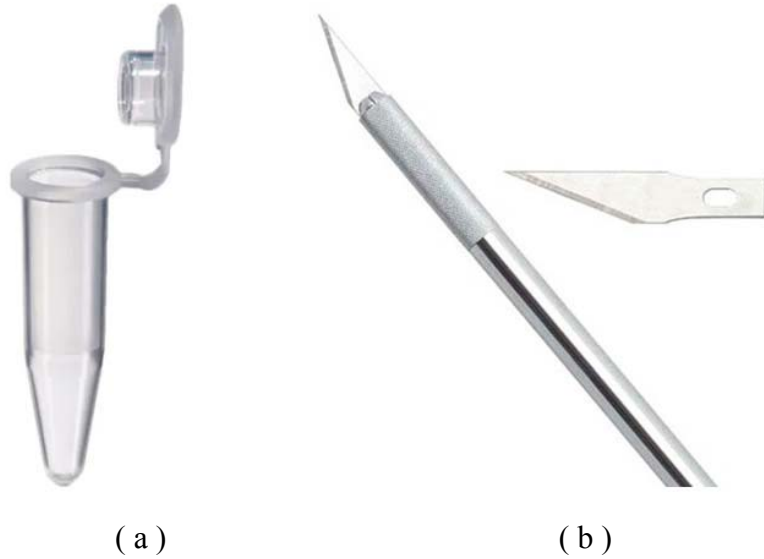
Şekil 2.19’da görülen ve Nevşehir’e 35 km uzaklıkta olan Keşlik Manastırı, Ürgüp’ e 15 km uzaklıkta bulunan Cemil Köyü’nde bulunmaktadır. Jerphanion, 1927’de ziyaret ettiği manastıra kitabında “Archangelos” adını vermiş ve Keşlik Manastırı hakkında bilgilendirme yapmıştır. [74]. Keşlik Manastırı 2 kilise; Archangelos Kilisesi ve Stefanos Kilisesi, yemekhane, vaftiz odası, şaraphane ve kaya oyma mekanlardan oluşmaktadır [73]. Analiz örnekleri Manastır’da bulunan Baş Mikail (Archangelos) Kilisesinden toplanmıştır. Baş Mikail (Archangelos) Kilisesi 10-13. Yüzyıllar arasında tarihlenmektedir [71].

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Analiz İçin Seçilen Kiliselerde Örnek Toplama ve Kodlandırma

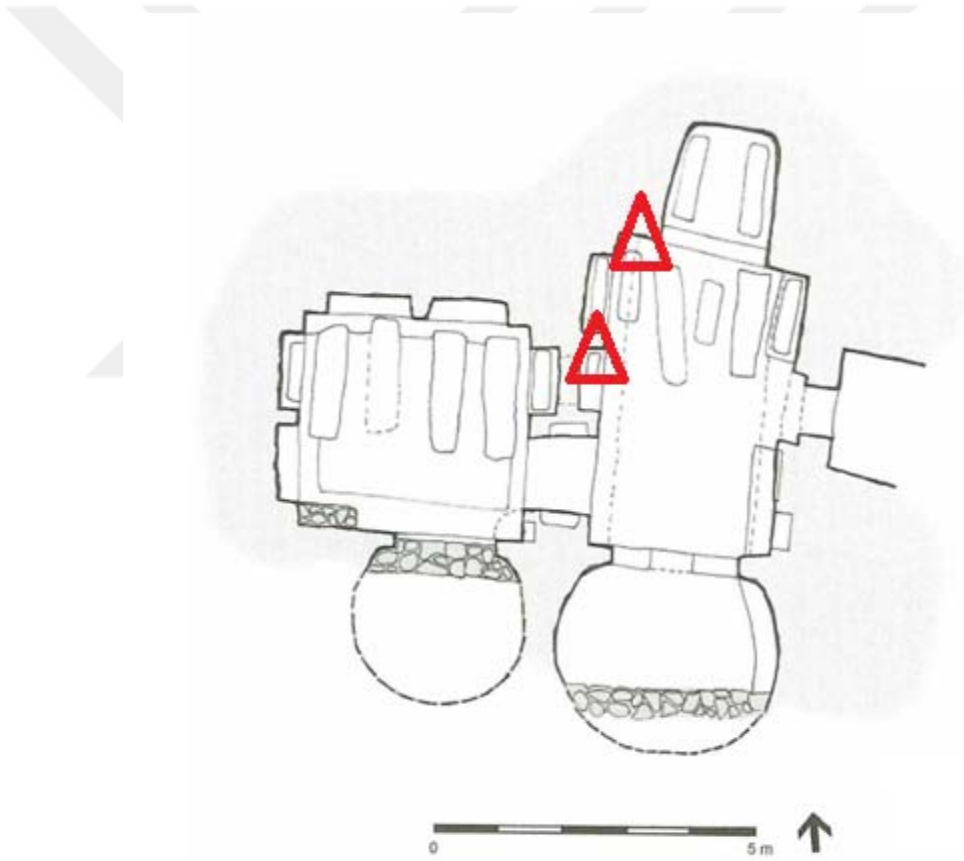
Tez kapsamında kiliseler tek tek ziyaret edilerek görsel analizle belirlenen farklı renkler not edildi. Kiliselerde, kaya-sıva arası boşluğu oldukça fazla olan alanlarında bulunan, düşmek üzere olan sıva katmanları üzerindeki pigmentler ile genel resim bütünlüğünü bozmayan köşe noktalarında yer alan veya çok küçük bir alanda bağımsız sıva üzerinde kalmış pigmentlerin bulunduğu alanlar numune almak için belirlendi ve fotografik belgelemesi yapıldı. Belirlenen bu alanların kilise planlarında yerleri işaretlenerek alınan duvar ve kilise isimlendirildi. Numune alınan her nokta, isimlendiriliş şekli ile duvar resmi üzerinde belgelendi. (Bu işlem her yeni numune için tekrar edildi) Çalışılan cihazlar hassas ölçümler yaptığı için örnekler mikro boyutta kilisenin erişebilen seviyelerinden önceden belirlenen alanlardan, Şekil 3.1 (b)'de görülen bistüri yardımıyla alındı ve Şekil 3.1 (a)'da görülen 0,2 mL' lik eppendorf tüpü içine yerleştirildi. Tüpün üzerine numune adı yazılarak etiketlendi. Örnek alımı tamamlanan kilisedeki numuneler, kilitli numune taşıma poşetine yerleştirildi ve poşete kilisenin adı yazıldı. Ağızları kapalı ve kilitli poşetlerde bulunan numuneler gün ışığına çıkarılmadan oda sıcaklığında muhafaza edildi.



Şekil 3. 1. a)Eppendorf tüpü ve b)bistüri [75,76]

Örnek kodlandırılması; kilise adı, kiliseden alınan duvar ve tür-pigment örnek sayısı olacak şekilde (XXX-YY_n) yapıldı. XXX simgesi örnek alınan kiliseyi temsil etmekte ve kilisenin üç harf şeklinde kısaltılması, YY simgesi kilisede örnek alınan duvara verilen harfleri ve n ise alınan örneğin türünü temsil etmekte; sıva ise sıva, kaya ise kaya ve pigment örneğinde ise örnek sayısının artışına bağlı numaralandırma yapılarak gösterildi.

3.1.1. Karşibucak (Aşk) Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek Kodları



Şekil 3. 2. Karşibucak (Aşk) Kilisesi'nin planı [69]

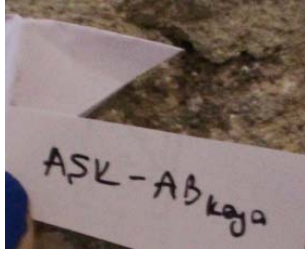
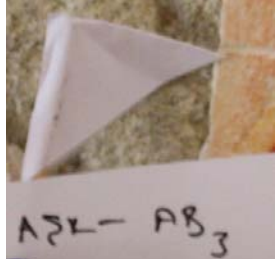
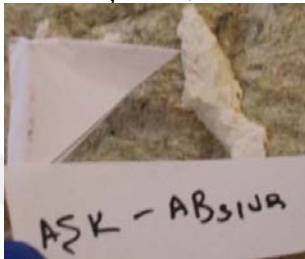
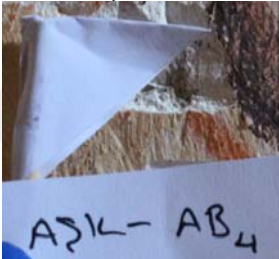
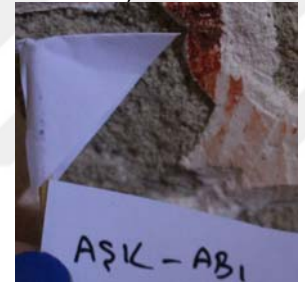
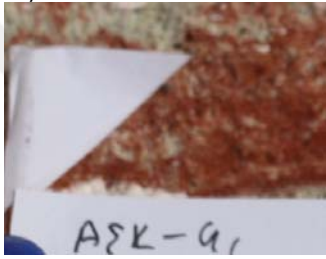
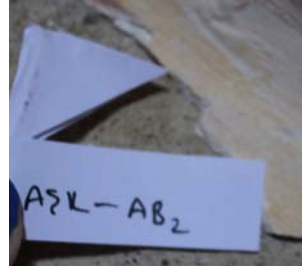
Şekil 3.2' de kilise planında örneklerinin alındığı duvarlar üçgen sembolü ile gösterilmektedir. Bu örneklerin duvar resimleri üzerindeki alanları ise Şekil 3.3' te yer almaktadır.



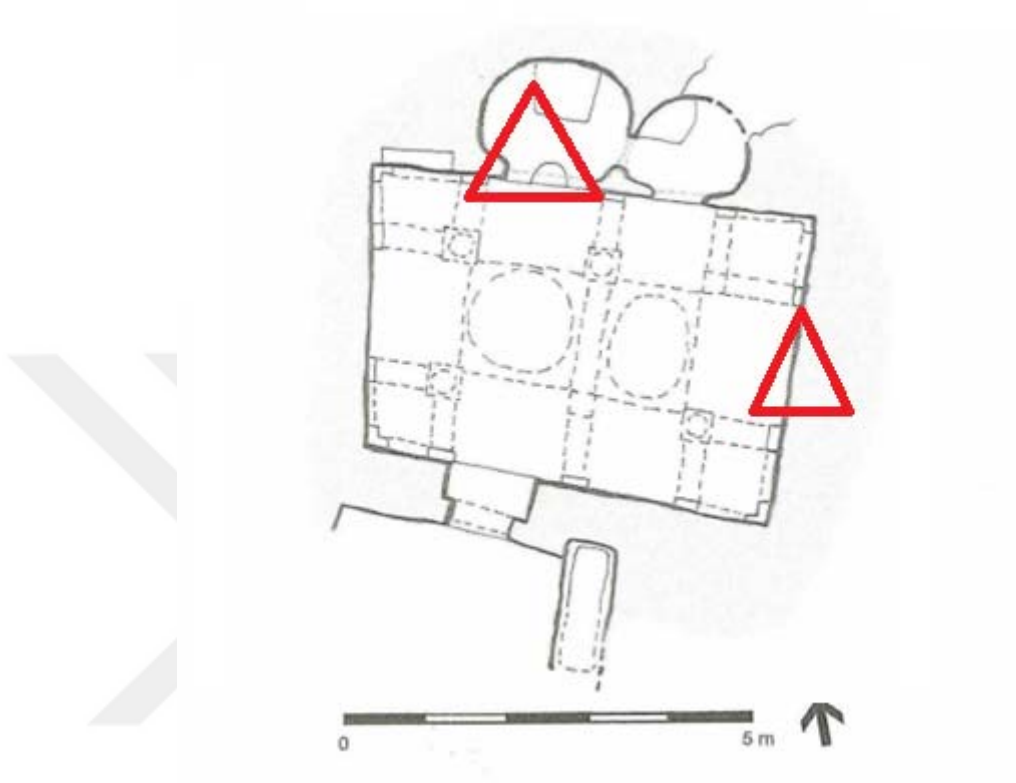
Şekil 3. 3. Aşk Kilisesi'nin giriş karşı ve sağ duvarından alınan örnekler

Karşibucak (Aşk) Kilisesi'nde, kilise adı kiliseyi sembolize eden "AŞK" şeklinde kısaltıldı. AB ve G olarak isimlendirilen duvar resimlerinden örnek toplandı. Kaya, sıva olan türlerde alt simge olarak (AŞK-AB_{KAYA} ve AŞK-AB_{SIVA} gibi) ve renklerde alt simge halinde (AŞK-AB₁, AŞK-AB₂ gibi) numaralar verildi. Karşibucak Kilisesi'nden 1 kaya (AŞK-AB_{KAYA}), 1 harç-sıva (AŞK-AB_{SIVA}), 5 pigment (AŞK-AB₁, AŞK-AB₂, AŞK-AB₃, AŞK-AB₄, AŞK-G₁) olmak üzere toplam 7 örnek alındı (Tablo 3.1).

Tablo 3. 1. Karşibucak (Aşk) Kilisesi'nden alınan örnekler

Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı	Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı
1 (Kaya)	AŞK-AB _{KAYA} 	5 (Turuncu)	AŞK-AB ₃ 
2 (Sıva)	AŞK-AB _{SIVA} 	6 (Siyah)	AŞK-AB ₄ 
3 (Bordo)	AŞK-AB ₁ 	7 (Kırmızı)	AŞK-G ₁ 
4 (Sarı)	AŞK-AB ₂ 		

3.1.2. Yusuf Koç Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek Kodları



Şekil 3. 4.Yusuf Koç Kilisesi planı [69]

Şekil 3.4' te kilise planında örneklerinin alındığı duvarlar üçgen sembolü ile gösterilmektedir. Bu örneklerin duvar resimleri üzerindeki alanlar ise Şekil 3.5' te yer almaktadır.



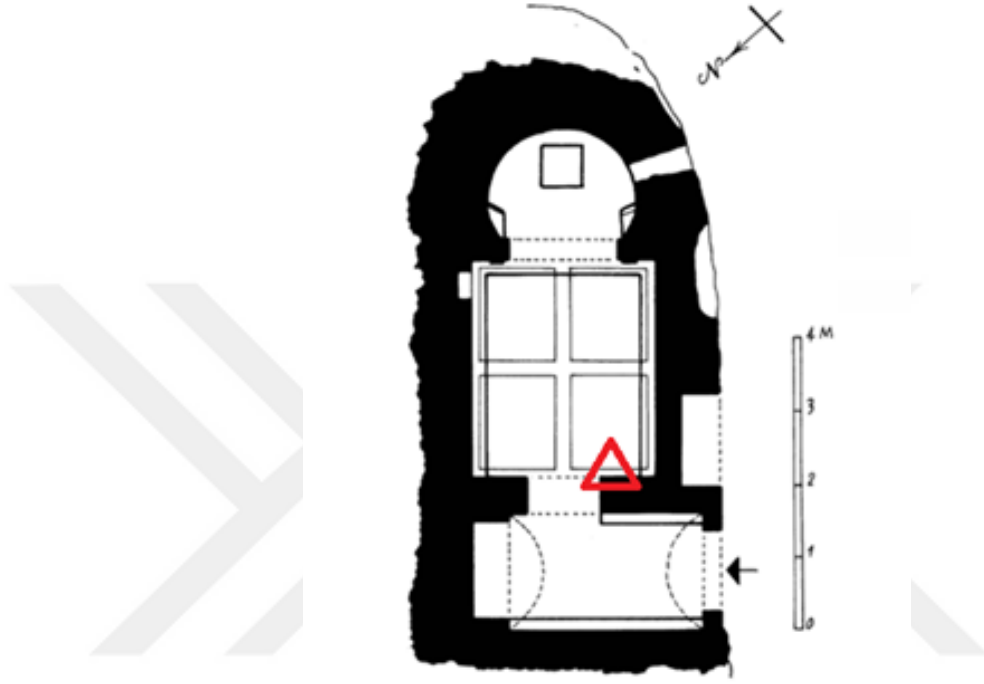
Şekil 3. 5. Yusuf Koç Kilisesi'nin iç duvarlarından alınan örnekler

Örnek kodlandırılmasında kilise adı, kiliseden alınan duvar ve numara-tür sıralaması ile yapıldı. Yusuf Koç Kilisesi örnekleri kiliseyi sembolize eden “YSF” şeklinde kısaltıldı. Kilise içinde B, D, K ve G olarak isimlendirilen duvar resimlerinden örnek toplandı. Kaya, sıva olan türlerde alt simge olarak (YSF-B_{KAYA} ve YSF-B_{SIVA} gibi) ve renklere alt simge halinde (YSF-B₃, YSF-D₁ gibi) numaralar verildi. Yusuf Koç Kilisesi'nden 1 kaya (YSF-B_{KAYA}), 1 harç-sıva (YSF-B_{SIVA}), 7 pigment (YSF-K₁, YSF-B₁, YSF-B₂, YSF-B₃, YSF-D₁, YSF-G₁, YSF-G₂) olmak üzere toplam 9 örnek alındı (Tablo 3.1).

Tablo 3. 2. Yusuf Koç Kilisesi'nden alınan örnekler

Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı	Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı
1 (Kaya)	YSF-B _{KAYA} 	6 (Kırmızı)	YSF-B ₃ 
2 (Sıva)	YSF-B _{SIVA} 	7 (Beyaz)	YSF-D ₁ 
3 (Gri)	YSF-K ₁ 	8 (Bordo)	YSF-G ₁ 
4 (Sarı)	YSF-B ₁ 	9 (Pembe)	YSF-G ₂ 
5 (Turuncu)	YSF-B ₂ 		

3.1.3. Aziz Simeon Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek Kodları



Şekil 3. 6. Aziz Simon Kilisesi'nin planı [72]

Şekil 3.6' da kilise planında örneklerinin alındığı duvarlar üçgen sembolü ile gösterilmektedir. Bu örneklerin duvar resimleri üzerindeki alanlar ise Şekil 3.7' de yer almaktadır.



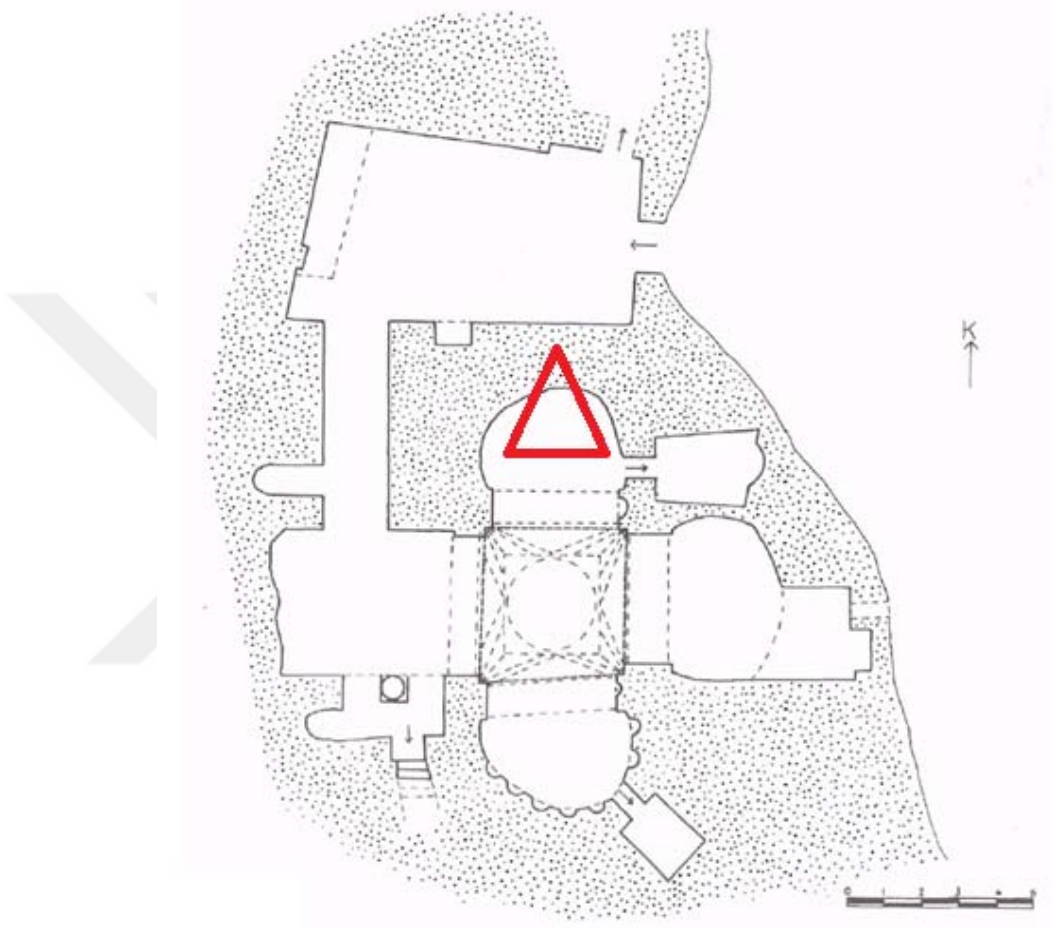
Şekil 3. 7. Aziz Simeon Kilisesi iç duvarından alınan örnekler

Örnek kodlandırılmasında kilise adı, kiliseden alınan duvar ve numara-tür sıralaması ile yapıldı. Aziz Simeon Kilisesi örnekleri kiliseyi sembolize eden “SMN” şeklinde kısaltıldı. Kilise içinde G olarak isimlendirilen duvar resimlerinden örnek toplandı. Kaya, sıva olan türlerde alt simge olarak (SMN-G_{KAYA} ve SMN-G_{SIVA} gibi) ve renklerde alt simge halinde (SMN-G₁, SMN-G₂ gibi) numaralar verildi. Aziz Simeon Kilisesi giriş sağ duvarından 1 kaya (YSF-B_{KAYA}), 1 harç-sıva (YSF-B_{SIVA}), 3 pigment (SMN-G₁, SMN-G₂, SMN-G₄) olmak üzere toplam 5 örnek alındı (Tablo 3.3).

Tablo 3. 3. Aziz Simeon Kilisesi duvarından alınan örnekler

Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı	Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı
1 (Kaya)	SMN-G _{KAYA} 	4 (Kırmızı)	SMN-G ₂ 
2 (Sıva)	SMN-G _{SIVA} 	5 (Turuncu)	SMN-G ₄ 
3 (Sarı)	SMN-G ₁ 		

3.1.4. St. Theodora (Tağar/Yeşilöz) Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları



Şekil 3. 8. Tağar Kilisesi planı [77]

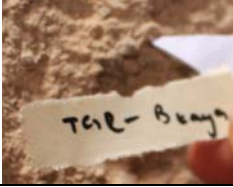


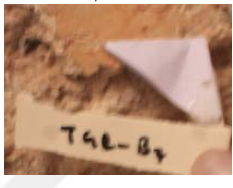



Şekil 3.8’ de kilise planında örneklerinin alındığı duvarlar üçgen sembolü ile gösterilmektedir. Bu örneklerin duvar resimleri üzerindeki alanlar ise Şekil 3.9 ‘da yer almaktadır.



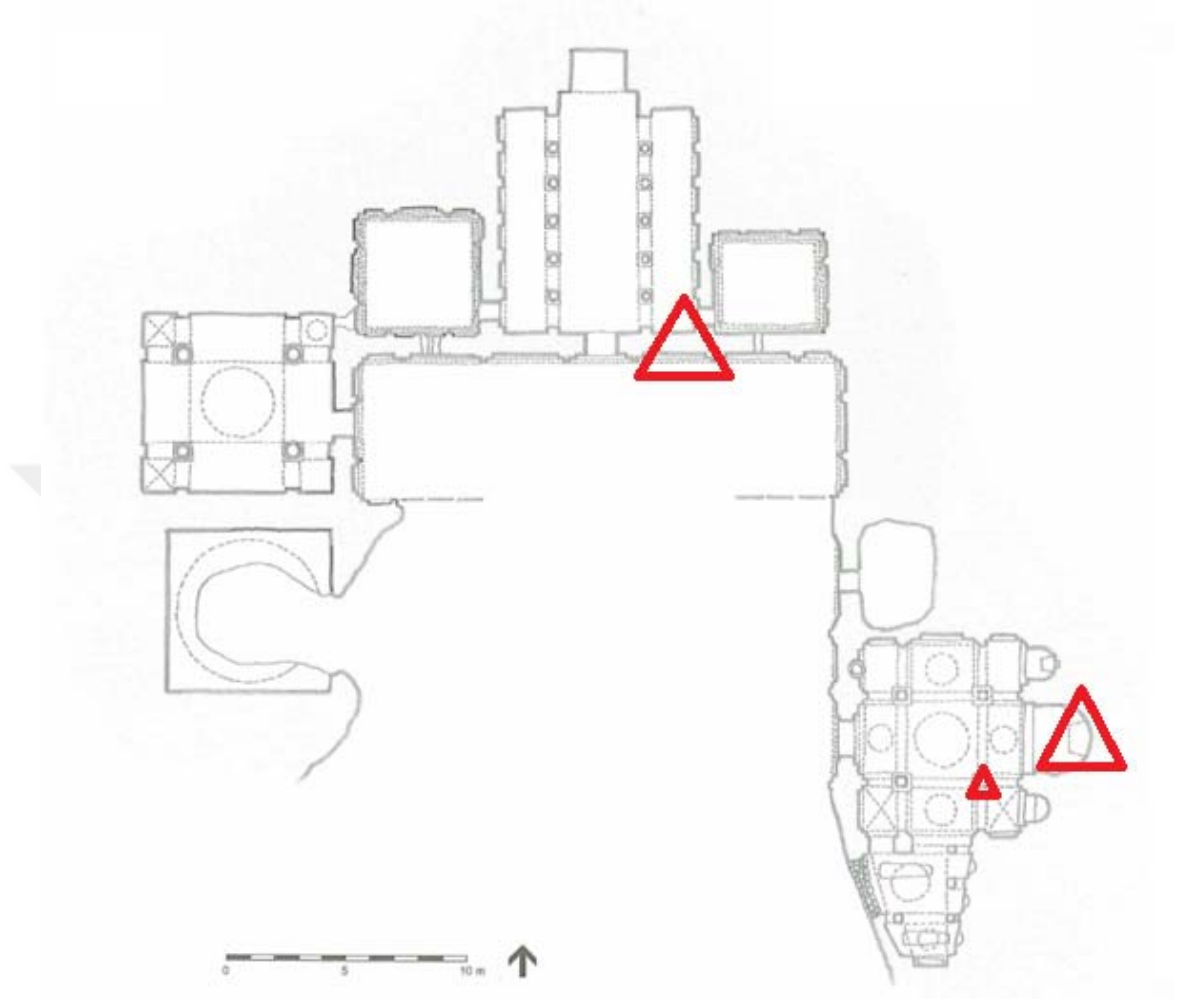
Şekil 3. 9. St. Theodora (Tağar) Kilisesi iç duvarından alınan örnekler

Örnek kodlandırılmasında kilise adı, kiliseden alınan duvar ve numara-tür sıralaması ile yapıldı. St. Theodora (Tağar) Kilisesi örnekleri kiliseyi sembolize eden “TGR” şeklinde kısaltıldı. Kilise içinde B olarak isimlendirilen duvar resimlerinden örnek toplandı. Kaya, sıva olan türlerde alt simge olarak (TGR-B_{KAYA} ve TGR-B_{SIVA} gibi) ve renklerde alt simge halinde (TGR-B₁, TGR-B₅ gibi) numaralar verildi. St. Theodora (Tağar) Kilisesi’nden 1 kaya (TGR-B_{KAYA}), 1 harç-sıva (TGR-B_{SIVA}), 5 pigment (TGR-B₁, TGR-B₂, TGR-B₅, TGR-B₇, TGR-B₈) olmak üzere toplam 7 örnek alındı (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. St. Theodora (Tağar) Kilise duvarından alınan örnekler

Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı	Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı
1 (Kaya)	TGR-B _{KAYA} 	5 (Beyaz)	TGR-B ₅ 
2 (Sıva)	TGR-B _{SIVA} 	6 (Sarı)	TGR-B ₇ 
3 (Pembe)	TGR-B ₁ 	7 (Turuncu)	TGR-B ₈ 
4 (Bordo)	TGR-B ₂ 		

3.1.5. Hallaç Manastırı'ndan toplanan örnekler ve örnek kodları



Şekil 3. 10. Hallaç Manastırı Kilise planı [69]

Şekil 3.10’ da kilise planında örneklerinin alındığı duvarlar üçgen sembolü ile gösterilmektedir. Bu örneklerin duvar resimleri üzerindeki alanlar ise Şekil 3.11’ de yer almaktadır.



Şekil 3. 11. Hallaç Manastırı'nın iç duvarlarından alınan örnekler

Örnek kodlandırılmasında manastır adı, manastırdan alınan duvar ve numara-tür sıralaması ile yapıldı. Hallaç Manastırı örnekleri manastırı sembolize eden “HLC” şeklinde kısaltıldı. Manastırdan K_{DİŞ} güvercinlik ve D_{İÇ}, K_{İÇ} olarak isimlendirilen duvar resimlerinden örnek toplandı. Kaya, sıva olan türlerde alt simge olarak (HLC-K_{DİŞ}KAYA, HLC-D_{İÇ}KAYA ve HLC-K_{DİŞ}SIVA gibi) ve renklerde alt simge halinde (HLC-K_{DİŞ}1, HLC-D_{İÇ}3, HLC-K_{İÇ}1 gibi) numaralar verildi.

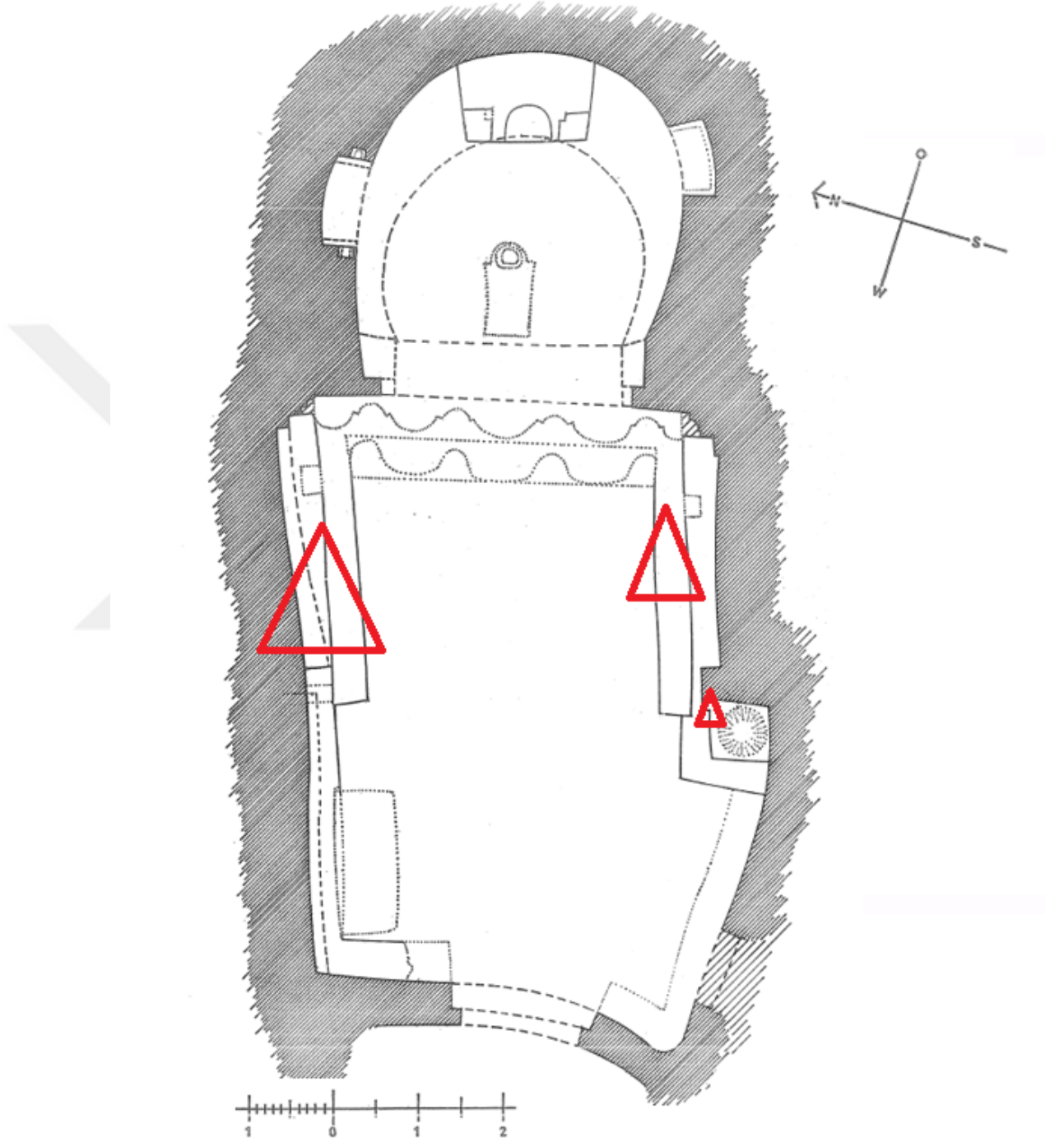
Hallaç Manastırı'nın 2 farklı bölümünden; Manastırın kuzeyinde bulunan duvarının güvercinlik kısmından 1 kaya (HLC-K_{DİŞ}KAYA), 1 sıva (HLC-K_{DİŞ}SIVA) ve 3 (HLC-K_{DİŞ}1, HLC-K_{DİŞ}2, HLC-K_{DİŞ}4) pigment olmak üzere 5 örnek ve Manastırın güney batı bölümünde bulunan St. Paul Şapel'inden 1 kaya (HLC-D_{İÇ}KAYA) ve 4 pigment (HLC-

Diç1, HLC-Diç2, HLC-Diç4, HLC-Kiç1) olmak üzere 6 örnek, toplam 11 örnek alındı (Tablo 3.5).

Tablo 3. 5. Hallaç Manastırı'ndan alınan örnekler

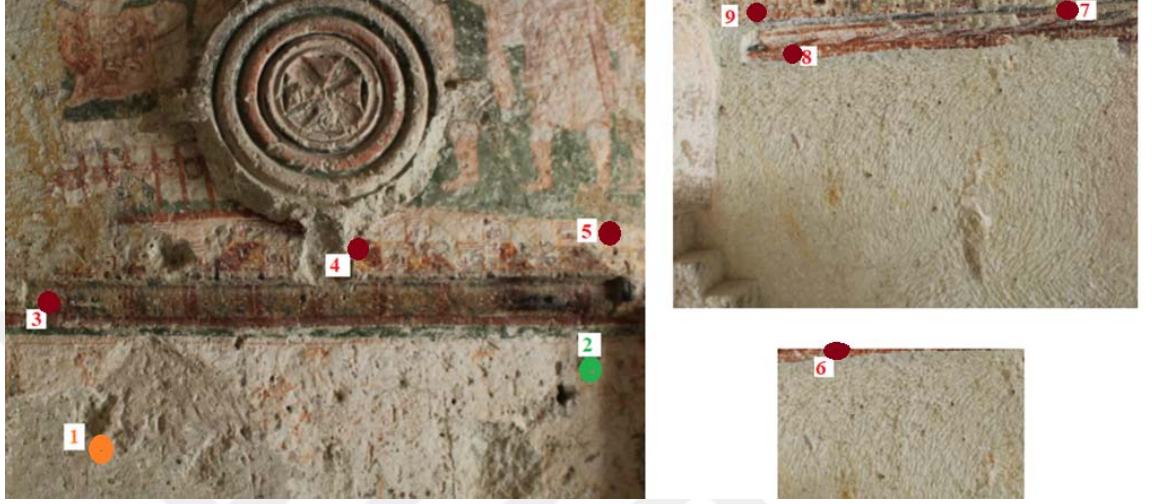
Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı	Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı
1 (Kaya)	HLC-KdişKAYA 	6 (Kaya)	HLC-DiçKAYA 
2 (Sıva)	HLC-KdişSIVA 	7 (Bordo)	HLC-Diç1 
3 (Kırmızı)	HLC-Kdiş1 	8 (Gri)	HLC-Diç2 
4 (Siyah)	HLC-Kdiş2 	9 (Turuncu)	HLC-Diç4 
5 (Kahve)	HLC-Kdiş4 	10 (Kırmızı)	HLC-Kiç1 

3.1.6. Pancarlık Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları



Şekil 3. 12. Pancarlık Kilisesi planı [78]

Şekil 3.12’ de kilise planında örneklerinin alındığı duvarlar üçgen sembolü ile gösterilmektedir. Bu örneklerin duvar resimleri üzerindeki alanlar ise Şekil 3.13’ te yer almaktadır.



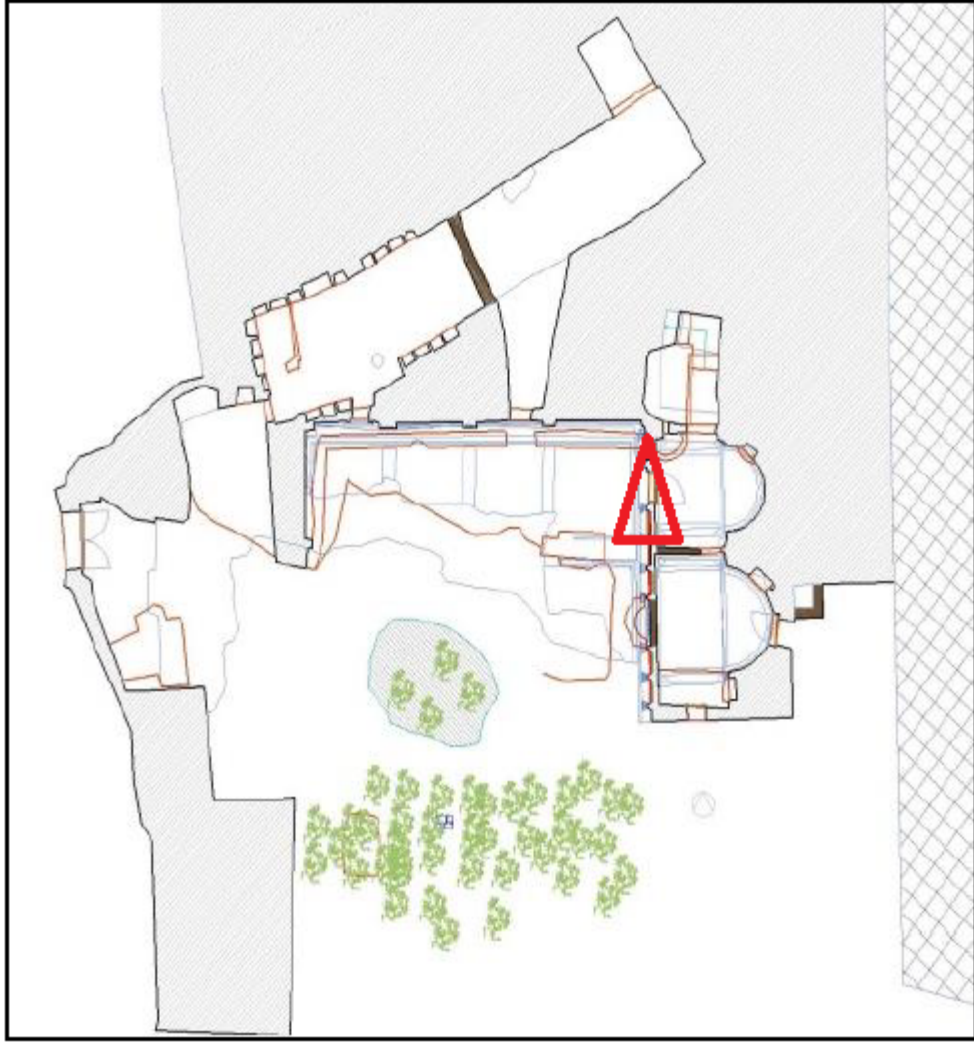
Şekil 3. 13. Pancarlık Kilisesi iç duvarlarından alınan örnekler

Örnek kodlandırılmasında kilise adı, kiliseden alınan duvar ve numara-tür sıralaması ile yapıldı. Pancarlık Kilisesi örnekleri kiliseyi sembolize eden “PNC” şeklinde kısaltıldı. Kilise içinde D, Diç ve B olarak isimlendirilen duvar resimlerinden örnek toplandı. Kaya, sıva olan türlerde alt simge olarak (PNC-D_{KAYA} ve PNC-D_{SIVA} gibi) ve renklerde alt simge halinde (PNC-D₁, PNC-B₃ gibi) numaralar verildi. Pancarlık Kilisesi kilise girişinin her iki duvarından ve iç bölümünden 1 kaya (PNC-D_{KAYA}), 1 harç-sıva (PNC-D_{SIVA}), 7 pigment (PNC-D₁, PNC-D₃, PNC-D₅, PNC-Diç₁, PNC-B₃, PNC-B₇, PNC-B₈) olmak üzere toplam 9 örnek alındı (Tablo 3.6).

Tablo 3. 6. Pancarlık Kilisesi alınan örnekler

Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı	Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı
1 (Kaya)	PNC-D _{KAYA} 	6 (Kırmızı)	PNC-D _{İÇİ} 
2 (Siva)	PNC-D _{SİVA} 	7 (Gri)	PNC-B ₃ 
3 (Kırmızı)	PNC-D ₁ 	8 (Turuncu)	PNC-B ₇ 
4 (Sarı)	PNC-D ₃ 	9 (Bordo)	PNC-B ₈ 
5 (Beyaz)	PNC-D ₅ 		

3.1.7. Hıdırellez (Aziz Georgios) Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları



Şekil 3. 14. Hıdırellez Kilisesi planı [79]

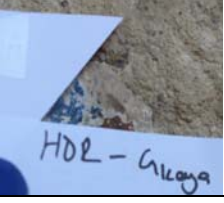


Şekil 3.14' de kilise planında örneklerinin alındığı duvarlar üçgen sembolü ile gösterilmektedir. Bu örneklerin duvar resimleri üzerindeki alanlar ise Şekil 3.15' te yer almaktadır.



Şekil 3. 15. Hıdırellez Kilisesi iç duvarlarından alınan örnekler

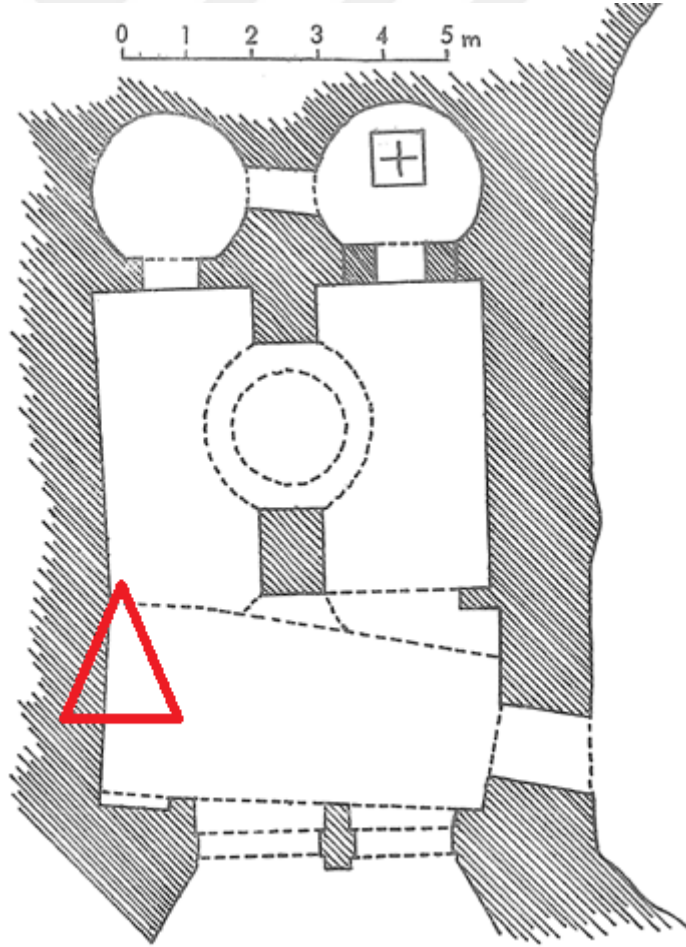
Örnek kodlandırılmasında kilise adı, kiliseden alınan duvar ve numara-tür sıralaması ile yapıldı. Hıdırellez Kilisesi örnekleri kiliseyi sembolize eden “HDR” şeklinde kısaltıldı. Kilise içinde G ve D olarak isimlendirilen duvar resimlerinden örnek toplandı. Kaya, sıva olan türlerde alt simge olarak (HDR-G_{KAYA} ve HDR-G_{SIVA} gibi) ve renklerde alt simge halinde (HDR-D₁, HDR-D₃ gibi) numaralar verildi. Hıdırellez Kilisesi kilise girişinin sağ bölümünden 1 kaya (HDR-G_{KAYA}), 1 harç-sıva (HDR-G_{SIVA}), 7 pigment (HDR-D₁, HDR-D₃, HDR-D₄, HDR-D₅, HDR-D₉, HDR-D₁₁, HDR-D₁₂) olmak üzere toplam 9 örnek alındı (Tablo 3.7).

Tablo 3. 7. Hıdırellez (Aziz Georgios) Kilisesi'nden alınan örnekler

Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı	Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı
1 (Kaya)	HDR-G _{KAYA} 	6 (Mavi)	HDR-D ₅ 
2 (Sıva)	HDR-G _{SIVA} 	7 (Siyah)	HDR-D ₉ 
3 (Açık Pembe)	HDR-D ₁ 	8 (Pembe)	HDR-D ₁₁ 
4 (Açık Kahve)	HDR-D ₃ 	9 (Kahve)	HDR-D ₁₂ 
5 (Beyaz)	HDR-D ₄ 		

3.1.8. Keşlik Manastırı, Baş Mikail (Archangelos) Kilisesi'nden toplanan örnekler ve örnek kodları

Nevşehir'e 35 km uzaklıkta olan Keşlik Manastırı, Ürgüp'e 15 km uzaklıkta bulunan Cemil Köyü'nde bulunmaktadır. Jerphanion, 1927'de ziyaret ettiği Kapadokya bölgesini kitabında cildinde kiliseyi "Archangelos" adını vermiş ve Keşlik Manastırı hakkında bilgi vermiştir [74]. Keşlik Manastırı 2 kilise; Archangelos Kilisesi ve Stefanos Kilisesi, yemekhane, vaftiz odası, şaraphane ve kaya oyma mekanlardan oluşmaktadır [73]. Analiz örnekleri Manastır'da bulunan Baş Mikail (Archangelos) Kilisesinden toplanmıştır. Baş Mikail (Archangelos) Kilisesi 10-13. Yüzyıllar arasında tarihlenmektedir [71].



Şekil 3. 16. Keşlik Manastırı (Baş Mikail Kilisesi) planı [78]

Şekil 3.16’ da kilise planında örneklerinin alındığı duvarlar üçgen sembolü ile gösterilmektedir. Bu örneklerin duvar resimleri üzerindeki alanlar ise Şekil 3.17’ tde yer almaktadır.



Şekil 3. 17. Keşlik Manastırı (Baş Mikail Kilisesi) iç duvarından alınan örnekler

Örnek kodlandırılmasında manastır adı, kilise adı, kiliseden alınan duvar ve numara-tür sıralaması ile yapıldı. Keşlik Manastırı-Baş Mikail Kilisesi örnekleri manastır ve kiliseyi sembolize eden “KŞL-MKL” şeklinde kısaltıldı. Kilise içinde D ve K olarak isimlendirilen duvar resimlerinden örnek toplandı. Kaya, sıva olan türlerde alt simge olarak (KŞL-MKL_{Dkaya} ve KŞL-MKL_{Dsıva} gibi) ve renklerde alt simge halinde (KŞL-MKL_{D1}, KŞL-MKL_{K1} gibi) numaralar verildi. Keşlik Manastırı’nda bulunan Baş Mikail Kilisesi girişinin karşısındaki duvar resminden 1 kaya (KŞL-MKL_{Dkaya}), 1 harç-sıva

(KŞL-MKLD_{sıva}), 3 pigment (KŞL-MKLD₁, KŞL-MKLK₁, KŞL-MKLK₂) olmak üzere toplam 5 örnek alındı (Tablo 3.8).

Tablo 3. 8. Keşlik Manastırı-Baş Mikail (Archangelos) Kilisesi'nden alınan örnekler

Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı	Örnek Sayısı (Rengi)	Örnek Fotoğrafi/Adı
1 (Kaya)	KŞL-MKLD _{kaya} 	4 (Mavi)	KŞL-MKLK ₁ 
2 (Sıva)	KŞL-MKLD _{sıva} 	5 (Siyah)	KŞL-MKLK ₂ 
3 (Bordo)	KŞL-MKLD ₁ 		

Daha önceki bölümde gösterilen Şekil 2.11’ de, tez çalışması kapsamında farklı konumlarda bulunan ve farklı yüzyıllarda inşa edilmiş 8 kiliseden, 44 tanesi pigment, 9 tanesi kaya ve 8 tanesi sıva olmak üzere toplam 61 adet örnek toplanmıştır. Toplanan örnekler, kiliselerin konumu ve yüzyılı Tablo 3.9’ da gösterilmektedir.

Tablo 3. 1. Kiliselerin konumu, tarihi ve alınan örnek sayısı [71]

SIRA	KONUM		YÜZYIL	İSİM	ÖRNEK	RENK/KAYA-SIVA	
1	GÖREME	Merkez	8-11 YY	AŞK	7	5 Renk	1 kaya 1 sıva
2		Merkez	11-12 YY	YUSUF KOÇ	9	7 Renk	1 kaya 1 sıva
3	ÜRGÜP	Merkez	18-20 YY	HIDIRELLEZ	9	7 Renk	1 kaya 1 sıva
4		Yeşilöz Köyü	11-13 YY	TAĞAR	7	5 Renk	1 kaya 1 sıva
5		Cemil Köyü	10-13 YY	BAŞ MİKAIL	5	3 Renk	1 kaya 1 Sıva
6		Ortahisar	9-12 YY	HALLAÇ	10	7 Renk	2 kaya 1 sıva
7		Ortahisar	9-10 YY	PANCARLIK	9	7 Renk	1 kaya 1 sıva
8	AVANOS	Paşabağları	10 YY	AZİZ SİMEON	5	3 Renk	1 kaya 1 sıva

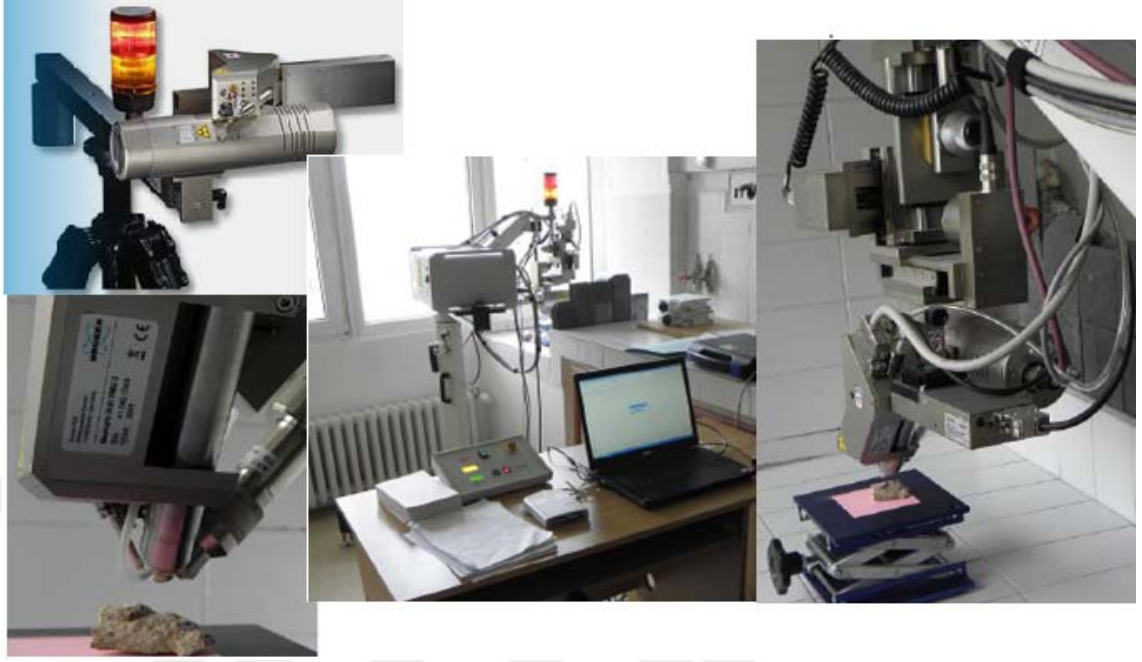
3.2. Örneklerin Analizinde Kullanılan Cihazlar

3.2.1. μ -XRF

Cihaz Markası: Bruker, Cihaz Modeli: ARTAX μ -XRF 800 system ((Türkiye Atom Enerji Kurumu). Duvar resimleri pigment numunelerinin temel bileşenlerinin elementel karakterizasyonunun belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu sistem analiz sırasında numune aydınlatmalı ve bir lazer spotuna entegre edilmiş CCD kamera 500 x 582 piksel çözünürlükte 20 kat büyütme özelliği sayesinde mikro görüntüleme yaparak çok küçük alanların analiz edilmesine imkan tanır. Elektrik soğutmalı silikon drift dedektör peltier ve 150 Kev'luk Mo X-ışınları kaynağı tüpü ile çalışmaktadır [80]. Numuneler 1 mA ile 50 Kev voltajında, 60 saniye süre boyunca X ışınlarına maruz bırakılarak analiz edildi.

ARTAX μ -XRF, Al (13) ile U (92) aralığında çoklu element için, 70 μ g kadar uygun ölçümler yapar. Al (13) 'den Ar (18)' ye hafif elementlerinin doğrudan ölçümü, helyum ortamında yapılabilir; ancak, nicelikleri sınırlı olduğundan, analiz sırasında, helyum temizlemesinin kullanımı tercih edilmedi ve Al (13) ile Ar (18) arasındaki hafif element tespit edilmedi.

Duvar resimlerinden alınan örnekler Şekil 3.18' deki ARTAX μ -XRF cihazı ile; ana taşıyıcı (kaya), sıva ve pigment olmak üzere her bir numune ölçümü yapıldı. Böylece kaya ve sıvadan bileşenlerinden kaynaklı elementler ile pigmentin temel bileşenlerinin elementel karakterizasyonu belirlendi. Son yıllarda XRF tekniği ile pigmentlerin analizinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır [53]. Ancak pigmentleri oluşturan elementlerin benzerlik göstermesi sebebi ile pigmentlerin XRF spektrumları, pigmentler ile ilgili kesin bilgi vermez [81]. XRF tekniği analizlerinde, kimyasal yapının belirlenmesi için Raman, FTIR gibi spektroskopik teknikler, XRF ile birlikte kullanılmaktadır [82]. Pigment analizinde kullanılan diğer cihazlarda μ -Raman ve μ -FTIR spektrumlarından elde edilen sonuçların referans maddesi seçiminde μ -XRF sonuçları dikkate alınarak, sonuçların kıyaslanması için kütüphanede standart pigmentlerin içerdiği elementler hakkında ön bilgi edinildi.



Şekil 3. 18. Bruker ARTAX μ -XRF 800 cihazı [53,83]

3.2.2. Raman spektrometresi

Kullanılan Cihaz Markası: Thermo Scientific, Kullanılan Cihaz Modeli: Nicolet Omega XR Dispersive Raman Spektrometresi (Türkiye Atom Enerji Kurumu). Duvar resim pigmentlerinin XRF ölçümlerinden sonra, Dispersif Raman spektrometreleri kullanılarak titreşim spektroskopisinin formundan moleküler yapısı belirlenmek üzere kullanıldı. Cihazın lazer kaynağı 780 nm, 150-4000 nm^{-1} dalga boyu aralığındadır [84]. Cihazda örnekleme çoğu zaman doğrudan cama veya plastik ambalaja koyularak tahribatsız şekilde kullanıldığından dolayı Şekil 3.19' da mikroskopun altındaki bölmede bulunan cam düzeneğe yerleştirilir. Cihazın sahip olduğu Olympus konfokal mikroskopla ışının gönderileceği alan belirlenir (Standart çalışma mesafesi hedefleri 4X, 10X, 20X, 50X, 100X ve uzun çalışma mesafesi hedefleri 10X, 20X, 50X, 100X, örnekleme geometrisi 180 ° kırılma optiği) örnek bilgisayar monitöründe görüntülenir [85]. Pigmentin moleküler yapısının tayini için pigment örneğinin yanı sıra pigment numunesinin alındığı kilisedeki sıva örneğininde raman spektrumu alındı. Böylece

raman spektrumu sonuçlarında sıva ve renk spektrumları karşılaştırıldı, sıvadan gelen bulaşıklar belirlendi ve pigmentin moleküler yapısı tayin edildi.



Şekil 3. 19. Nicolet almega XR dispersive raman spektrometresi [84]

3.2.3. FT-IR spektrometresi

Kullanılan Cihaz Markası: Thermo Scientific, Kullanılan Cihaz Modeli: Nicolet 8700 FT-IR Spektrometresi (Türkiye Atom Enerji Kurumu). Duvar resim pigmentlerinin analizinde Nicolet Almega XR Dispersive Raman Spektrometresine ek olarak Nicolet 8700 FT-IR spektrometresi de kullanıldı. Kullanılan Nicolet 8700 FT-IR spektrometresi cihazında MCT dedektör bulunur, 650-4000 nm^{-1} dalga boyu aralığında 64 kez tarama yaparak ölçüm yapar [86]. Örnek Şekil 3.20’de cam düzeneğe yerleştirilir, cihaza takılmış küreyi hareket ettirilerek temassız ölçüm yapılır. Cihazdan elde edilen IR spektrumu, maddeyi oluşturan atomlar arasındaki bağların titreşimiyle oluşan frekansa karşılık gelen absorpsiyon pikleri ile örneğin parmak izini gösterir. Pigmentin moleküler yapısının tayini için pigment örneğinin yanı sıra pigment numunesinin alındığı kilisedeki sıva örneğininde IR spektrumu alındı. Böylece IR spektrumu sonuçlarında

sıva ve renk pikleri karşılaştırılarak, pigmentin moleküler yapısı tayin edildi. Elde edilen her bir FTIR spektrum sonucunda tayin edilen renk ile Raman spektrumunda elde edilen sonuçlar karşılaştırıldı.



Şekil 3. 20. Nicolet 8700 FT-IR spektrometresi [84]

3.2.4. Raman ve FTIR spektrometresinde kullanılan yazılım

Nicolet Almega XR sistemi ve Nicolet FTIR sistemi için kontrol edilebilir OMNIC yazılımı kullanılır [87]. Nicolet 8700 FT-IR Spektrometresi ve Nicolet Almega XR Dispersive Raman Spektrometre cihazları kullanılmasıyla elde edilen duvar resim pigment örneklerinin spektrumları, OMNIC Thermo Scientific isimli programın veri tabanına cihaz kullanıcıları önceden kaydedilen referans pigmentlerle ve çoğunluğu Atom Enerji Kurumu tarafından ölçülen orijinal pigment spektrumları ile karşılaştırılarak tayin edildi.



Copyright © 1992-2012 Thermo Fisher Scientific Inc.

OMNIC 9.3.30

Driver version: 9.2

Nicolet iS50R

Firmware version: 1,00

Şekil 3. 21. Kullanılan yazılım programı OMNIC [88]

Şekil 3.21’de görülen OMNIC yazılımı; veri toplama, veri işleme, kütüphane araştırması, rapor oluşturma gibi olanak sağlar, bununla birlikte binlerce kullanıcının geribildirim ile benzer çalışmalardaki sonuçlarla standartlaşmayı sağlar. 15000’den fazla spektruma sahip OMNIC aynı zamanda kişisel kütüphane oluşturmaya imkân sağlar [84].

3.3. Analiz Süresi

Çalışma kapsamında örneklerin toplanması ve analizi yaklaşık 2 ay sürmüştür. Seçilen kiliseler Kapadokya Bölgesinde daha önce pigment analizi yapılmamış ve az bilinen olmasından dolayı, bölgeye hâkim yerel rehberler eşliğinde kiliselere gidilmiş ve örnekler yaklaşık 20 günde toplanmıştır. Örneklerin tamamı Ankara’nın Kazan ilçesinde yer alan Türkiye Atom Enerji Kurumu (Radyon ve Hızlandırıcı Teknolojileri Dairesi)

Laboratuvarlarındaki cihazlarda analiz edilmiştir. Cihazlar hakkında kurum uzmanlarıyla görüşülmüş ve kurum uzmanlarının uygun bulduğu tarih aralığı belirlenerek örnekler 40 günde analiz edilmiştir.

3.4. Konu ile İlgili Literatürde Yapılan Çalışmalar

Spektrometrik yöntemlerin pigment analizinde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu analizler; kaya yüzeyleri, seramik yüzeyleri, kemik yüzeyleri, duvar resimleri vb. buluntular veya yapılar üzerine uygulanmış pigmentlerin tayini amacıyla gerçekleştirilir. Kullanılan spektrometrik tekniklerle tarihsel pigmentlerin tayini yanı sıra yüzeyde oluşan değişimler, yapılan rötuşlar, sanatçının resim yapım tekniği, kullanılan malzemelerin temel bileşenleri ve kimyasal yapısı, varsa yeni yapılmış pigment-malzemeler ve kullanılan yeni pigmentlerin orijinal duvar resmi ile uyumlu olup olmadığı, bozulmalar ve bozulmalardan kaynaklı mevcut oluşabilecek maddeler hakkında bilgi edinilmesini sağlar [83-89].

İlk kez Raman mikroskobu, Prehistorik dönem olarak tarihlendirilen Fransa'da Les Fieux, Les Merveilles ve Pergouset mağaralarının kaya duvar resimlerindeki pigmentlerinin tayini amacıyla kullanılmıştır [90].

H. G. M. Edwards ve arkadaşları, Brezilya' da bulunan 3000 yıllık mezar odasındaki kemikler üzerinde yer alan kırmızı rengin tayininde Raman spektroskopisini kullanmış ve kullanılan pigmentin kırmızı okra olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma ile Raman spektroskopisi insan kemiği üzerinde yapılan ilk çalışmadır [91].

Angela Cacciola ve arkadaşları 4. yüzyıldan başlayarak 10. yüzyıla kadar süren tarihi geçmiş Mısır antik papirüslerine ait siyah pigmentlerin Raman spektrumunun ilk çalışmasını yapmış ve gözlemlenen spektrumların hepsinin karbon karasının karakteristiği olduğunu tespit etmiştir [92].

Neda Rohani ve diğerleri, Raman spektrumun saf pigmentlere ayrıştırılmasıyla pigment tanımlama problemini ele almış, çalıştıkları laboratuvarında saf pigment karışımlarından oluşan sahte bir resim yapmış ve Mısır'ın Fayum bölgesindeki Tebtunis bölgesinden

kazılan ve yaklaşık 2. yy'a tarihlenen Roma-Mısırlı bir portreden edinilen sonuçları ile sahte resim sonuçları Raman spektroskopisinde nitel olarak kıyaslanmış, metotlarının hematit ve indigodaki spesifik pigmentler için pigment kompozisyonunu doğru şekilde tespit ettiğini belirlemiştir [93].

S. Briceño ve arkadaşları, Ekvador ' da Jama-Coaquerenkli seramiklerinin TEM, Raman ve FTIR spektroskopisini, EDX ve SEM tekniklerini kullanarak, Jama-Coaque seramiklerinde kullanılan renk pigmentlerini analiz etmiş ve pigmentlerde demir oksit bazlı nano yapılar ortaya çıkarmış; sarı pigmentte ısıl işleme tabi tutulduğunu belirten karbon nano lifler ile mavi, yeşil ve siyah pigmentlerde, (ftalosiyanin mavisi ve titanyum beyazı) tespit etmiştir [94].

Ulrich Baisch ve arkadaşları, Venedik kırmızısı pigmentini X-ışını floresans spektroskopisi ile yapılan çok elementli analiz, en bol bulunan elementlerin kükürt, kalsiyum, demir, magnezyum, silikon ve alüminyum olduğunu göstermiş ve FTIR spektroskopisi metal oksitler, metal karbonatlar ve alümosilikatların varlığını saptamıştır [95].

Nikolaos Laskaris ve arkadaşları Zakintos'taki İyonya Okulu'nun seçilen resimlerinde, Raman ve XRF spektroskopisini ile bu teknik ilk kez Zakyntos Bizans Sonrası Sanatı Müzesi'nde kullanılmış ve 1953' te orman yangını ve depremle Zakintos' ta verilerin büyük bir kısmı yok olmuştur. 18. ve 19. yüzyıllarda Bizans sonrası sanatçıların kullandığı materyallerin anlaşılması için Zakyntos'un merkezindeki Yükseliş Kilisesi'ne taşınan Saint George of Petroustos tapınağının dört resmine odaklanılmıştır. İncelenen resimler kiliseden taşınarak Zakyntos Müzesi'nde sergilendiği belirtilmiştir [96].

Türkiye Atom Enerji Kurumu görevlileri Ömer Kantoğlu ve arkadaşları Osmanlı Devleti'nin 13. yy'dan- 20. yy'a kadar yayınlanan diplomatik belgelerinde kullanılan renkleri ve mürekkepleri μ -XRF, Raman ve FTIR spektroskopisi kullanılarak analizini yaptı. Analiz sonuçlarında, minum, vermilyon, kırmızı hardal ve kokineal (kırmızı), lapis lazuli, azurit, Prusya ve smalt mavisi, malahit ve yeşil toprak pigmenti, massicot

ve sarı kurşun ve bazik kurşun karbonat, çinko oksit pigmentleri kullanılarak İmparatorluğu ve imparatorluğun gücünü göstermek için tüm aydınlatmaların altınla süslendiği ve yazılan metinlerin ise demir ve karbon bazlı siyah mürekkep (karbon siyahı / kurum), cocineal kırmızısı, mürekkep ve altın rengi ile yazıldığı tespit etmişlerdir [97].

Serap Demir ve arkadaşları, Türkiye'deki Anaia arkeolojik alanında yer alan 11. yüzyıl Bizans Kilisesi'nde yapılan duvar resimlerinin malzeme özellikleri, boyama teknikleri hakkında tarihi bilgi vermek amacıyla; resimlerin fiziksel, kimyasal ve mineralojik kompozisyonları, X-Işını Kırınımı, Fourier Transform Infrared spektroskopisi, Enerji Dağıtıcı spektroskopisi ve Termo-Gravimetrik Analiz ile birleştirilmiş Taramalı Elektron Mikroskobu kullanarak analiz etmiştir. Analiz sonuçları, resimlerin kireç-secco tekniği kullanılarak yapıldığını ve bu teknikte, pigmentlerin kireçle karıştırılarak düz bir sıva tabakasına uygulandığı tespit edilmiştir. Kullanılan pigmentler; kırmızı, sarı ve mor resimler için demir oksitler, yeşil resimler için seladonit gibi alüminosilikatlar ve koyu mavi resimler için lazurit olarak belirlenmiştir [98].

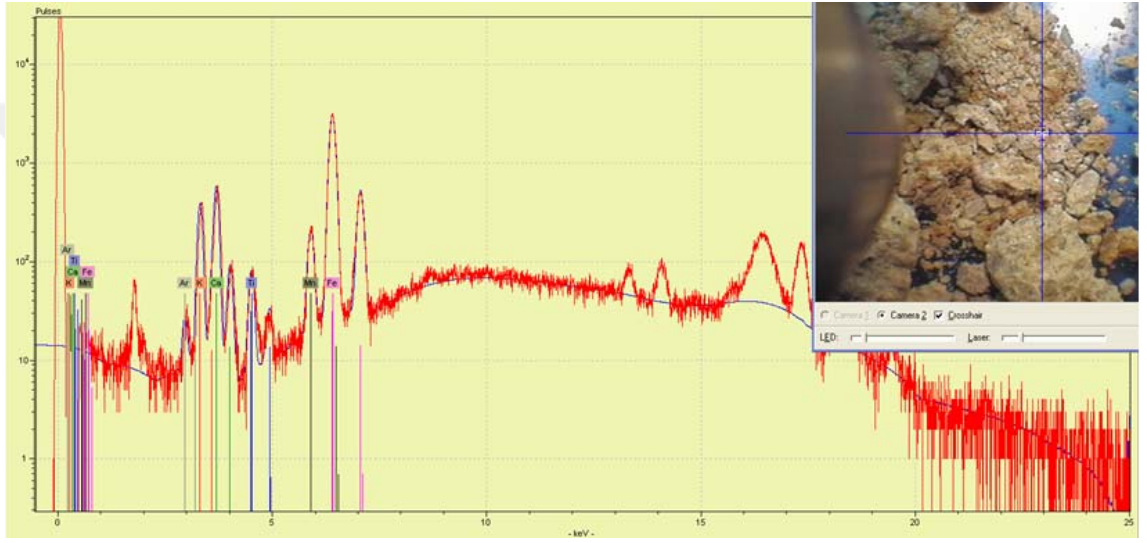
Claudia Pelosi ve Tuscia Üniversitesi öğretim görevlilerinin Nevşehir Müze Müdürlüğü ile ortak yürüttüğü yüzey araştırmaları kapsamında Kapadokya Bölgesi'ndeki 11 kilisenin duvar resimlerini restorasyon, korumada değerlendirilmek üzere μ -XRF, Polarize mikroskop, Raman ve FTIR spektroskopisi ile incelemiştir. Araştırma, 6-9. Ve 10-13 y.y döneme kadar uzanan bir grup kilisedeki duvar resimlerinin secco tekniği ile yapıldığını belirtmiş, sıvaların kaya ve bitkisel liflerin eklenilerek hem alçı hemde kireç harçları ile ince bir tabaka halinde kaya yüzeyine uygulandığını ortaya çıkarmıştır. Boya tabakasında hematit, goetit, karbon karası, yeşil toprak, jarosit, kurşun oksitler, kurşun beyaz, ultramarin mavisi ve indigo gibi pigmentler kullanıldığı tayin edilmiş ve bazı pigmentlerde kurşun bazlı pigmentlerde bozulma olayları (kararlamalar) gözlenmiştir [99].

BÖLÜM 4

BULGULAR

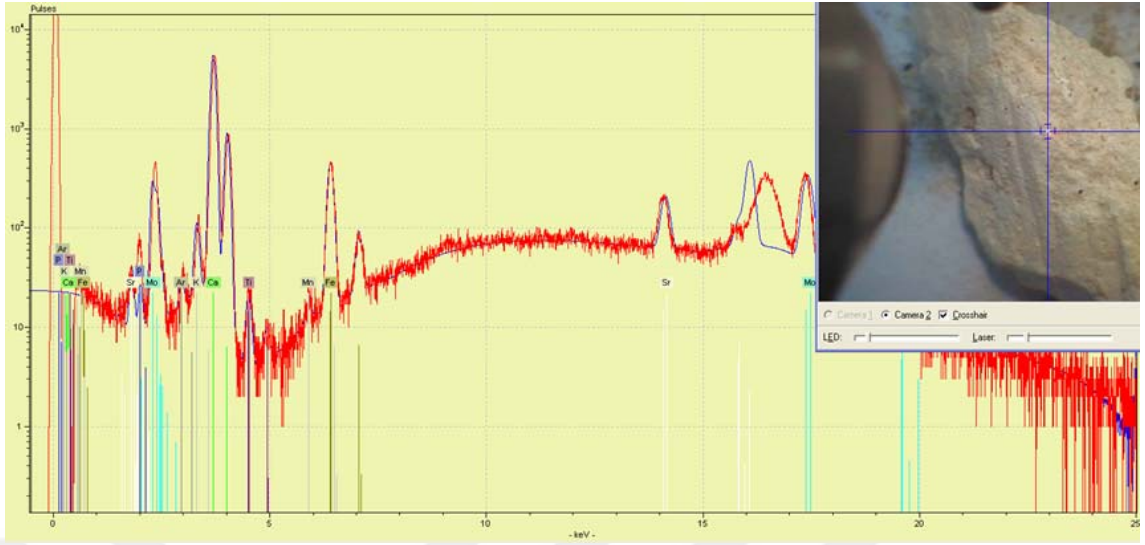
4.1. Aşk Kilisesi'nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları

4.1.1. Aşk Kilisesi örneklerinin μ -XRF ölçümü



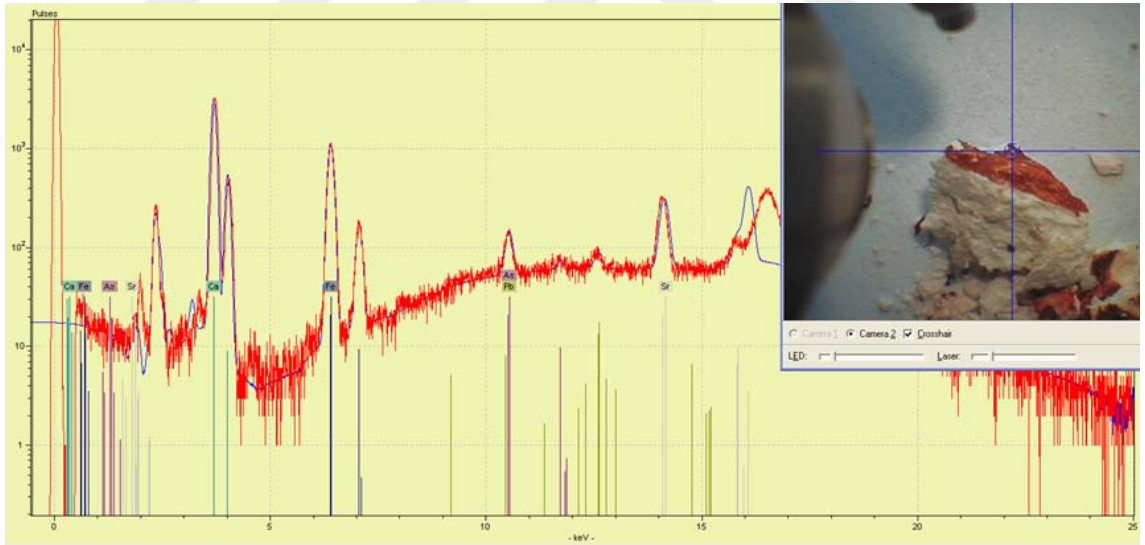
Şekil 4. 1. AŞK-AB_{KAYA} μ -XRF ölçümü

Şekil 4.1' de AŞK-AB_{KAYA} XRF ölçümünde; Ca ve Fe elementlerini major miktarda ve K, Ti, Mn, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



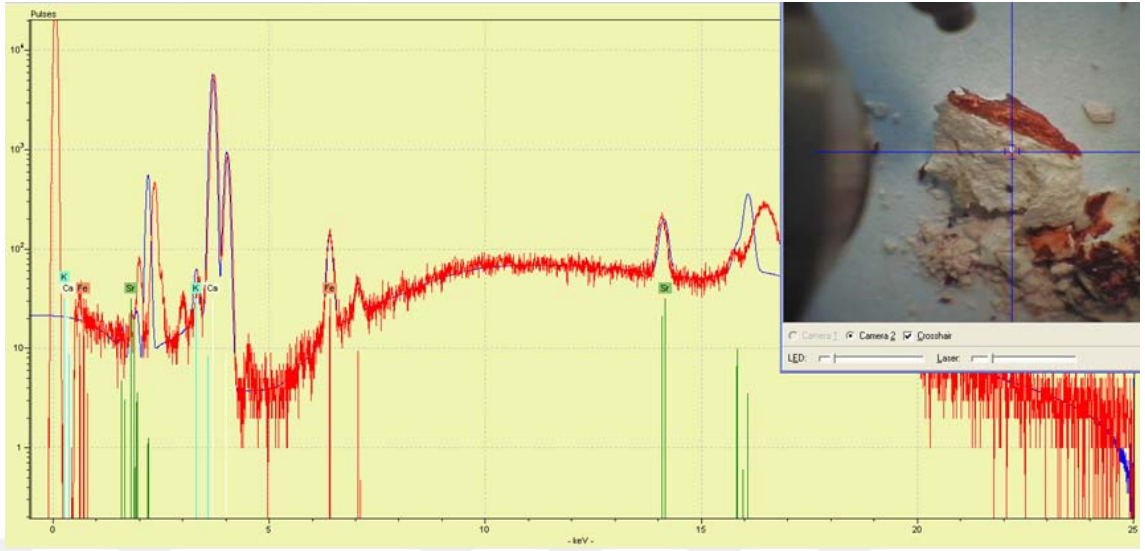
Şekil 4. 2. AŞK-ABSIVA µ-XRF ölçümü

Şekil 4.2' de AŞK-ABSIVA XRF ölçümünde; Ca elementini major miktarda ve K, Fe, Ti, Mn, Sr elementleri içerdiği görülmüştür.



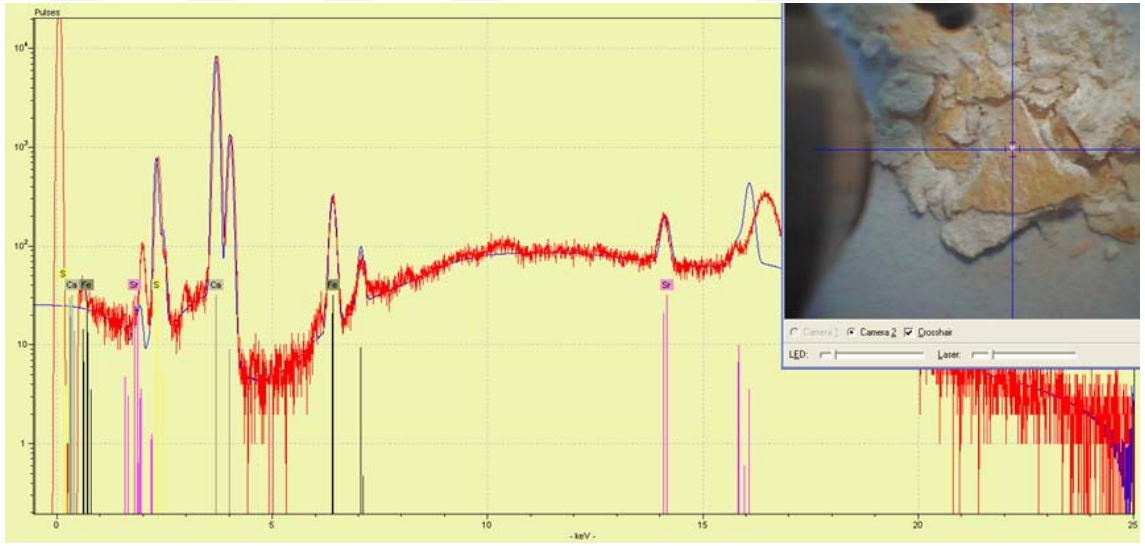
Şekil 4. 3 AŞK-AB1 (pigment) µ-XRF ölçümü

Şekil 4.3' te AŞK-AB1 örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementini major, As, Pb, Sr elementlerini minör miktarda ve Ca elementini içerdiği görülmüştür.



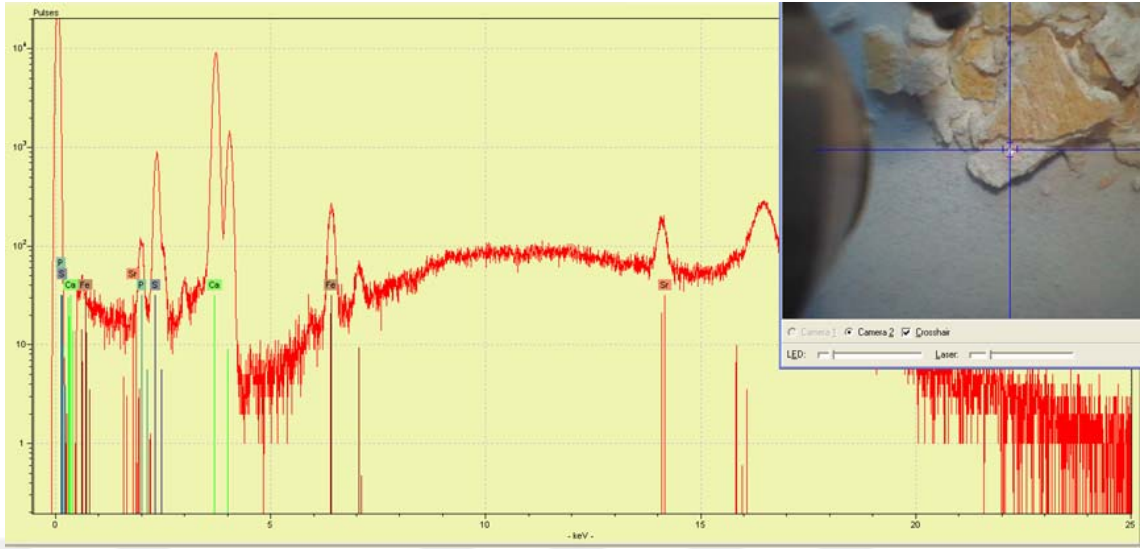
Şekil 4. 4. AŞK-AB₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.4’ te AŞK-AB₁ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementini major, Fe, Sr minör miktarda içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



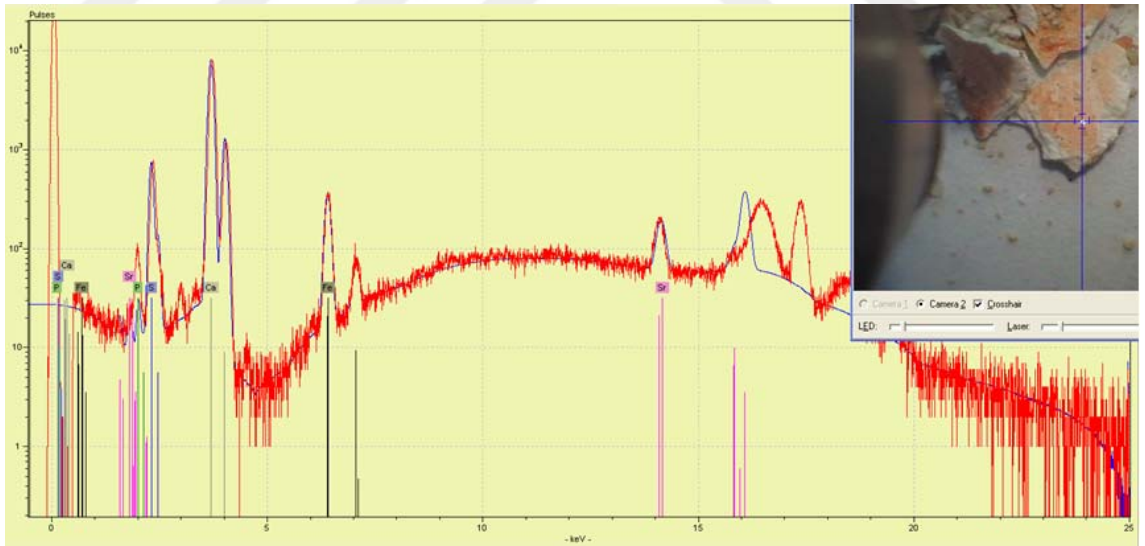
Şekil 4. 5. AŞK-AB₂ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.5’ te AŞK-AB₂ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementini major, Ca, S, P elementlerini minör miktarda ve Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



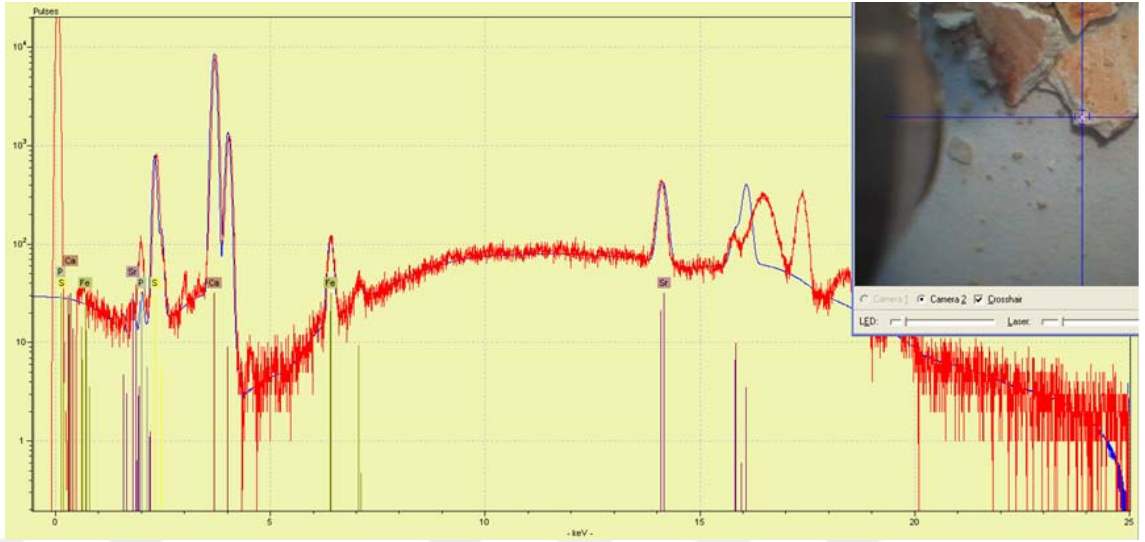
Şekil 4. 6. AŞK-AB₂ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.6’ da AŞK-AB₂ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementini major, Fe, Sr ve P elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



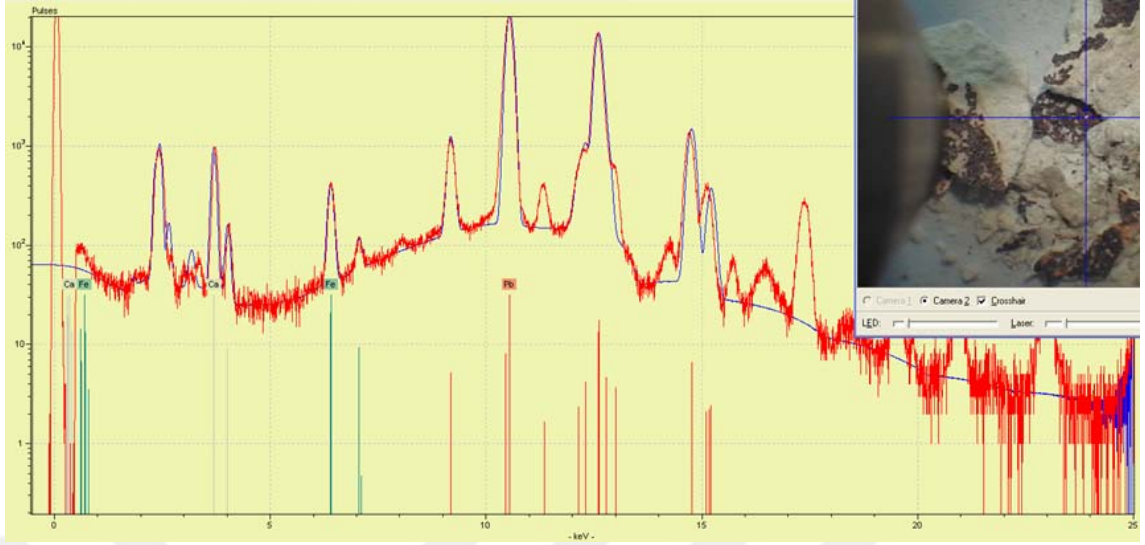
Şekil 4. 7. AŞK-AB₃ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.7’ de AŞK-AB₂ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementini major, S ve P elementlerini içerdiği görülmüştür.



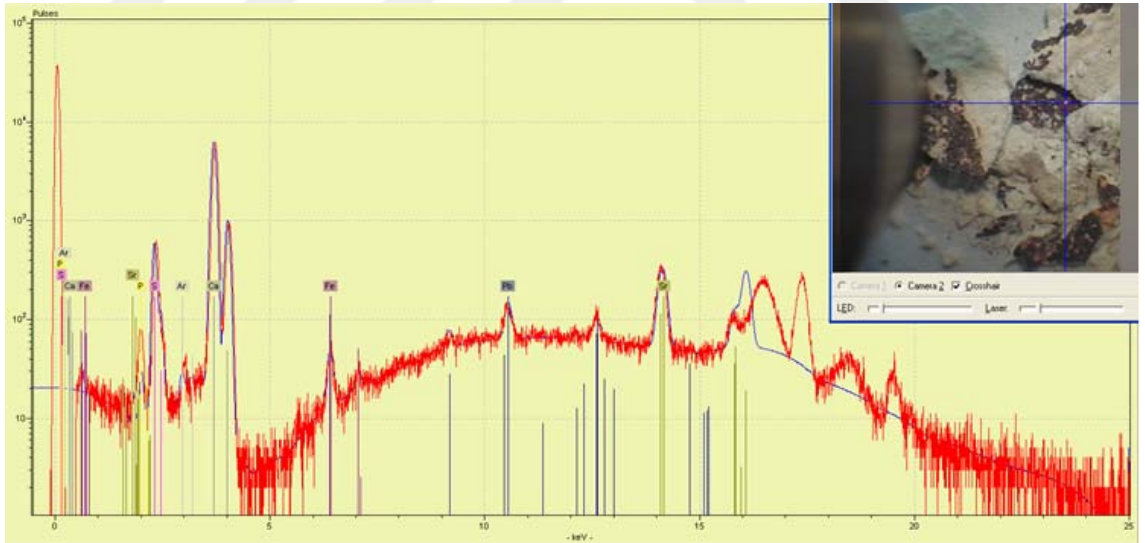
Şekil 4. 8. AŞK-AB₃ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.8’de AŞK-AB₃ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementini major, Fe elementini minör miktarda, P, S, K ve Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



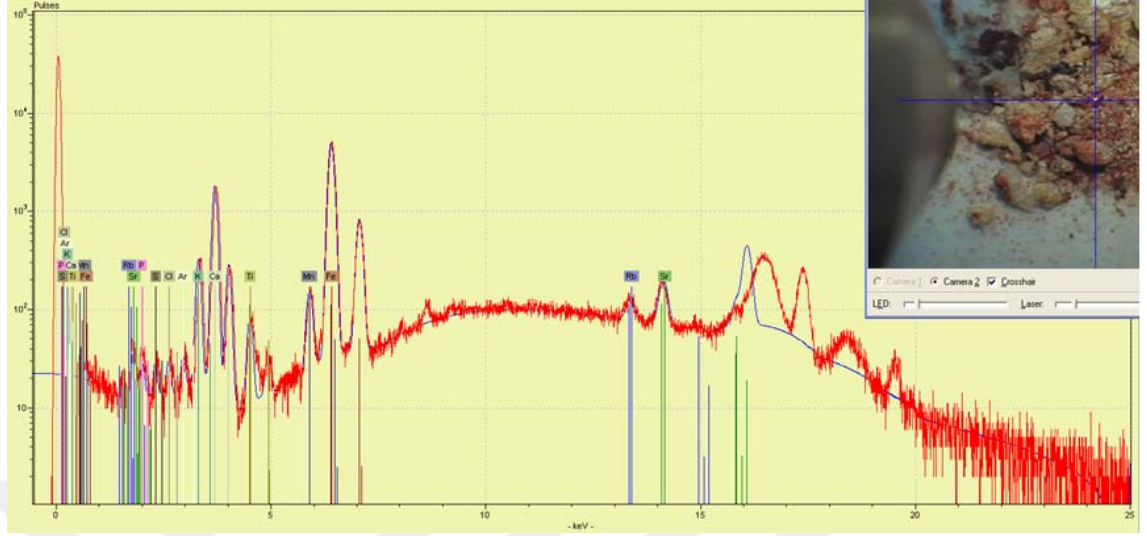
Şekil 4. 9. AŞK-AB₄ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.9' da AŞK-AB₄ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb elementini major, Ca ve Fe elementlerini içerdiği görülmüştür.



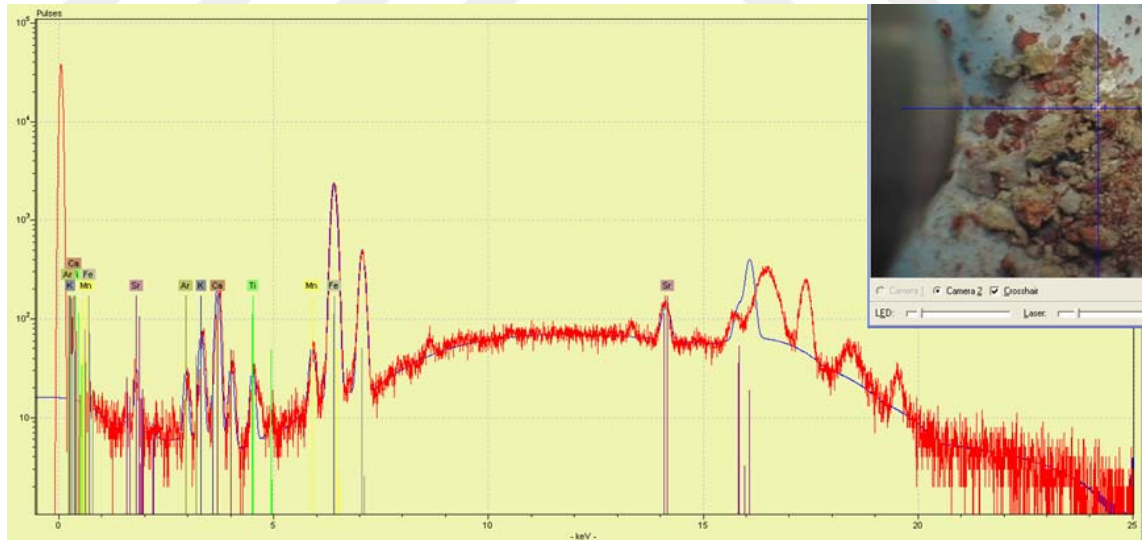
Şekil 4. 10. AŞK-AB₄ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.10' da AŞK-AB₄ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementini major miktarda içerdiği görülmüştür. Boya renginin Pb veya C element kaynaklı, zeminin ise Ca element kökenli olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 11. AŞK-G₁ (pigment) μ -XRF ölçümü

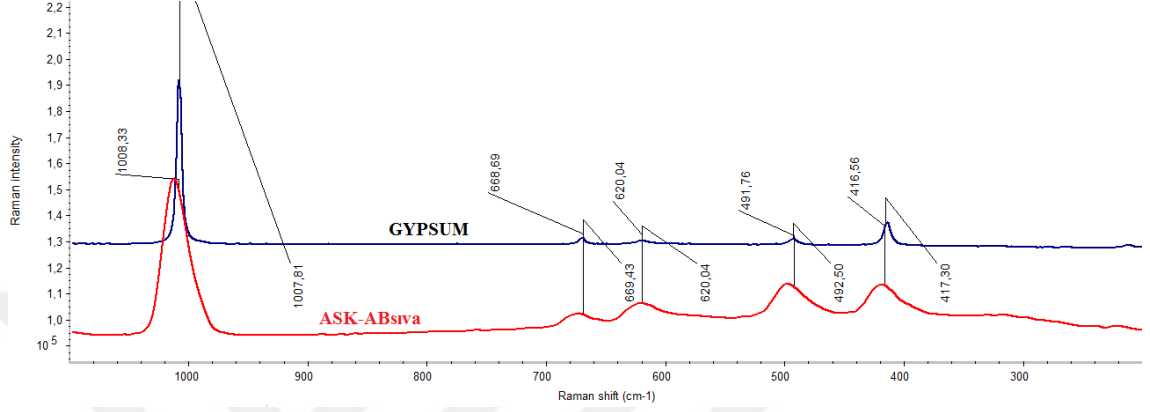
Şekil 4.11' de AŞK-G₁ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementini major, Ca, Mn, Ti ve Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



Şekil 4. 12. AŞK-G₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

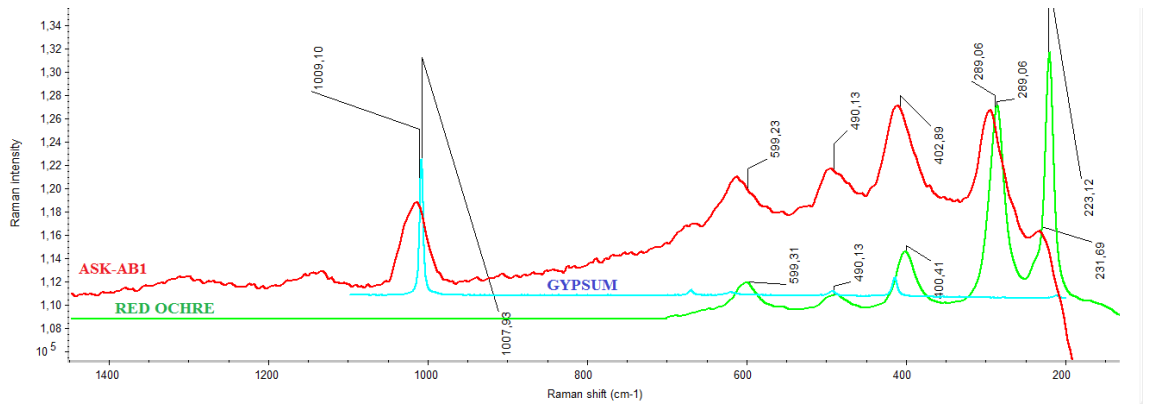
Şekil 4.12' de AŞK-G₁ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementini major miktarda ve Mn, Ti, Sr ve Fe elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kaynaklı, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.1.2. Aşk Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü



Şekil 4. 13. ASK-ABsıva μ - Raman ölçümü

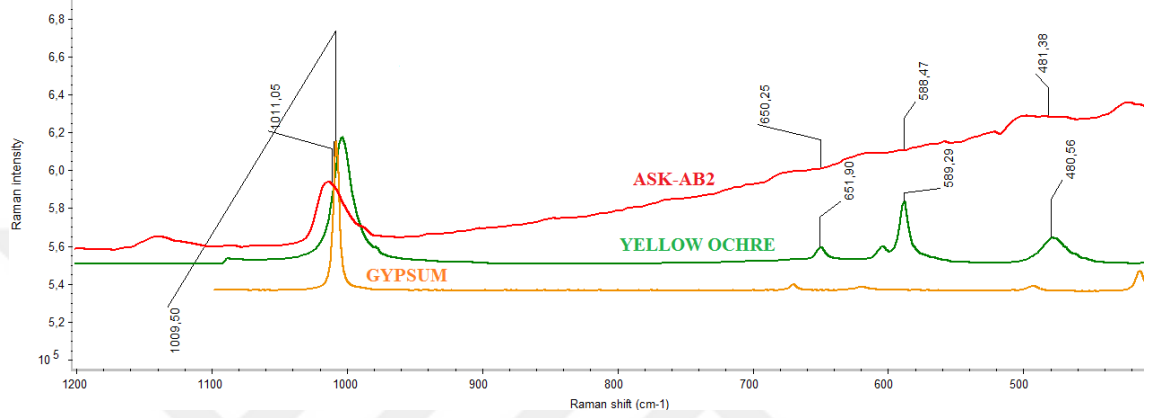
Şekil 4.13' te ASK-ABSİVA isimli örneğin raman kaymaları; $1008,33 \text{ cm}^{-1}$; $669,43 \text{ cm}^{-1}$; $620,04 \text{ cm}^{-1}$; $491,76 \text{ cm}^{-1}$ ve $416,56 \text{ cm}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. ASK-ABSİVA için tespit edilen bu raman kaymaları gypsum (alçı)'nın karakteristik raman kaymaları; $1008,33 \text{ cm}^{-1}$; $668,69 \text{ cm}^{-1}$; $620,04 \text{ cm}^{-1}$; $491,76 \text{ cm}^{-1}$ ve $416,56 \text{ cm}^{-1}$ ile benzerlik göstermiştir.



Şekil 4. 14. ASK-AB₁ μ - Raman ölçümü

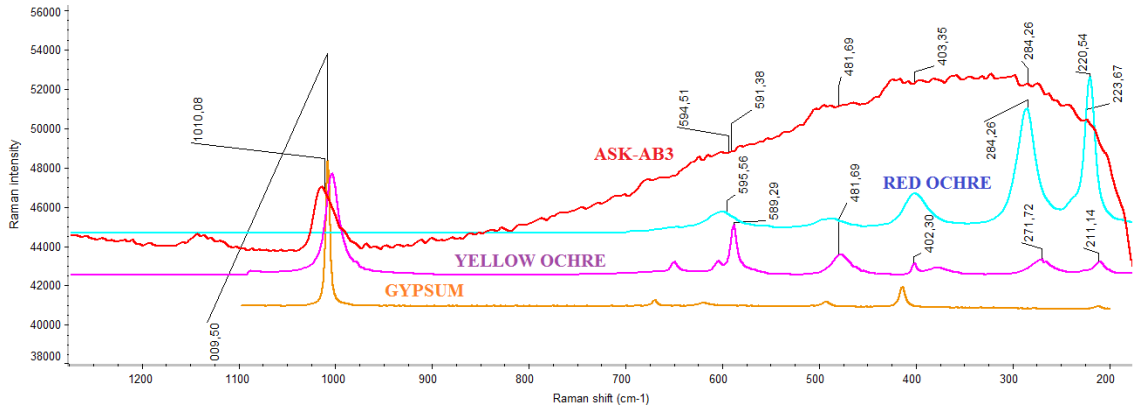
Şekil 4.14' de ASK-AB₁ isimli örneğin $1009,10 \text{ cm}^{-1}$ raman kayması gypsum (alçı)'nın karakteristik raman kayması $1007,93 \text{ cm}^{-1}$ ile örtüşmektedir. Bununla birlikte ASK-AB₁ $599,23 \text{ cm}^{-1}$; $490,13 \text{ cm}^{-1}$; $402,89 \text{ cm}^{-1}$; $289,06 \text{ cm}^{-1}$ ve $223,12 \text{ cm}^{-1}$ 'de raman kaymaları

tespit edilmiştir. ASK-AB₁ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 599,31 cm⁻¹; 490,13 cm⁻¹, 400,41 cm⁻¹; 289,06 cm⁻¹ ve 231,69 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 15. ASK-AB₂ µ- Raman ölçümü

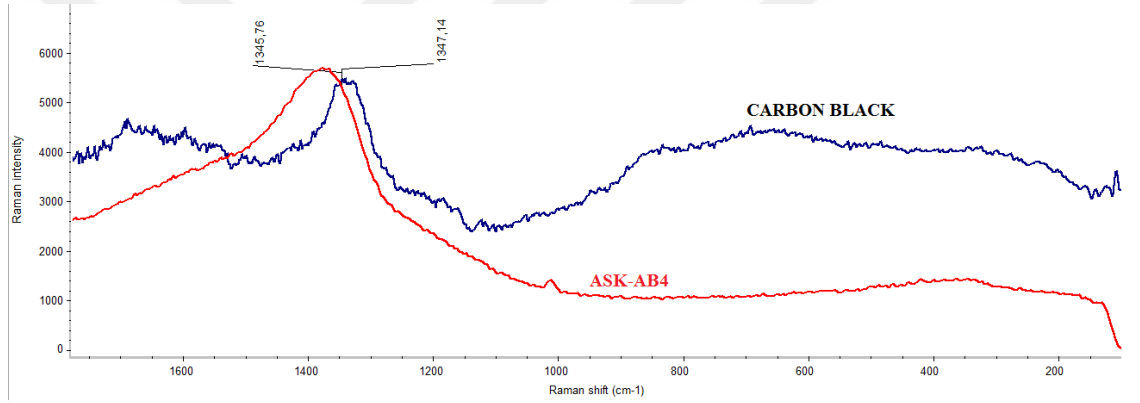
Şekil 4.15' de ASK-AB₂ isimli örneğin 1009,05 cm⁻¹; 481,38 cm⁻¹; 588,47 cm⁻¹ ve 650,25 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. ASK-AB₂ için tespit edilen bu raman kaymaları yellow ochre (sarı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 480,50 cm⁻¹; 405,02 cm⁻¹ ve 207, 63 cm⁻¹ raman kaymaları ve gypsum (alçımın) 1011,05 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 16. ASK-AB₃ µ- Raman ölçümü

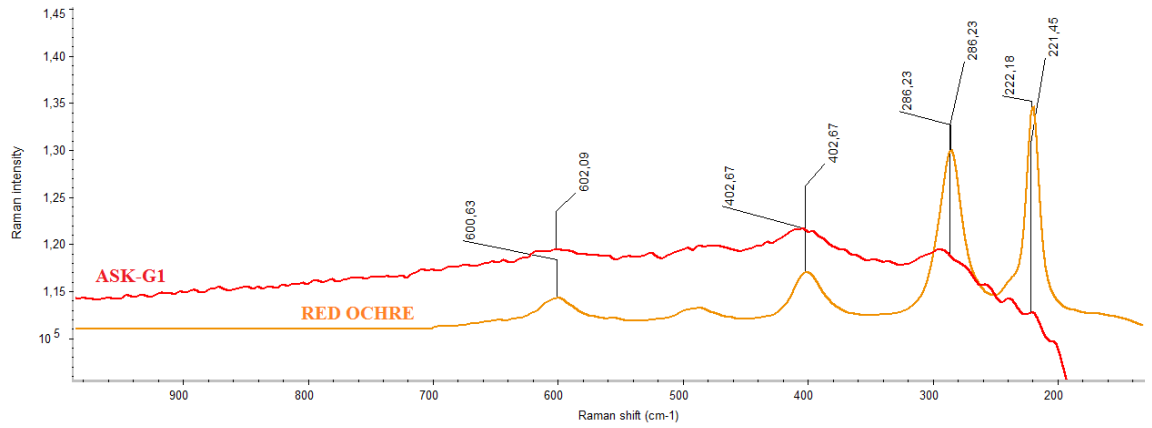
Şekil 4.16' da ASK-AB₃ isimli örneğin 594,51 cm⁻¹; 284,26 cm⁻¹ ve 223,67 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. ASK-AB₃ için tespit edilen bu raman kaymaları, red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 595,56 cm⁻¹; 284,26 cm⁻¹ ve 220,54 cm⁻¹ ile örtüşmektedir.

Bununla birlikte ASK-AB₃ için tespit edilen 1009,50 cm⁻¹; 591,38 cm⁻¹; 481,69 cm⁻¹ ve 403,35 cm⁻¹ 'de raman kaymaları tespit edilmiştir. ASK-AB₃ için tespit edilen bu raman kaymaları yellow ochre (sarı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 589,29 cm⁻¹; 481,69 cm⁻¹ ve 402,30 cm⁻¹ raman kaymaları ve gypsum (alçının) 1010,08 cm⁻¹ raman kaymaları ile benzemektedir.



Şekil 4. 17. ASK-AB₄ µ- Raman ölçümü

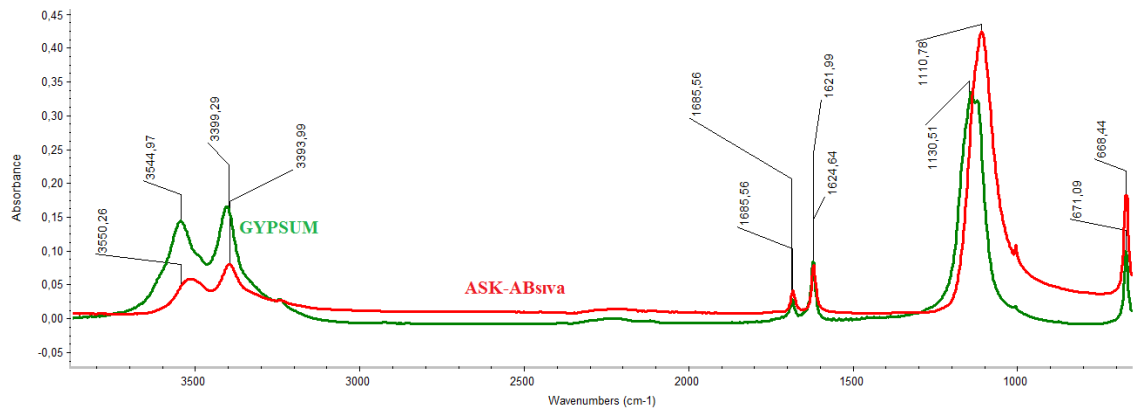
Şekil 4.17' de ASK-AB₄ isimli örneğin 1345,76 cm⁻¹ raman kayması tespit edilmiştir. ASK-AB₄ için tespit edilen bu raman kayması carbon black (karbon siyahı) pigmentinin karakteristik raman kayması 1347,14 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 18. ASK-G₁ μ - Raman ölçümü

Şekil 4.18' de ASK-G₁ isimli örneğin 602,09 cm⁻¹; 402,67 cm⁻¹; 286,23 cm⁻¹ ve 222,18 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. ASK-G₁ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 600,63 cm⁻¹; 402,67 cm⁻¹; 286,23 cm⁻¹ ve 221, 45 cm⁻¹ ile benzemektedir.

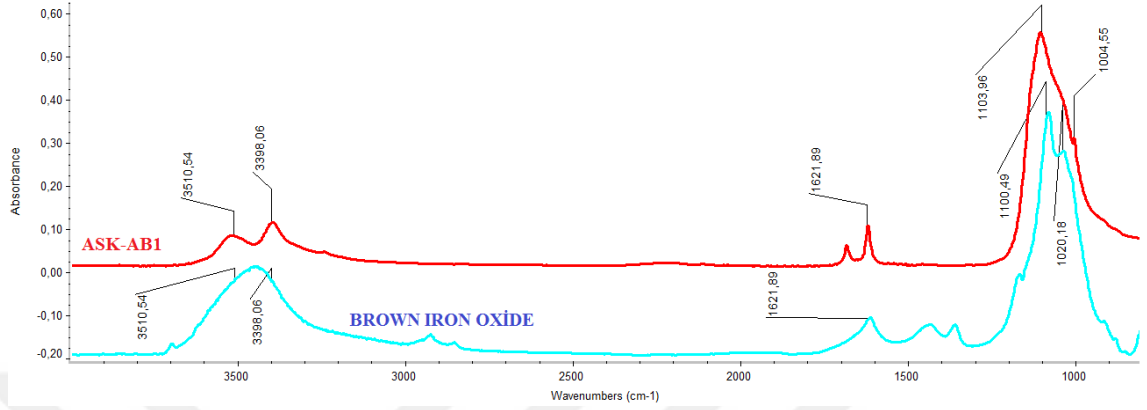
4.1.3. Aşk Kilisesi örneklerinin FT-IR Ölçümü



Şekil 4. 19. ASK-AB_{SIVA} FT-IR ölçümü

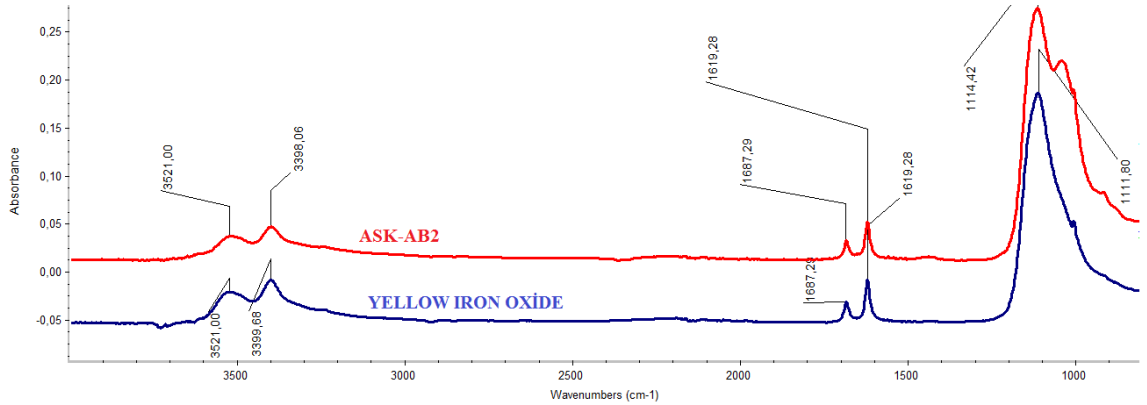
Şekil 4.19' da ASK-AB_{SIVA} isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3550,26 cm⁻¹, 3399,29 cm⁻¹; 1685,56 cm⁻¹; 1621,99 cm⁻¹; 1110,78 cm⁻¹ ve 668,44 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. ASK-AB_{SIVA} için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları) gypsum

(alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3544,97 cm^{-1} ; 3399,29 cm^{-1} ; 1685,56 cm^{-1} , 1624,64 cm^{-1} ; 1130,51 cm^{-1} ve 671,09 cm^{-1} ile benzerlik göstermiştir.



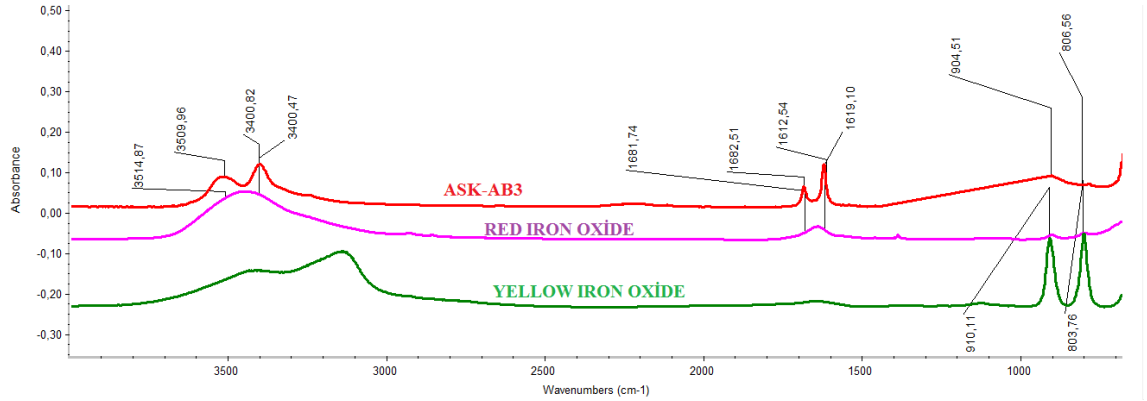
Şekil 4. 20. AŞK-AB₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.20' de AŞK-AB₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3510,54 cm^{-1} , 3398,06 cm^{-1} ; 1621,89 cm^{-1} ve 1103,96 cm^{-1} tespit edilmiştir. AŞK-AB₁ için tespit edilen dalga sayısı (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3510,54 cm^{-1} ; 3398,06 cm^{-1} ; 1621,89 cm^{-1} , 1100,49 cm^{-1} ve 1020, 18 cm^{-1} ile benzemektedir.



Şekil 4. 21. ASK-AB₂ FT-IR ölçümü

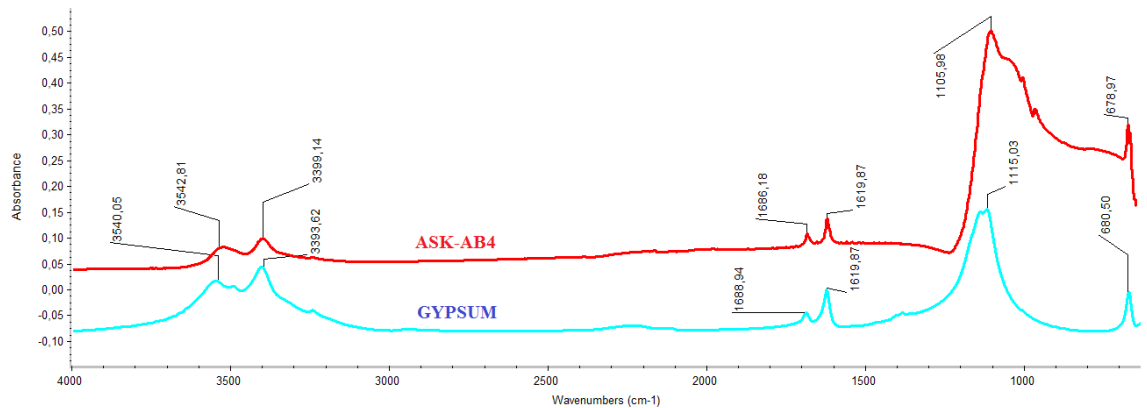
Şekil 4.21' de ASK-AB₂ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3521,00 cm^{-1} ; 3398,06 cm^{-1} ; 1687,29 cm^{-1} ; 1619,28 cm^{-1} ve 1114,42 cm^{-1} tespit edilmiştir. ASK-AB₂ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), yellow iron oxide (sarı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3521,00 cm^{-1} ; 3399,68 cm^{-1} ; 1687,20 cm^{-1} ; 1618,28 cm^{-1} ve 1111,80 cm^{-1} ile benzemektedir.



Şekil 4. 22. ASK-AB₃ FT-IR ölçümü

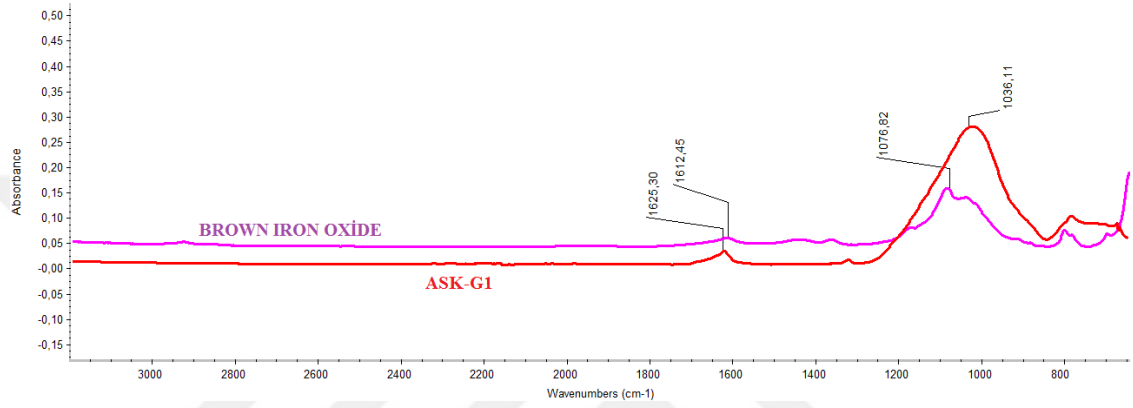
Şekil 4.22’ de ASK-AB₃ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3509,96 cm⁻¹, 3400,47 cm⁻¹; 1682,51 cm⁻¹; 1619,10 cm⁻¹ ‘de tespit edilmiştir. ASK-AB₃ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), red (kırmızı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3514,87 cm⁻¹; 3400,82 cm⁻¹; 1681,74 cm⁻¹ ve 1612,54 cm⁻¹ ile benzemektedir.

Bununla birlikte ASK-AB₃ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 904,51 cm⁻¹ ve 806,56 cm⁻¹ tespit edilmiştir. ASK-AB₃ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), yellow iron oxide (sarı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 910,11 cm⁻¹ ve 803,76 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 23. ASK-AB₄ FT-IR ölçümü

Şekil 4.23' te ASK-AB₄ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3542,81 cm⁻¹, 3399,14 cm⁻¹; 1686,18 cm⁻¹; 1619,87 cm⁻¹; 1105,98 cm⁻¹ ve 678,97 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. ASK-AB₄ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları) gypsum (alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3540,05 cm⁻¹; 3393,62 cm⁻¹; 1688,94 cm⁻¹, 1619,87 cm⁻¹; 1115,03 cm⁻¹ ve 678,97 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.

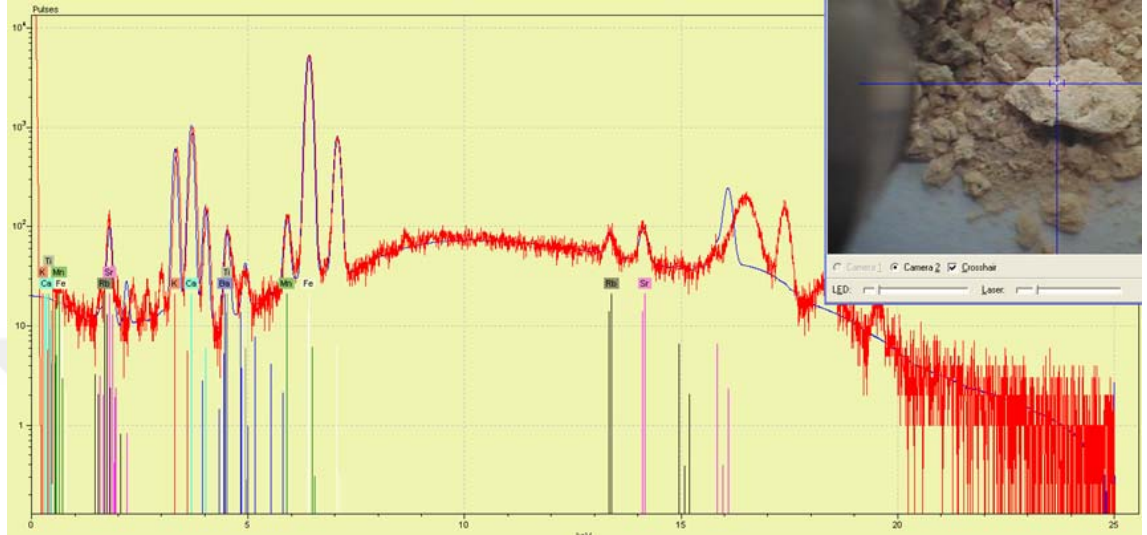


Şekil 4. 24. ASK-G₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.24' te ASK-G₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1625,30 cm⁻¹ ve 1036,11 cm⁻¹ tespit edilmiştir. ASK-G₁ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1612,45 cm⁻¹ ve 1076, 82 cm⁻¹ ile benzemektedir.

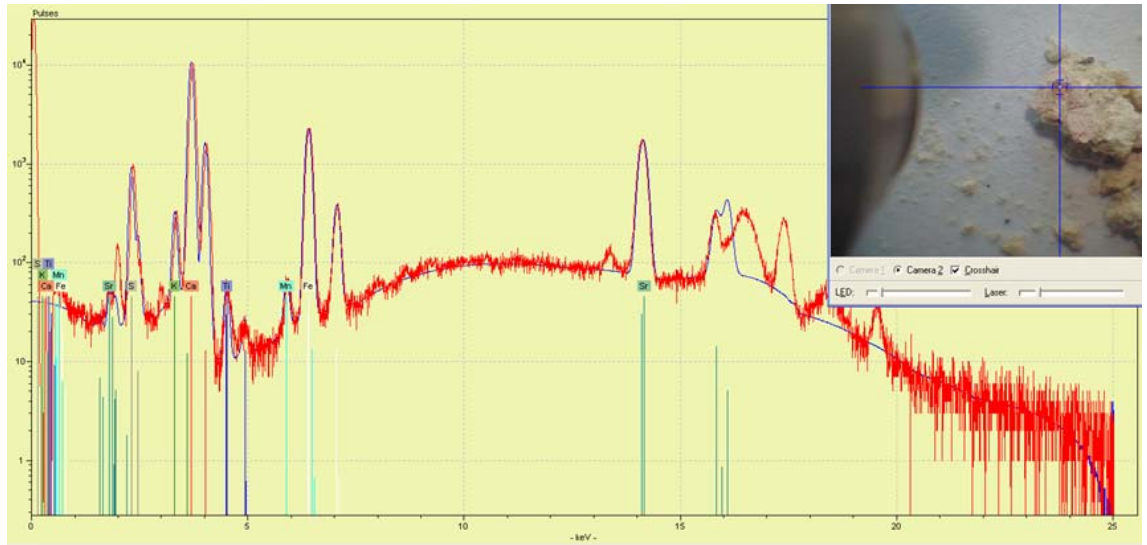
4.2. Yusuf Koç Kilisesi'nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları

4.2.1. Yusuf Koç Kilisesi örneklerinin μ -XRF ölçümü



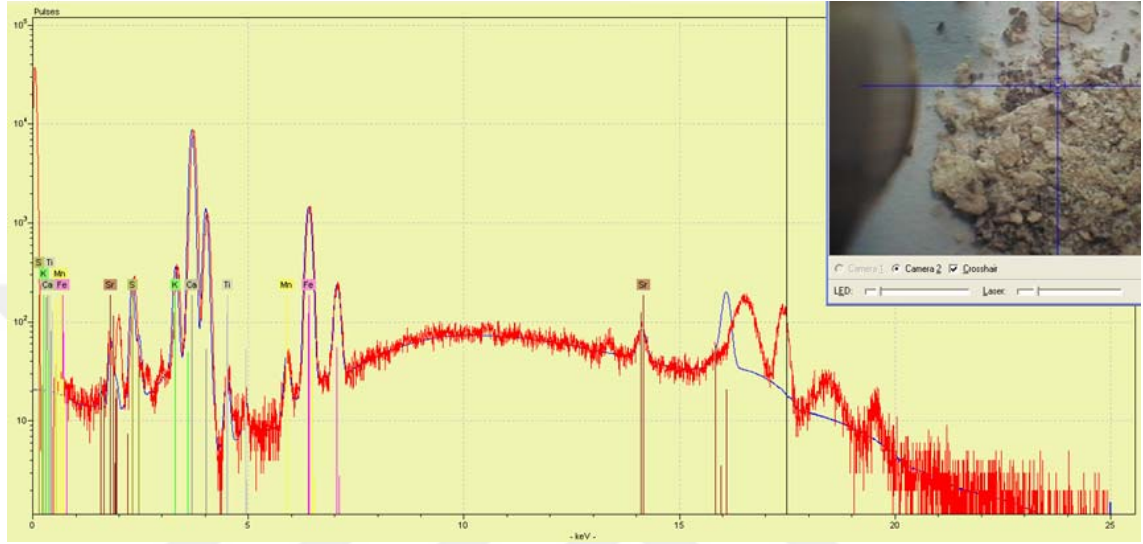
Şekil 4. 25. YSF-BKAYA μ -XRF ölçümü

Şekil 4.25' te YSF-BKAYA örneğinin XRF ölçümünde; Fe elementini major, Ca, Mn, Ti, Ba, Rb, K, Fe ve Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



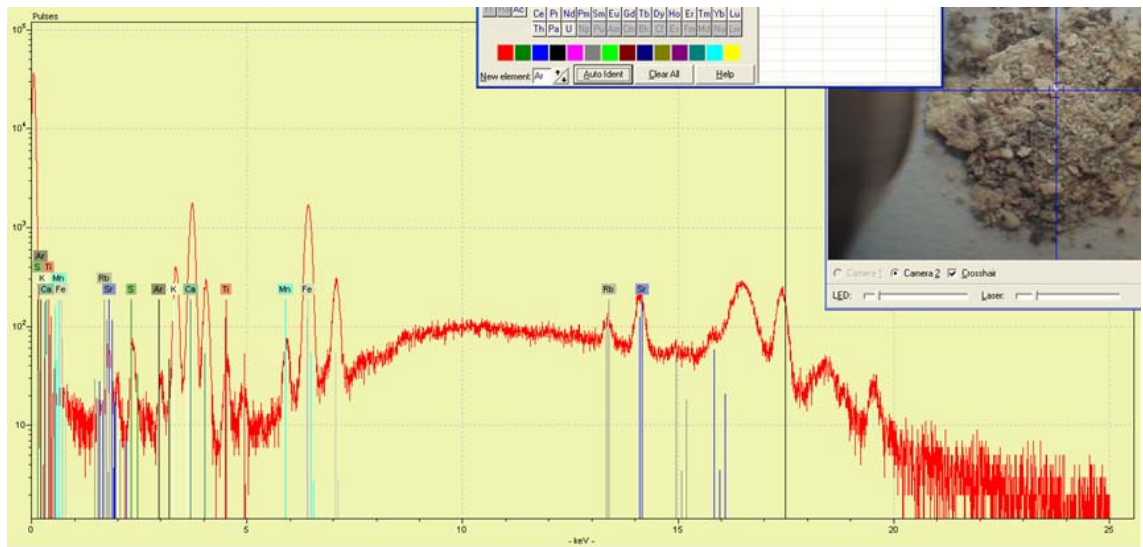
Şekil 4. 26. YSF-BSIVA μ -XRF ölçümü

Şekil 4.26' da YSF-B_{SIVA} örneğinin XRF ölçümünde; Fe elementini major, Ca, Mn, Ti, Ba, Rb, K, Fe ve Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Ca elementinin major miktarda, Sr, Ti, Mn, Ca, K, Fe ve S elementlerini içerdiği görülmüştür.



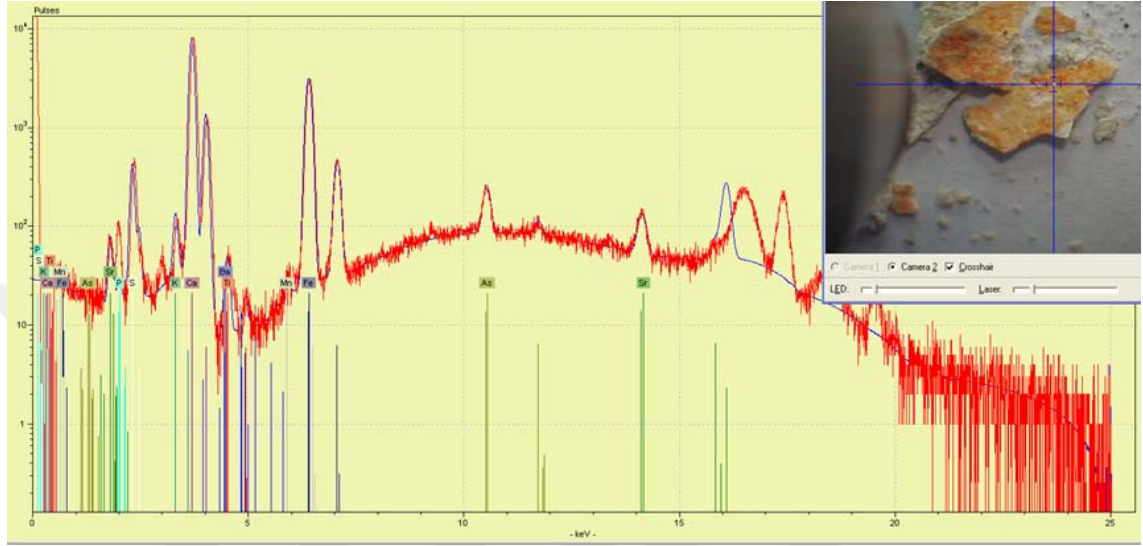
Şekil 4. 27. YSF-K₁(pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.27' de YSF-K₁ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Ca, Mn, Ti, K, S elementlerini ve minor miktarda Sr elementini içerdiği görülmüştür.



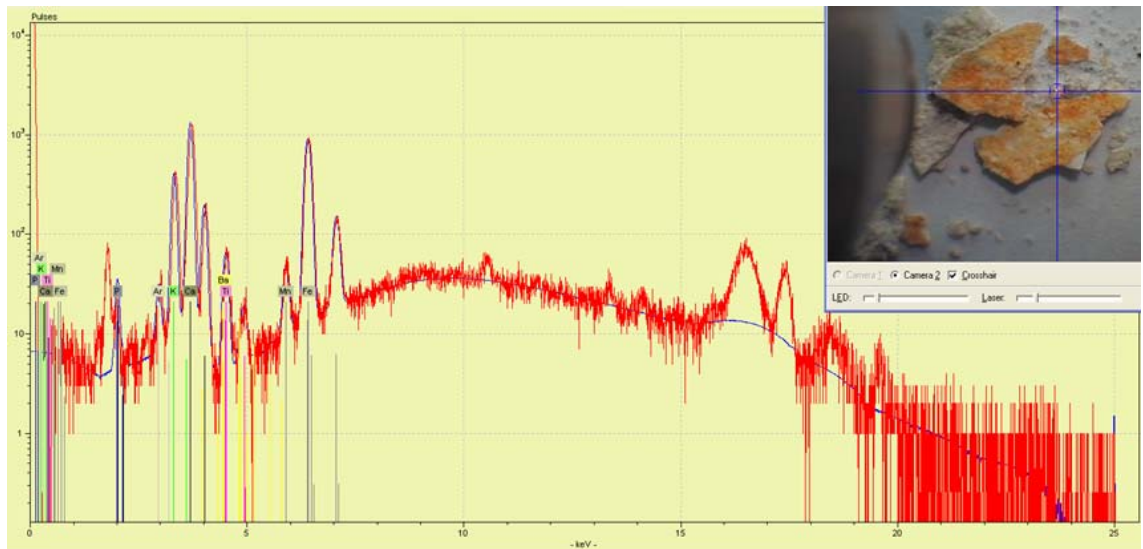
Şekil 4. 28. YSF-K₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.28' de YSF-K₁ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca, Mn, Ti, Sr, K, S ve Rb elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin C element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



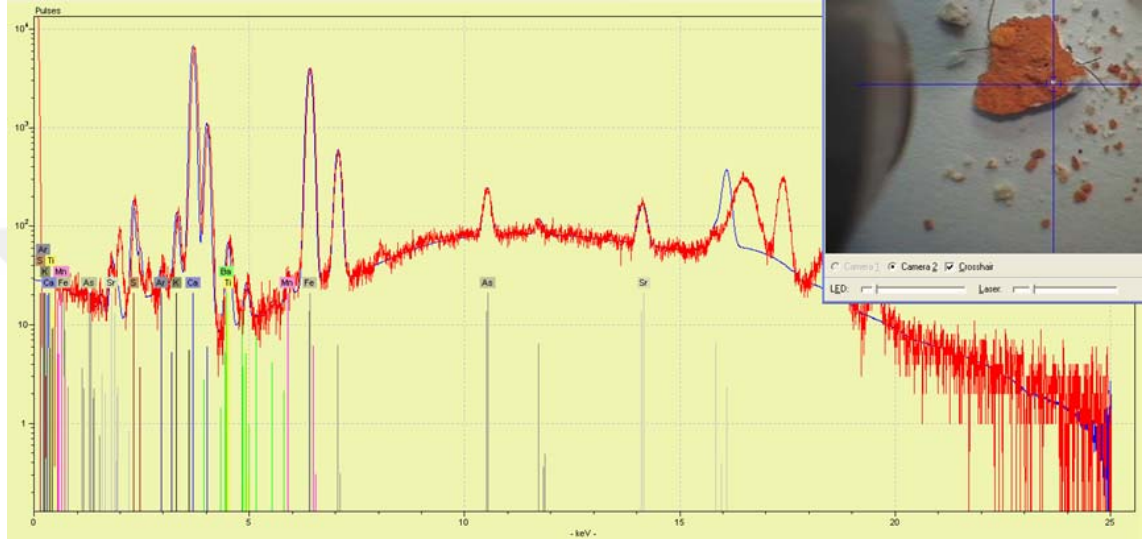
Şekil 4. 29. YSF-B₁ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.29' da YSF-B₁ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Sr, P, Ca, Ba, Ti, K, As ve S elementlerini içerdiği görülmüştür.



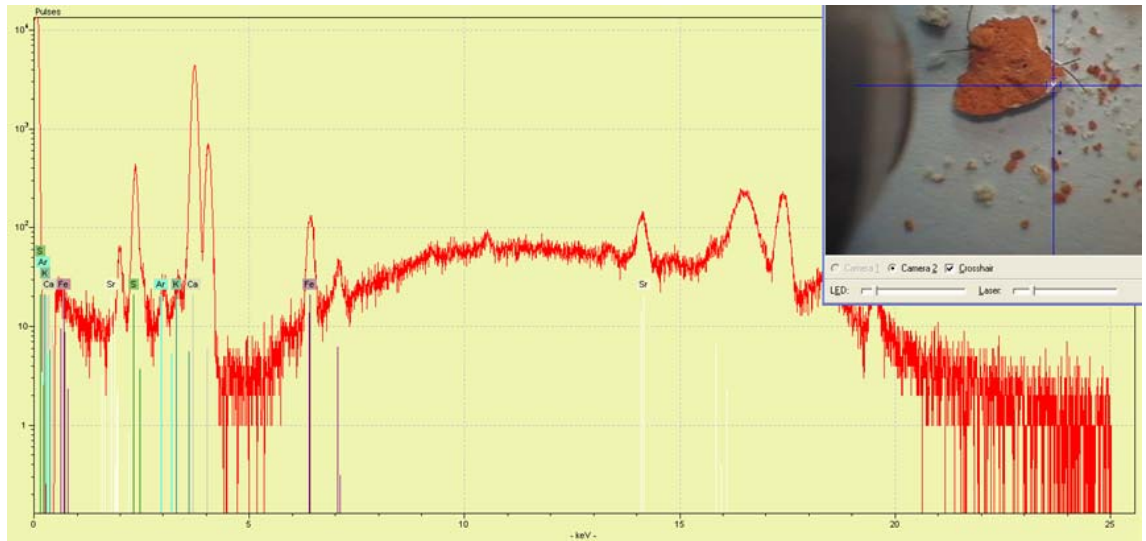
Şekil 4. 30. YSF-B₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.30' da YSF-B₂ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; minor miktarda Fe elementini ve P, Ba, Mn, Fe, As, Ti Ca, K ve S elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli olduğu, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu ve As elementinin boyadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



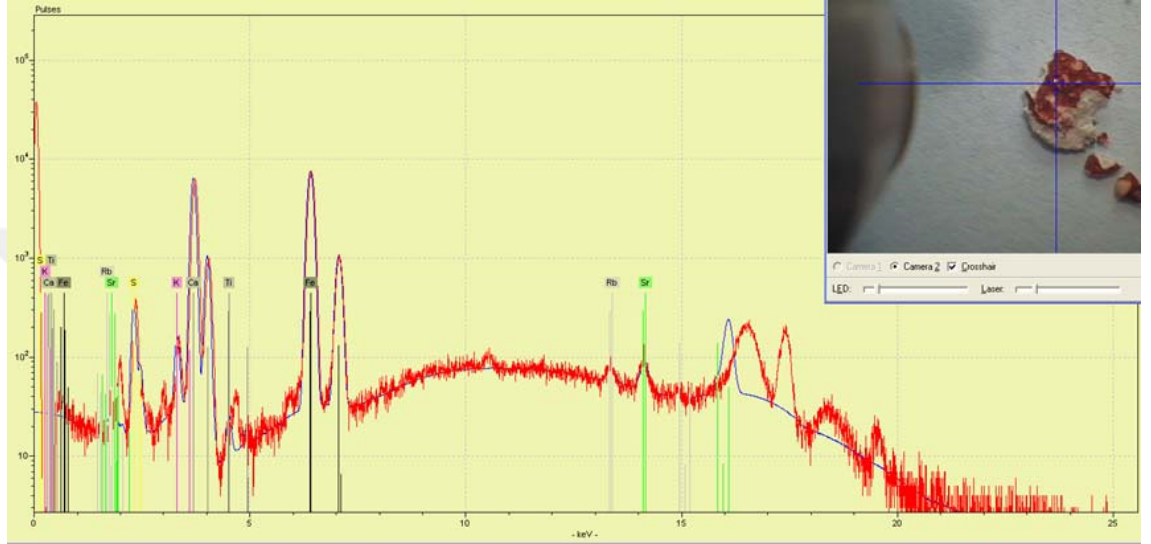
Şekil 4. 31. YSF-B₂ (pigment) µ-XRF ölçümü

Şekil 4.31' de YSF-B₂ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Ca, Ba, Ti, K, As ve S elementlerini içerdiği görülmüştür.



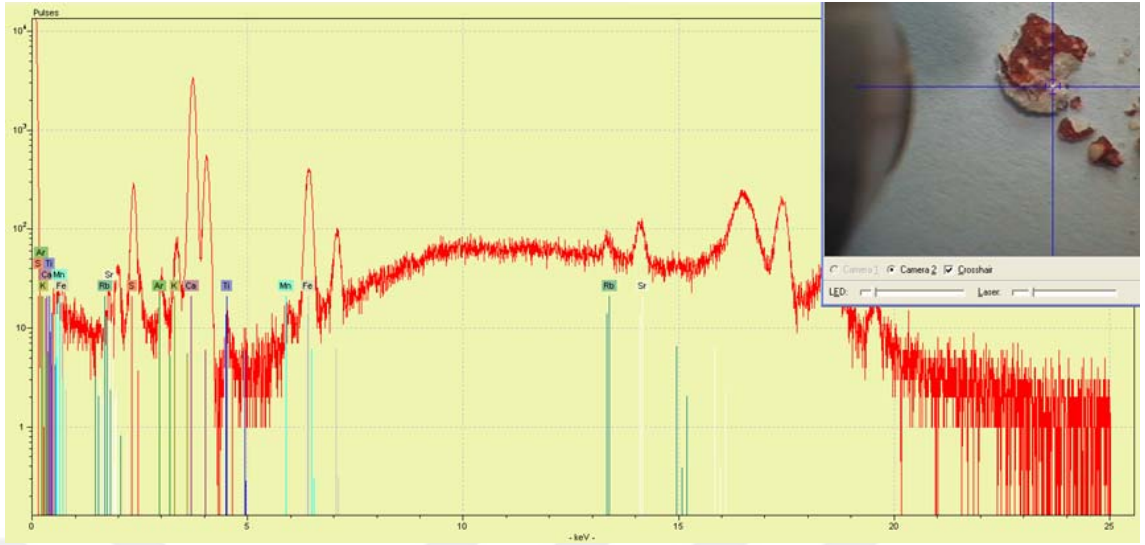
Şekil 4. 32. YSF-B₂ (zemin) µ-XRF ölçümü

Şekil 4.32' de YSF-B₂ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; minor miktarda Fe elementini ve P, Ca, K ve S elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli olduğu, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu ve As elementinin boyadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



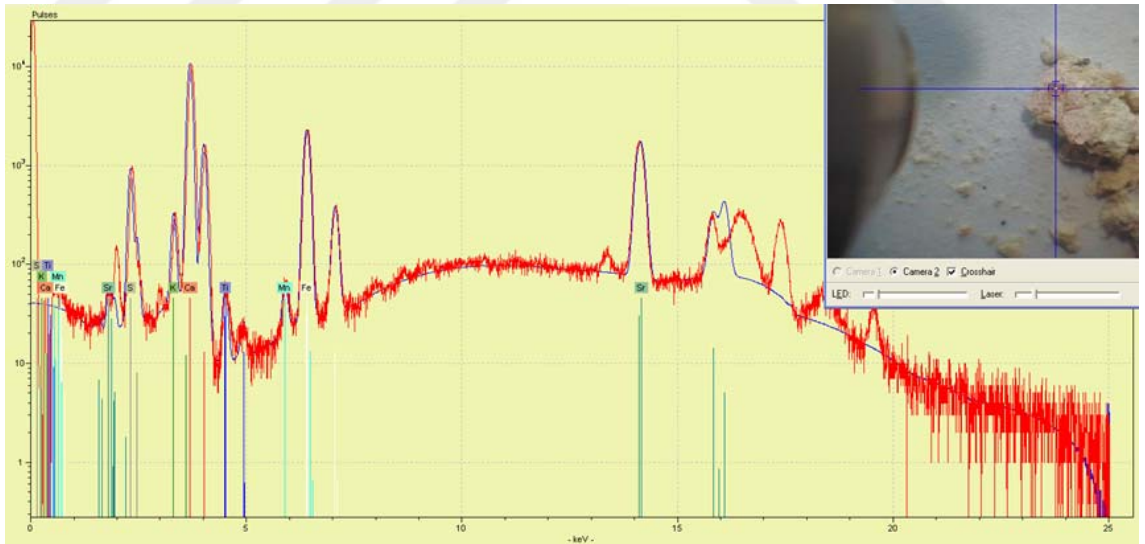
Şekil 4. 33. YSF-B₃(pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.33' te YSF-B₃ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementinin major miktarda, Sr ve Ti elementlerini minor miktarda ve Ca, K, S, Rb elementlerini içerdiği görülmüştür.



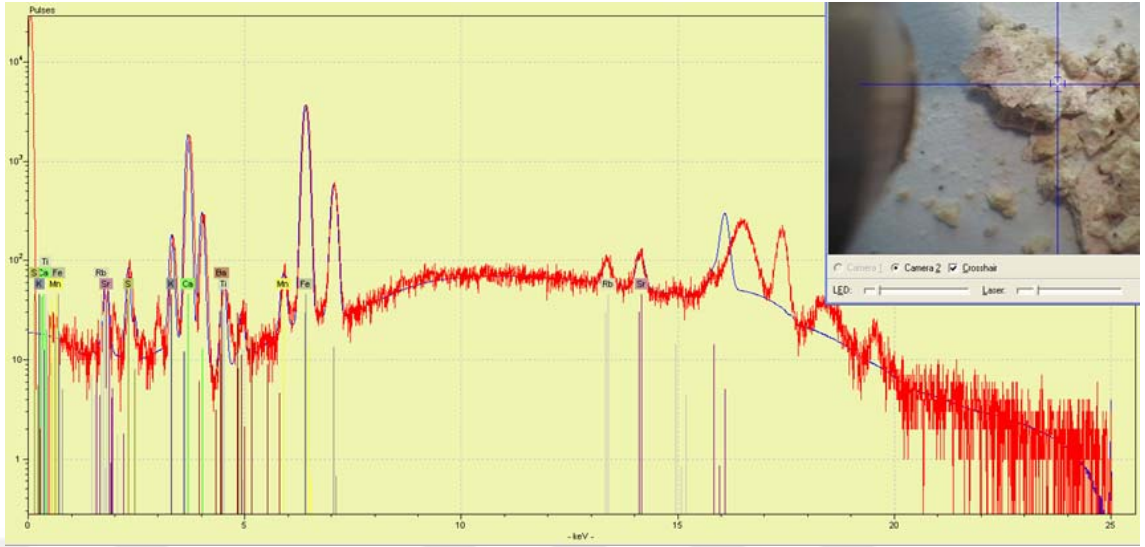
Şekil 4. 34. YSF-B₃(zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.34' te YSF-B₃ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Ca, Mn, S, Rb ve Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli olduğu, zeminin ise Ca kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



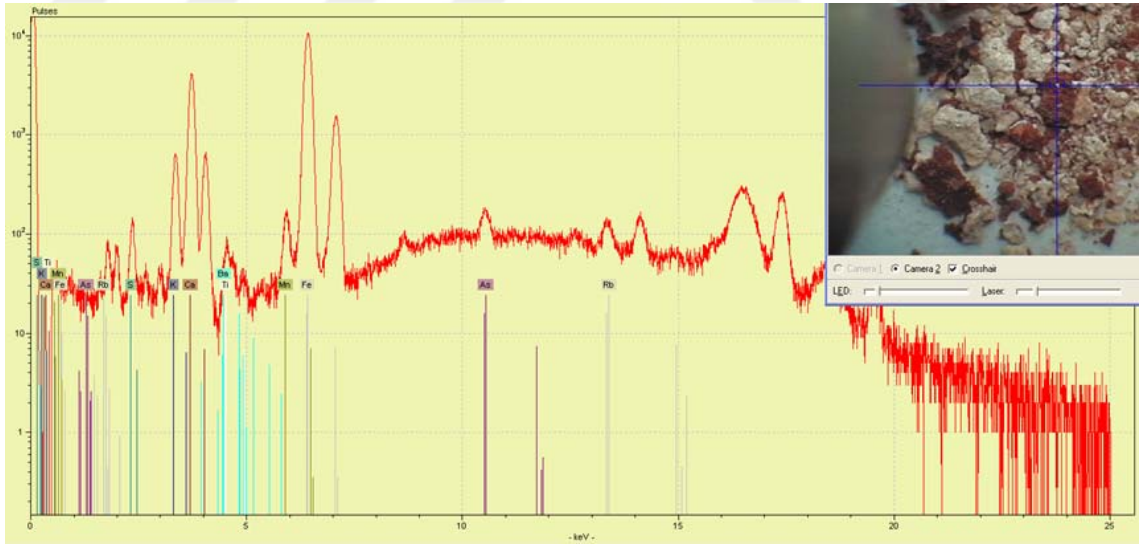
Şekil 4. 35. YSF-D₁ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.35' te YSF-D₁ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementinin major miktarda, Sr, Ti, Mn, Ca, K, Fe ve S elementlerini içerdiği görülmüştür.



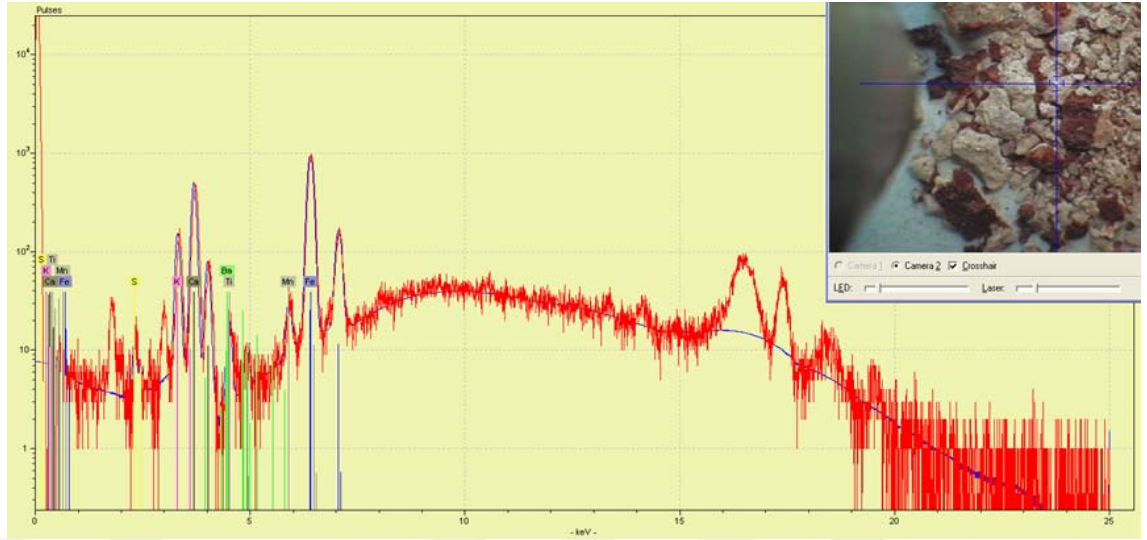
Şekil 4. 36. YSF-D₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.36' da YSF-D₁ örneğinin zemininin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca, Rb, Sr, Ba, Ti, Mn, K, Fe ve S elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya ve sıvanın Ca element kökenli olduğu düşünülmektedir.



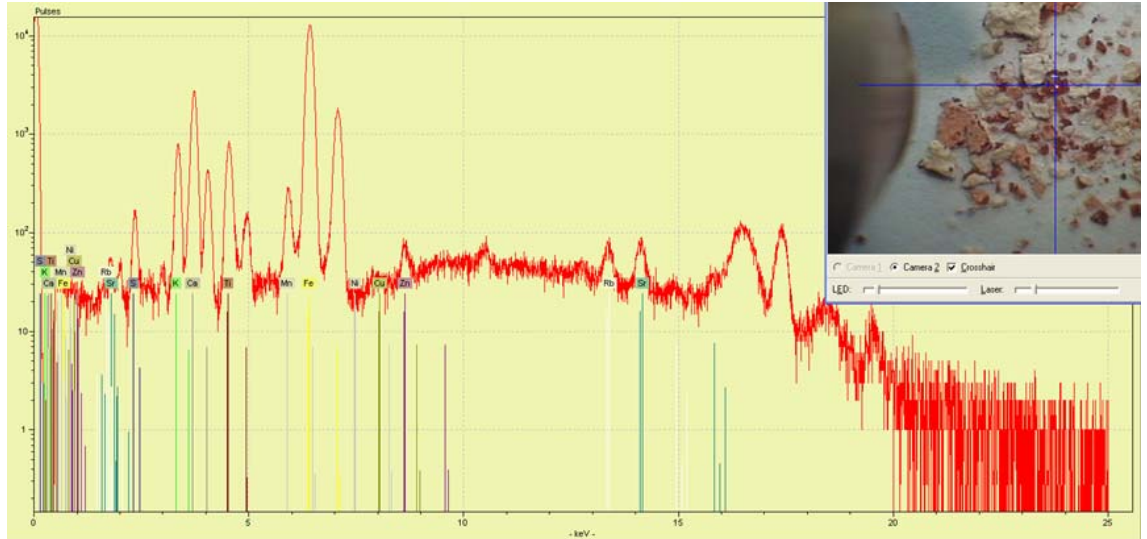
Şekil 4. 37. YSF-G₁ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.37' de YSF G₁ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementini major, As elementini minör miktarda, Ca, Ti, K ve Ba elementlerini içerdiği görülmüştür.



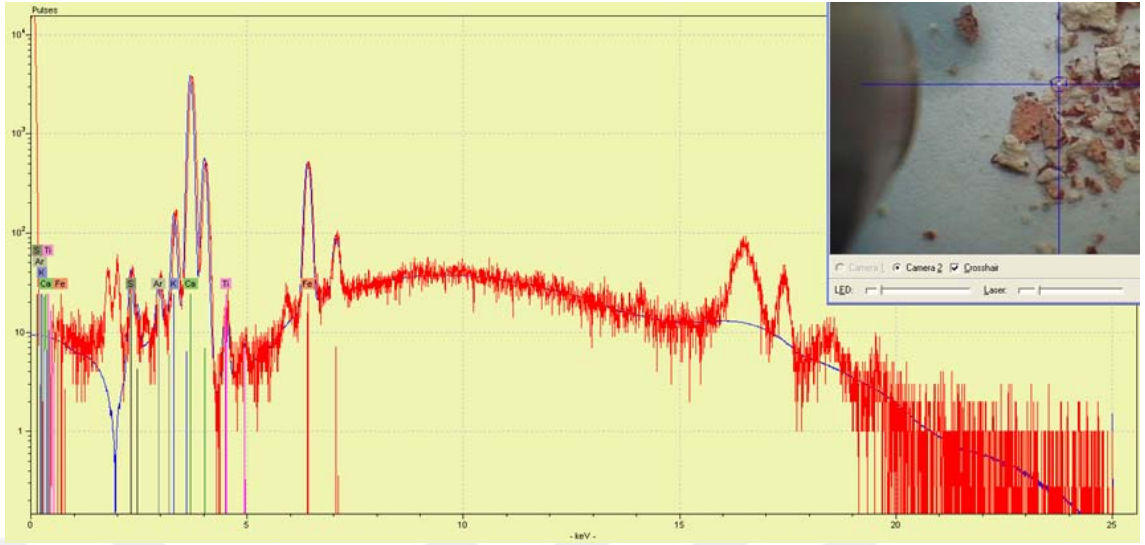
Şekil 4. 38. YSF-G₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.38’ de YSF G₁ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementini major, Fe elementini minör miktarda, Ti, S, K ve Ba elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 39. YSF-G₂ (pigment) μ -XRF ölçümü

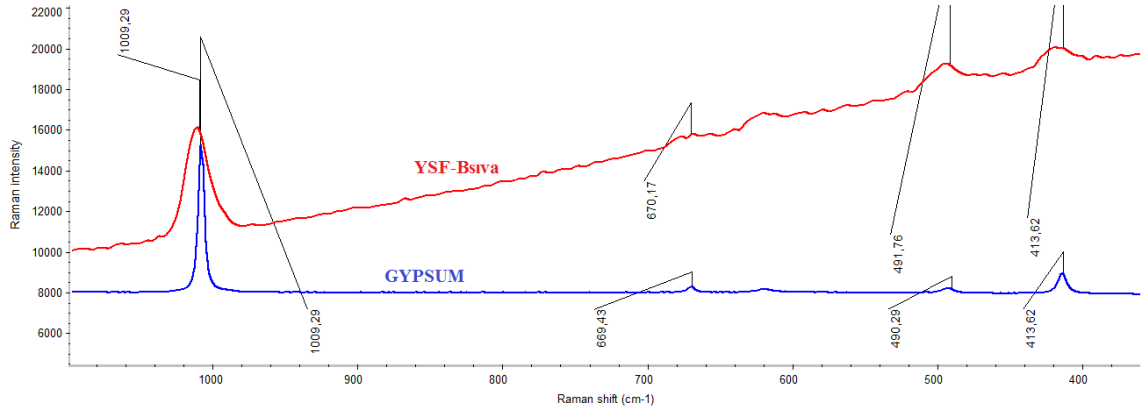
Şekil 4.39’ da YSF G₂ örneğinin pigmentin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementini major, Ca, Ti, Mn, K ve Zn elementlerini içerdiği görülmüştür.



Şekil 4. 40. YSF-G₂ (zemin) μ -XRF ölçümü

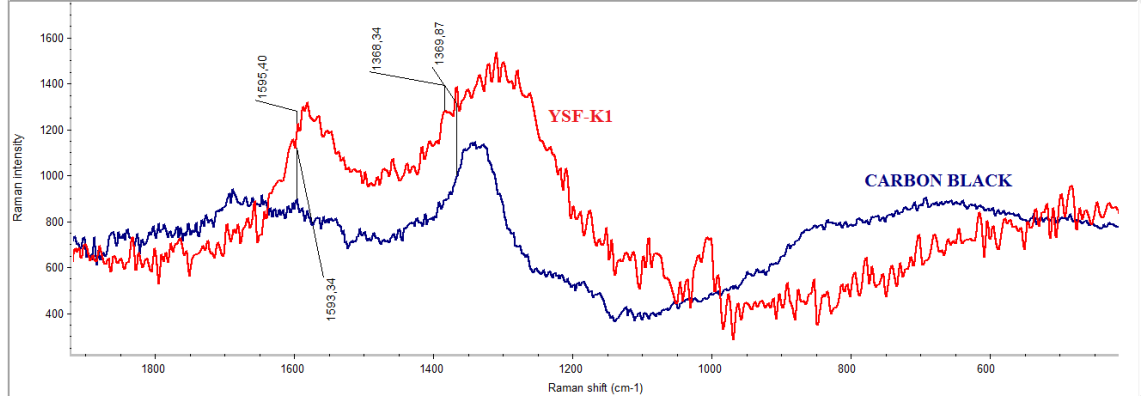
Şekil 4.40’da YSF G₂ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca ve Ti elementleri major, Fe, Ti, S, K ve Ba elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.2.2. Yusuf Koç Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü



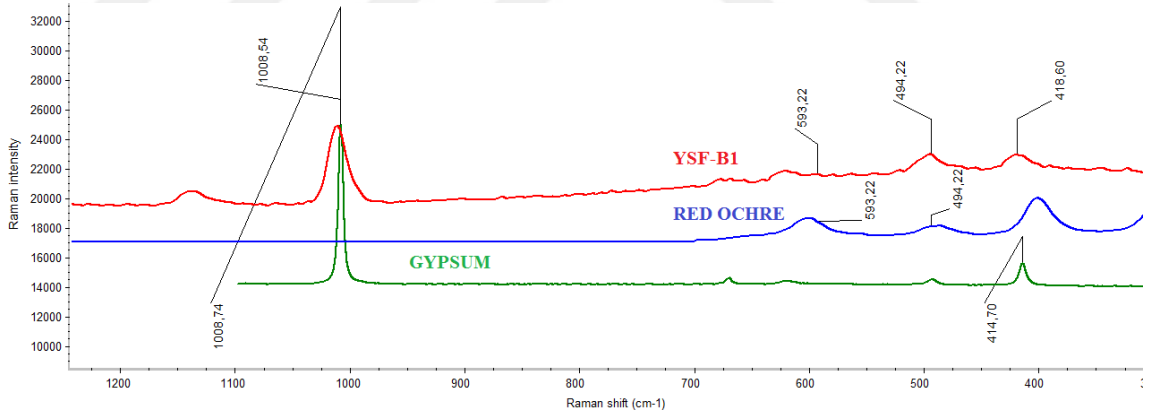
Şekil 4. 41. YSF-Bsiva μ - Raman ölçümü

Şekil 4.41’ de YSF-Bsiva isimli örneğin raman kaymaları; 1009,29 cm^{-1} ; 670,17 cm^{-1} , 491,76 cm^{-1} ; 413,62 cm^{-1} olarak tespit edilmiştir. ASK-ABsiva için tespit edilen bu raman kaymaları gypsum (alçı)’nın karakteristik raman kaymaları; 1009,29 cm^{-1} ; 669,43 cm^{-1} ; 490,29 cm^{-1} ve 413,62 cm^{-1} ile benzemektedir.



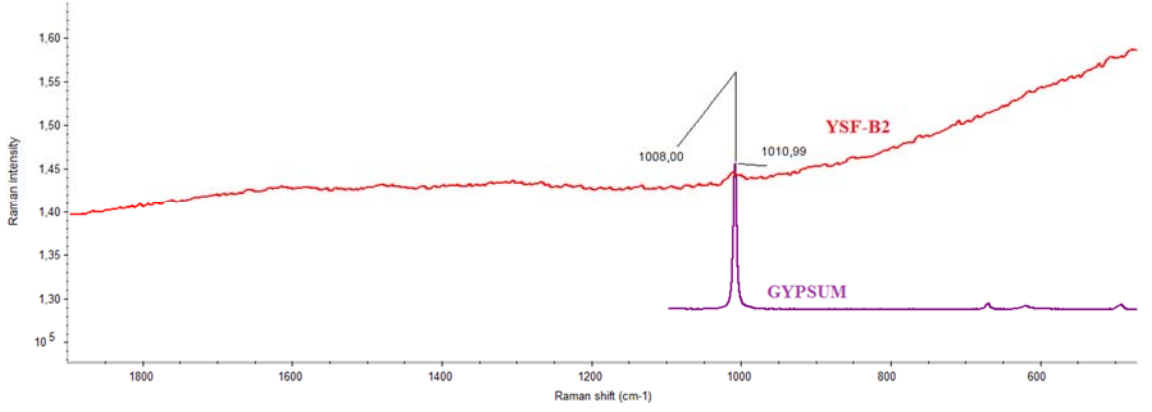
Şekil 4. 42. YSF-K₁ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.42’ de YSF-K₁ isimli örneğin 1593,34 cm⁻¹ ve 1369,87 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. YSF-K₁ için tespit edilen bu raman kaymaları carbon black (karbon siyahı) pigmentinin karakteristik raman kaymaları; 1595,40 cm⁻¹ ve 1368,34 cm⁻¹ ile benzemektedir.



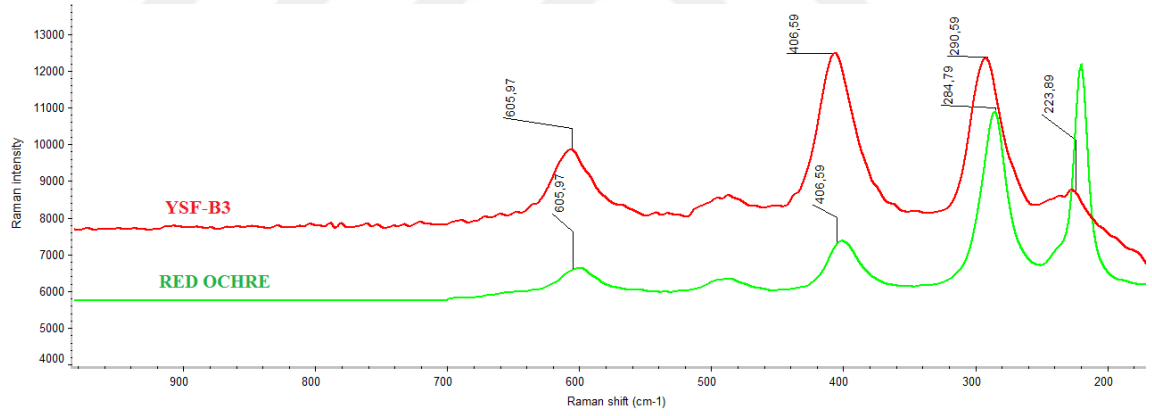
Şekil 4. 43. YSF-B₁ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.43’ te YSF-B₁ isimli örneğin 1008,54 cm⁻¹; 593,22 cm⁻¹; 494,22 cm⁻¹ ve 418,60 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. YSF-B₁ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 593,22 cm⁻¹; 494,22 cm⁻¹ ile gypsum (alçının) 1008,74 cm⁻¹ ve 414,70 cm⁻¹ raman kayması benzemektedir.



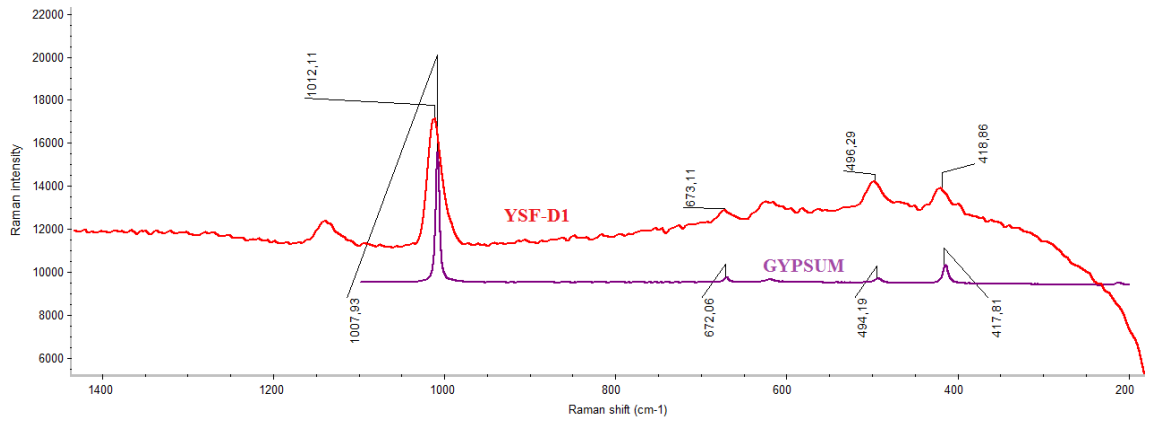
Şekil 4. 44. YSF-B₂ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.44' te YSF-B₂ isimli örneğin 1010,99 cm⁻¹ raman kayması tespit edilmiştir. YSF-B₂ için tespit edilen bu raman kayması gypsum (alçının) karakteristik raman kayması 1008,00 cm⁻¹ ile benzemektedir.



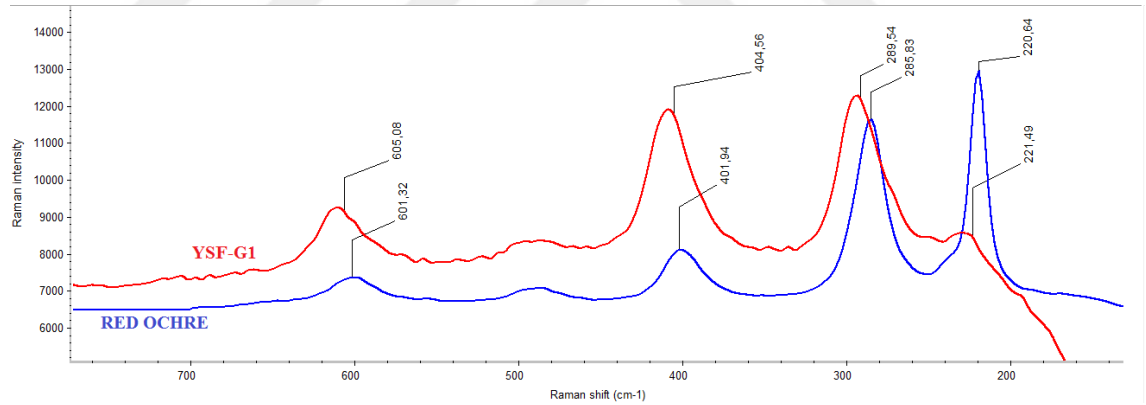
Şekil 4. 45. YSF-B₃ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.45' te YSF-B₃ isimli örneğin 605,97 cm⁻¹; 406,59 cm⁻¹; 290,59 cm⁻¹ ve 223,89 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. YSF-B₃ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 605,97 cm⁻¹; 406,59 cm⁻¹; 284,79 cm⁻¹ ile benzemektedir.



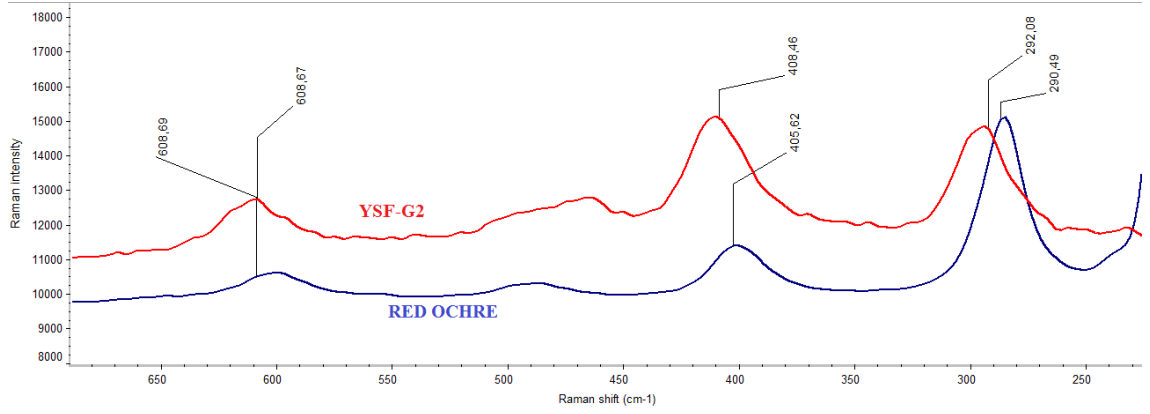
Şekil 4. 46. YSF-D₁ μ - Raman ölçümü

Şekil 4.46’ da YSF-D₁ isimli örneğin raman kaymaları; 1012,11 cm^{-1} ; 673,11 cm^{-1} , 496,29 cm^{-1} ve 418,86 cm^{-1} olarak tespit edilmiştir. YSF-D₁ için tespit edilen bu raman kaymaları gypsum (alçı)’nın karakteristik raman kaymaları; 1007,93 cm^{-1} ; 672,06 cm^{-1} , 494,19 cm^{-1} ve 417,81 cm^{-1} ile benzerlik göstermiştir.



Şekil 4. 47. YSF-G₁ μ - Raman ölçümü

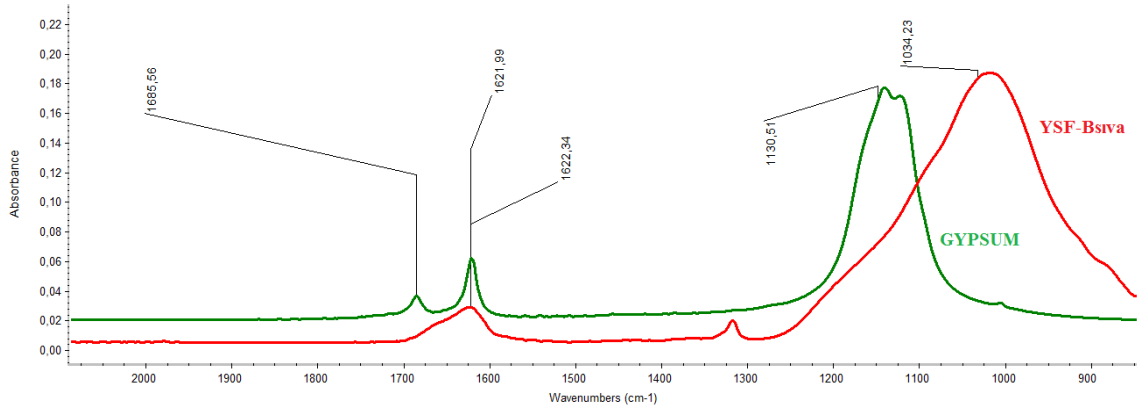
Şekil 4.47’ de YSF-G₁ isimli örneğin 605,08 cm^{-1} ; 404,56 cm^{-1} ; 289,54 cm^{-1} ve 220,64 cm^{-1} raman kaymaları tespit edilmiştir. YSF-G₁ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 601,32 cm^{-1} ; 401,94 cm^{-1} ; 285,83 cm^{-1} ve 221, 49 cm^{-1} ile benzemektedir.



Şekil 4. 48. YSF-G₂ μ - Raman ölçümü

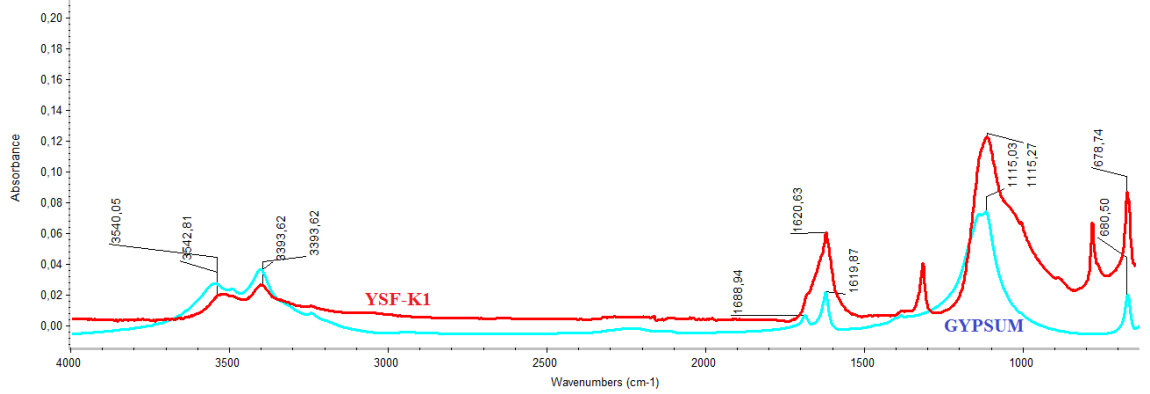
Şekil 4.48’ de YSF-G₂ isimli örneğin 608,67 cm⁻¹; 408,46 cm⁻¹ ve 292,08 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. YSF-G₂ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 608,67 cm⁻¹; 405,62 cm⁻¹ ve 290, 49 cm⁻¹ ile benzemektedir.

4.2.3. Yusuf Koç Kilisesi örneklerinin FT-IR ölçümü



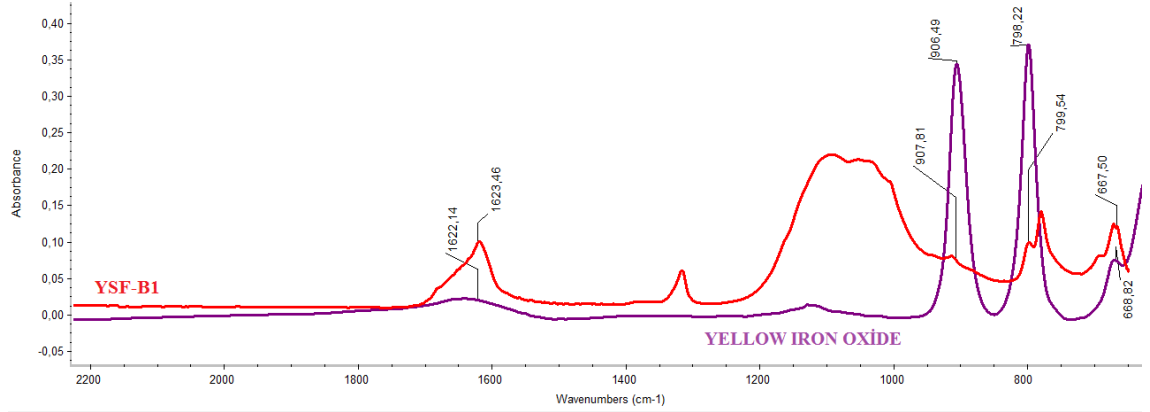
Şekil 4. 49. YSF-B_{SIVA} FT-IR ölçümü

Şekil 4.49’ da YSF-B_{SIVA} isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1621,99 cm⁻¹ ve 1134,23 cm⁻¹ tespit edilmiştir. YSF-B_{SIVA} için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), gypsum (alçı)’nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1685,56 cm⁻¹; 1622,34 cm⁻¹ ve 1130, 51 cm⁻¹ ile benzemektedir.



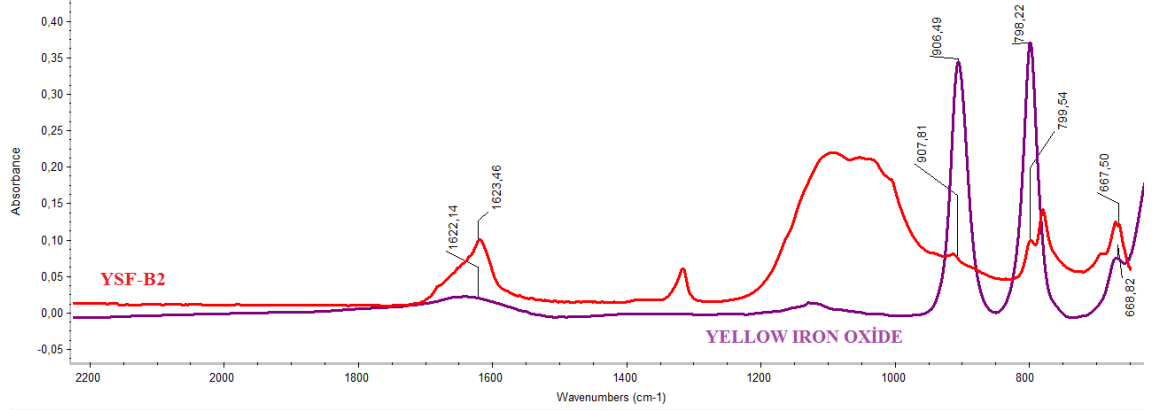
Şekil 4. 50. YSF-K₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.50' de YSF-K₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3540,05 cm⁻¹, 3393,62 cm⁻¹; 1620,63 cm⁻¹; 1115,27 cm⁻¹ ve 678,74 cm⁻¹ tespit edilmiştir. YSF-K₁ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), gypsum (alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3542,81 cm⁻¹; 3362,62 cm⁻¹; 1688,94 cm⁻¹; 1619,87 cm⁻¹; 1115,03 cm⁻¹ ve 680,50 cm⁻¹ ile benzemektedir.



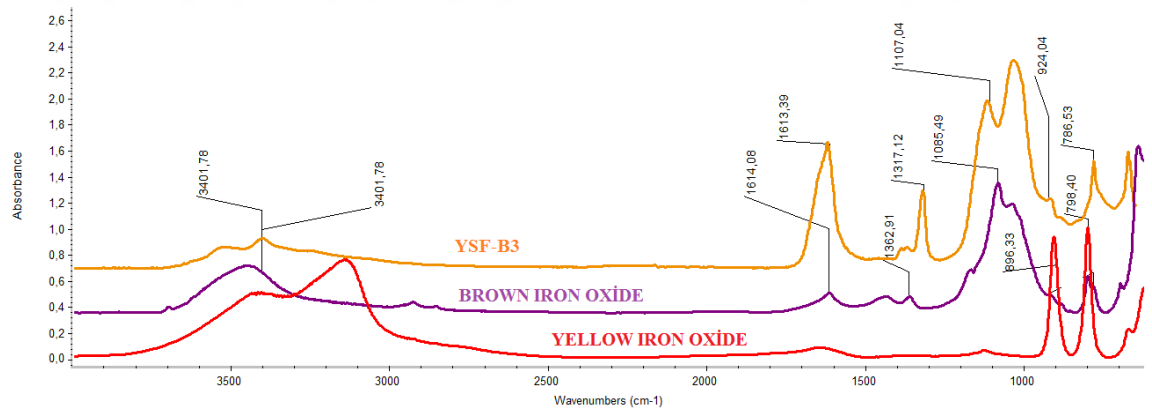
Şekil 4. 51. YSF-B₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.51' de YSF-B₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1623,46 cm⁻¹; 907,81 cm⁻¹; 799,54 cm⁻¹ ve 667,50 cm⁻¹ tespit edilmiştir. YSF-B₁ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), yellow iron oxide (sarı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1622,14 cm⁻¹; 906,49 cm⁻¹; 914,94 cm⁻¹; 798,22 cm⁻¹ ve 668,82 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 52. YSF-B₂ FT-IR ölçümü

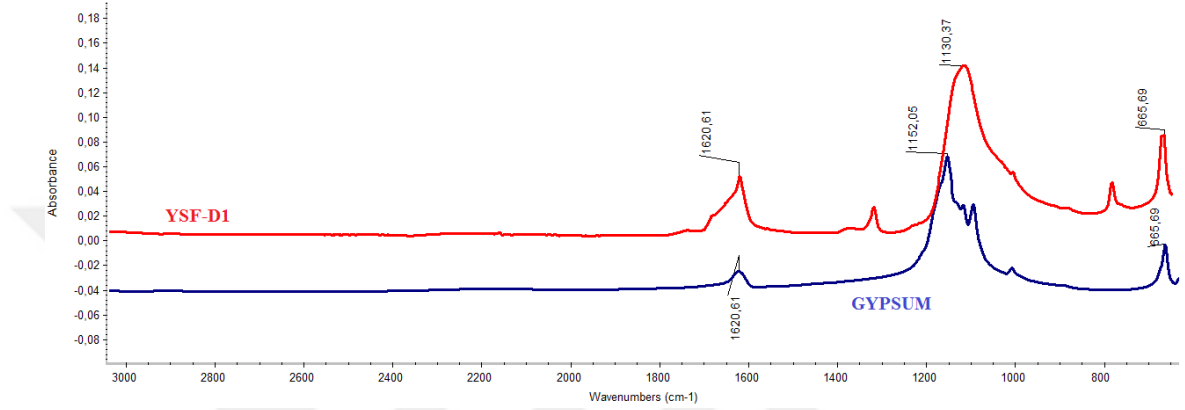
Şekil 4.52' de YSF-B₂ isimli örneğin dalga sayısı (IR bantları); 1623,46 cm^{-1} ; 907,81 cm^{-1} ; 799,54 cm^{-1} ve 667,50 cm^{-1} tespit edilmiştir. YSF-B₂ için tespit edilen dalga sayısı (IR bantları), yellow iron oxide (sarı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayısı (IR bantları); 1622,14 cm^{-1} , 906,49 cm^{-1} , 798,22 cm^{-1} ve 668,82 cm^{-1} ile benzemektedir.



Şekil 4. 53. YSF-B₃ FT-IR ölçümü

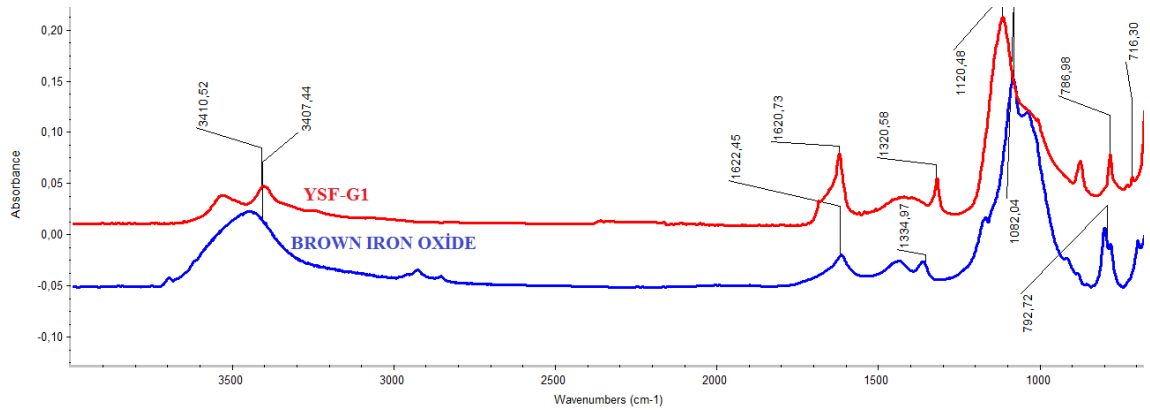
Şekil 4.53' te YSF-B₃ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3401,78 cm^{-1} ; 1613,39 cm^{-1} ; 1317,12 cm^{-1} , 1107,04 cm^{-1} 'de tespit edilmiştir. YSF-B₃ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3401,78 cm^{-1} ; 1614,08 cm^{-1} ; 1681,74 cm^{-1} , 1362,91 cm^{-1} ve 1085,49 cm^{-1} ile benzemektedir.

Bununla birlikte YSF-B₃ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 924,04 cm⁻¹ ve 786,53 cm⁻¹ 'de tespit edilmiştir. YSF-B₃ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), yellow iron oxide (sarı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 896,33 cm⁻¹ ve 798,40 cm⁻¹ ile benzemektedir.



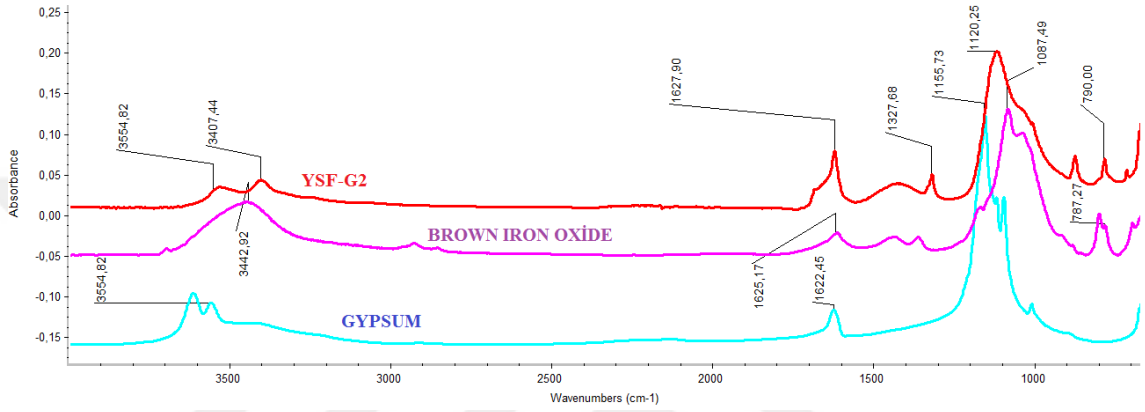
Şekil 4. 54. YSF-D₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.54' te YSF-D₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1620,61 cm⁻¹, 1130,37 cm⁻¹ ve 665,69 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. YSF-D₁ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları) gypsum (alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1620,61 cm⁻¹; 1152,05 cm⁻¹ ve 665,69 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



Şekil 4. 55. YSF-G₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.55' te YSF-G₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3407,44 cm⁻¹, 1620,73 cm⁻¹; 1320,58 cm⁻¹; 1120,48 cm⁻¹ ve 786,98 cm⁻¹ tespit edilmiştir. YSF-G₁ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3410,52 cm⁻¹; 1622,45 cm⁻¹, 1334,97 cm⁻¹; 1082,04 cm⁻¹ ve 792, 72 cm⁻¹ ile benzemektedir.



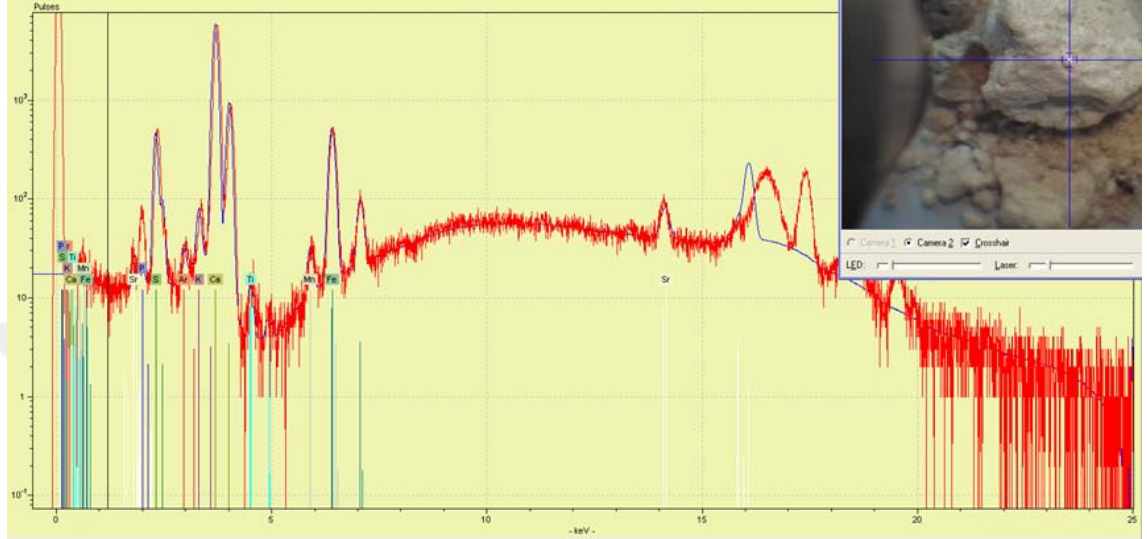
Şekil 4. 56. YSF-G₂ FT-IR ölçümü

Şekil 4.56' da YSF-G₂ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3554,82 cm⁻¹, 1627,90 cm⁻¹ ve 790,00 cm⁻¹ tespit edilmiştir. YSF-G₂ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3442,92 cm⁻¹; 1625,17 cm⁻¹; 1087,49 cm⁻¹ ve 787, 27 cm⁻¹ ile benzemektedir.

Bununla birlikte YSF-G₂ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3554,82 cm⁻¹; 1627,90 cm⁻¹ ve 1120,25 cm⁻¹ tespit edilmiştir. YSF-G₂ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), gypsum (kireç) 'in karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3407,44 cm⁻¹; 1622,45 cm⁻¹ ve 1155,73 cm⁻¹ ile benzemektedir.

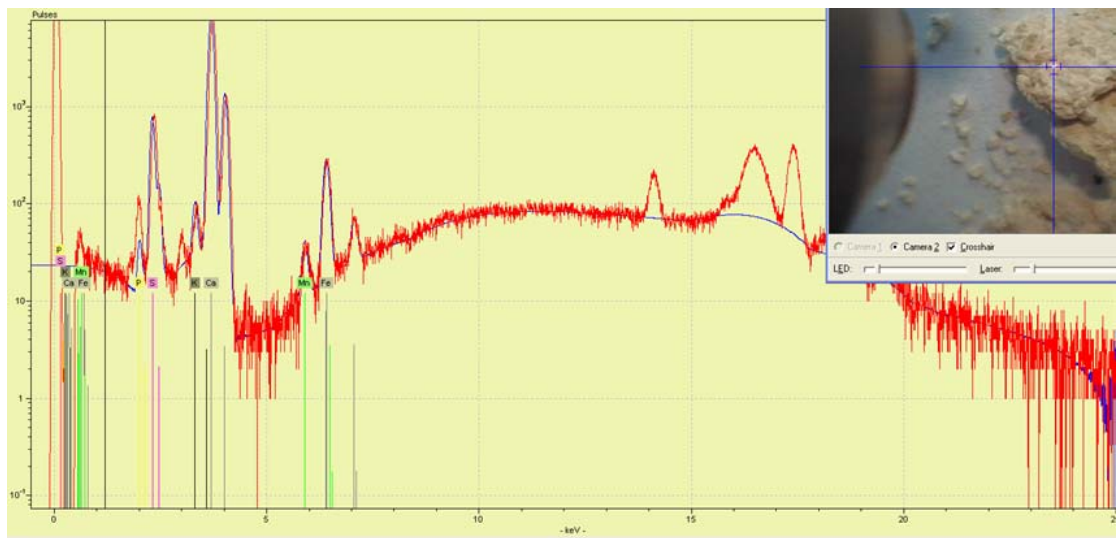
4.3. Aziz Simeon Kilisesi'nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları

4.3.1. Aziz Simeon Kilisesi örneklerinin μ -XRF ölçümü



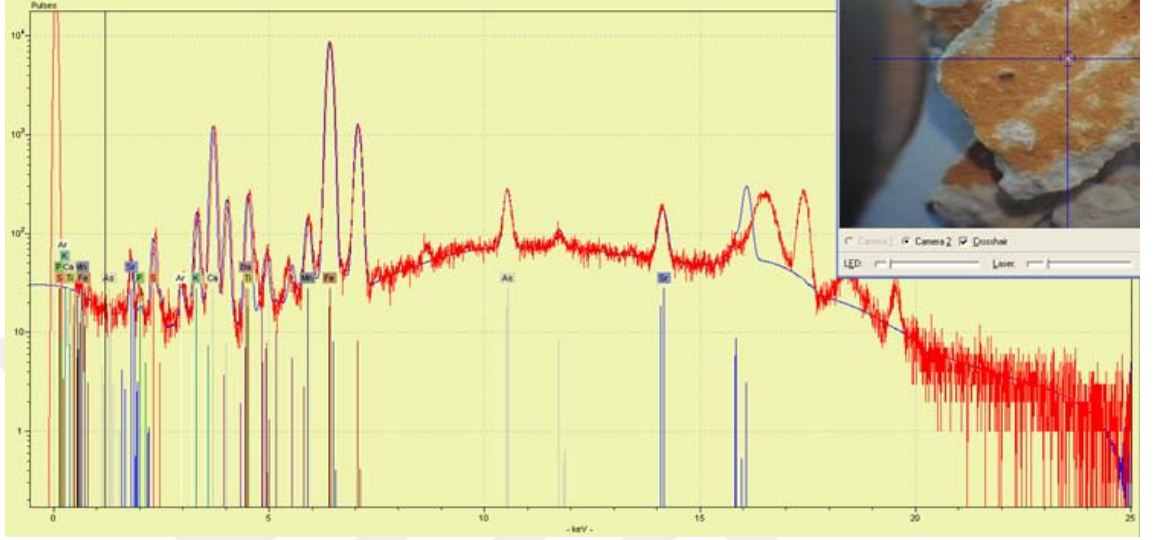
Şekil 4. 57. SMN-G_{KAYA} μ -XRF ölçümü

Şekil 4.57' de SMN-G_{KAYA} örneğinin XRF ölçümünde; Ca, S, Mn, Ti, Fe ve K elementlerini içerdiği görülmüştür.



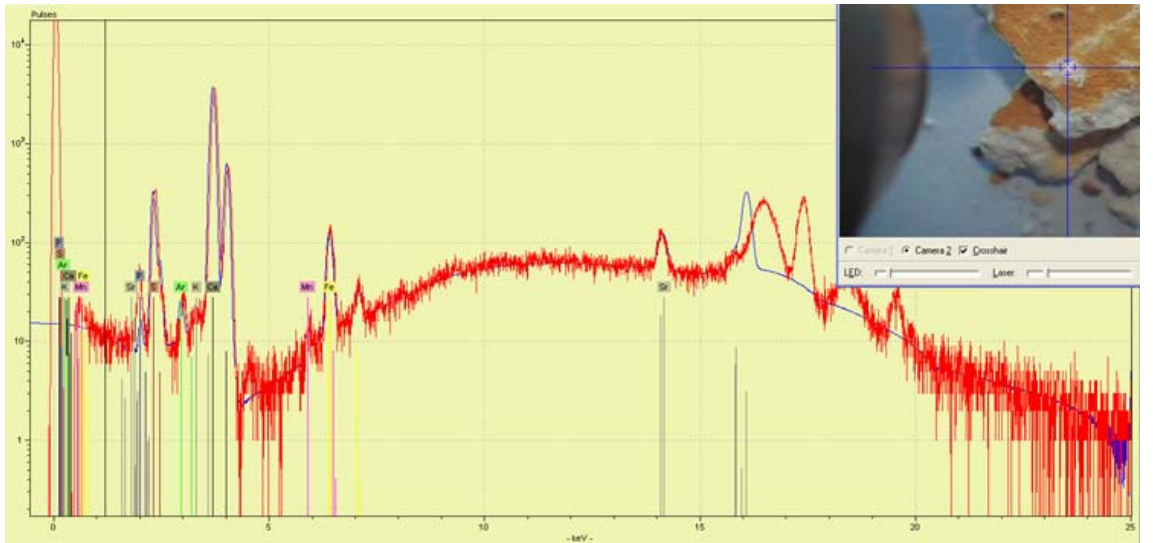
Şekil 4. 58. SMN-G_{SIVA} μ -XRF ölçümü

Şekil 4.58’ de SMN-G_{SIVA} örneğinin XRF ölçümünde; Ca, S, Mn, Ti, Sr, P, Fe ve K elementlerini içerdiği görülmüştür.



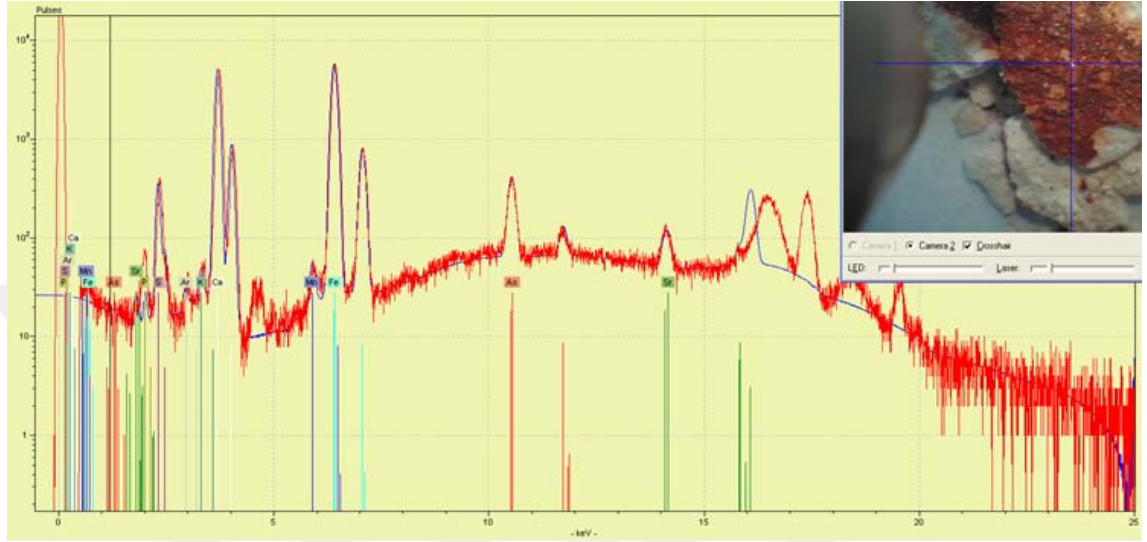
Şekil 4. 59. SMN-G₁ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.59’ da SMN-G₁ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; As, Ti, Ba, Ti ve Fe elementleri major, P elementi minor ve Ca, S, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



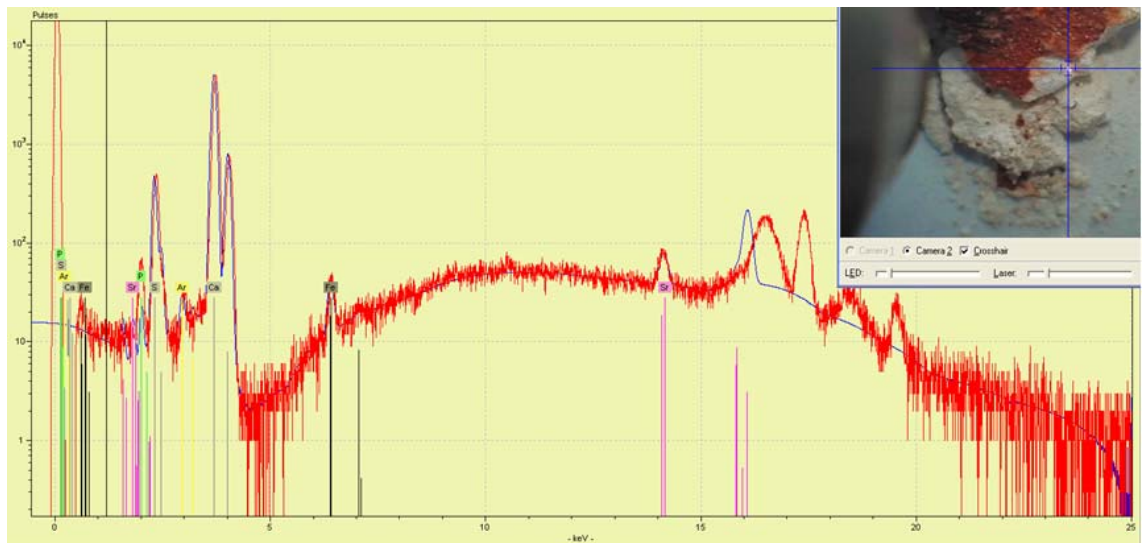
Şekil 4. 60. SMN-G₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.60' da SMN-G₁ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe ve Mn elementi minor ve Ca, S, P, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe, As ve Ti element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



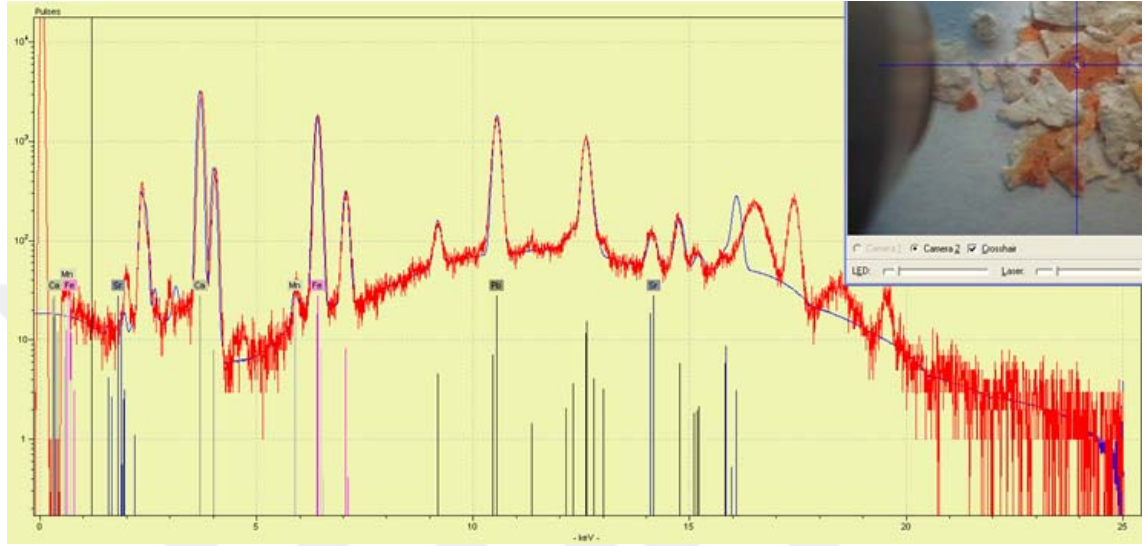
Şekil 4. 61. SMN-G₂ (pigment) µ-XRF ölçümü

Şekil 4.61' de SMN-G₂ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementi major, P, As, Mn, K, Ca, S elementlerini içerdiği görülmüştür.



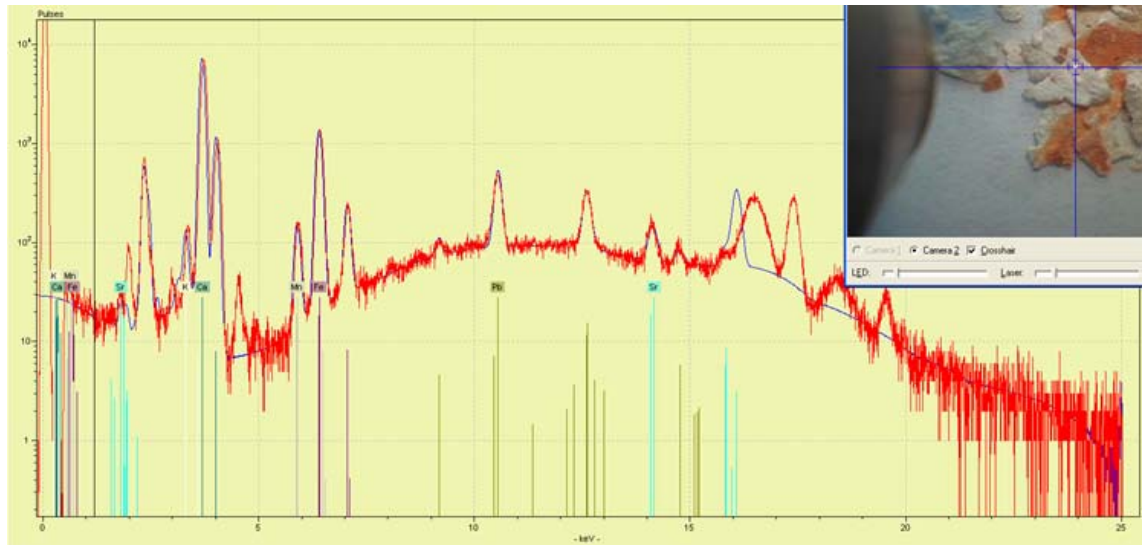
Şekil 4. 62. SMN-G₂ (zemin) µ-XRF ölçümü

Şekil 4.62' de SMN-G₂ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe ve Sr elementi minor ve Ca, S, P elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 63. SMN-G₄ (pigment) μ -XRF ölçümü

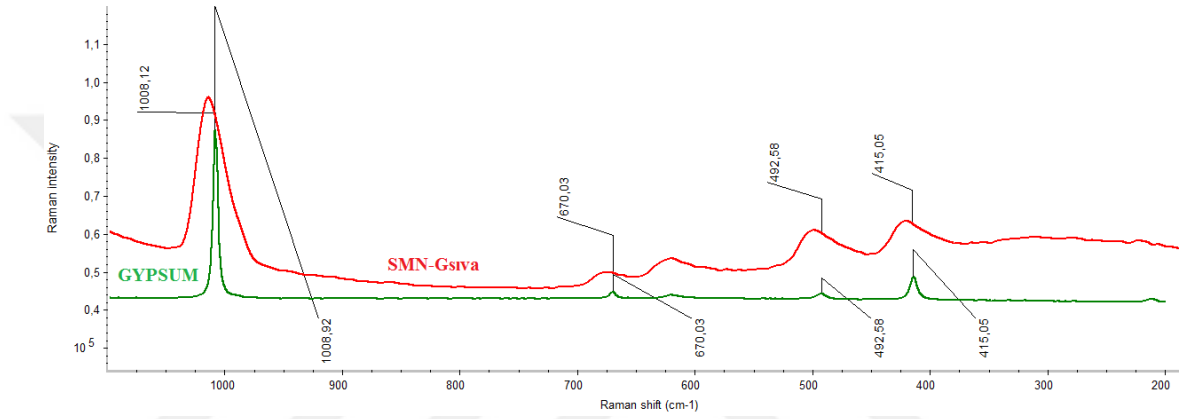
Şekil 4.63' te SMN-G₄ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb ve Fe elementi major ve Ca, Mn elementlerini içerdiği görülmüştür.



Şekil 4. 64. SMN-G₄ (zemin) μ -XRF ölçümü

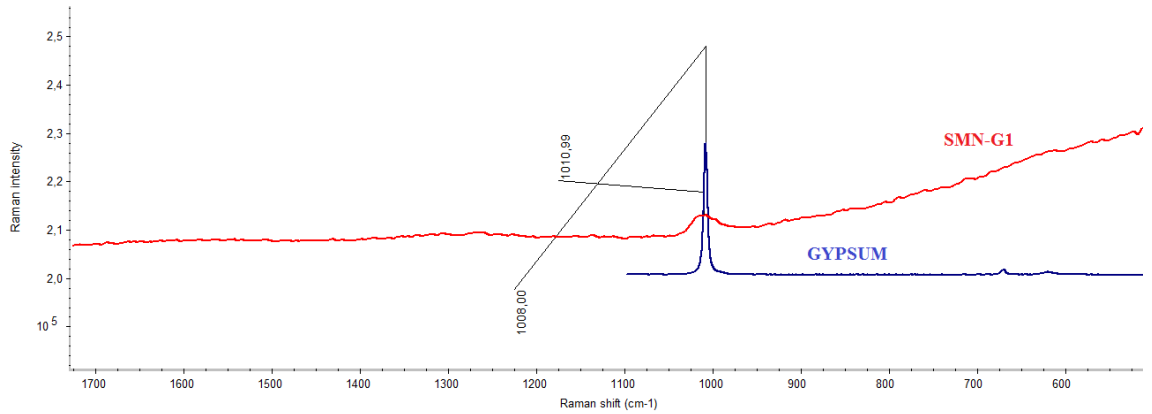
Şekil 4.64' da SMN-G₄ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Mn ve Ca elementleri major ve Pb, Fe, K, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe ve Pb element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.3.2. Aziz Simeon Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü



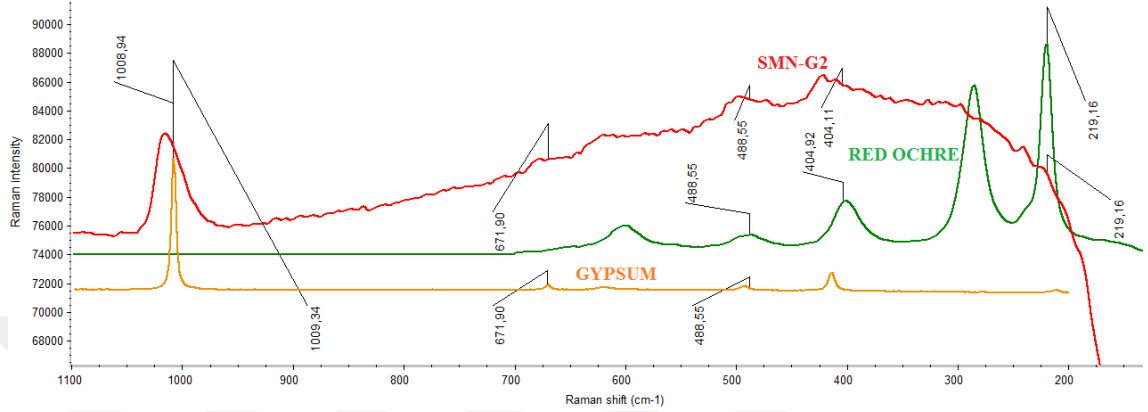
Şekil 4. 65. SMN-G_{SIVA} μ - Raman ölçümü

Şekil 4.65' te SMN-G_{SIVA} isimli örneğin raman kaymaları; 1008,92 cm⁻¹; 670,03 cm⁻¹, 492,58 cm⁻¹ ve 415,05 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. SMN-G_{SIVA} için tespit edilen bu raman kaymaları gypsum (alçı)'nın karakteristik raman kaymaları; 1008,12 cm⁻¹; 670,03 cm⁻¹; 492,58 cm⁻¹ ve 415,05 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



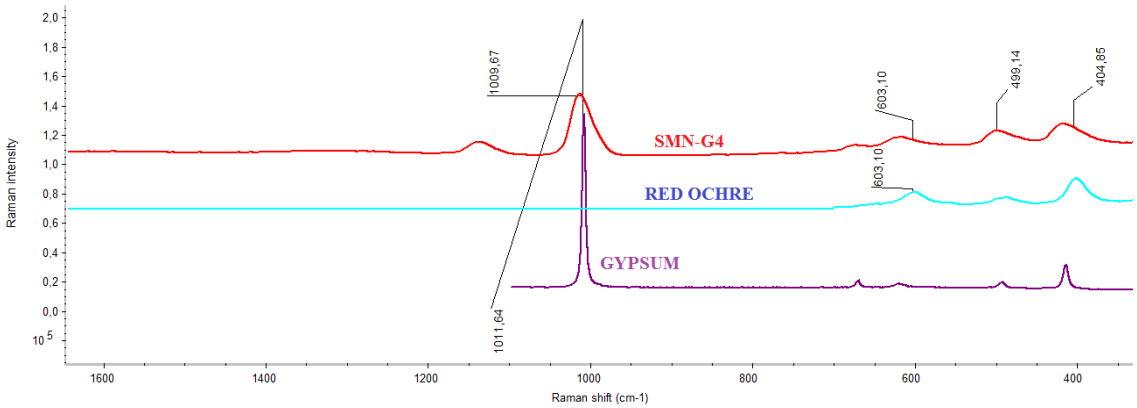
Şekil 4. 66. SMN-G₁ μ - Raman ölçümü

Şekil 4.66’ da SMN-G₁ isimli örneğin 1010,99 cm⁻¹ raman kayması tespit edilmiştir. SMN-G₁ için tespit edilen bu raman kaymaları gypsum (alçının) karakteristik raman kaymaları 1008,00 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 67. SMN-G₂ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.67’ de SMN-G₂ isimli örneğin 1008,94 cm⁻¹; 671,90 cm⁻¹ ve 488,55 cm⁻¹ raman kaymaları, gypsum (alçı)’nın karakteristik raman kaymaları 1009,34 cm⁻¹; 671,90 cm⁻¹ ve 488.55 cm⁻¹ ile örtüşmektedir. Bununla birlikte SMN-G₂ örneğinin 488,55 cm⁻¹; 404,11 cm⁻¹ ve 219,16 cm⁻¹ ‘de raman kaymaları tespit edilmiştir. SMN-G₂ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 488,55 cm⁻¹; 404,92 cm⁻¹ ve 219,16 cm⁻¹ ile benzemektedir.

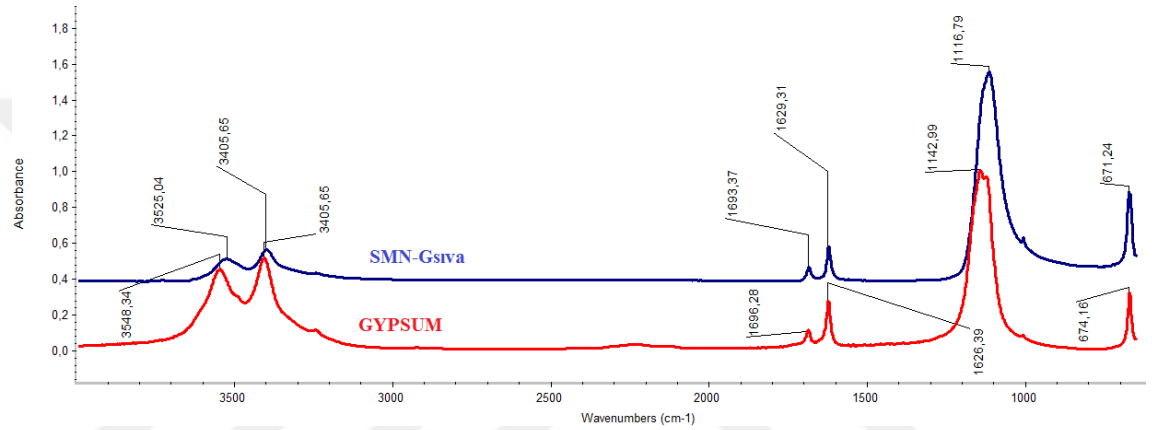


Şekil 4. 68. SMN-G₄ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.68’ de SMN-G₄ isimli örneğin 1011,64 cm⁻¹; 603,10 cm⁻¹; 499,14 cm⁻¹ ve 404,85 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. SMN-G₄ için tespit edilen bu raman

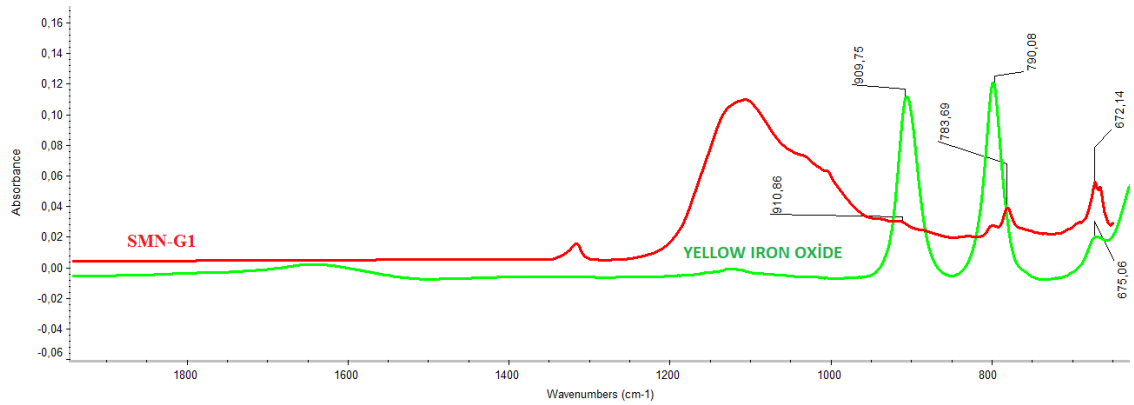
kaymaları, red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kayması $603,10 \text{ cm}^{-1}$ ve gypsum (alçımın) $1009,67 \text{ cm}^{-1}$ raman kayması ile örtüşmektedir.

4.3.3. Aziz Simeon Kilisesi örneklerinin FT-IR ölçümü



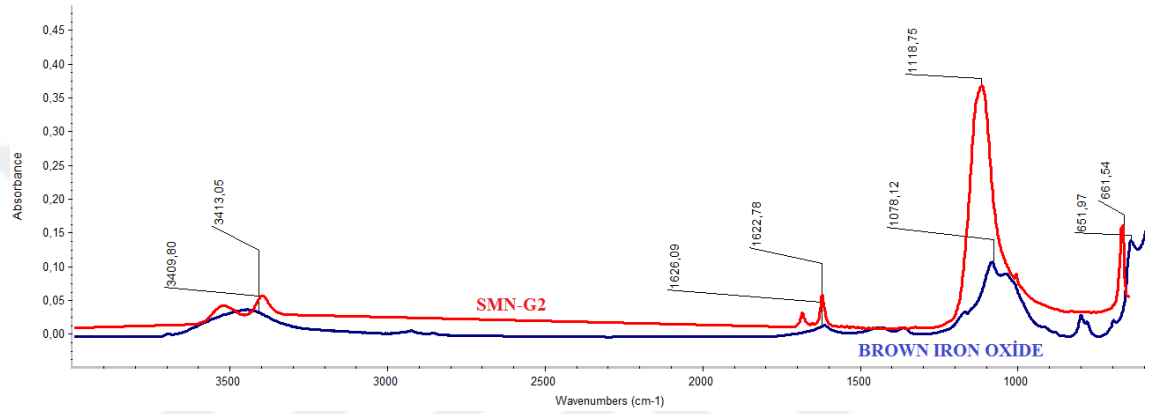
Şekil 4. 69. SMN-G_{SIVA} FT-IR ölçümü

Şekil 4.69’ da SMN-G_{SIVA} isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); $3525,04 \text{ cm}^{-1}$, $3405,65 \text{ cm}^{-1}$; $1693,37 \text{ cm}^{-1}$; $1629,31 \text{ cm}^{-1}$; $1116,79 \text{ cm}^{-1}$ ve $671,24 \text{ cm}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. SMN-G_{SIVA} için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları) gypsum (alçı)’nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); $3548,34 \text{ cm}^{-1}$; $3405,65 \text{ cm}^{-1}$; $1696,28 \text{ cm}^{-1}$; $1626,39 \text{ cm}^{-1}$; $1142,99 \text{ cm}^{-1}$ ve $674,16 \text{ cm}^{-1}$ ile benzerlik göstermiştir.



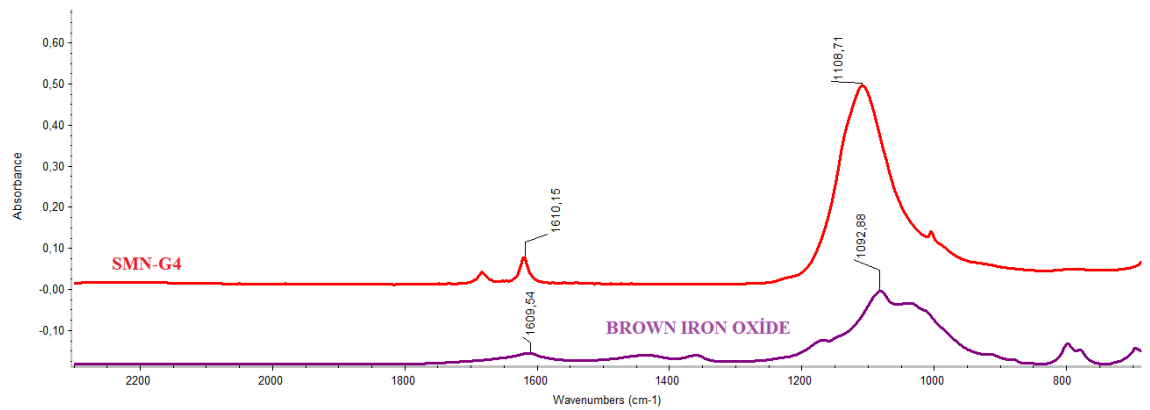
Şekil 4. 70. SMN-G₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.70' de SMN-G₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 910,86 cm⁻¹; 783,69 cm⁻¹ ve 672,14 cm⁻¹ tespit edilmiştir. SMN-G₁ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), yellow iron oxide (sarı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 909,75 cm⁻¹; 790,08 cm⁻¹ ve 675,06 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 71. SMN-G₂ FT-IR ölçümü

Şekil 4.71' de SMN-G₂ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3409,80 cm⁻¹, 1622,78 cm⁻¹; 1118,75 cm⁻¹ ve 661,54 cm⁻¹ tespit edilmiştir. SMN-G₂ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3413,05 cm⁻¹; 1626,09 cm⁻¹; 1078,12 cm⁻¹ ve 651,97 cm⁻¹ ile benzemektedir.

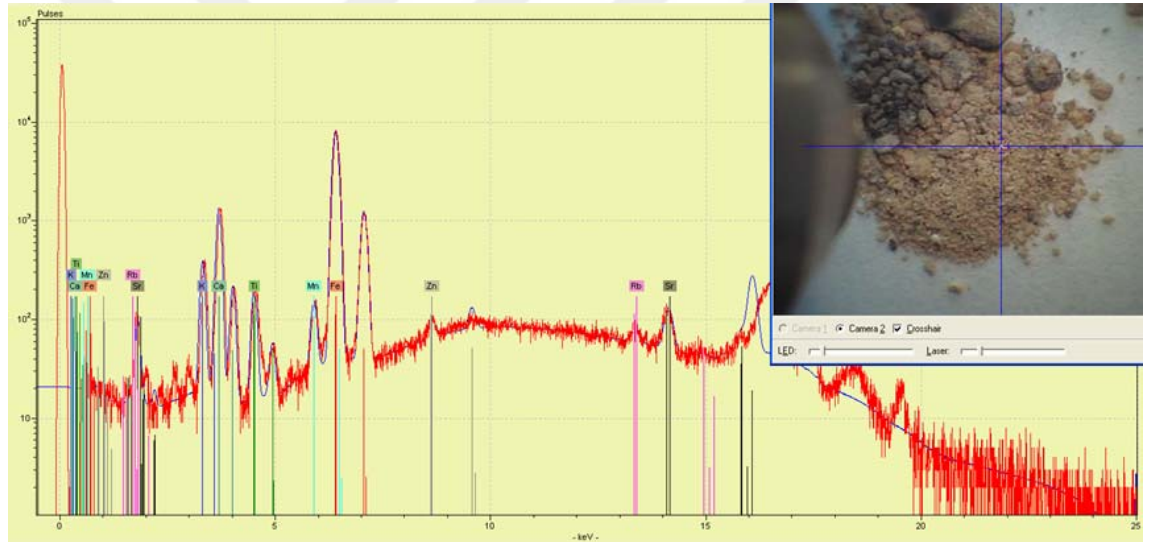


Şekil 4. 72. SMN-G₄ FT-IR ölçümü

Şekil 4.72’ de SMN-G₄ isimli örneğin dalga sayısı (IR bantları); 1610,15 cm⁻¹ ve 1108,71 cm⁻¹ tespit edilmiştir. SMN-G₄ için tespit edilen dalga sayısı (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayısı (IR bantları); 1609,54 cm⁻¹ ve 1092,88 cm⁻¹ ile benzemektedir.

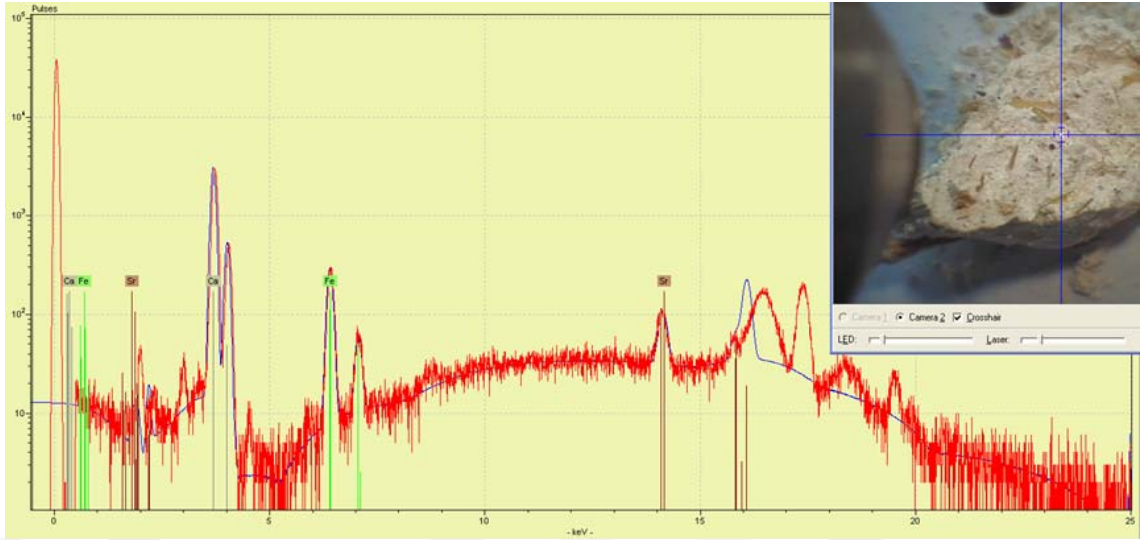
4.4. Tağar Kilisesi’nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları

4.4.1. Tağar Kilisesi örneklerinin µ-XRF ölçümü



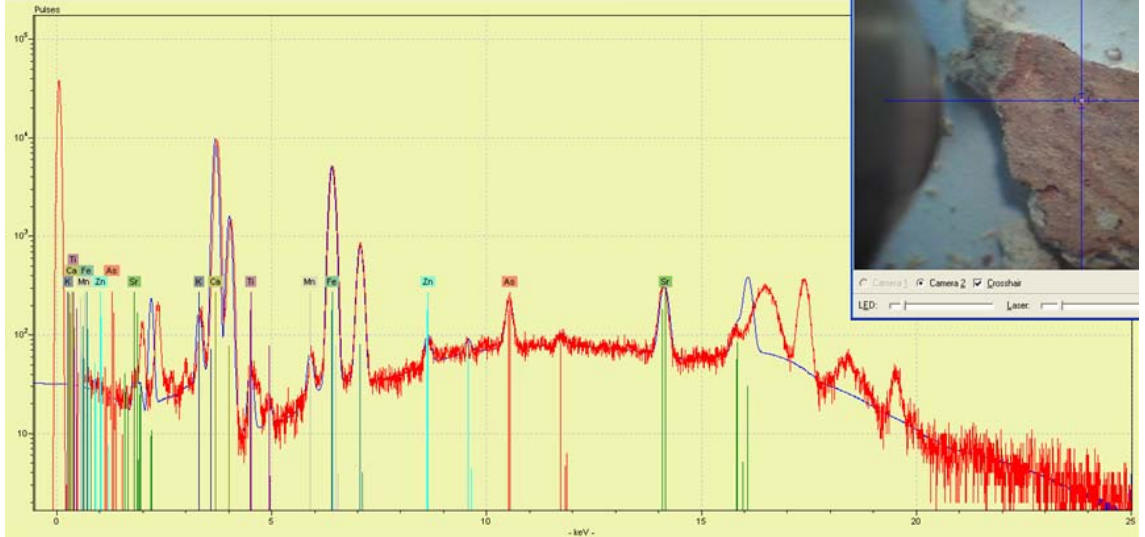
Şekil 4. 73. TGR-BKAYA µ-XRF ölçümü

Şekil 4.73’ te TGR-BKAYA örneğinin XRF ölçümünde; Zn ve Sr elementlerini minor miktarda, K, Ca, Ti, Mn ve Fe elementlerini içerdiği görülmüştür.



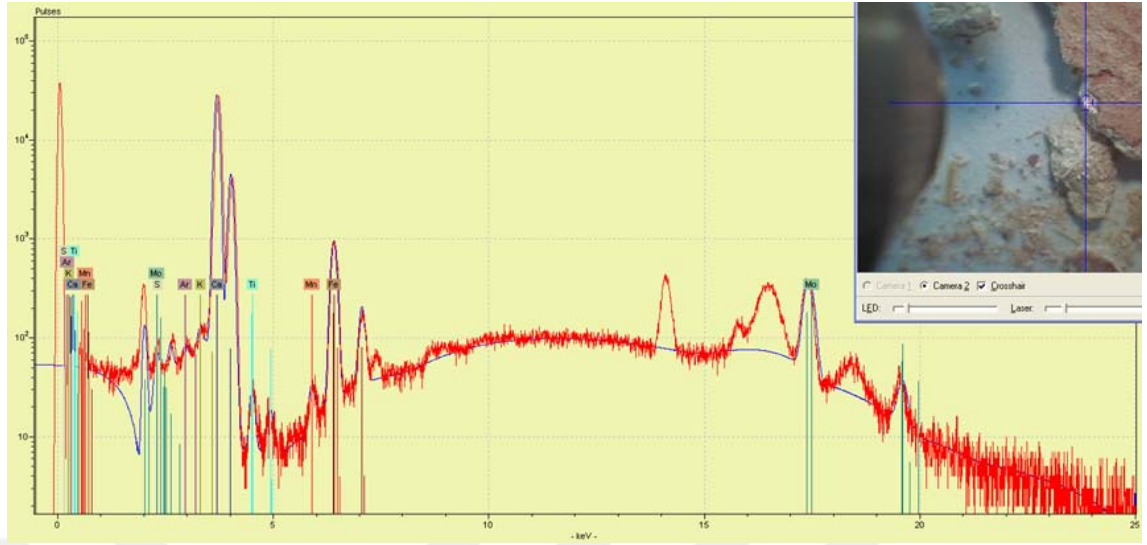
Şekil 4. 74. TGR-B_{SIVA} μ -XRF ölçümü

Şekil 4.74' te TGR-B_{SIVA} örneğinin XRF ölçümünde; Fe ve Ca elementlerini major miktarda, Sr elementini içerdiği görülmüştür.



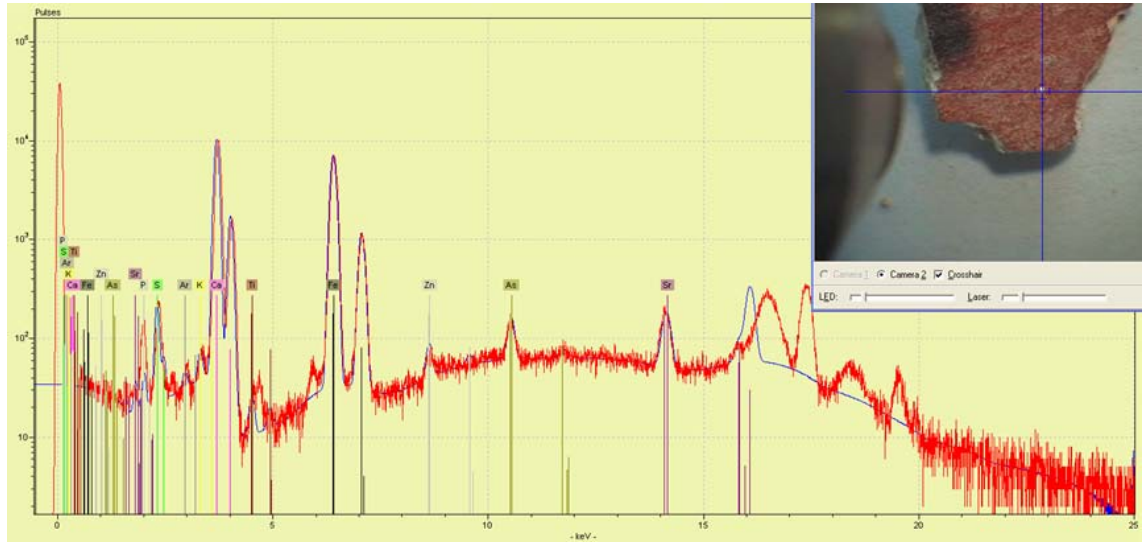
Şekil 4. 75. TGR-B₁ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.75' de TGR-B₁ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; As ve Fe elementleri major, Zn elementi minor miktarda ve Sr, S elementlerini içerdiği görülmüştür.



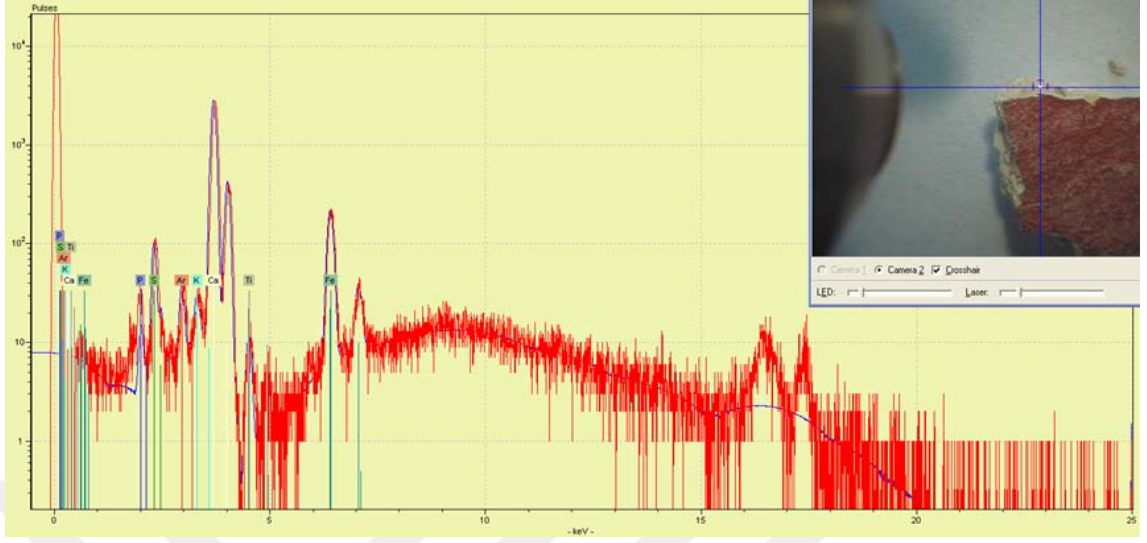
Şekil 4. 76. TGR-B₁(zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.76’ da TGR-B₁ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementi major ve Fe, K, Ti, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe ve As element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



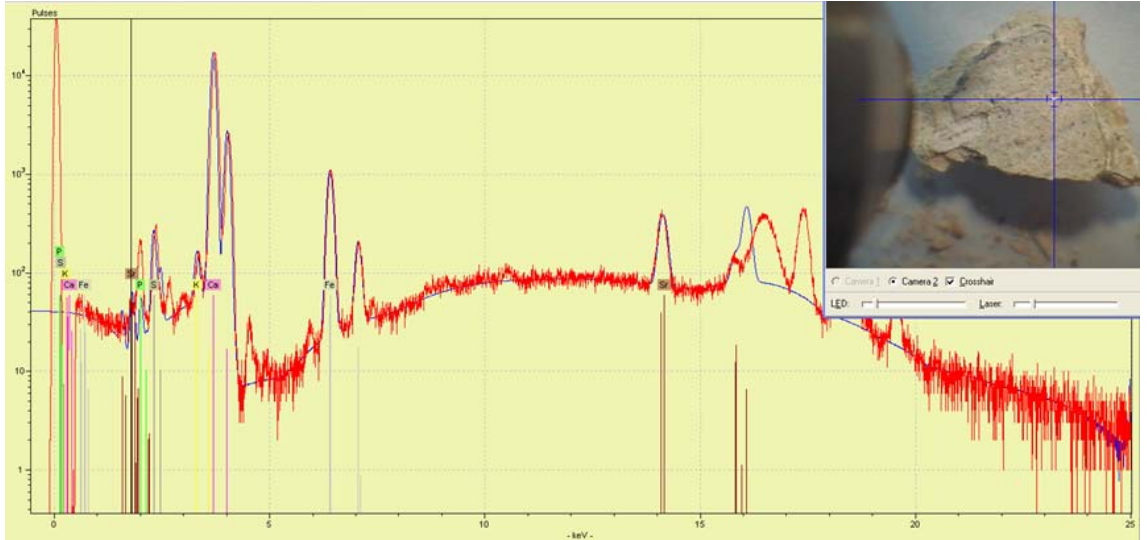
Şekil 4. 77. TGR-B₂ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.77’ de TGR-B₂ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementi major, As ve Zn elementleri minor ve Ca, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



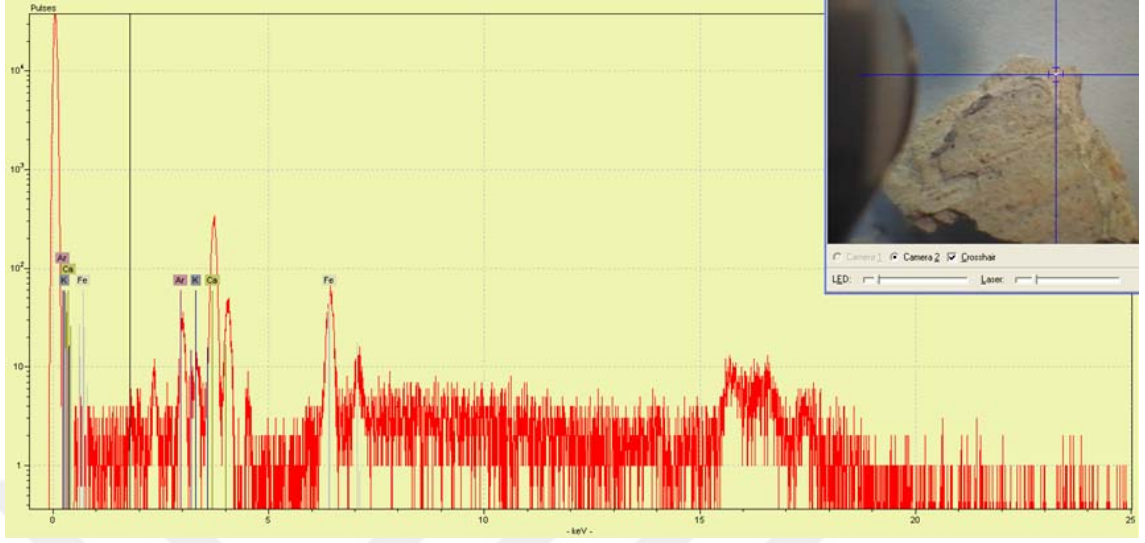
Şekil 4. 78. TGR-B₂ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.78’ de TGR-B₂ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca, P, Fe, K elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



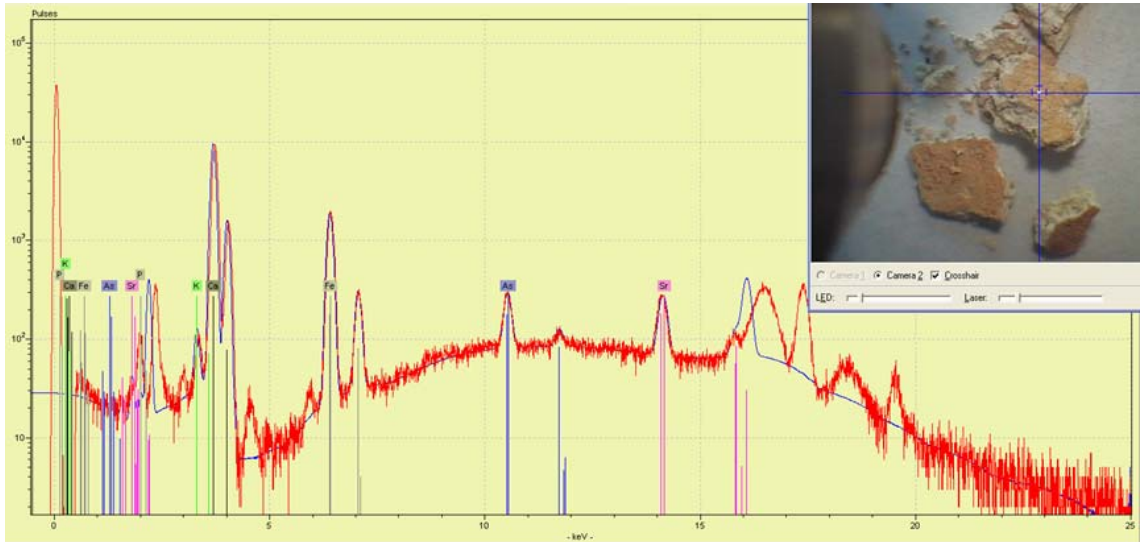
Şekil 4. 79. TGR-B₅ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.79’ da TGR-B₅ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementi major ve Fe, K, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



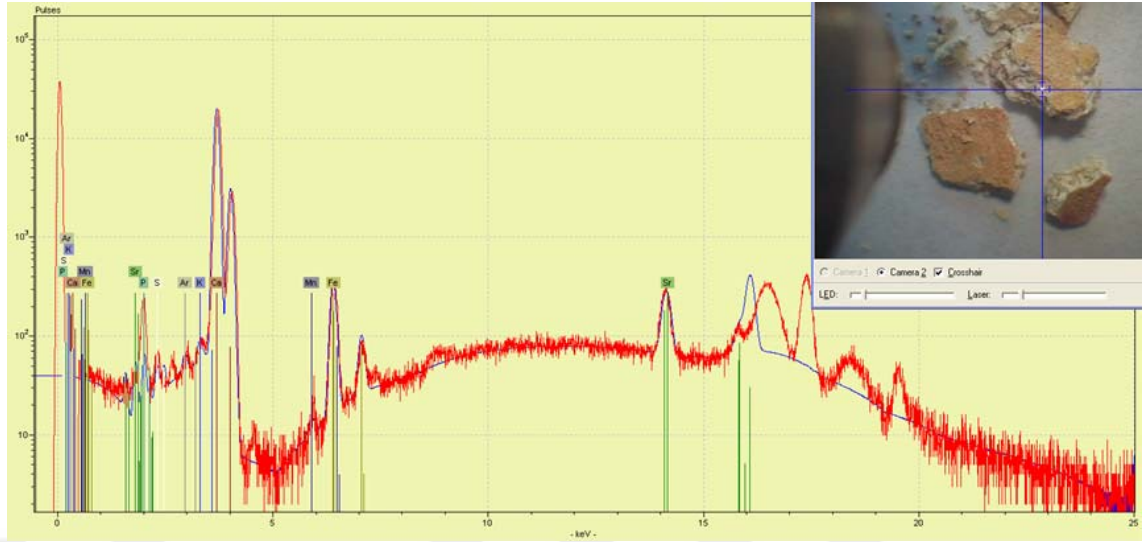
Şekil 4. 80. TGR-B5 (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.80’ de TGR-B5 örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementini major ve Fe, K elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya ve sıvanın Ca element kökenli olduğu düşünülmektedir.



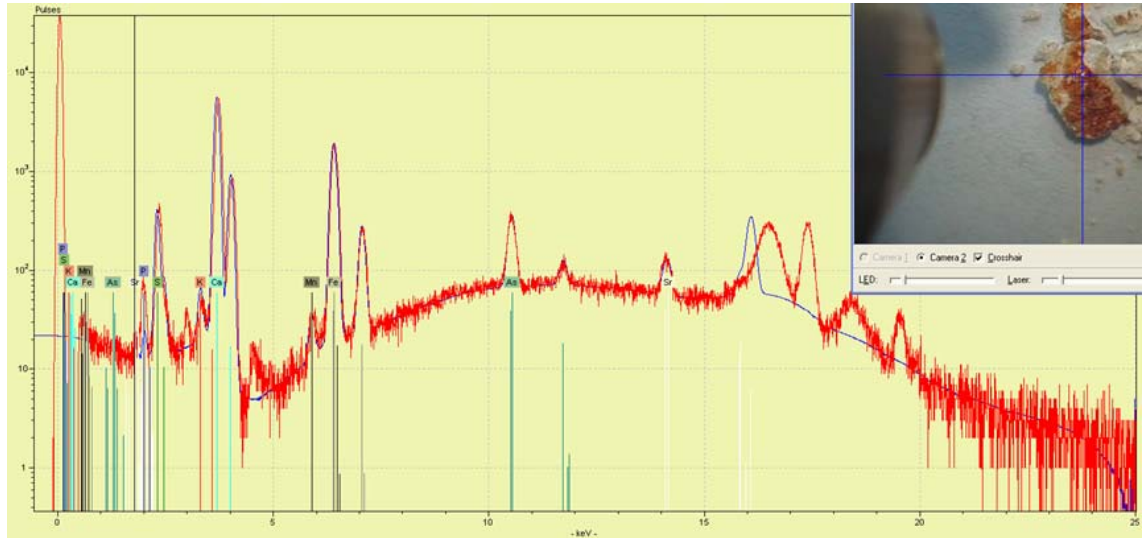
Şekil 4. 81. TGR-B7 (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.81’ de TGR-B7 örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; As ve Fe elementi major ve K, P, Ca, Mn elementlerini içerdiği görülmüştür.



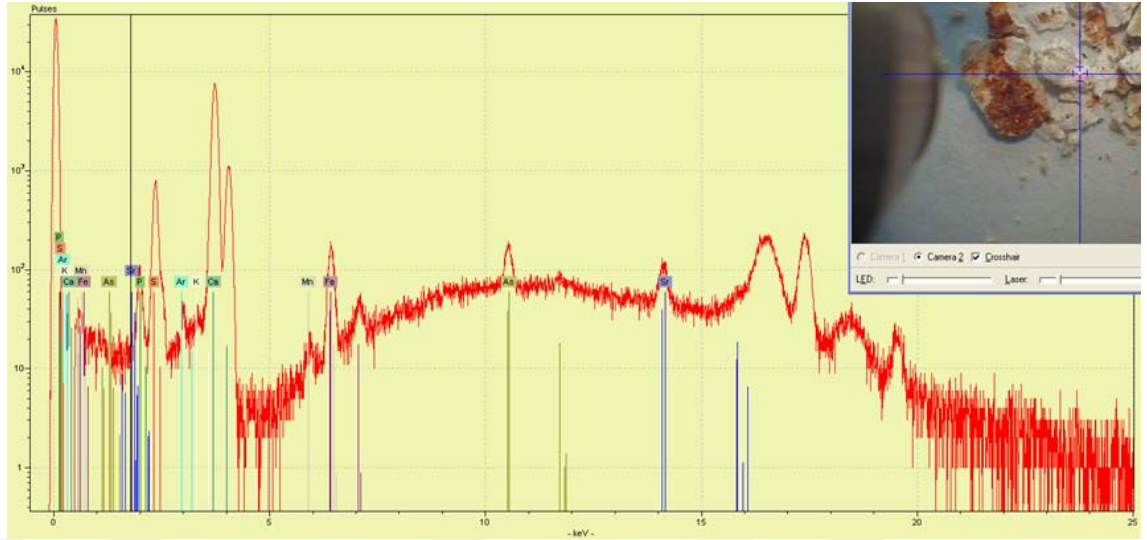
Şekil 4. 82. TGR-B₇ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.82’ de TGR-B₇ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementinin major ve Fe, Mn, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe ve As element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 83. TGR-B₈ (pigment) μ -XRF ölçümü

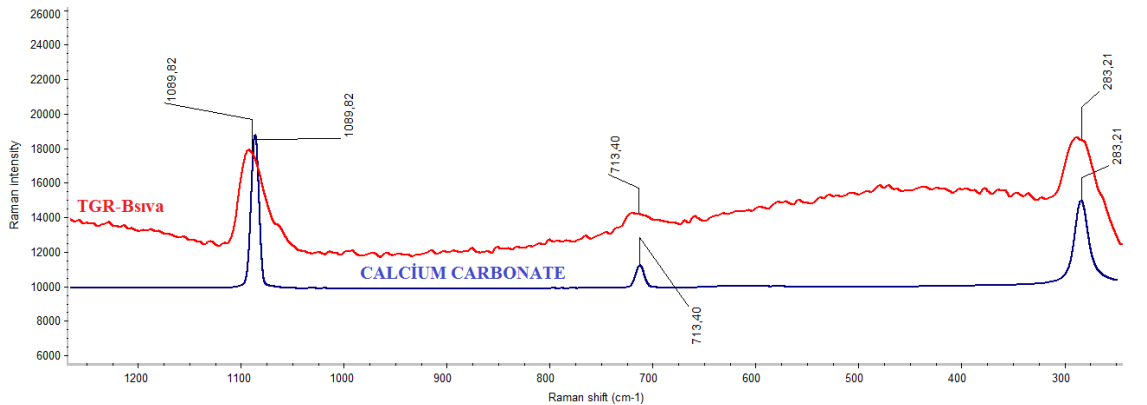
Şekil 4.83’ te TGR-B₈ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementi major ve Ca, Mn, S, P, Sr, As elementlerini içerdiği görülmüştür.



Şekil 4. 84. TGR-B₈ (zemin) μ -XRF ölçümü

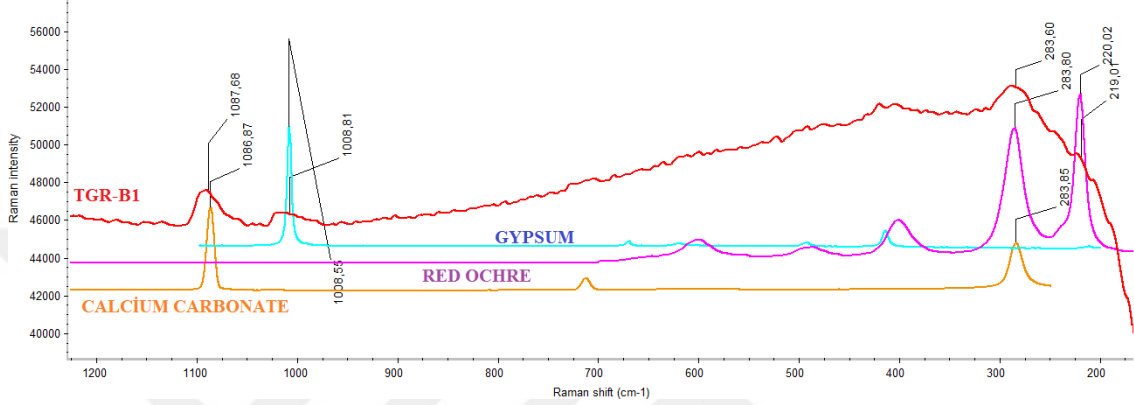
Şekil 4.84' te TGR-B₈ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementi major ve Mn ve Fe elementi minör, As, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.4.2. Tağar Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü



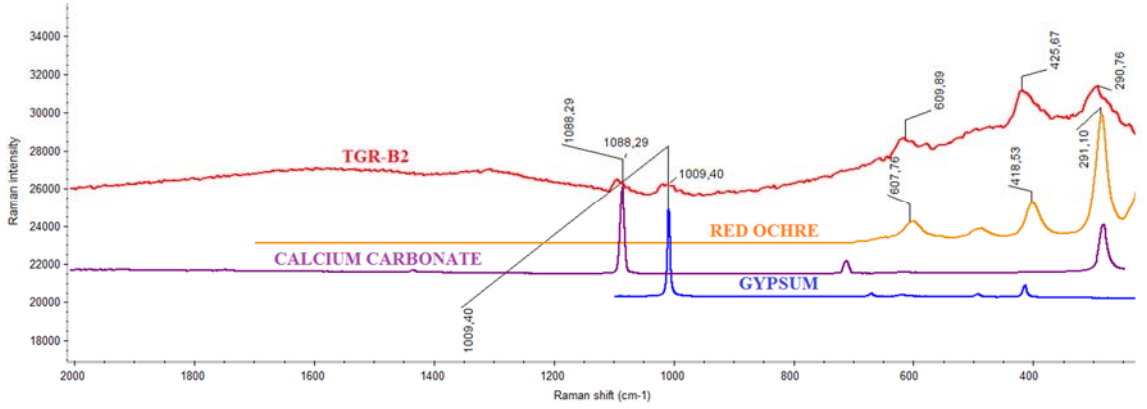
Şekil 4. 85. TGR-B_{sıva} μ - Raman ölçümü

Şekil 4.85’ te TGR-B_{SİVA} isimli örneğin raman kaymaları; 1089,82 cm⁻¹; 713,40 cm⁻¹ ve 283,21 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. TGR-B_{SİVA} için tespit edilen bu raman kaymaları calcium carbonate (kireç)’nin karakteristik raman kaymaları; 1089,82 cm⁻¹; 713,40 cm⁻¹ ve 283,21 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



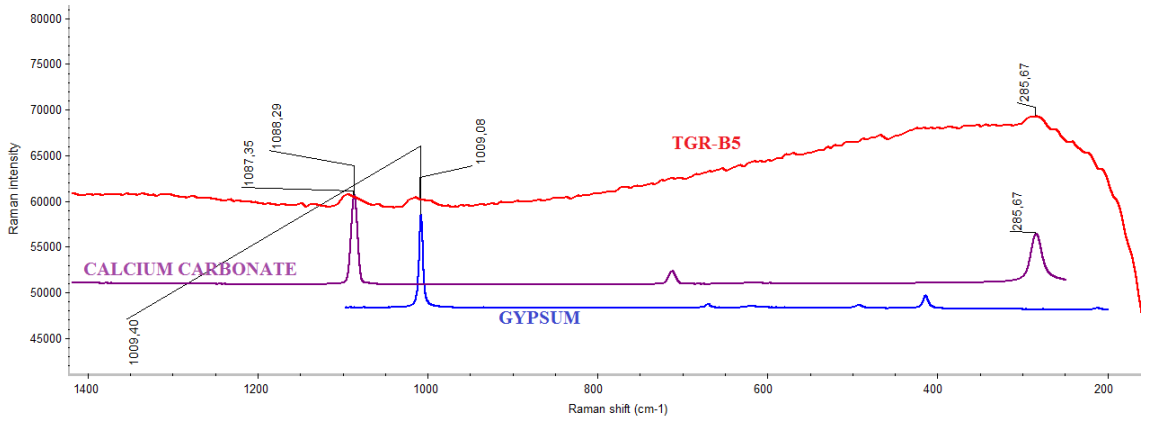
Şekil 4. 86. TGR-B₁ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.86’ da TGR-B₁ isimli örneğin 1008,81 cm⁻¹ raman kayması tespit edilmiştir. TGR-B₁ için tespit edilen bu raman kayması gypsum (alçı)’nin karakteristik raman kayması; 1008,55 cm⁻¹ ile örtüşmektedir. Aynı zamanda TGR-B₁; 1087,68 cm⁻¹ ve 203,60 cm⁻¹, raman kaymaları tespit edilmiştir. TGR-B₁ için tespit edilen bu raman kaymaları, calcium carbonate (kireç) karakteristik raman kaymaları 1086,87 cm⁻¹ ve 283,85 cm⁻¹ ile benzemektedir. Bununla birlikte TGR-B₁ için tespit edilen 283,80 cm⁻¹ ve 220,02 cm⁻¹ ‘de raman kaymaları tespit edilmiştir. TGR-B₁ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 283,80 cm⁻¹ ve 219,01 cm⁻¹ ile benzerlik göstermektedir.



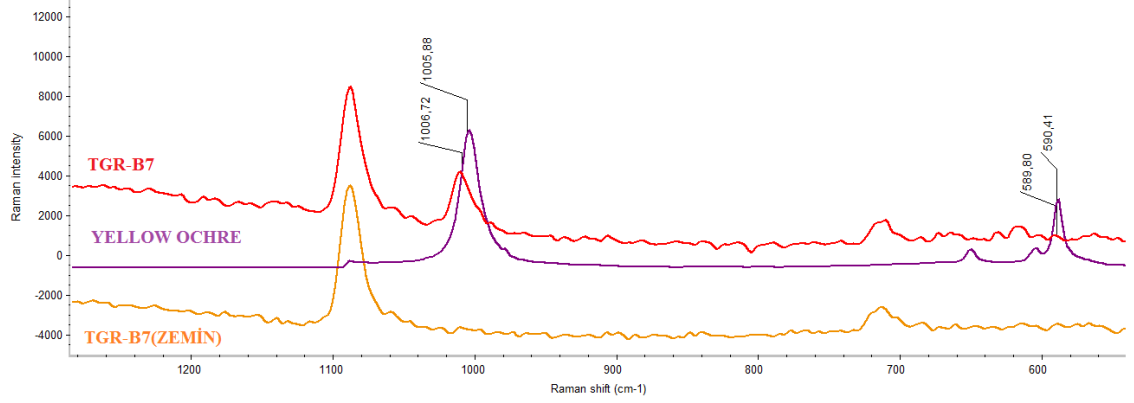
Şekil 4. 87. TGR-B₂ μ - Raman ölçümü

Şekil 4.87’ de TGR-B₂ isimli örneğin 1088,29 cm^{-1} ; 1009,40 cm^{-1} ; 609,88 cm^{-1} ; 425,67 cm^{-1} ; 289,95 cm^{-1} ve 290,76 cm^{-1} raman kaymaları tespit edilmiştir. TGR-B₂ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 600,90 cm^{-1} ; 405,12 cm^{-1} ; 289,95 cm^{-1} ve 220, 57 cm^{-1} ile gypsum (alçının) 1088,29 cm^{-1} raman kaymasına ve calcium carbonate (kalsiyum karbonat-kalsit) 1009,40 cm^{-1} raman kaymasına benzemektedir.



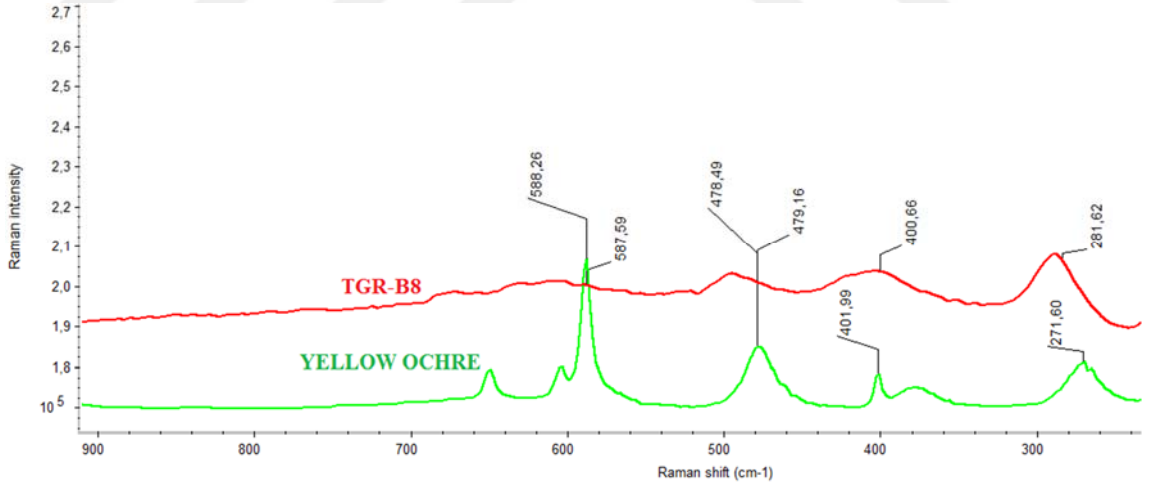
Şekil 4. 88. TGR-B₅ μ -Raman ölçümü

Şekil 4.88’ de TGR-B₅ isimli örneğin raman kaymaları; 1088,29 cm^{-1} ve 1009,08 cm^{-1} ,285,67 cm^{-1} olarak tespit edilmiştir. TGR-B₅ için tespit edilen bu raman kaymaları gypsum (alçı)’nın karakteristik raman kayması 1009,08 cm^{-1} ve calcium carbonate (kalsiyum karbonat) raman kaymaları 1087,35 cm^{-1} ve 285,67 cm^{-1} ile benzerlik göstermiştir.



Şekil 4. 89. TGR-B₇ μ - Raman ölçümü

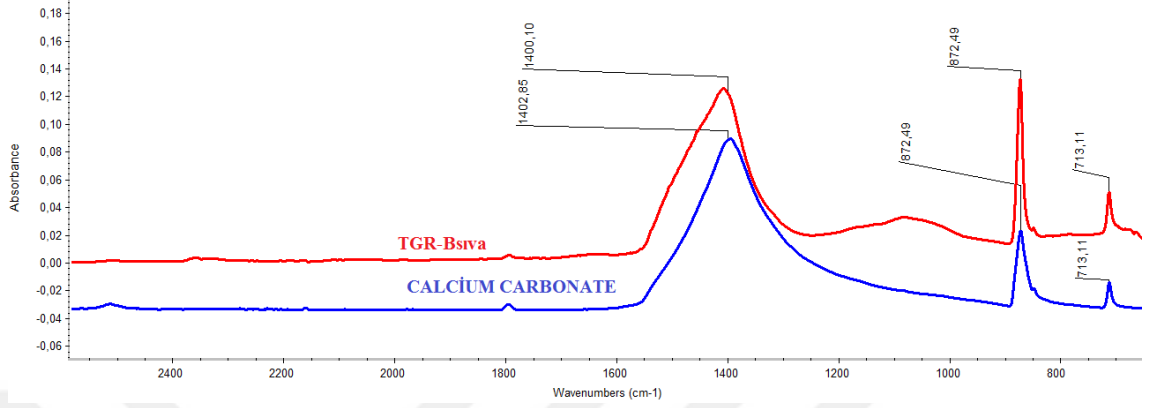
Şekil 4.89’ da TGR-B₇ isimli örneğin 1006,72 cm⁻¹ ve 590,41 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. TGR-B₇ için tespit edilen bu raman kaymaları yellow ochre (sarı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 1005,88 cm⁻¹ ve 589,80 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 90. TGR-B₈ μ - Raman ölçümü

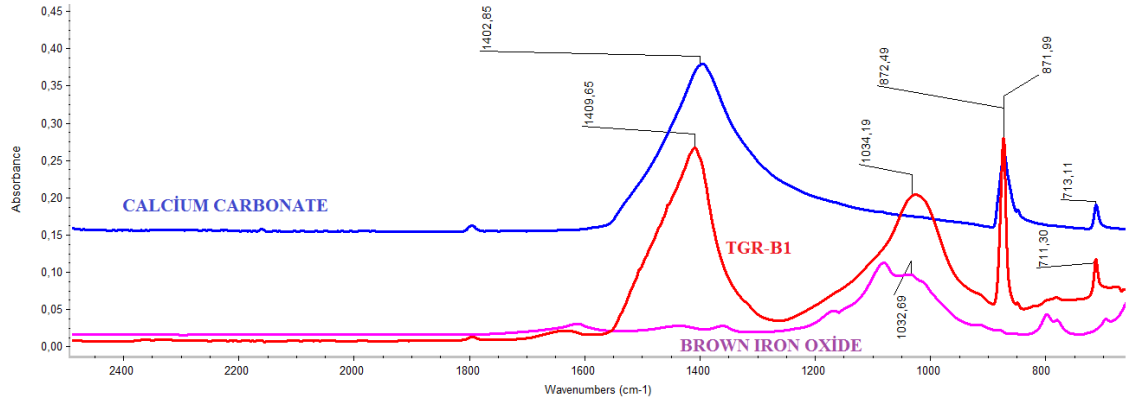
Şekil 4.90’ da TGR-B₈ için tespit edilen 588,26 cm⁻¹; 478,49 cm⁻¹, 400,66 cm⁻¹ ve 281,62 cm⁻¹ ‘de raman kaymaları tespit edilmiştir. TGR-B₈ için tespit edilen bu raman kaymaları yellow ochre (sarı toprak) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 587,59 cm⁻¹; 479,16 cm⁻¹, 401,99 cm⁻¹ ve 271,60 cm⁻¹ ile benzemektedir.

4.4.3. Tağar Kilisesi örneklerinin FT-IR ölçümü



Şekil 4. 91. TGR-B_{SİVA} FT-IR ölçümü

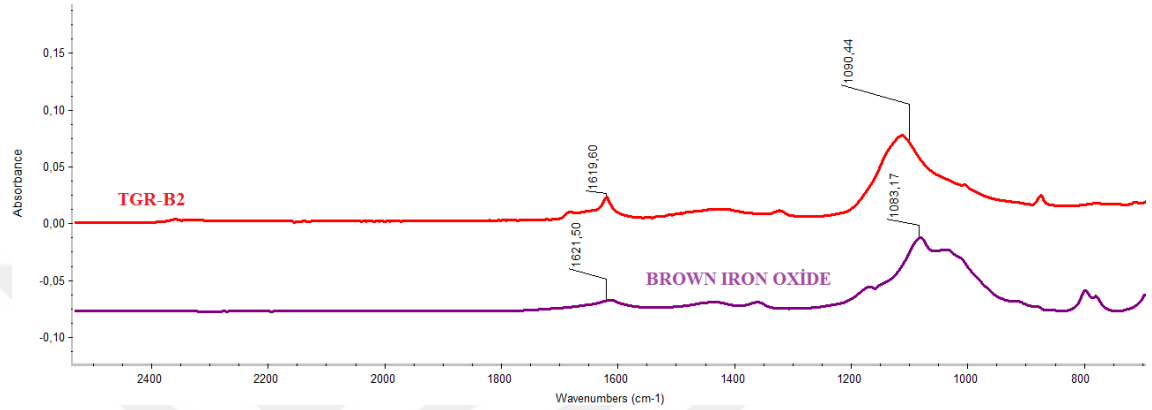
Şekil 4.91’ de TGR-B_{SİVA} isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1400,10 cm⁻¹, 872,49 cm⁻¹ ve 713,11 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. TGR-B_{SİVA} için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), calcium carbonate (kireç)’nin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1402,85 cm⁻¹; 872,49 cm⁻¹ ve 713,11 cm⁻¹ ile örtüşmektedir.



Şekil 4. 92. TGR-B₁ FT-IR ölçümü

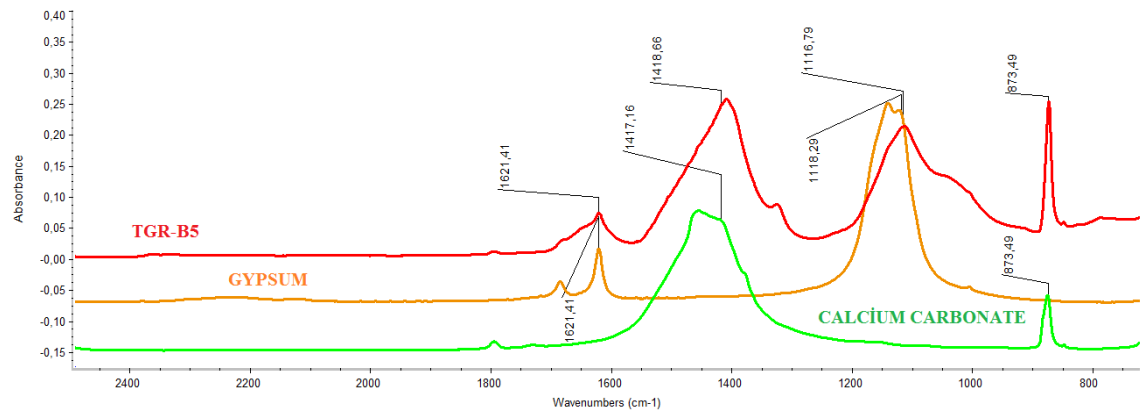
Şekil 4.92’ de TGR-B₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1409,65 cm⁻¹; 871,99 cm⁻¹ ve 711,30 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. TGR-B₁ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), calcium carbonate (kireç)’nin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1402,85 cm⁻¹; 872,49 cm⁻¹ ve 713,11 cm⁻¹ ile örtüşmektedir.

Bununla birlikte TGR-B₁ isimli örneğin dalga sayısı (IR bandı); 1034,19 cm⁻¹ tespit edilmiştir. TGR-B₁ için tespit edilen dalga sayısı (IR bandı), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayısı (IR bandı); 1032,69 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 93. TGR-B₂ FT-IR ölçümü

Şekil 4.93’ te TGR-B₂ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1619,60 cm⁻¹ ve 1090,44 cm⁻¹ tespit edilmiştir. TGR-B₂ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1621,50 cm⁻¹ ve 1083,17 cm⁻¹ ile benzemektedir.

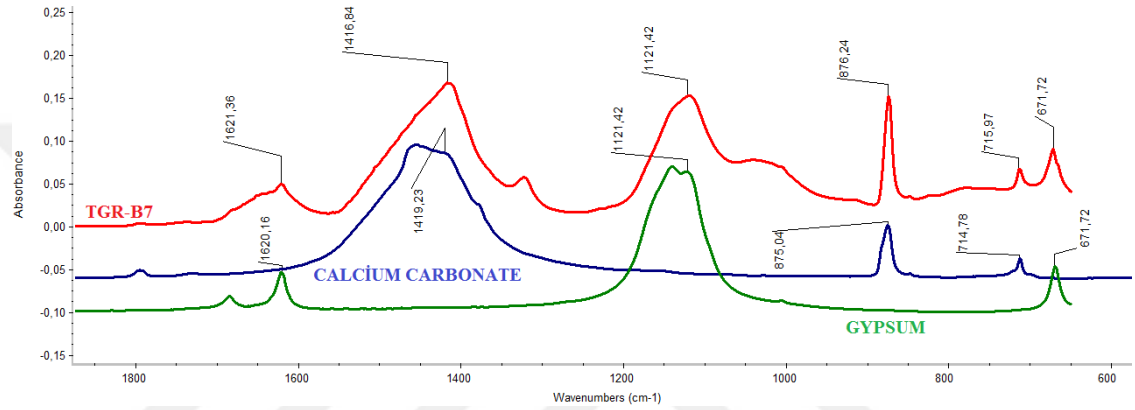


Şekil 4. 94. TGR-B₅ FT-IR ölçümü

Şekil 4.94’ te TGR-B₅ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1418,66 cm⁻¹ ve 873,49 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. TGR-B₅ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR

bantları), calcium carbonate (kireç)'nin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1418,66 cm^{-1} ve 873,49 cm^{-1} ile örtüşmektedir.

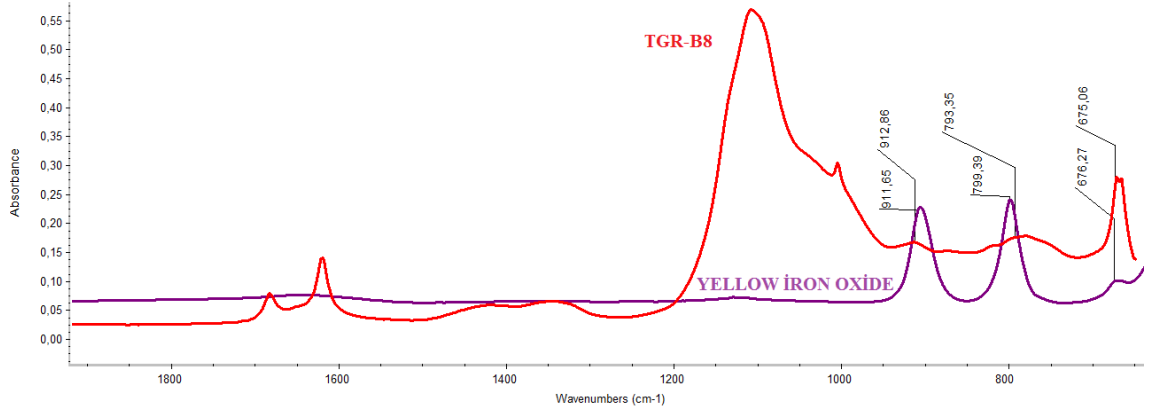
Bununla birlikte Şekil'de TGR-B₅ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1621,41 cm^{-1} ve 1116,79 cm^{-1} tespit edilmiştir. TGR-B₅ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), gypsum (alçı) 'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1621,41 cm^{-1} ve 1118,29 cm^{-1} ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4. 95. TGR-B₇ FT-IR ölçümü

Şekil 4.95' te TGR-B₇ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1416,84 cm^{-1} , 876,24 cm^{-1} ve 714,78 cm^{-1} olarak tespit edilmiştir. TGR-B₇ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), calcium carbonate (kireç)'nin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1419,23 cm^{-1} ; 875,04 cm^{-1} ve 714,78 cm^{-1} ile örtüşmektedir.

Bununla birlikte TGR-B₇ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1621,36 cm^{-1} ; 1121,42 cm^{-1} ve 671,72 cm^{-1} tespit edilmiştir. TGR-B₇ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), gypsum (alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1620,16 cm^{-1} ; 1121,42 cm^{-1} ve 671,72 cm^{-1} ile benzerlik göstermektedir.

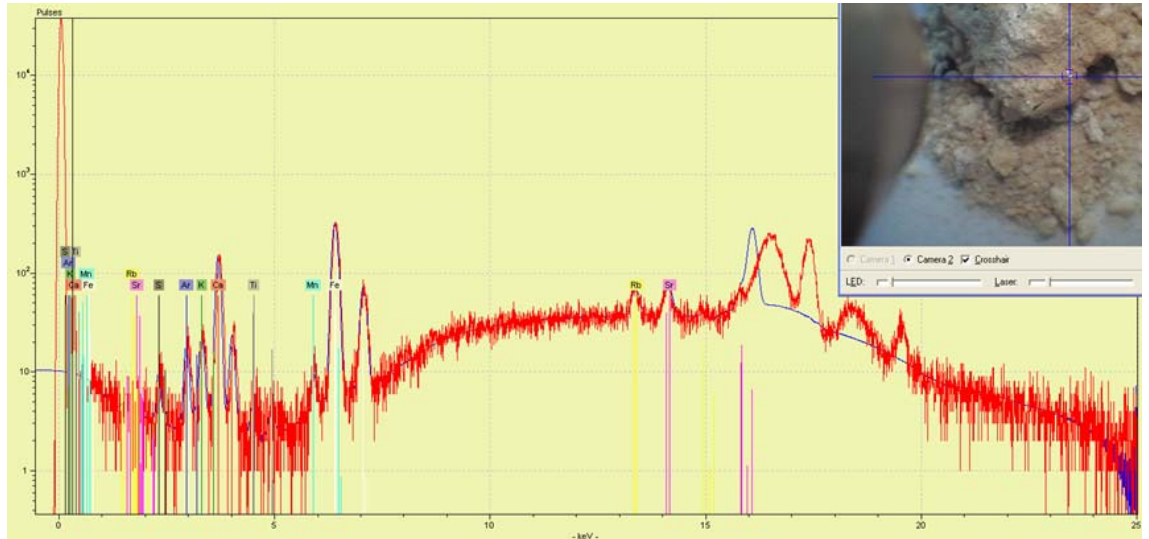


Şekil 4. 96. TGR-B8 FT-IR ölçümü

Şekil 4.96' da TGR-B8 isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 912,86 cm^{-1} ; 793,35 cm^{-1} ve 675,06 cm^{-1} tespit edilmiştir. TGR-B8 için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), yellow iron oxide (sarı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 911,65 cm^{-1} ; 799,39 cm^{-1} ve 676,27 cm^{-1} ile benzemektedir.

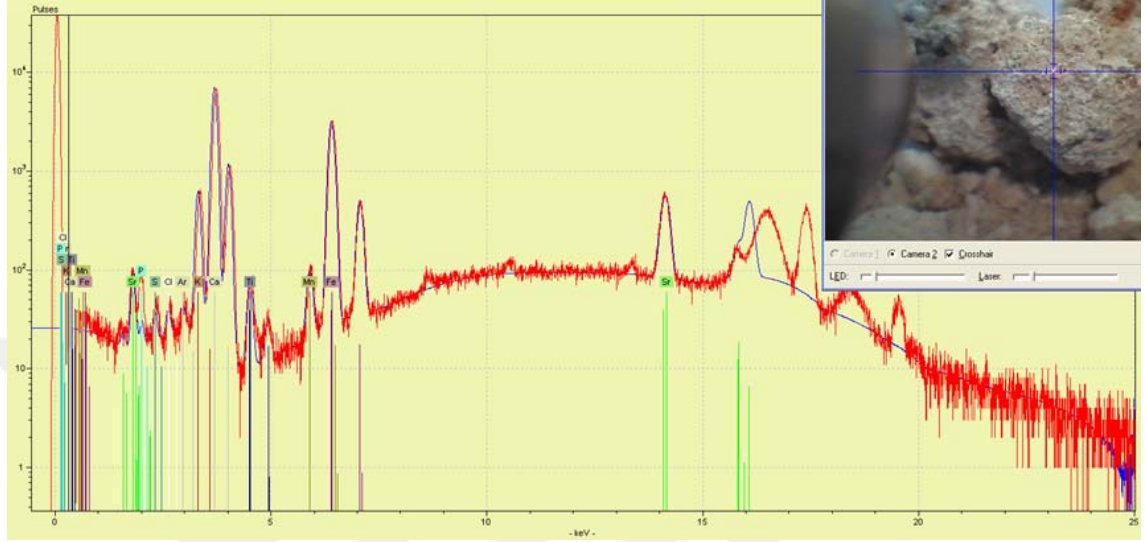
4.5. Hallaç Manastırı'ndan Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları

4.5.1. Hallaç Manastırı örneklerinin μ -XRF ölçümü



Şekil 4. 97. HLC-KDİŞkaya μ -XRF ölçümü

Şekil 4.97' de HLC-K_{DIŞkaya} örneğinin XRF ölçümünde; Fe, Mn, Ca, K elementleri ile minör miktarda Sr, Rb, Ti elementlerini içerdiği görülmüştür.



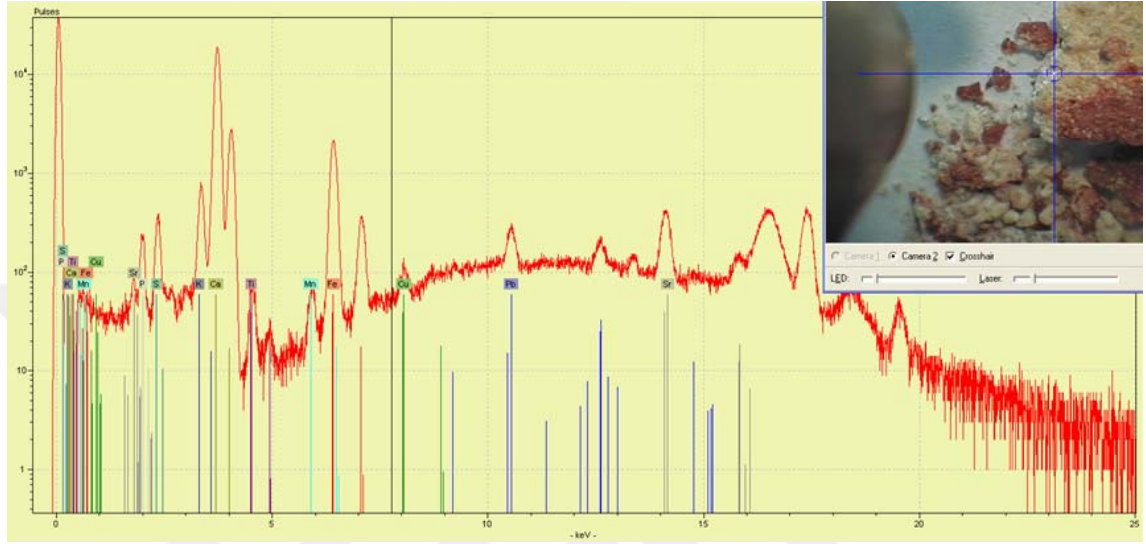
Şekil 4. 98. HLC-K_{DIŞSiva} μ -XRF ölçümü

Şekil 4.98' de HLC-K_{DIŞSiva} örneğinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; P, S ve Ca elementi major ve Fe, K, Mn, Ti, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



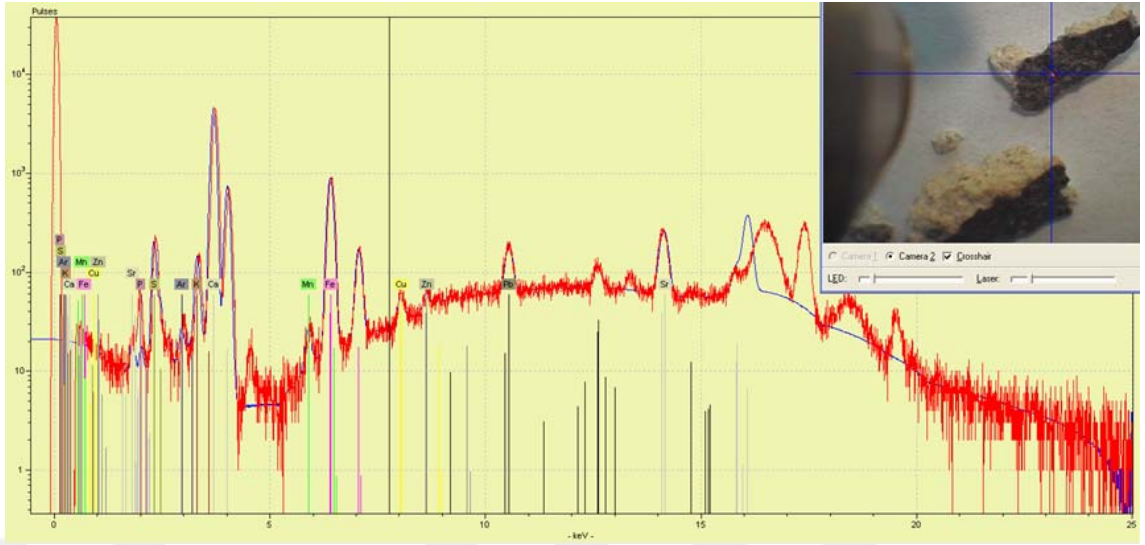
Şekil 4. 99. HLC-K_{DIŞ1} (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.99’ da SMN-G4 örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; minor miktarda Pb ve major miktarda Fe, Cu, K, Ca, Mn, Ti, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



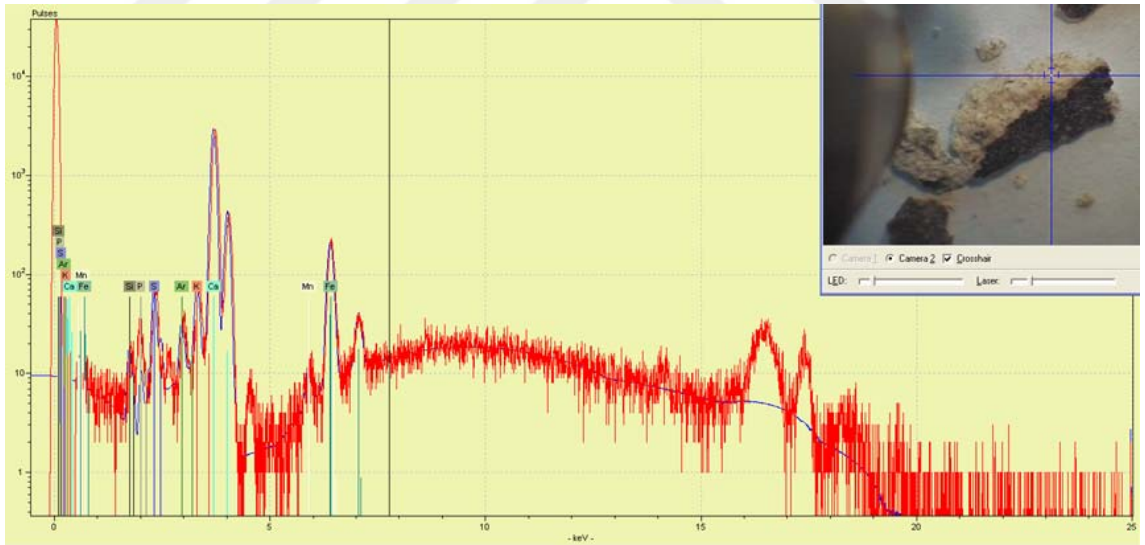
Şekil 4. 100. HLC-KDİŞ1 (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.100’ de HLC-KDİŞ1 örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca, K, Fe, Cu, Mn, Sr, Ti, Pb elementleri ile minör miktarda Pb elementi içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



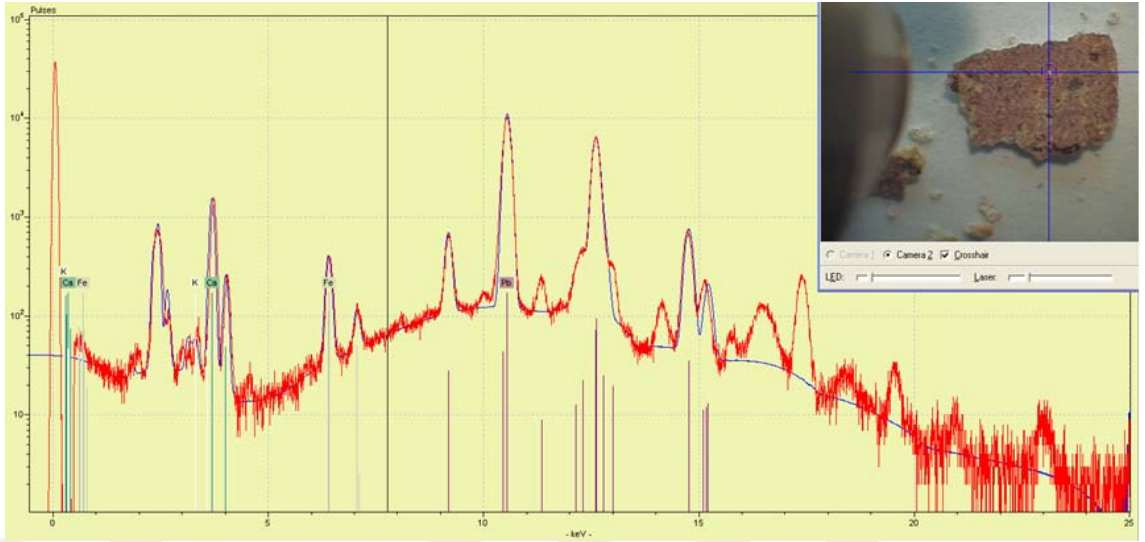
Şekil 4. 101. HLC-K_{DIŞ2} (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.101’ de HLC-K_{DIŞ2} örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; minör miktarda Cu, Zn, Sr ile Fe, Ca, S, Pb elementlerini içerdiği görülmüştür.



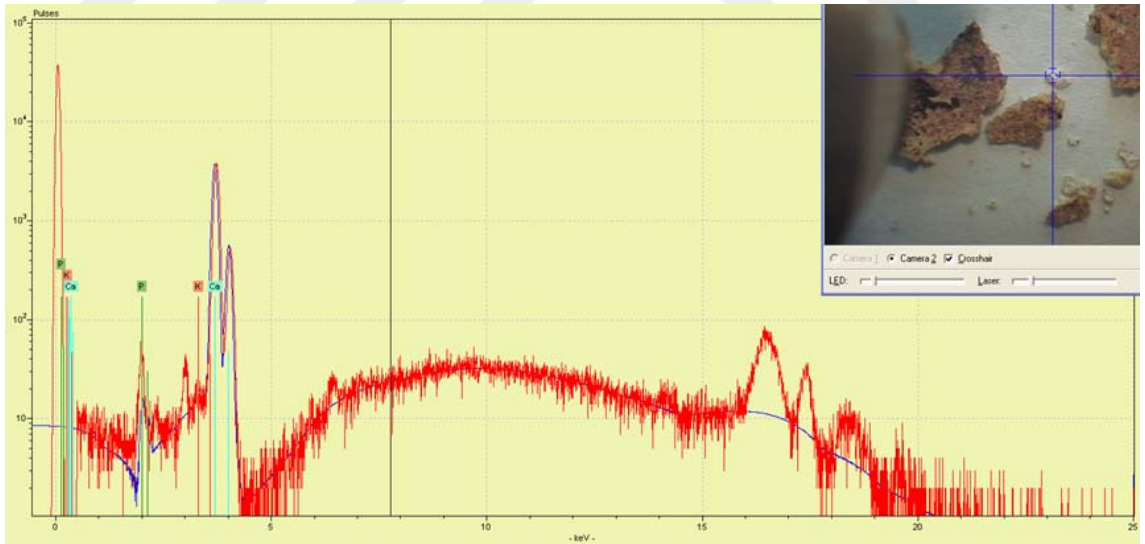
Şekil 4. 102. HLC-K_{DIŞ2} (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.102’ de HLC-K_{DIŞ2} örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Ca, K, Mn, S, P elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



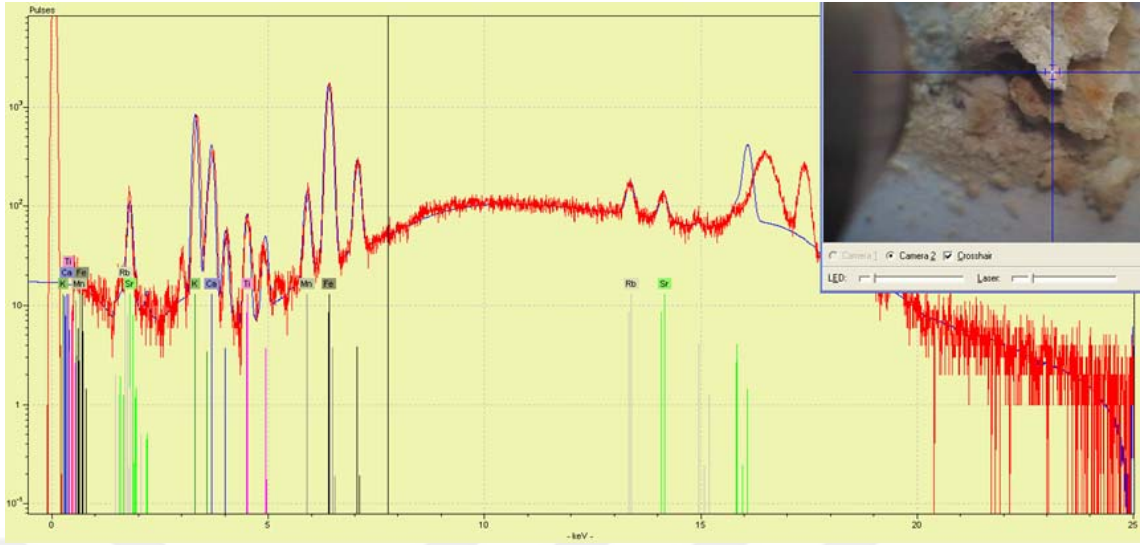
Şekil 4. 103. HLC-K_{DIŞ4} (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.103' te HLC-K_{DIŞ4} örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; major miktarda Pb elementini ve Fe, Ca elementlerini içerdiği görülmüştür.



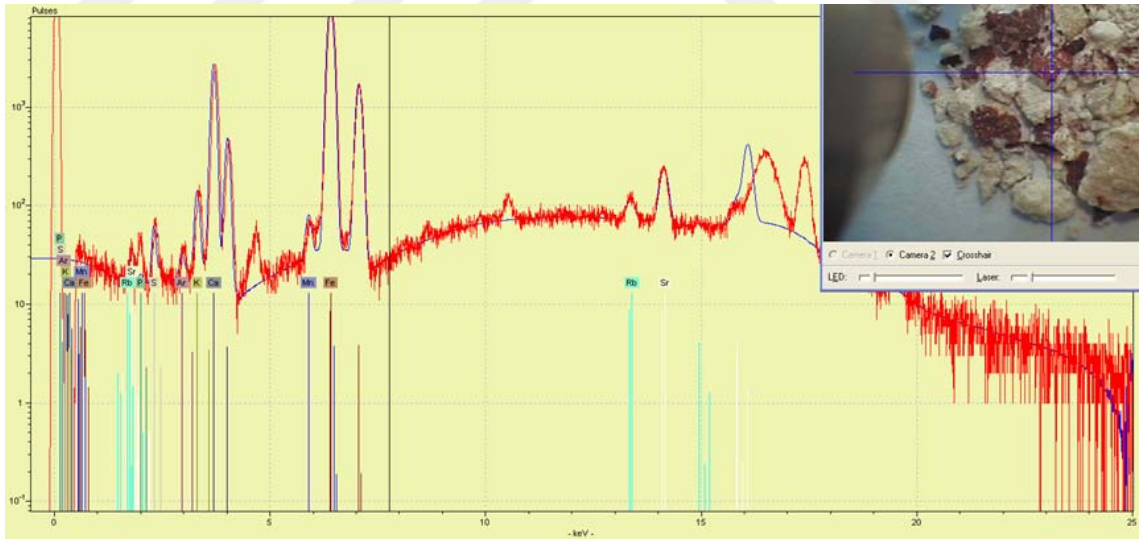
Şekil 4. 104. HLC-K_{DIŞ4} (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.104' te HLC-K_{DIŞ4} örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca ve K elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe ve Pb element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



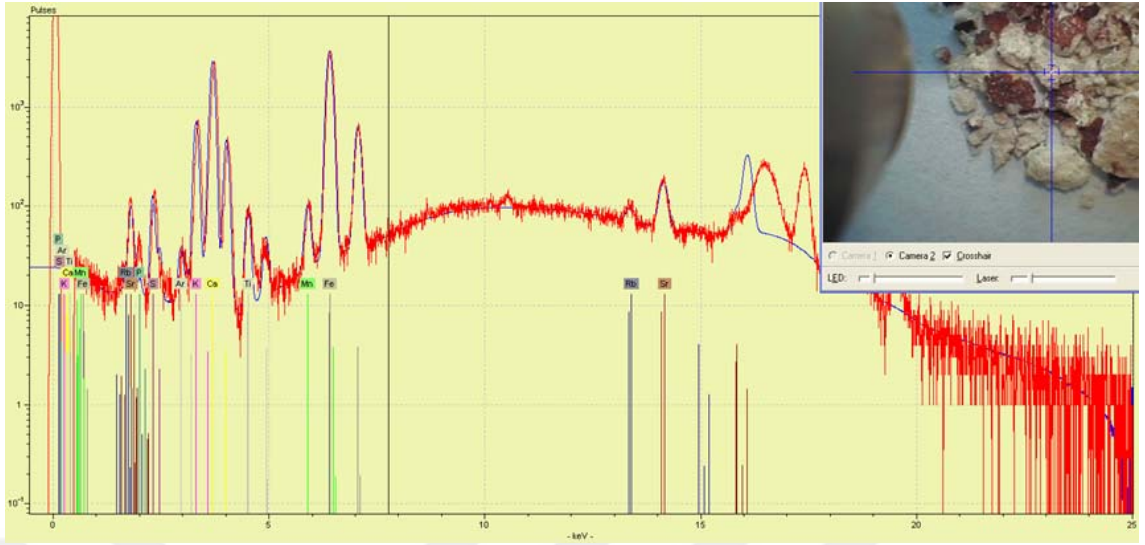
Şekil 4. 105. HLC-Diçkaya μ -XRF ölçümü

Şekil 4.105' te HLC-Diçkaya örneğinin XRF ölçümünde; major miktarda K ve Ca, Mn, Fe, Ti elementlerini içerdiği görülmüştür.



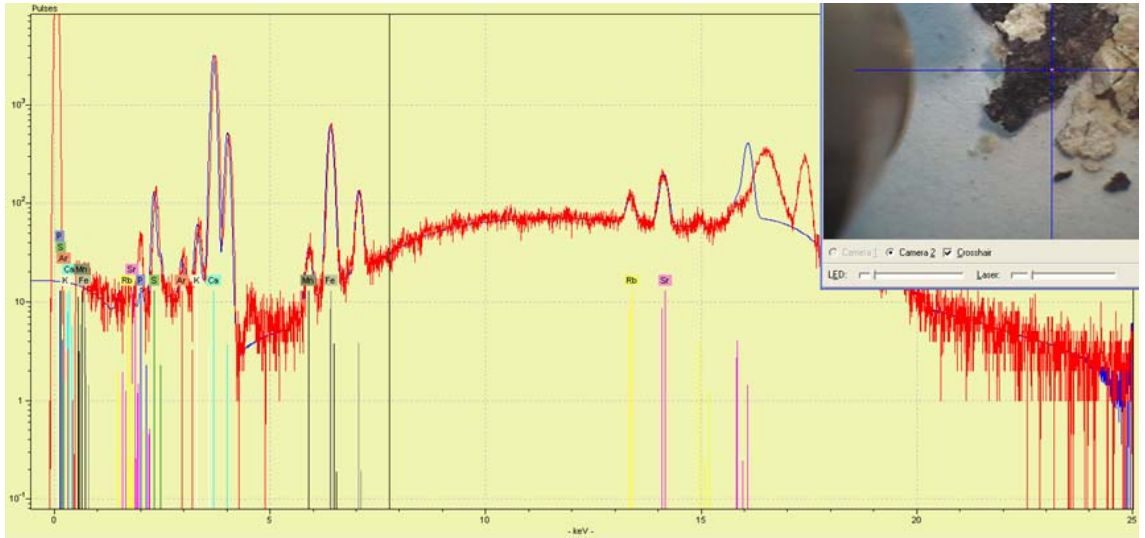
Şekil 4. 106. HLC-Diç1 (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.106' da HLC-Diç1 örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementini major ve Ca, K, S, Sr, P, Mn, Ti elementlerini içerdiği görülmüştür.



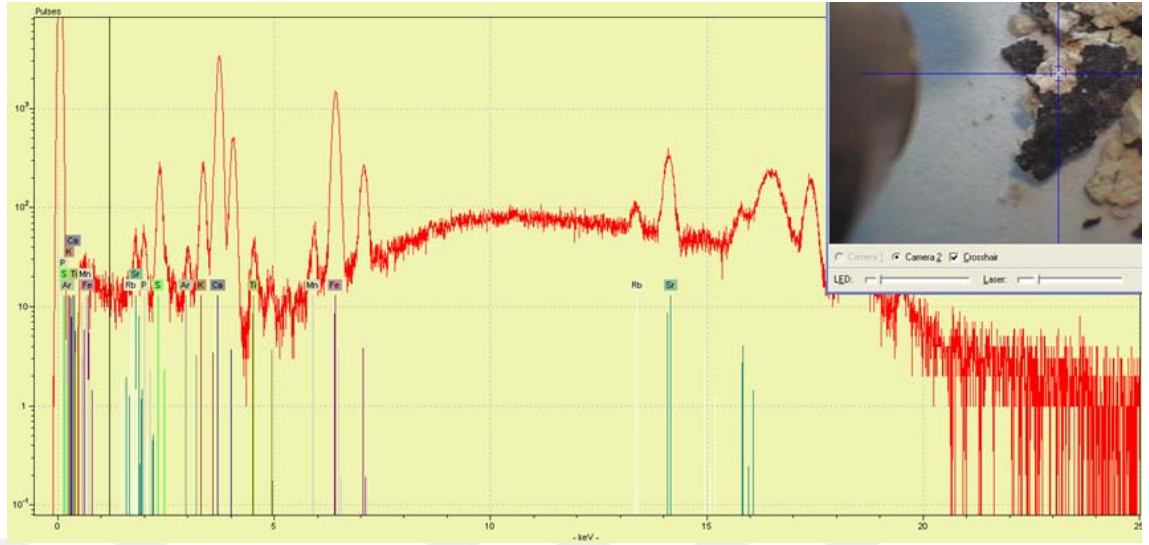
Şekil 4. 107. HLC-D_{1C1}(zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.107’ de HLC-D_{1C1} örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, K, Ca, Mn, Ti, S, P elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli olduğu sıvanında Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



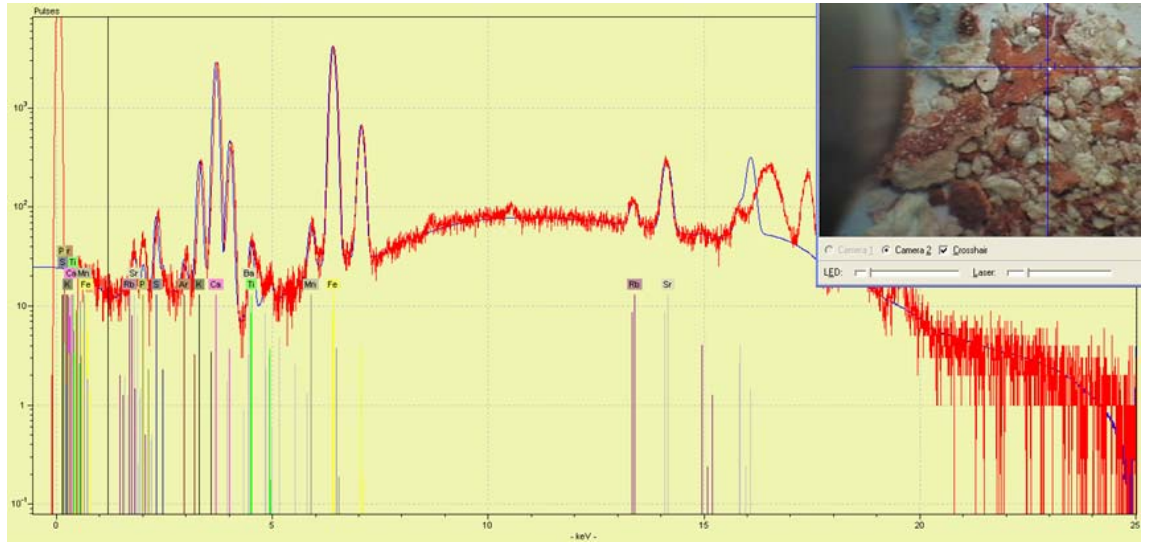
Şekil 4. 108. HLC-D_{1C2} (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.108’ de HLC-D_{1C2} örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, K, Ca, Mn, S, P elementlerini içerdiği görülmüştür.



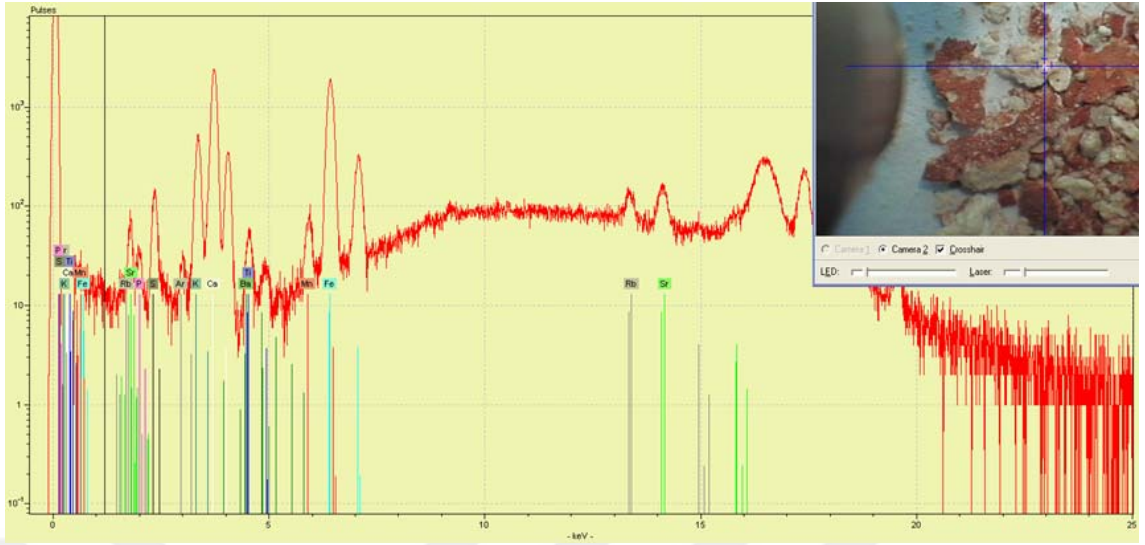
Şekil 4. 109. HLC-DİÇ2(zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.109’ da HLC-DİÇ2 örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Mn, Ca, K, S, P elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe ve Ca eşitliğine bakarak C element kökenli olduğu düşünülmektedir.



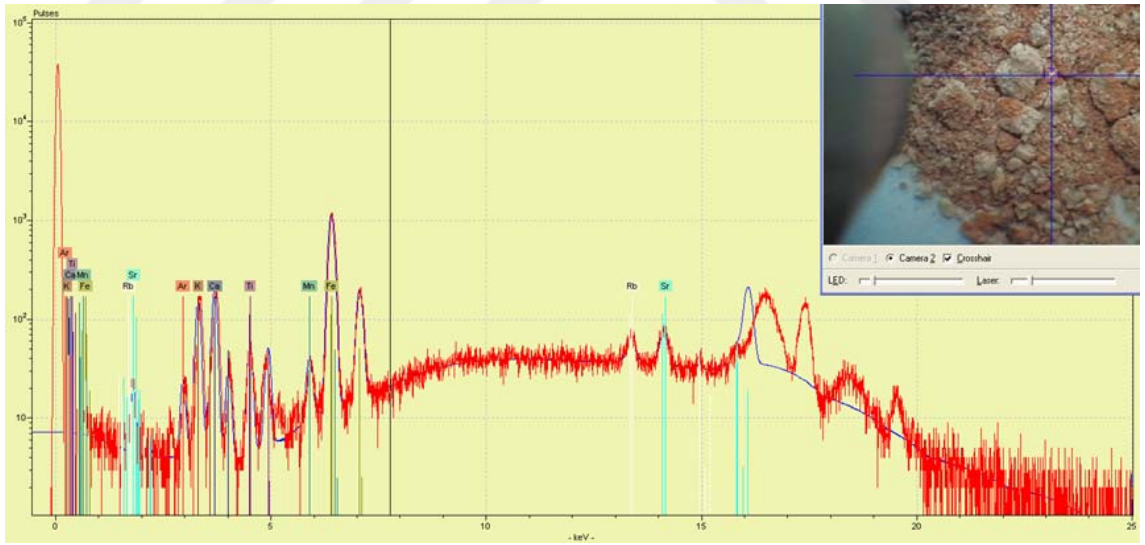
Şekil 4. 110. HLC-DİÇ4 (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.110’ da HLC-DİÇ4 örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementi major ve K, Ca, S, Mn, Ba, Ti, Rb, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



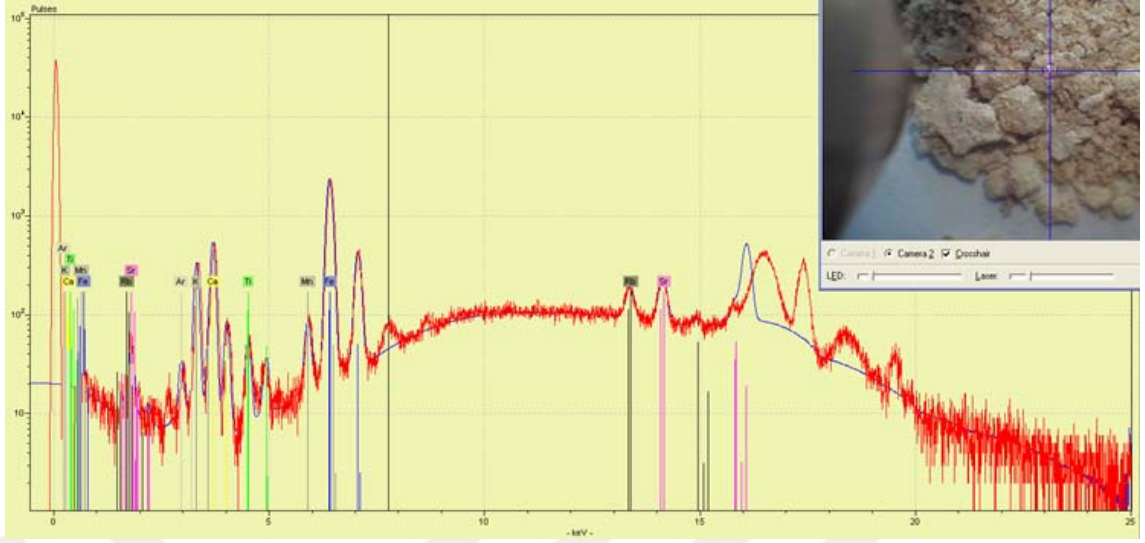
Şekil 4. 111. HLC-DİÇ4 (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.111’ de HLC-DİÇ4 örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; K, Ca, Ba, Ti, S, P, Rb, Sr, Fe elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 112. HLC-KİÇ1 (pigment) μ -XRF ölçümü

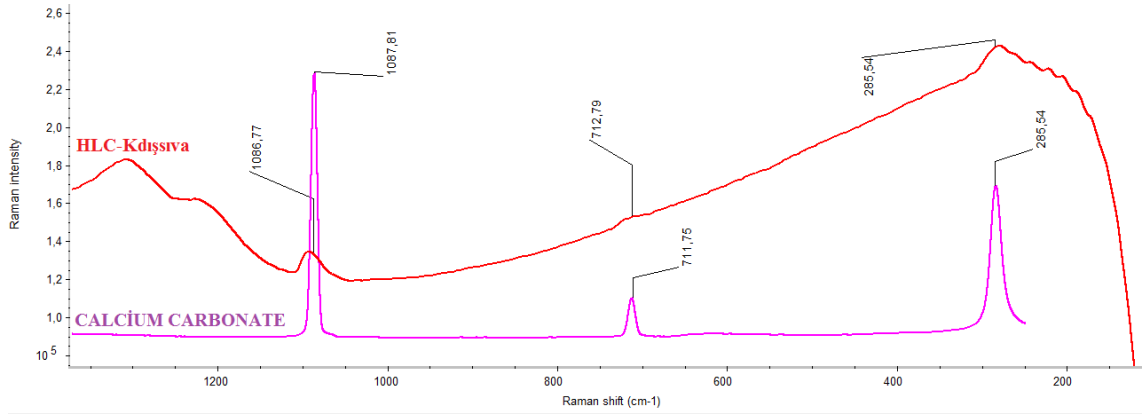
Şekil 4.112’ de HLC-KİÇ1 örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementinin major ve K, Ti, Ca, Mn, Rb, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



Şekil 4. 113. HLC-KİÇİ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.113' te HLC-KİÇİ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; K ve Ca elementleri major ve Fe, Mn, Rb, Sr, Ti elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe kökenli olduğu düşünülmektedir.

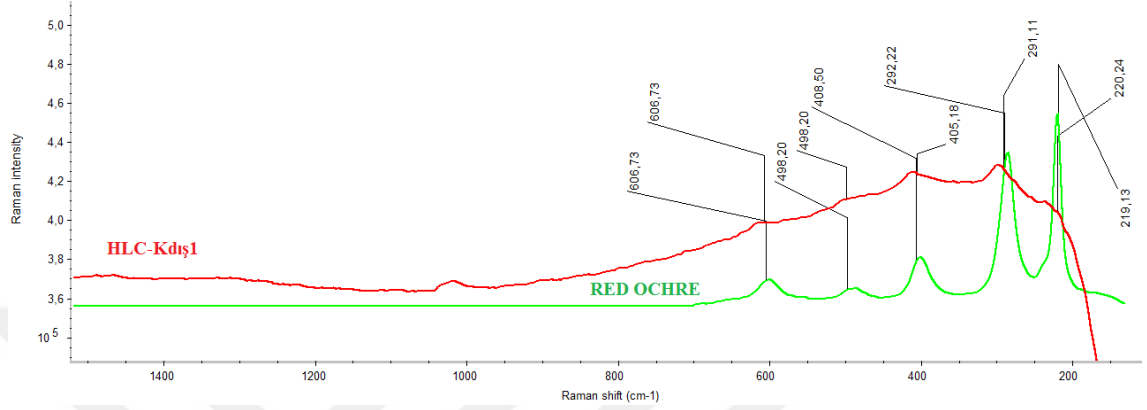
4.5.2. Hallaç Manastırı örneklerinin μ -Raman ölçümü



Şekil 4. 114. HLC-KDİŞSIVA μ - Raman ölçümü

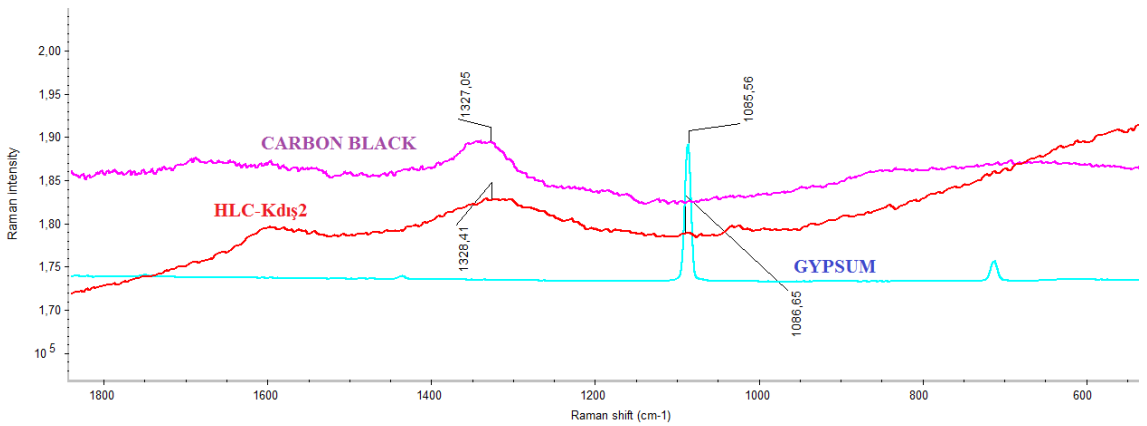
Şekil 4.114' te HLC-KDİŞSIVA isimli örneğin raman kaymaları; $1086,77 \text{ cm}^{-1}$; $711,75 \text{ cm}^{-1}$ ve $285,54 \text{ cm}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. HLC-KDİŞSIVA için tespit edilen bu raman

kaymaları calcium carbonate (kireç)'nin karakteristik raman kaymaları; 1087,81 cm^{-1} ; 668,69 cm^{-1} ve 285,54 cm^{-1} ile örtüşmektedir.



Şekil 4. 115. HLC-KDİŞ1 μ - Raman ölçümü

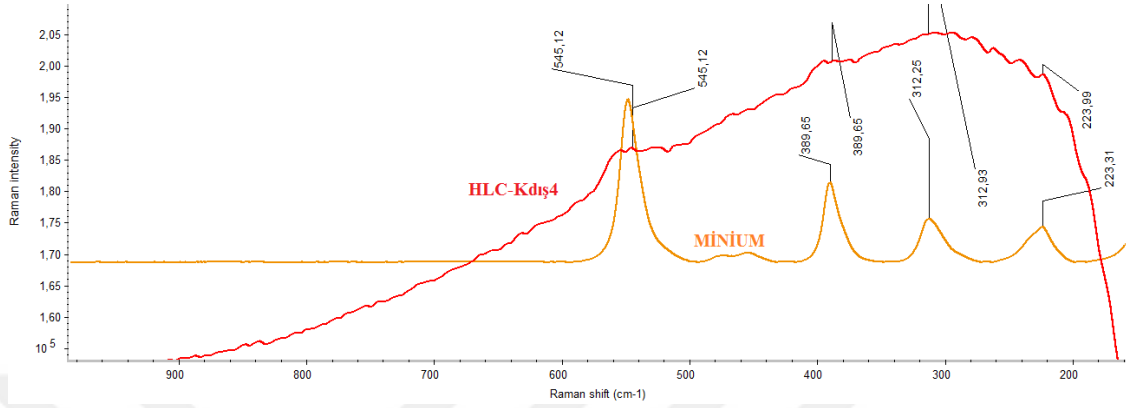
Şekil 4.115' te HLC-KDİŞ1 isimli örneğin 606,73 cm^{-1} ; 498,20 cm^{-1} ; 405,18 cm^{-1} ; 291,11 cm^{-1} ve 220,24 cm^{-1} raman kaymaları tespit edilmiştir. HLC-KDİŞ1 için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 606,73 cm^{-1} ; 498,20 cm^{-1} ; 408,50 cm^{-1} ; 291,11 cm^{-1} ve 219,13 cm^{-1} ile benzemektedir.



Şekil 4. 116. HLC-KDİŞ2 μ - Raman ölçümü

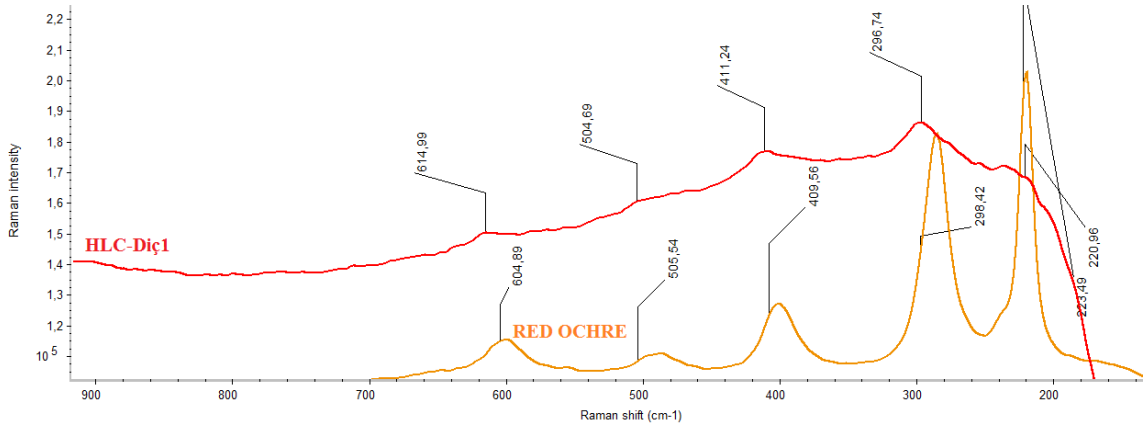
Şekil 4.116' da HLC-KDİŞ2 isimli örneğin 1328,41 cm^{-1} ve 1086,65 cm^{-1} raman kaymaları tespit edilmiştir. HLC-KDİŞ2 için tespit edilen bu raman kaymaları carbon

black (karbon siyahı) pigmentinin karakteristik raman kaymaları $1327,05 \text{ cm}^{-1}$ ve $1085,56 \text{ cm}^{-1}$ ile benzemektedir.



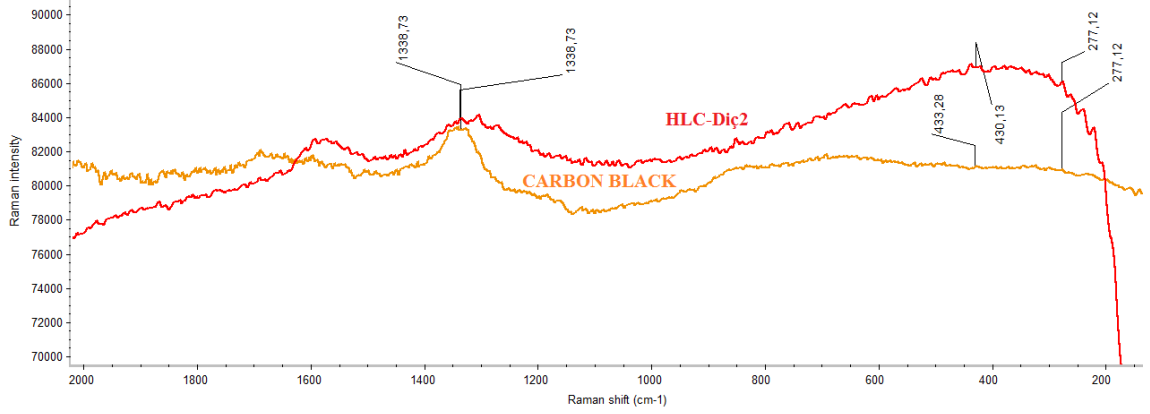
Şekil 4. 117. HLC-KDİŞ4 μ - Raman ölçümü

Şekil 4.117' de HLC-KDİŞ4 isimli örneğin $545,12 \text{ cm}^{-1}$; $389,65 \text{ cm}^{-1}$; $312,93 \text{ cm}^{-1}$ ve $223,99 \text{ cm}^{-1}$ raman kaymaları tespit edilmiştir. HLC-KDİŞ4 için tespit edilen bu raman kaymaları minium (minyum) pigmentinin karakteristik raman kaymaları $545,12 \text{ cm}^{-1}$, $389,65 \text{ cm}^{-1}$; $312,25 \text{ cm}^{-1}$ ve $223,31 \text{ cm}^{-1}$ ile benzemektedir.



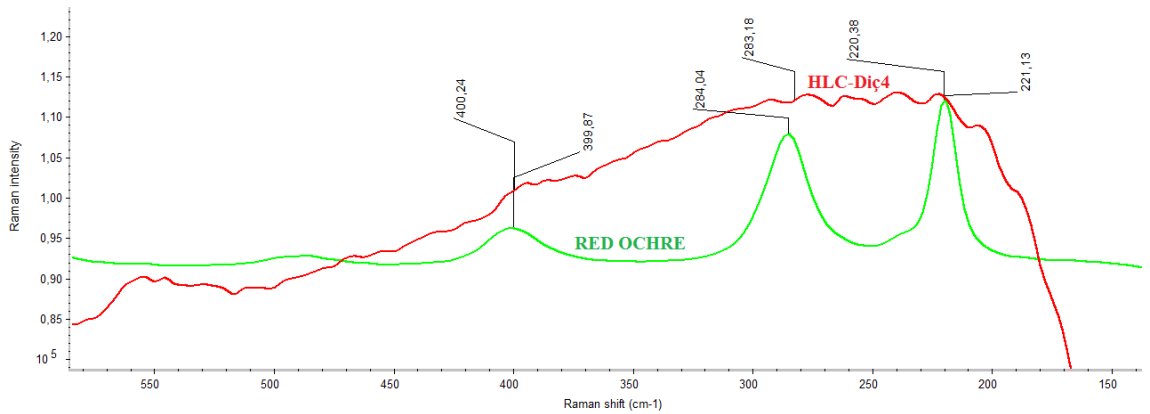
Şekil 4. 118. HLC-DİÇ1 μ - Raman ölçümü

Şekil 4.118' de HLC-DİÇ1 isimli örneğin $614,99 \text{ cm}^{-1}$; $504,69 \text{ cm}^{-1}$; $411,24 \text{ cm}^{-1}$ ve $296,74 \text{ cm}^{-1}$ raman kaymaları tespit edilmiştir. HLC-DİÇ1 için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları $604,89 \text{ cm}^{-1}$; $505,54 \text{ cm}^{-1}$; $409,56 \text{ cm}^{-1}$; $298,42 \text{ cm}^{-1}$ ve $220,96 \text{ cm}^{-1}$ ile benzemektedir.



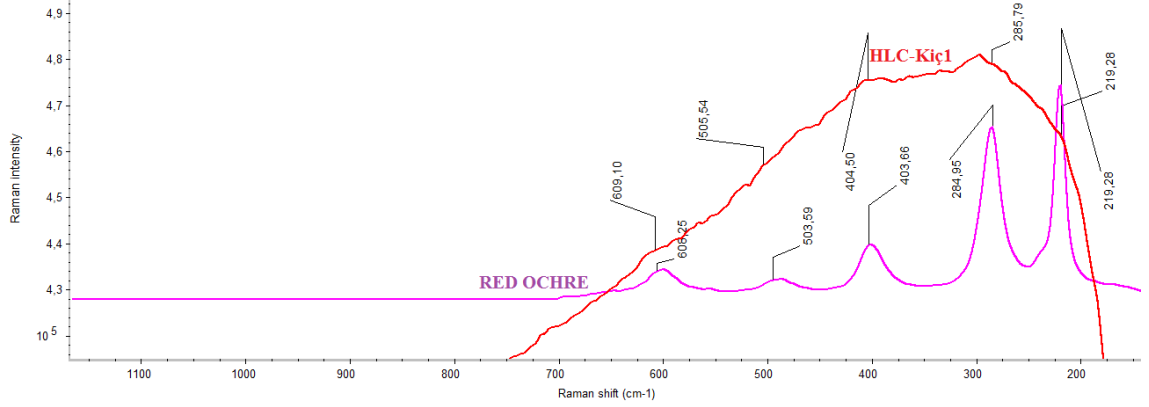
Şekil 4. 119. HLC-Diç2 μ - Raman ölçümü

Şekil 4.119’ da HLC-Diç₂ isimli örneğin 1338,73 cm^{-1} ; 430,13 cm^{-1} ve 277,12 cm^{-1} raman kaymaları tespit edilmiştir. HLC-Diç₂ için tespit edilen bu raman kaymaları carbon black (karbon siyahı) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 1338,73 cm^{-1} ; 433,28 cm^{-1} ve 277,12 cm^{-1} ile benzemektedir.



Şekil 4. 120. HLC-Diç4 μ - Raman ölçümü

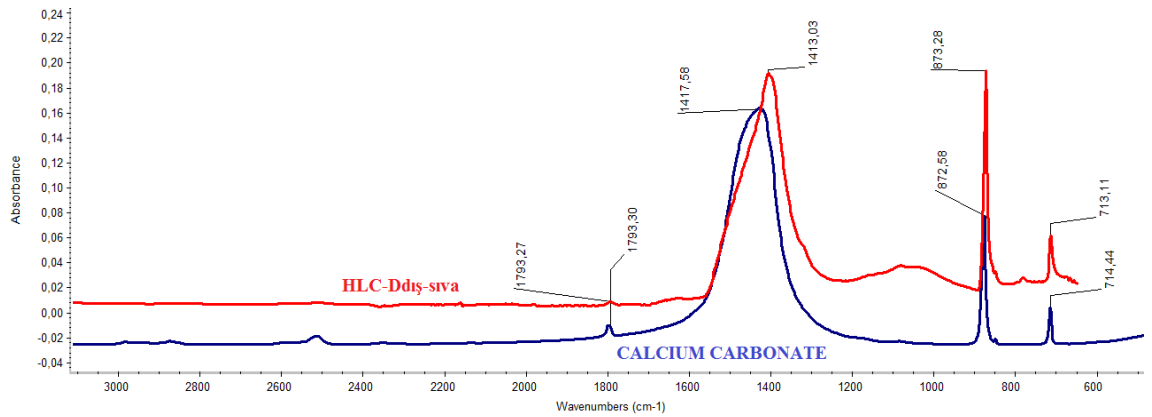
Şekil 4.120’ de HLC-Diç₄ isimli örneğin 399,87 cm^{-1} ; 283,18 cm^{-1} ve 221,13 cm^{-1} raman kaymaları tespit edilmiştir. HLC-Diç₄ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 400,24 cm^{-1} ; 284,04 cm^{-1} ve 221,13 cm^{-1} ile benzemektedir.



Şekil 4. 121. HLC-Kıç1 μ - Raman ölçümü

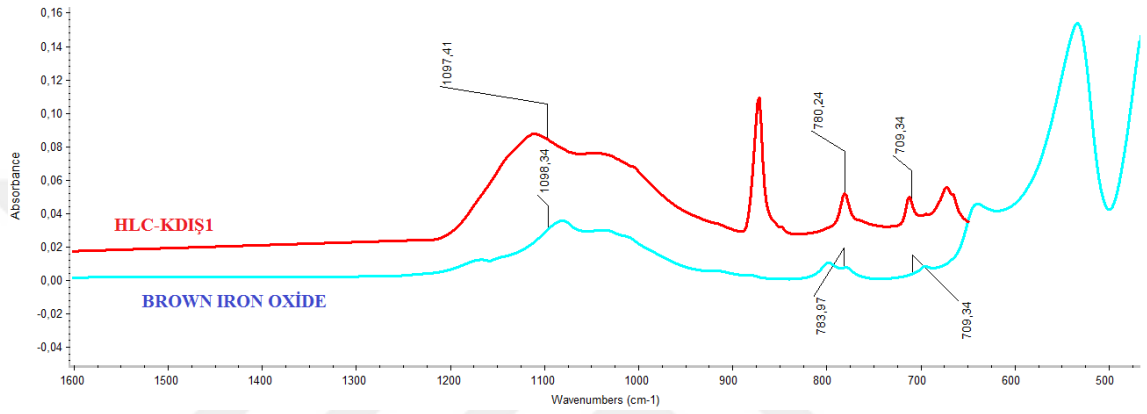
Şekil 4.121’ de HLC-Kıç1 isimli örneğin $609,10 \text{ cm}^{-1}$; $505,54 \text{ cm}^{-1}$; $404,50 \text{ cm}^{-1}$; $285,79 \text{ cm}^{-1}$ ve $219,28 \text{ cm}^{-1}$ raman kaymaları tespit edilmiştir. HLC-Kıç1 için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları $606,25 \text{ cm}^{-1}$; $503,59 \text{ cm}^{-1}$; $403,66 \text{ cm}^{-1}$; $284,95 \text{ cm}^{-1}$ ve $219,28 \text{ cm}^{-1}$ ile benzemektedir.

4.5.3. Hallaç Manastırı örneklerinin FT-IR ölçümü



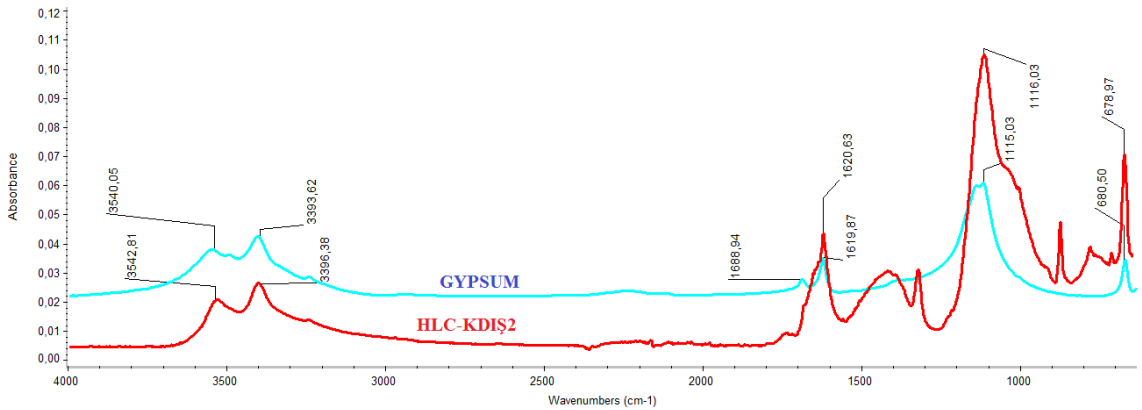
Şekil 4. 122. HLC-KDİŞSIVA FTIR ölçümü

Şekil 4.122’ de HLC-K_{DIŞSIVA} isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1793,27 cm⁻¹, 1413,03 cm⁻¹; 823,28 cm⁻¹ ve 713,11 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. HLC-K_{DIŞSIVA} için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), calcium carbonate (kireç)’nin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1793,30 cm⁻¹; 1417,58 cm⁻¹; 872,58 cm⁻¹ ve 714,44 cm⁻¹ ile örtüşmektedir.



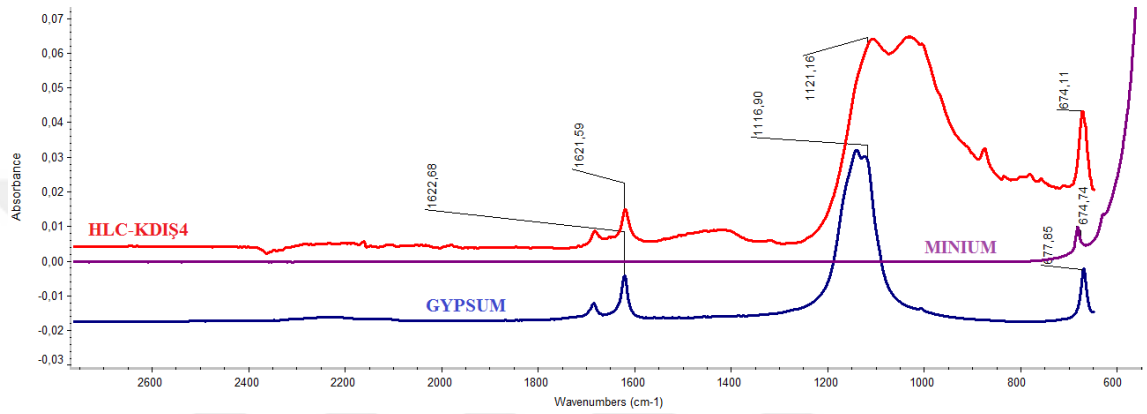
Şekil 4. 123. HLC-K_{DIŞ1} FTIR ölçümü

Şekil 4.123’ te HLC-K_{DIŞ1} isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1697,41 cm⁻¹, 780,24 cm⁻¹ ve 709,34 cm⁻¹ tespit edilmiştir. HLC-K_{DIŞ1} için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1098,34 cm⁻¹; 783,97 cm⁻¹ ve 709, 34 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 124. HLC-K_{DIŞ2} FTIR ölçümü

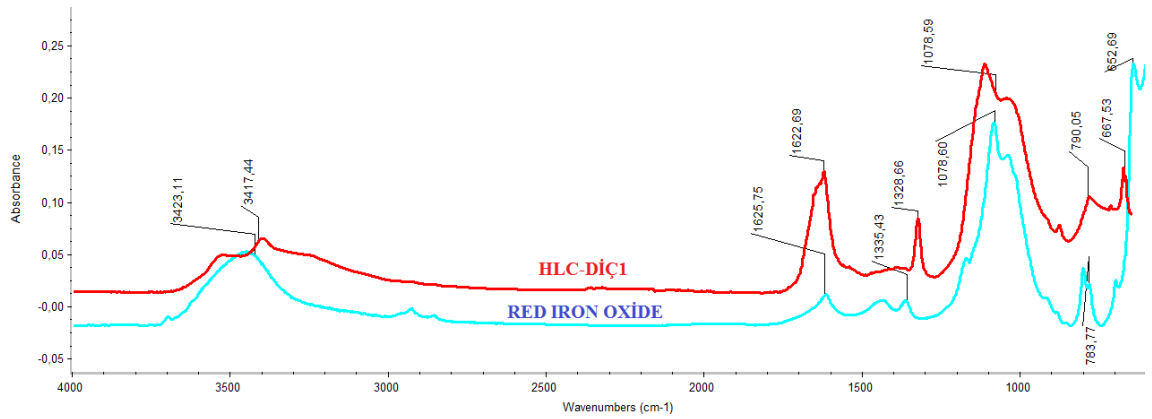
Şekil 4.124' te HLC-KDIŞ₂ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3542,81 cm⁻¹; 3396,38 cm⁻¹; 1620,63 cm⁻¹, 1116,03 cm⁻¹ ve 678,97 cm⁻¹ tespit edilmiştir. HLC-KDIŞ₂ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), gypsum (alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3540,05 cm⁻¹; 3393,62 cm⁻¹; 1619,87 cm⁻¹; 1115,03 cm⁻¹ ve 680,50 cm⁻¹ ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4. 125. HLC-KDIŞ₄ FTIR ölçümü

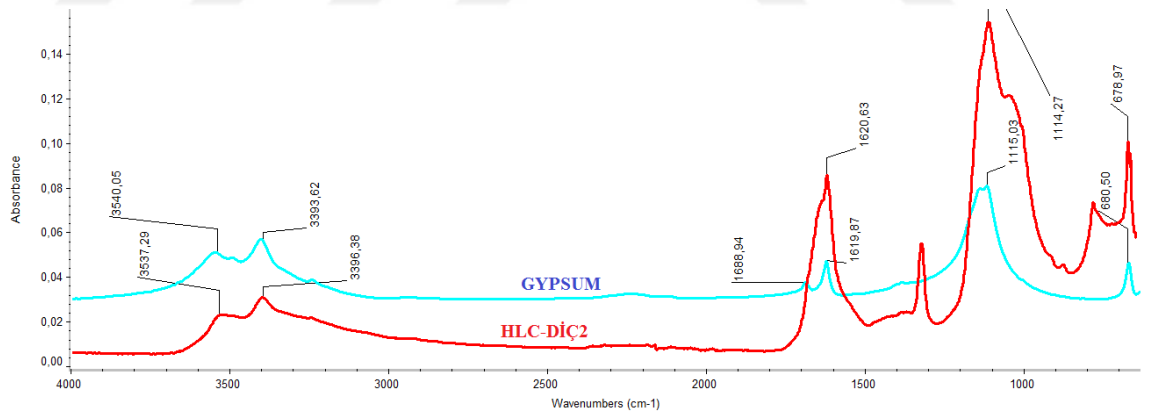
Şekil 4.125' te HLC-KDIŞ₄ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1621,59 cm⁻¹; 1121,16 cm⁻¹ ve 674,11 cm⁻¹ tespit edilmiştir. HLC-KDIŞ₄ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), gypsum (alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1622,68 cm⁻¹; 1116,90 cm⁻¹ ve 677,85 cm⁻¹ ile örtüşmektedir.

Bununla birlikte HLC-KDIŞ₄ isimli örneğin dalga sayısı (IR bandı); 674,11 cm⁻¹ tespit edilmiştir. HLC-KDIŞ₄ için tespit edilen dalga sayısı (IR bandı), minium (minyum)'nın karakteristik dalga sayısı (IR bandı); 674,74 cm⁻¹ ile benzerlik göstermektedir.



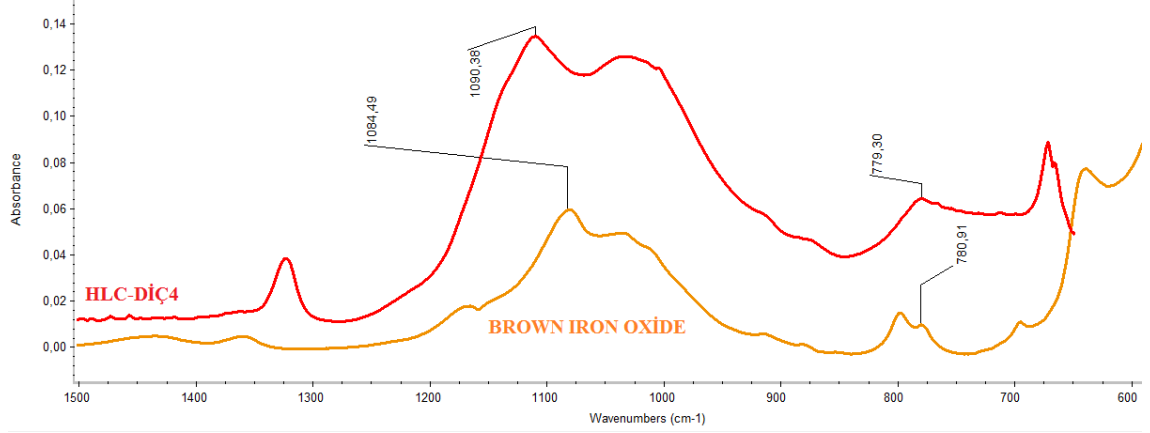
Şekil 4. 126. HLC-DİÇ1 FTIR Ölçümü

Şekil 4.126’ da HLC-DİÇ1 isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3417,44 cm^{-1} , 1622,69 cm^{-1} , 1328.66 cm^{-1} , 1078.59 cm^{-1} ve 790.05 cm^{-1} tespit edilmiştir. HLC-DİÇ1 için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), red iron oxide (kırmızı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3423,11 cm^{-1} ; 1625,75 cm^{-1} ; 1335,43 cm^{-1} ; 1078,60 cm^{-1} ve 783,77 cm^{-1} ile benzemektedir.



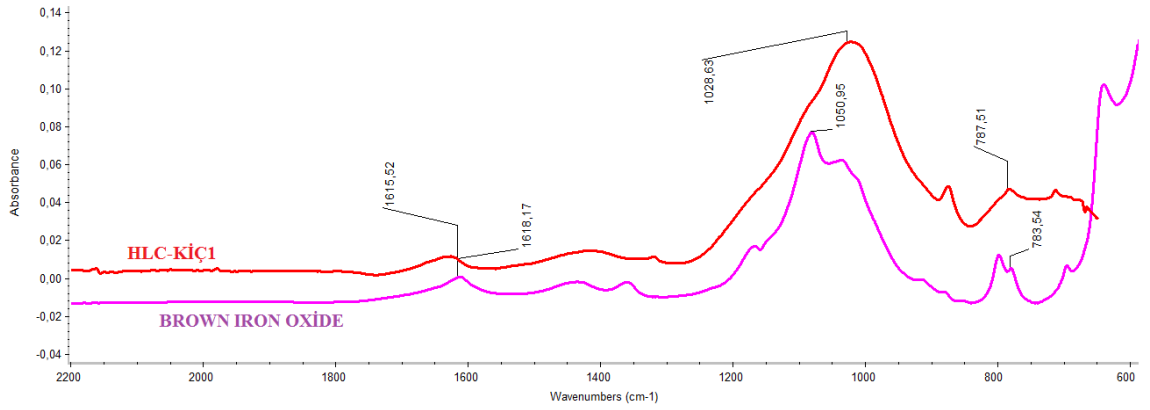
Şekil 4. 127. HLC-DİÇ2 FTIR ölçümü

Şekil 4.127’ de HLC-DİÇ2 isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3537,29 cm^{-1} ; 3396,38 cm^{-1} ; 1620,63 cm^{-1} ; 1114,27 cm^{-1} ve 678.97 cm^{-1} tespit edilmiştir. HLC-DİÇ2 için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), gypsum (alçı)’nın karakteristik dalga sayısı (IR bantları); 3540,05 cm^{-1} ; 3393,62 cm^{-1} ; 1688,94 cm^{-1} ; 1619,87 cm^{-1} ; 1115,03 cm^{-1} ; ve 680,50 cm^{-1} ile örtüşmektedir.



Şekil 4. 128. HLC-DİÇ4 FTIR ölçümü

Şekil 4.128’ de HLC-DİÇ4 isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); $1090,38 \text{ cm}^{-1}$ ve $779,30 \text{ cm}^{-1}$ tespit edilmiştir. HLC-DİÇ4 için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); $1084,49 \text{ cm}^{-1}$ ve $780,91 \text{ cm}^{-1}$ ile benzemektedir.

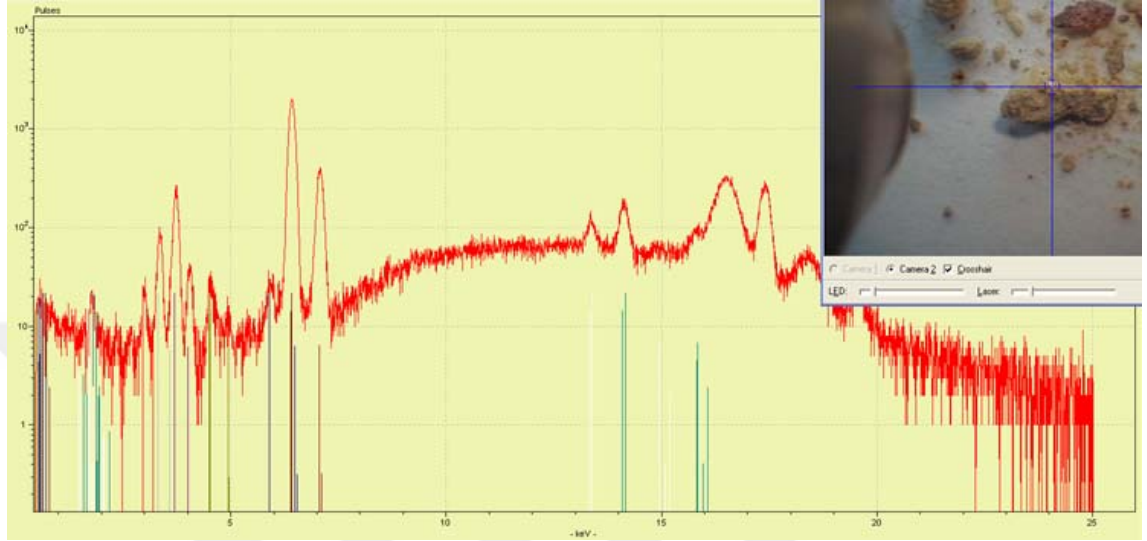


Şekil 4. 129. HLC-KİÇ1 FTIR ölçümü

Şekil 4.129’ da HLC-KİÇ1 isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); $1618,17 \text{ cm}^{-1}$; $1028,63 \text{ cm}^{-1}$ ve $787,51 \text{ cm}^{-1}$ tespit edilmiştir. HLC-KİÇ1 için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); $1618,17 \text{ cm}^{-1}$; $1050,95 \text{ cm}^{-1}$ ve $783,54 \text{ cm}^{-1}$ ile benzemektedir.

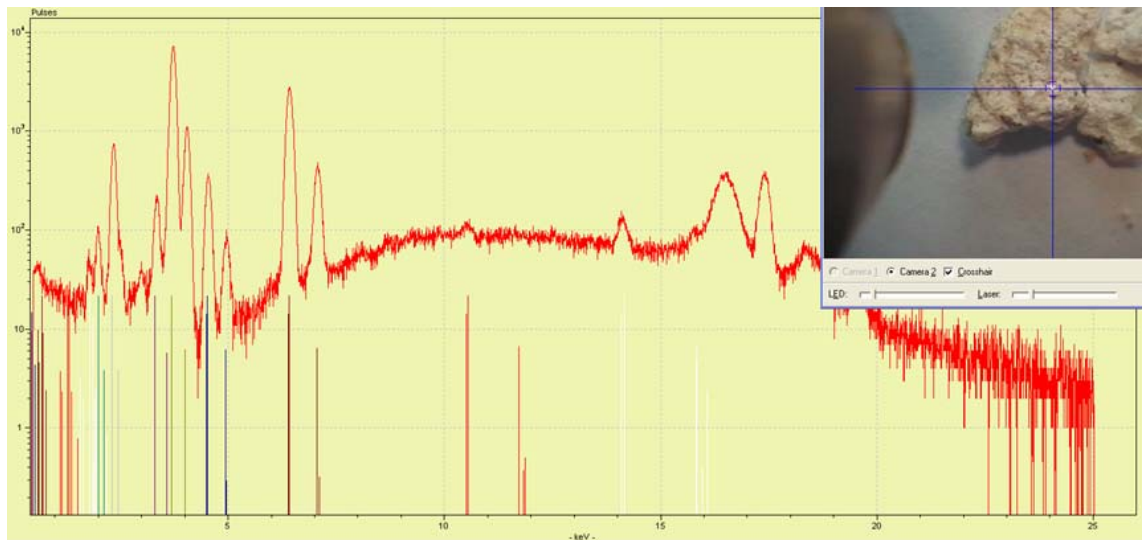
4.6. Pancarlık Kilisesi'nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları

4.6.1. Pancarlık Kilisesi örneklerinin μ -XRF ölçümü



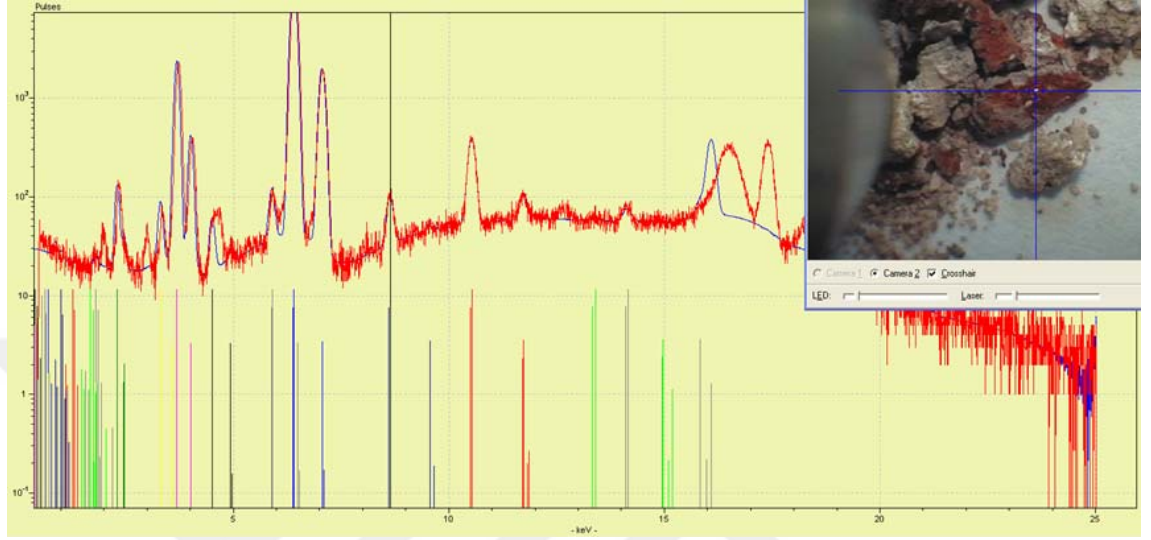
Şekil 4. 130. PNC-D_{KAYA} μ -XRF ölçümü

Şekil 4.130' da PNC-D_{KAYA} örneğinin XRF ölçümünde; Fe, Mn, Ti, K, Ca, Sr, Rb elementlerini içerdiği görülmüştür.



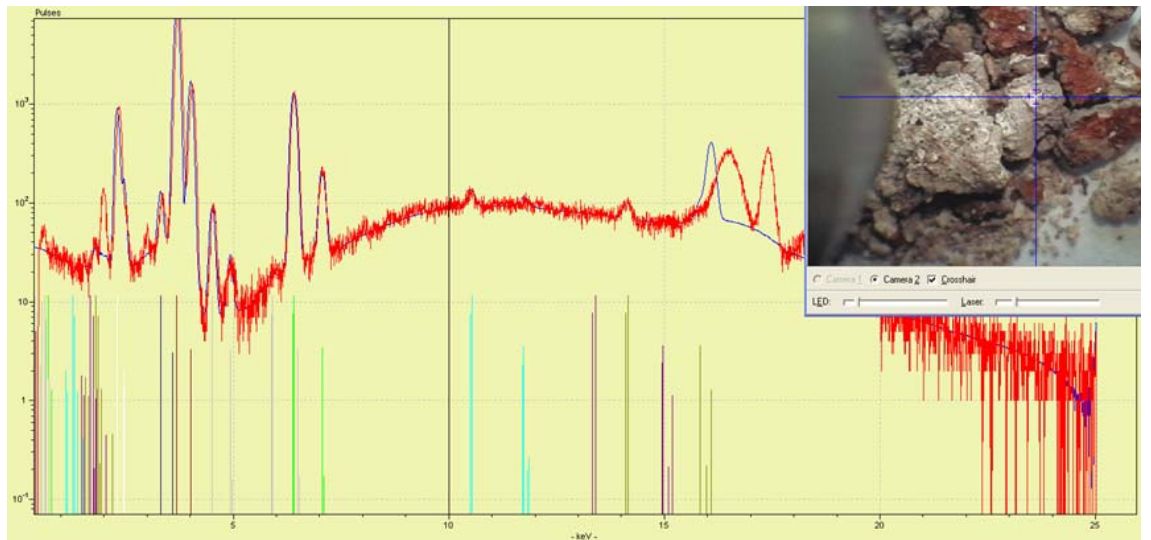
Şekil 4. 131. PNC-D_{SIVA} μ -XRF ölçümü

Şekil 4.131’ de PNC-D_{SIVA} örneğinin XRF ölçümünde; Ti ve Ca elementlerini major miktarda K, S, P, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



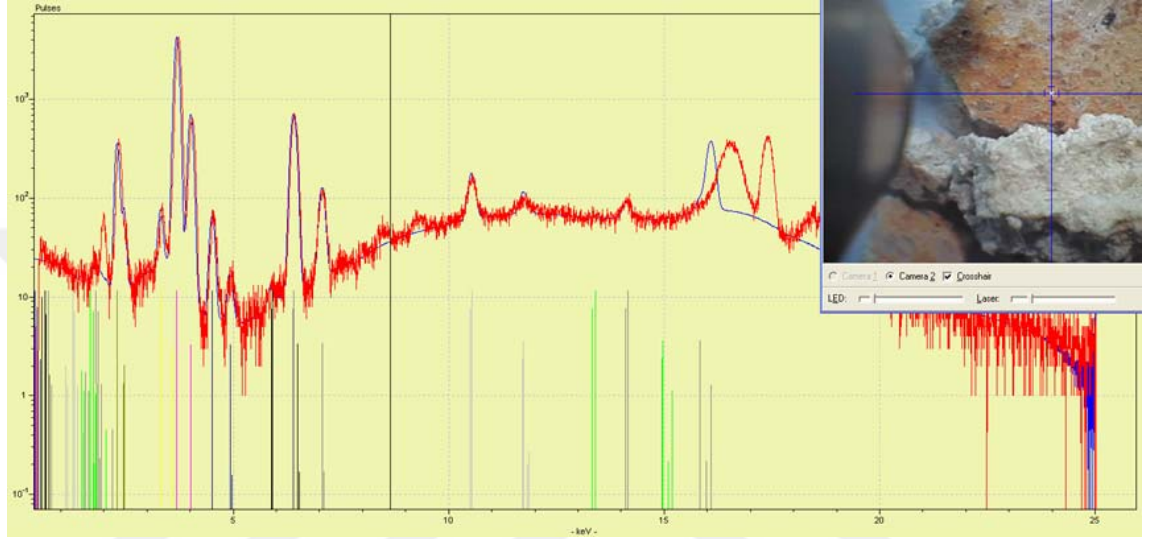
Şekil 4. 132. PNC-D₁ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.132’ de PNC-D₁ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; As, S ve Fe elementi major miktarda ve Ca, Mn, S, Ti, K, Sr, Rb elementlerini içerdiği görülmüştür.



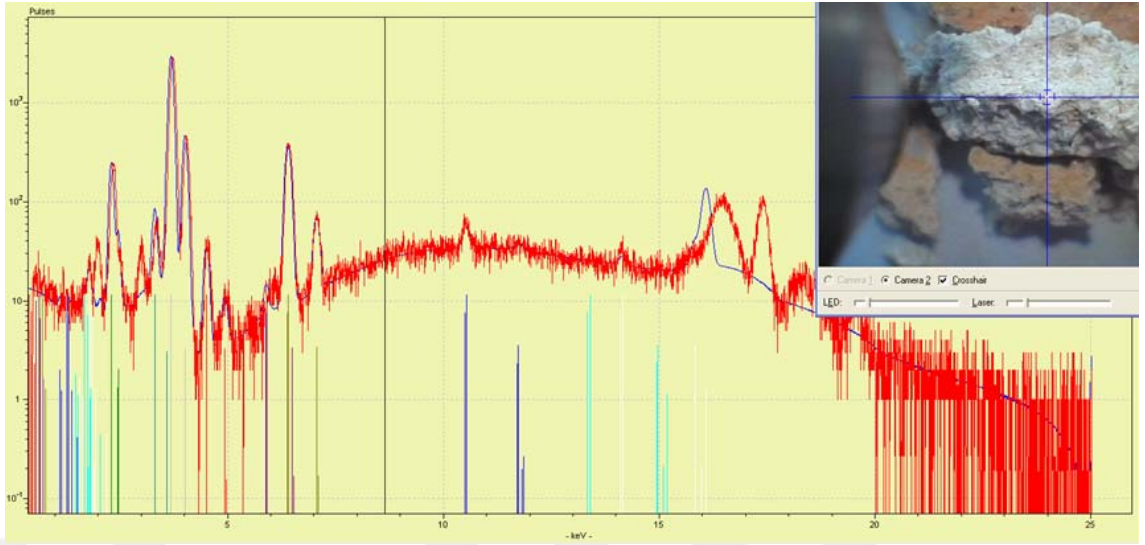
Şekil 4. 133. PNC-D₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.33' te PNC-D₁ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementleri major ve As, Sr, S, Sr minor miktarda, Fe, Ti elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe, As ve S element kökenli olduğu, zeminin ise Ca elementi kaynaklı düşünülmektedir.



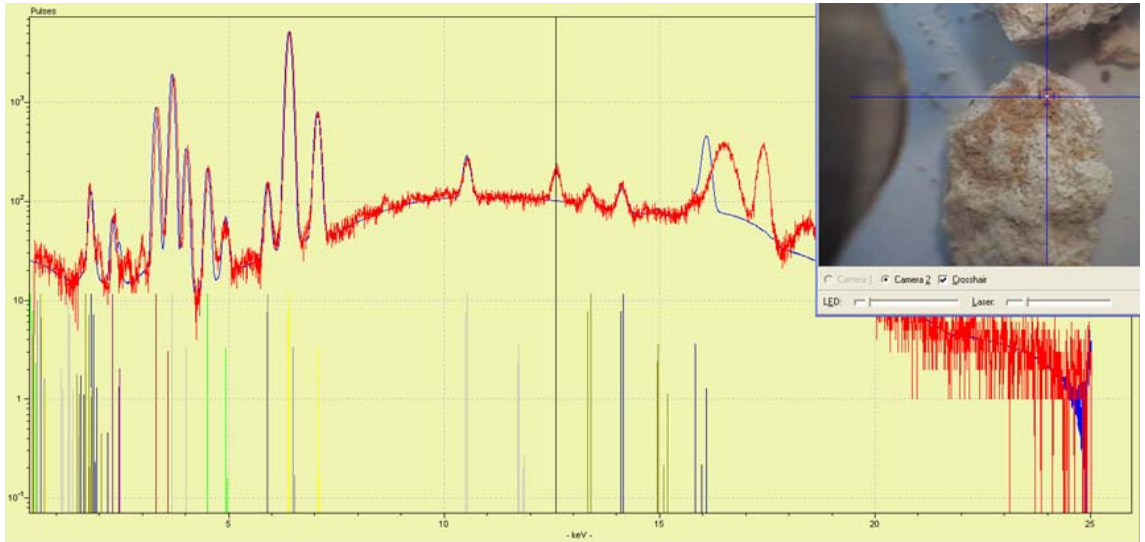
Şekil 4. 134. PNC-D₃ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.134' te PNC-D₃ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca, K ve Fe elementi major ve Fe, Sr, S, Rb, As elementlerini ve minor miktarda Mn elementini içerdiği görülmüştür.



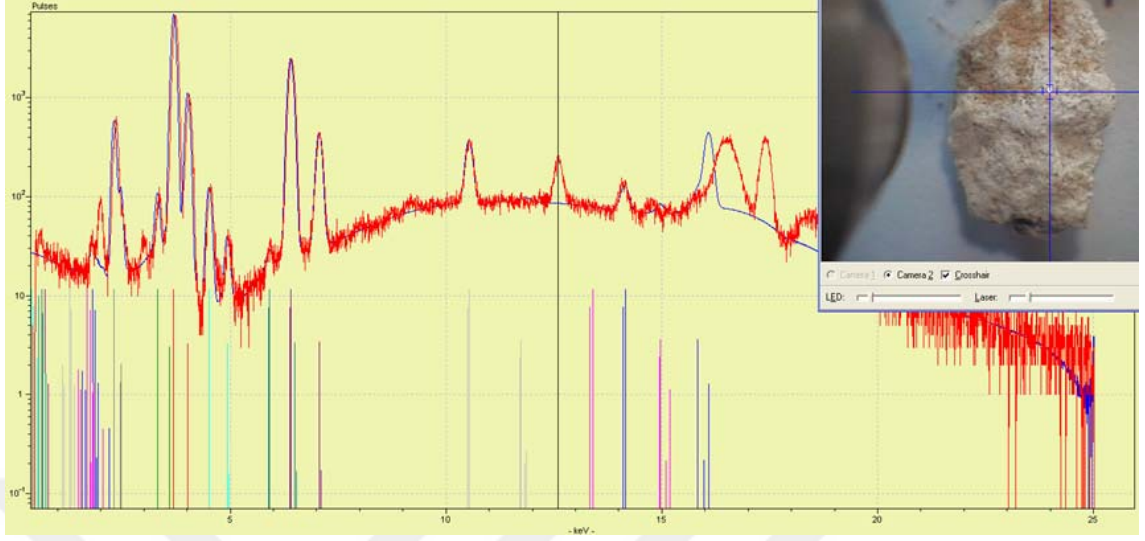
Şekil 4. 135. PNC-D₃ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.135’ te PNC-D₃ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca, Mn, S, K, Rb, Sr, Fe elementlerini ve minor miktarda As elementi içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe ve K element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



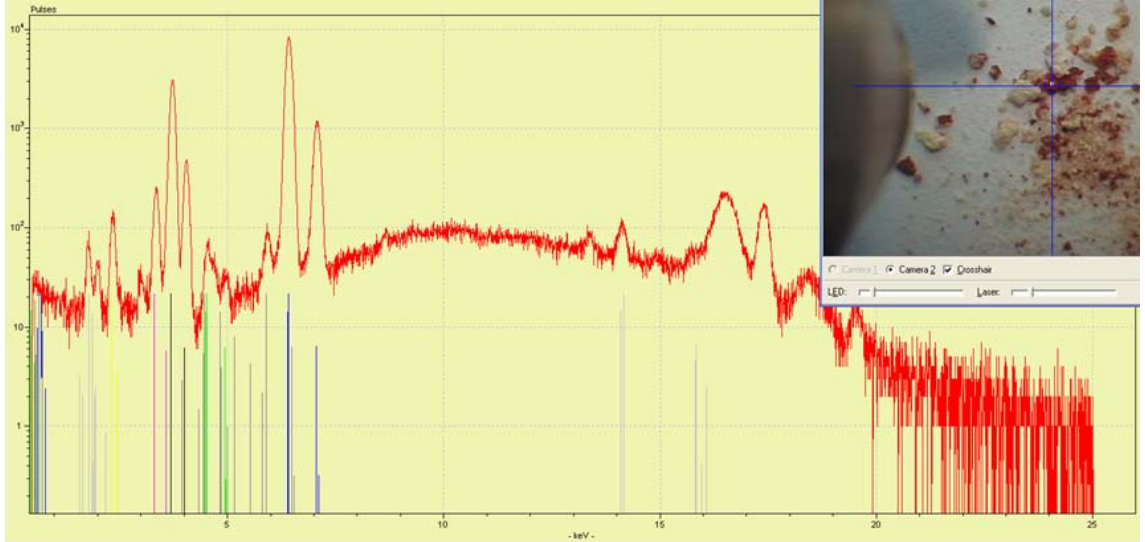
Şekil 4. 136. PNC-D₅ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.136’ da PNC-D₅ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementini major ve K, Sr, Rb, S elementlerini içerdiği görülmüştür



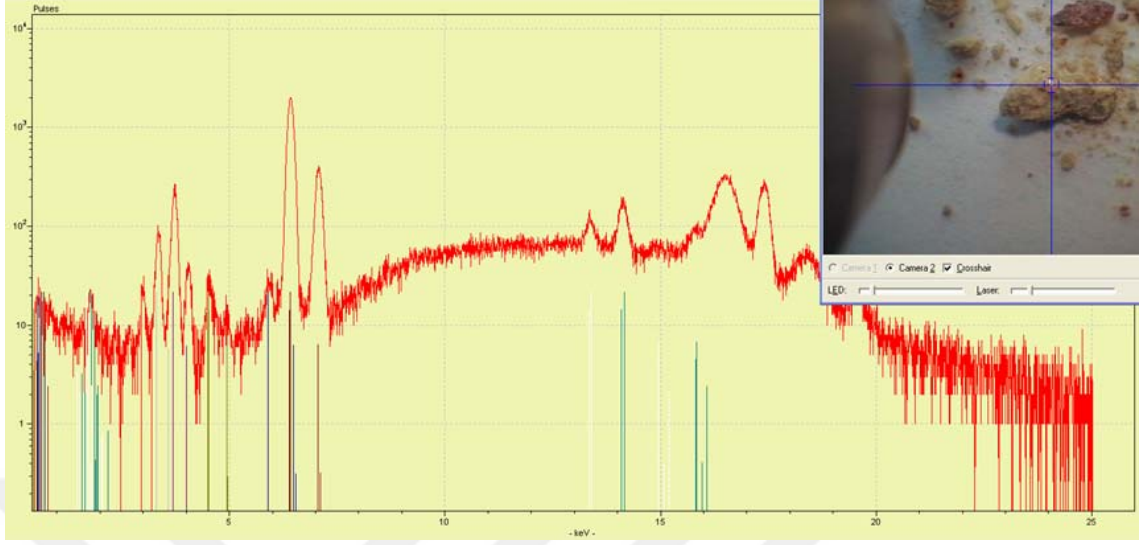
Şekil 4. 137. PNC-D₅ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.137’ de PNC-D₅ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Mn, Ti, Ca, K, Sr, Rb, S elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya rengi ve zeminin Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



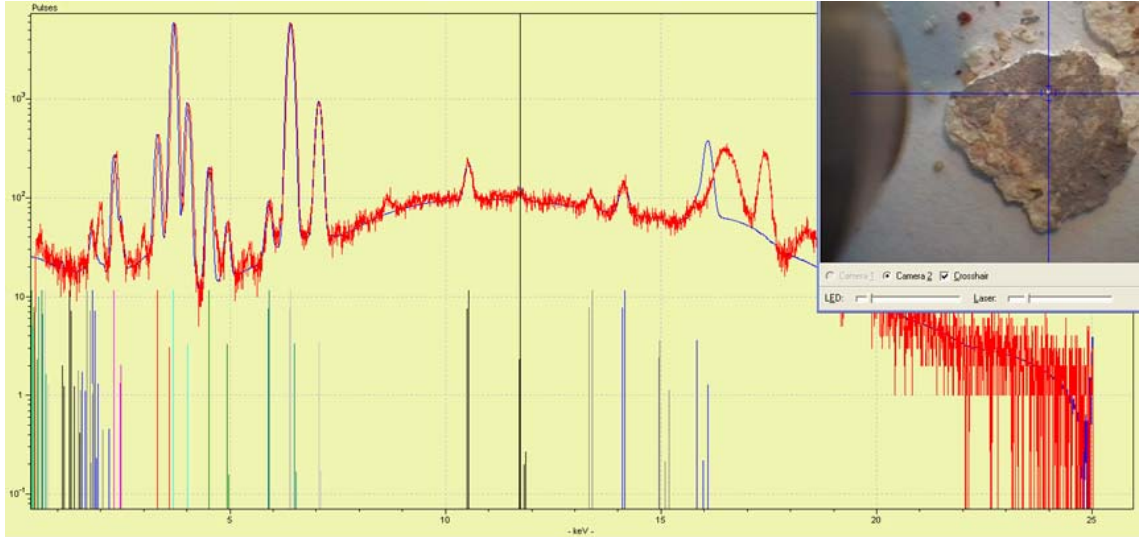
Şekil 4. 138. PNC-D_{1C1} (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.138’ de PNC-D_{1C1} örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementi major ve Ca, Mn, K, Ti, Ba, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



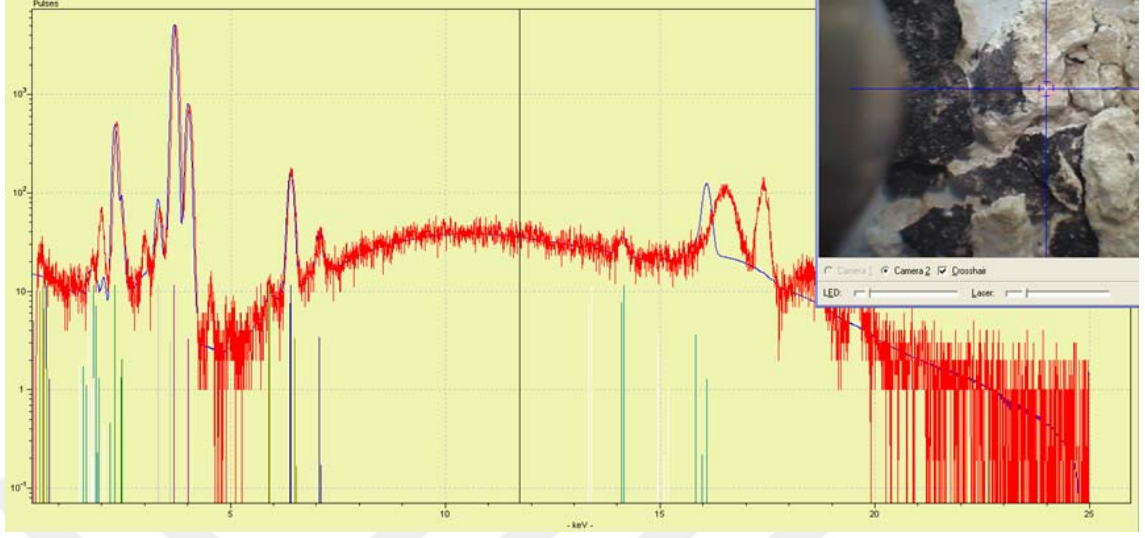
Şekil 4. 139. PNC-D_{1C1} (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.139' da PNC-D_{1C1} örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca, K, Ti, Ca, Fe, Mn elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli olduğu düşünülmektedir.



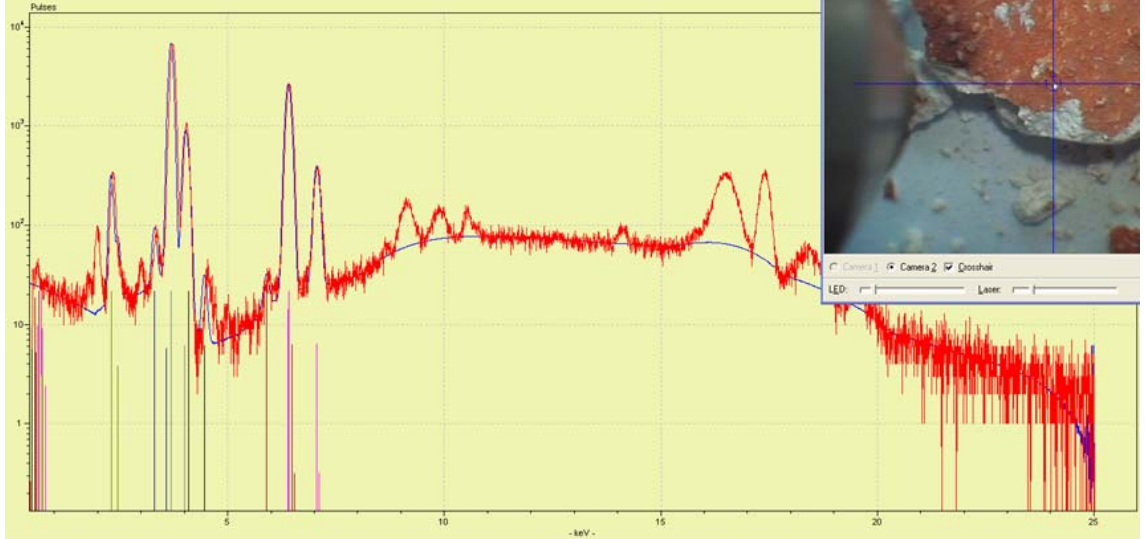
Şekil 4. 140. PNC-B₃ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.140' da PNC-B₃ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Ca, Mn, K, Ti, Sr, Rb, As, S elementlerini içerdiği görülmüştür.



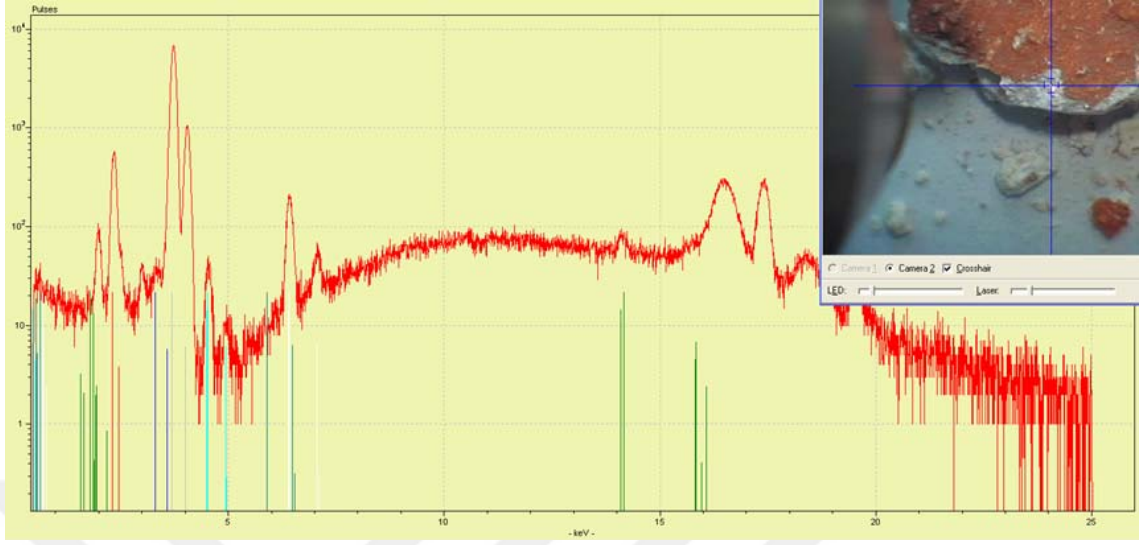
Şekil 4. 141. PNC-B₃ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.141’ de PNC-B₃ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Ca, Sr, S elementleri ile minor miktarda Mn ve K elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin C element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



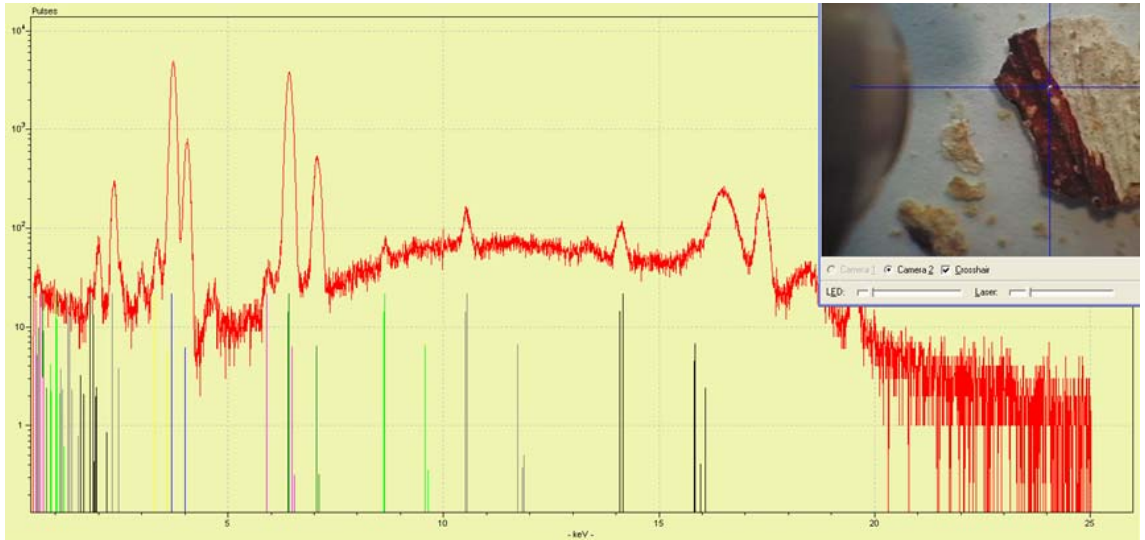
Şekil 4. 142. PNC-B₇ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.142’ de PNC-B₇ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Ca, K, Mn, S elementlerini içerdiği görülmüştür.



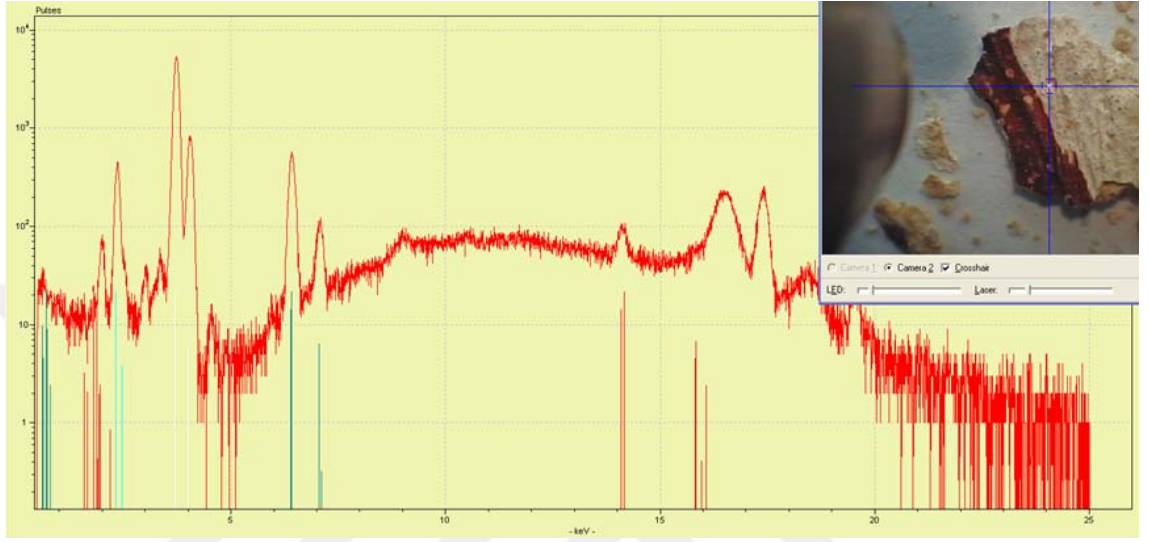
Şekil 4. 143. PNC-B₇ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.143' te PNC-B₇ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca, Fe, Ti, S, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 144. PNC-B₈ (pigment) μ -XRF ölçümü

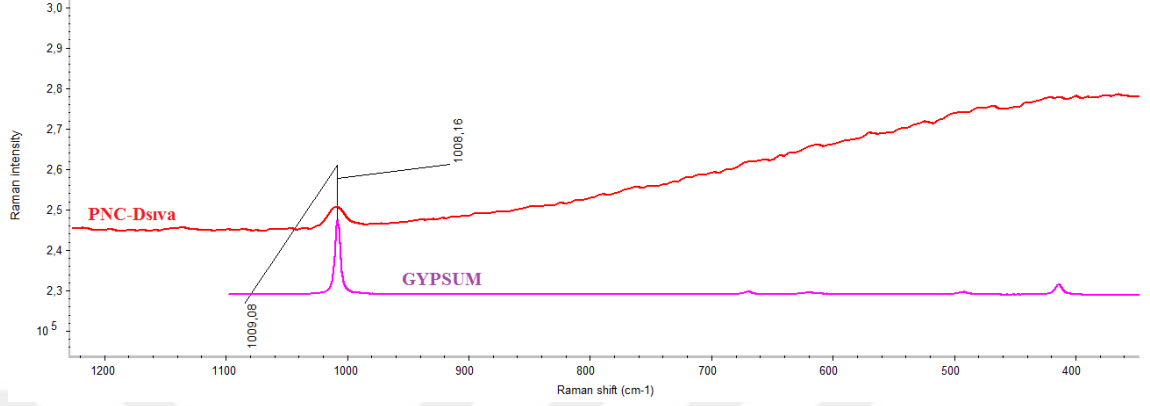
Şekil 4.144' te PNC-B8 örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementi major ve Mn, As, Zn elementlerini minor miktarda, Sr, K, S, Ca elementlerini içerdiği görülmüştür.



Şekil 4. 145. PNC-B8 (zemin) μ -XRF ölçümü

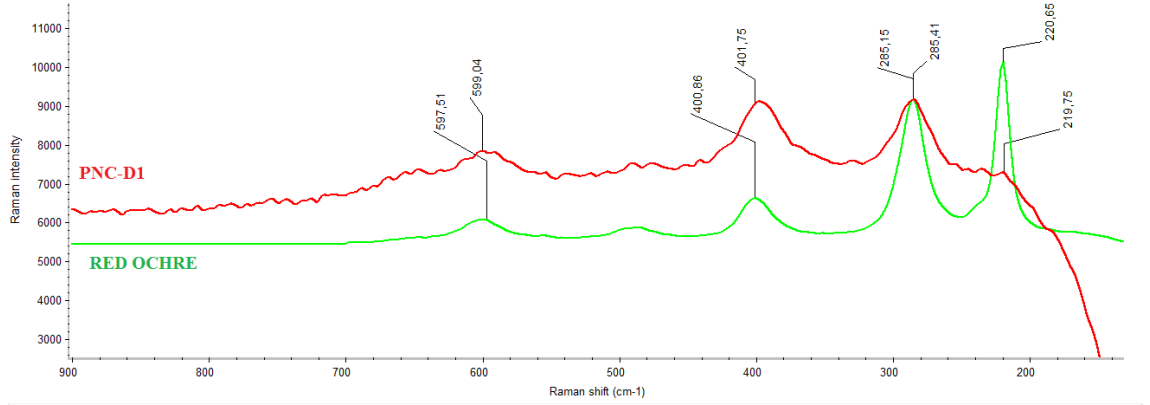
Şekil 4.145' te PNC-B8 örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Ca, S, Sr, Ti elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.6.2. Pancarlık Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü



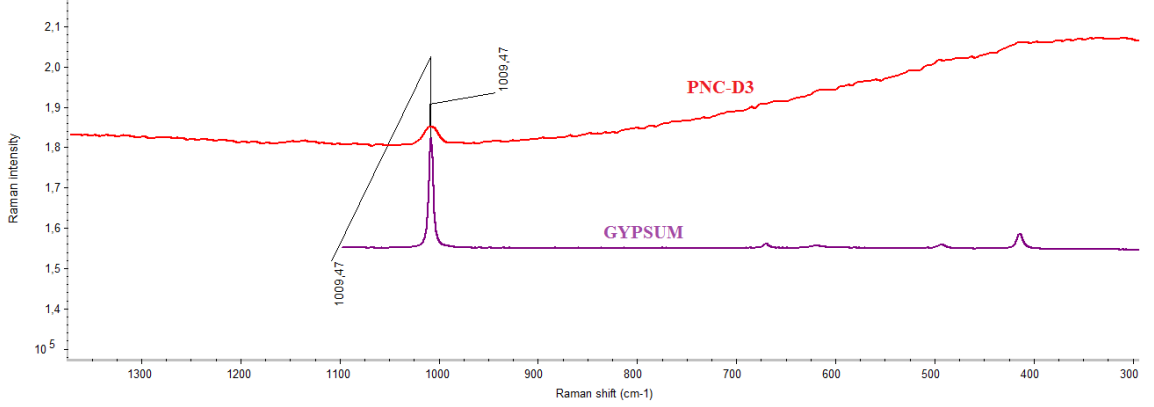
Şekil 4. 146. PNC-D_{Siva} μ - Raman ölçümü

Şekil 4.146' da PNC-D_{Siva} isimli örneğin 1008,16 cm⁻¹ raman kayması tespit edilmiştir. PNC-D_{Siva} için tespit edilen bu raman kaymaları, gypsum (alçı) pigmentinin karakteristik raman kayması 1009,08 cm⁻¹ ile örtüşmektedir.



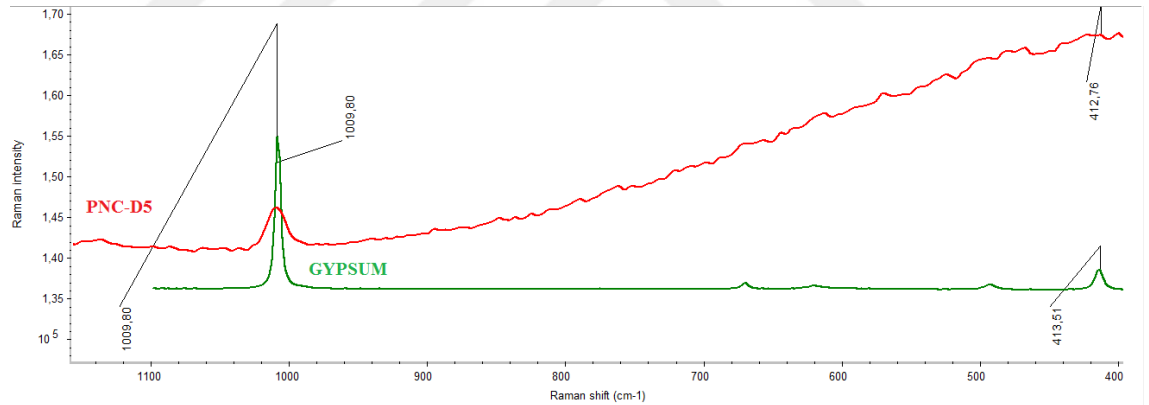
Şekil 4. 147. PNC-D₁ μ - Raman ölçümü

Şekil 4.147' de PNC-D₁ isimli örneğin 599,04 cm⁻¹; 401,75 cm⁻¹; 285,15 cm⁻¹ ve 219,75 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. PNC-D₁ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı toprak) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 597,51 cm⁻¹, 400,86 cm⁻¹; 285,41 cm⁻¹ ve 220,65 cm⁻¹ ile benzemektedir.



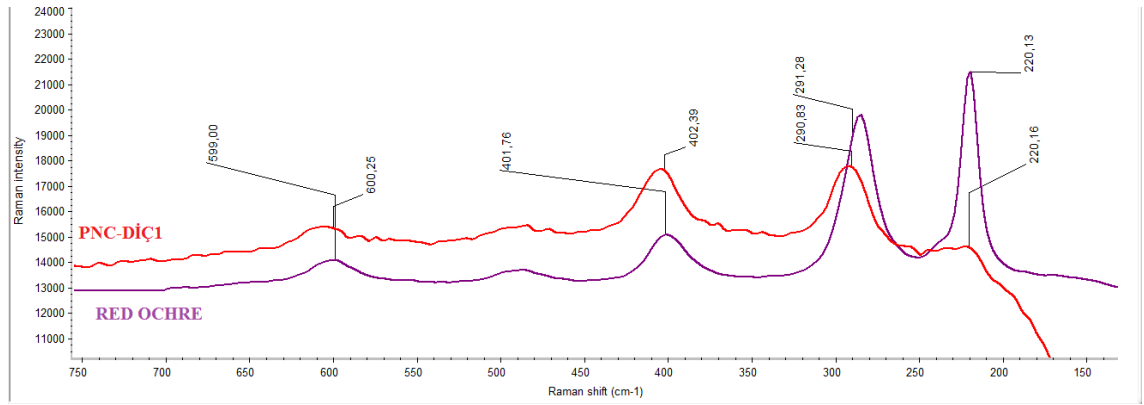
Şekil 4. 148. PNC-D₃ μ - Raman ölçümü

Şekil 4.148’ de PNC-D₃ isimli örneğin 1009,47 cm⁻¹ raman kayması tespit edilmiştir. PNC-D₃ için tespit edilen bu raman kayması yellow ochre (sarı okra) pigmentinin karakteristik raman kayması 1009,47 cm⁻¹ ile benzemektedir.



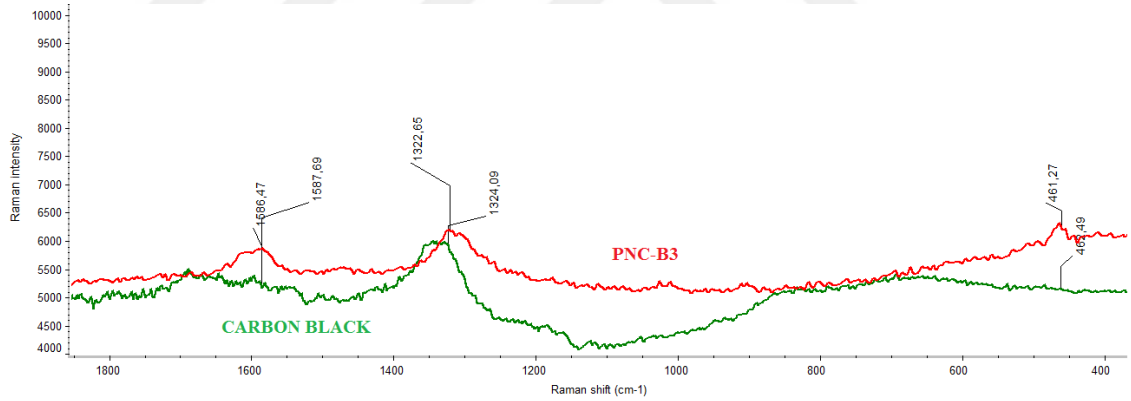
Şekil 4. 149. PNC-D₅ μ - Raman ölçümü

Şekil 4.149’ da PNC-D₅ isimli örneğin raman kaymaları; 1009,80 cm⁻¹ ve 412,76 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. PNC-D₅ için tespit edilen bu raman kaymaları gypsum (alçı)’nın karakteristik raman kaymaları; 1009,80 cm⁻¹ ve 413,51 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



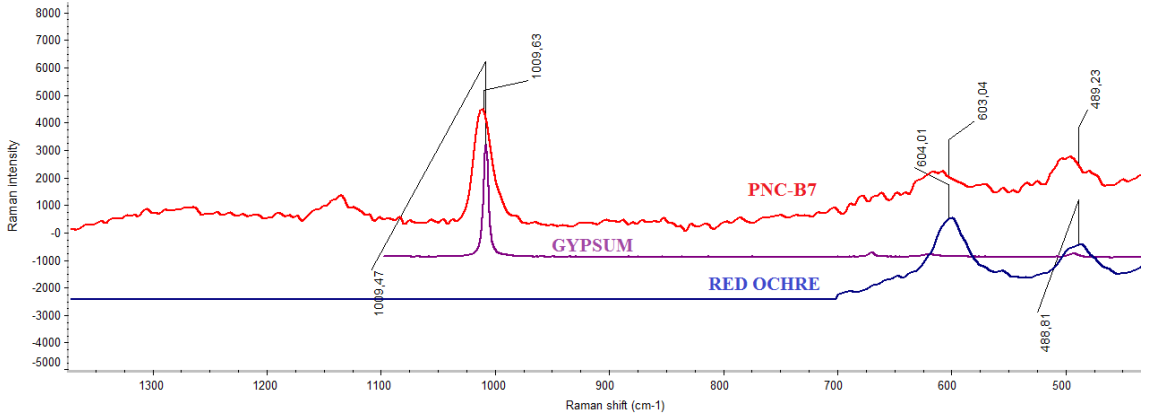
Şekil 4. 150. PNC-DIÇ1 μ - Raman ölçümü

Şekil 4.150’ de PNC-DIÇ1 isimli örneğin 599,00 cm^{-1} ; 402,39 cm^{-1} ; 290,83 cm^{-1} ve 220,16 cm^{-1} raman kaymaları tespit edilmiştir. PNC-DIÇ1 için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 600,25 cm^{-1} ; 401,76 cm^{-1} ; 291,28 cm^{-1} ve 220, 13 cm^{-1} ile benzemektedir.



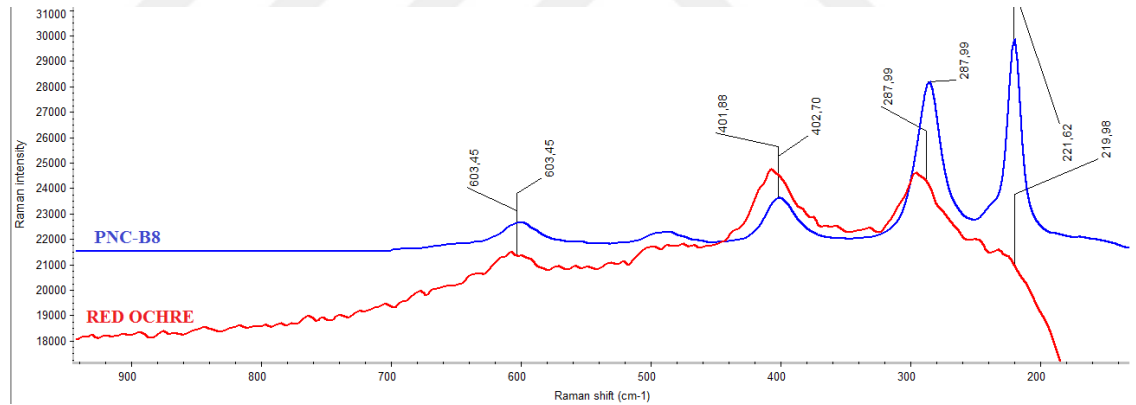
Şekil 4. 151. PNC-B3 μ - Raman ölçümü

Şekil 4.151’ de PNC-B3 isimli örneğin raman kaymaları 1586,47 cm^{-1} ; 1324,09 cm^{-1} ve 461,27 cm^{-1} tespit edilmiştir. PNC-B3 için tespit edilen bu raman kaymaları carbon black (karbon siyahı) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 1586,69 cm^{-1} ; 1322,65 cm^{-1} ve 482,49 cm^{-1} ile benzemektedir.



Şekil 4. 152. PNC-B₇ μ - Raman ölçümü

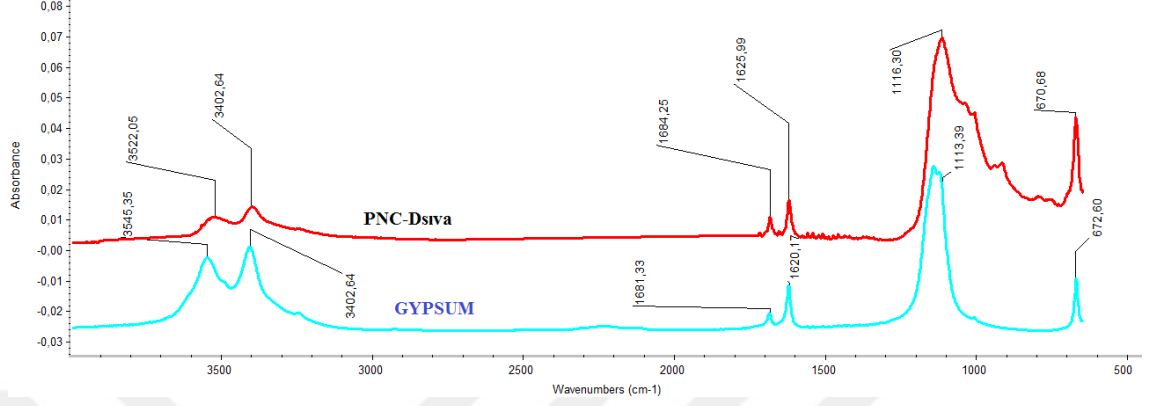
Şekil 4.152’ de PNC-B₇ isimli örneğin 1009,47 cm^{-1} , 604,01 cm^{-1} ve 489,23 cm^{-1} raman kaymaları tespit edilmiştir. PNC-B₇ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 604,01 cm^{-1} ve 488,81 cm^{-1} ve gypsum (alçı)’nın raman kayması 1009,63 cm^{-1} ile benzemektedir.



Şekil 4. 153. PNC-B₈ μ - Raman ölçümü

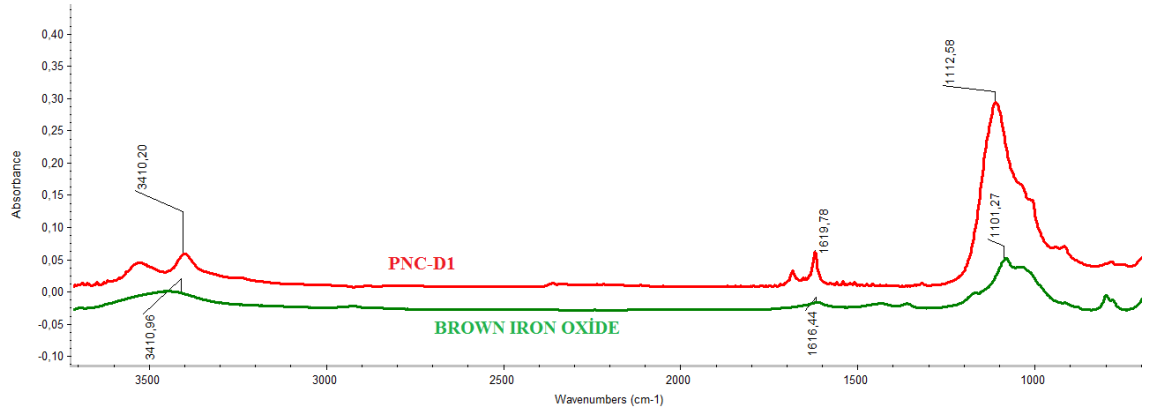
Şekil 4.153’ te PNC-B₈ isimli örneğin 603,45 cm^{-1} ; 401,88 cm^{-1} ; 287,99 cm^{-1} ve 219,98 cm^{-1} raman kaymaları tespit edilmiştir. PNC-B₈ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 603,45 cm^{-1} ; 401,88 cm^{-1} ; 287,99 cm^{-1} ve 219,98 cm^{-1} ile benzemektedir.

4.6.3. Pancarlık Kilisesi örneklerinin FT-IR ölçümü



Şekil 4. 154. PNC-D_{SIVA} FT-IR ölçümü

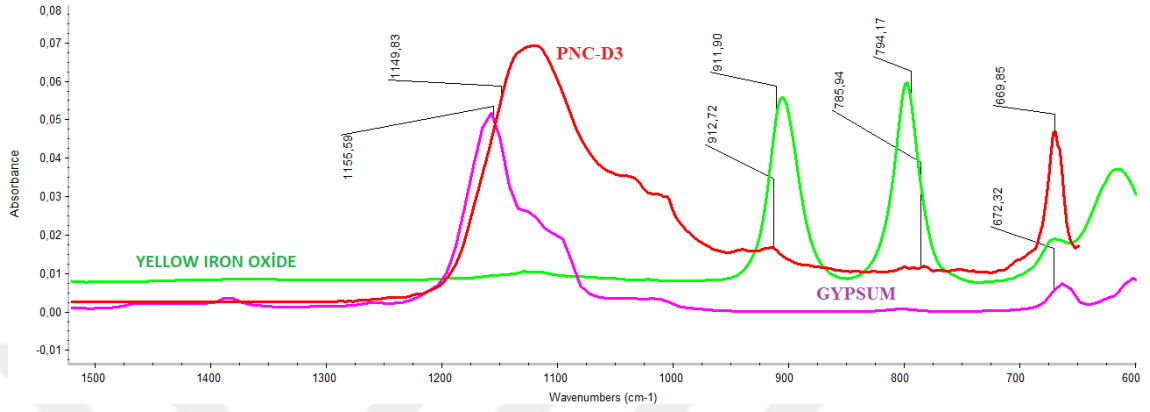
Şekil 4.154’ te PNC-D_{SIVA} isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3522,05 cm⁻¹; 3402,64 cm⁻¹; 1684,25 cm⁻¹; 1625,99 cm⁻¹; 1116,30 cm⁻¹ ve 670,68 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. PNC-D_{SIVA} için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları) gypsum (alçı)’nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3402,64 cm⁻¹; 1681,33 cm⁻¹; 1620,17 cm⁻¹, 1113,39 cm⁻¹ ve 672,60 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



Şekil 4. 155. PNC-D₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.155’ te PNC-D₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3410,20 cm⁻¹, 1619,78 cm⁻¹ ve 1112,58 cm⁻¹ tespit edilmiştir. PNC-D₁ için tespit edilen dalga sayıları

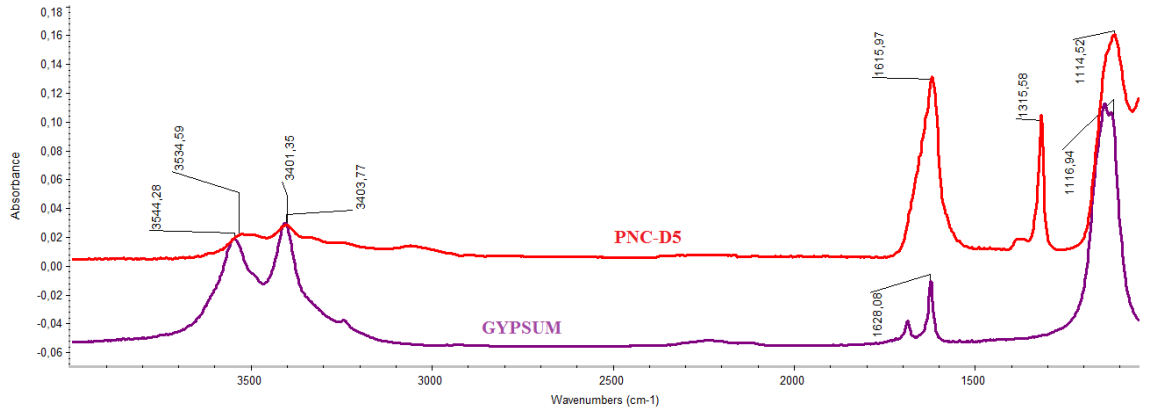
(IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); $3410,96\text{ cm}^{-1}$; $1616,44\text{ cm}^{-1}$ ve $1101,27\text{ cm}^{-1}$ ile benzemektedir.



Şekil 4. 156. PNC-D₃ FT-IR ölçümü

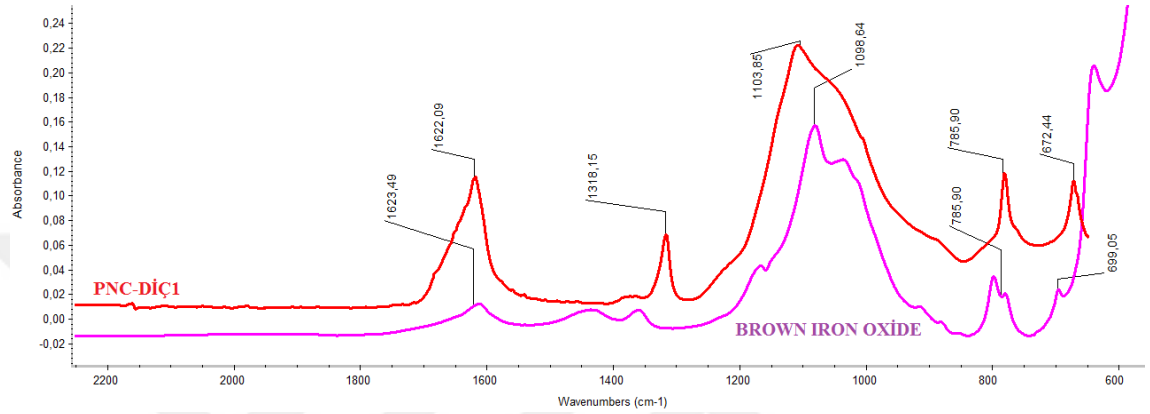
Şekil 4.156' da PNC-D₃ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); $1149,83\text{ cm}^{-1}$ ve $669,85\text{ cm}^{-1}$ tespit edilmiştir. PNC-D₃ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), gypsum (alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); $1155,59\text{ cm}^{-1}$ ve $672,32\text{ cm}^{-1}$ ile örtüşmektedir.

Bununla birlikte PNC-D₃ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); $912,72\text{ cm}^{-1}$ ve $785,94\text{ cm}^{-1}$ tespit edilmiştir. PNC-D₃ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), yellow iron oxide (sarı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); $911,90\text{ cm}^{-1}$ ve $794,17\text{ cm}^{-1}$ ile benzemektedir.



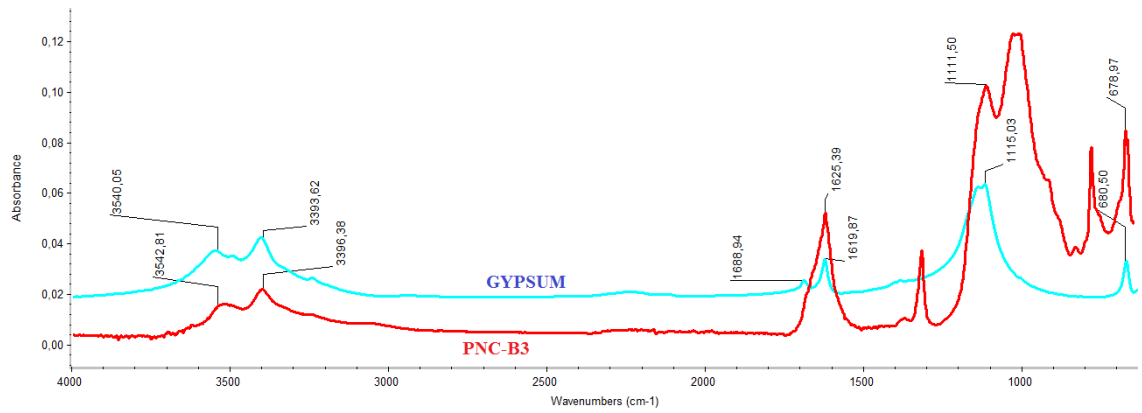
Şekil 4. 157. PNC-D₅ FT-IR ölçümü

Şekil 4.157’ de PNC-D₅ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3534,59 cm⁻¹, 3403,77 cm⁻¹, 1615,97 cm⁻¹ ve 1114,52 cm⁻¹ tespit edilmiştir. PNC-D₅ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), gypsum (alçı)’nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3544,28 cm⁻¹; 3401,35 cm⁻¹; 1628,08 cm⁻¹ ve 1116,94 cm⁻¹ ile benzemektedir.



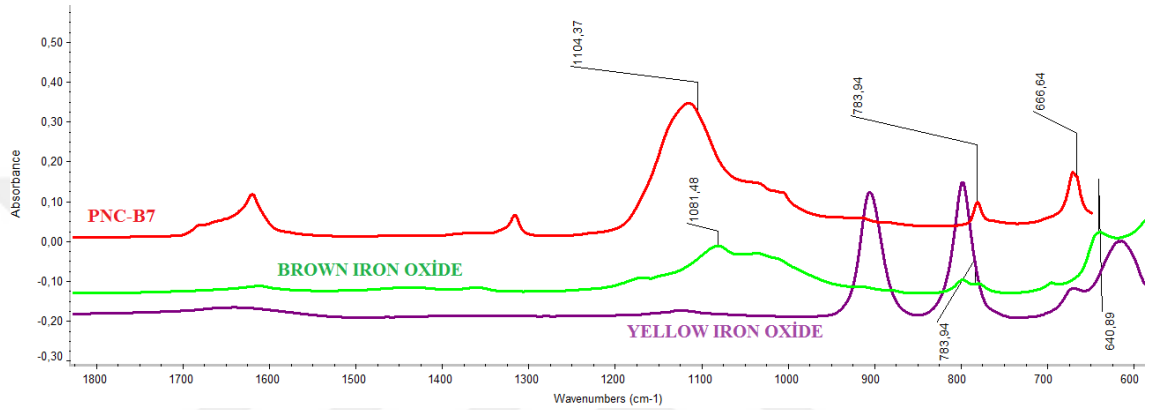
Şekil 4. 158. PNC-D_{1C1} FT-IR ölçümü

Şekil 4.158’ de PNC-D_{1C1} isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1622,09 cm⁻¹, 1103,85 cm⁻¹; 785,90 cm⁻¹ ve 672,44 cm⁻¹ tespit edilmiştir. PNC-D_{1C1} için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1623,49 cm⁻¹; 1098,64 cm⁻¹; 785,90 cm⁻¹ ve 699,05 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 159. PNC-B₃ FT-IR ölçümü

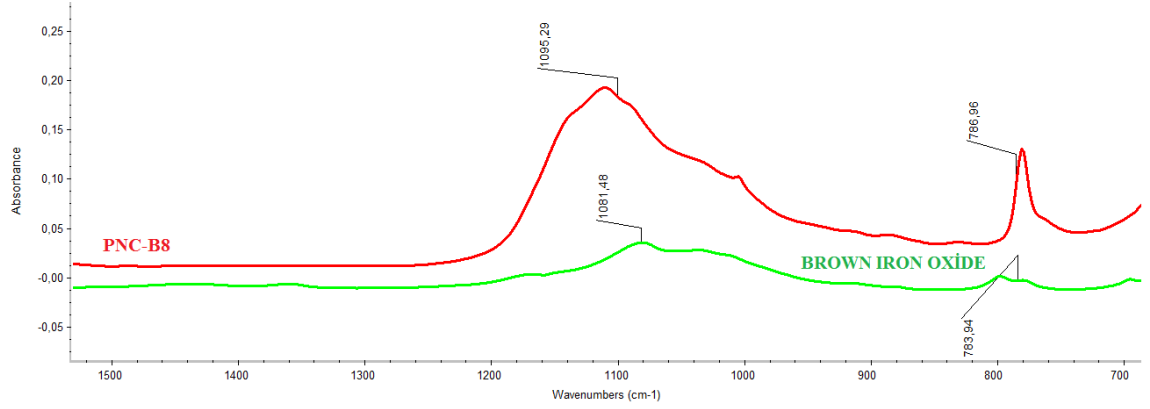
Şekil 4.159’ da PNC-B₃ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 3542,81 cm⁻¹; 1625,39 cm⁻¹; 1111,50 cm⁻¹ ve 678,97 cm⁻¹ tespit edilmiştir. PNC-B₃ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), gypsum (alçı)’nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 3540,05 cm⁻¹; 3393,62 cm⁻¹; 1619,87 cm⁻¹; 1115,03 cm⁻¹ ve 680,50 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 160. PNC-B₇ FT-IR ölçümü

Şekil 4.160’ da PNC-B₇ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1104,37 cm⁻¹ ve 666,64 cm⁻¹ de tespit edilmiştir. PNC-B₇ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), brown (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1081,48 cm⁻¹ ve 640,89 cm⁻¹ ile benzemektedir.

Bununla birlikte PNC-B₇ isimli örneğin dalga sayısı (IR bandı); 783,94 cm⁻¹ tespit edilmiştir. PNC-B₇ için tespit edilen dalga sayısı (IR bandı), yellow iron oxide (sarı demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayısı (IR bandı); 783,94 cm⁻¹ ile benzemektedir.

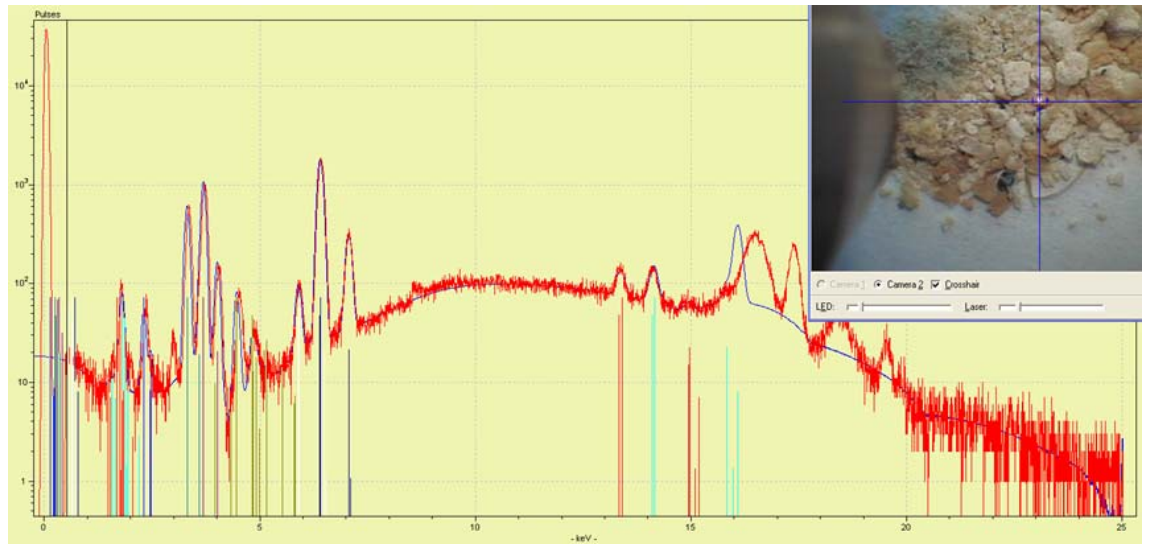


Şekil 4. 161. PNC-B₈ FT-IR ölçümü

Şekil 4.161’ de PNC-B₈ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1095,29 cm⁻¹ ve 786,96 cm⁻¹ tespit edilmiştir. PNC-B₈ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1081,48 cm⁻¹ ve 783,94 cm⁻¹ ile benzemektedir.

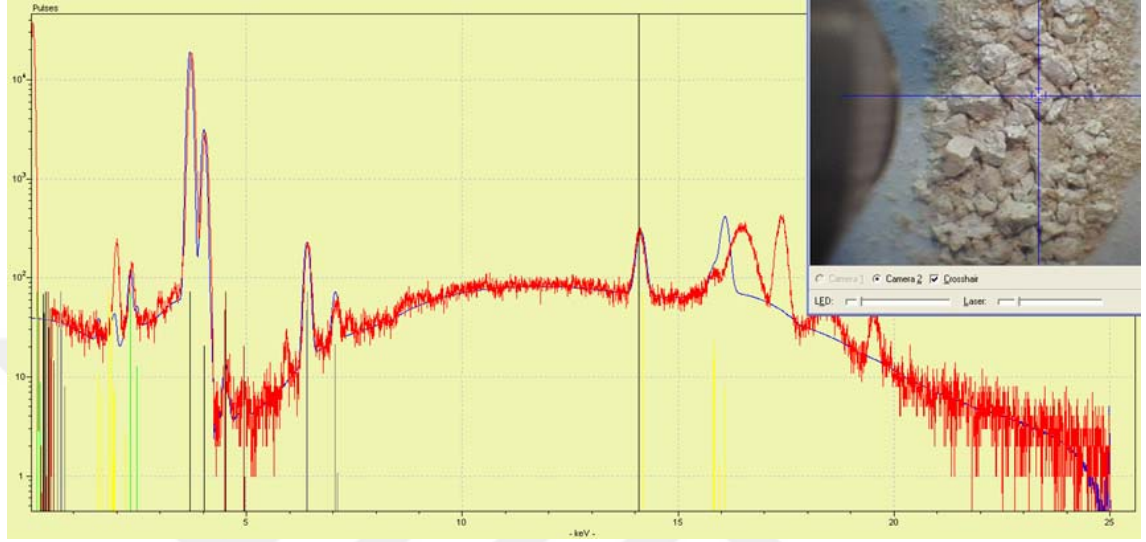
4.7. Hıdırllez Kilisesi’nden Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları

4.7.1. Hıdırllez Kilisesi örneklerinin µ-XRF ölçümü



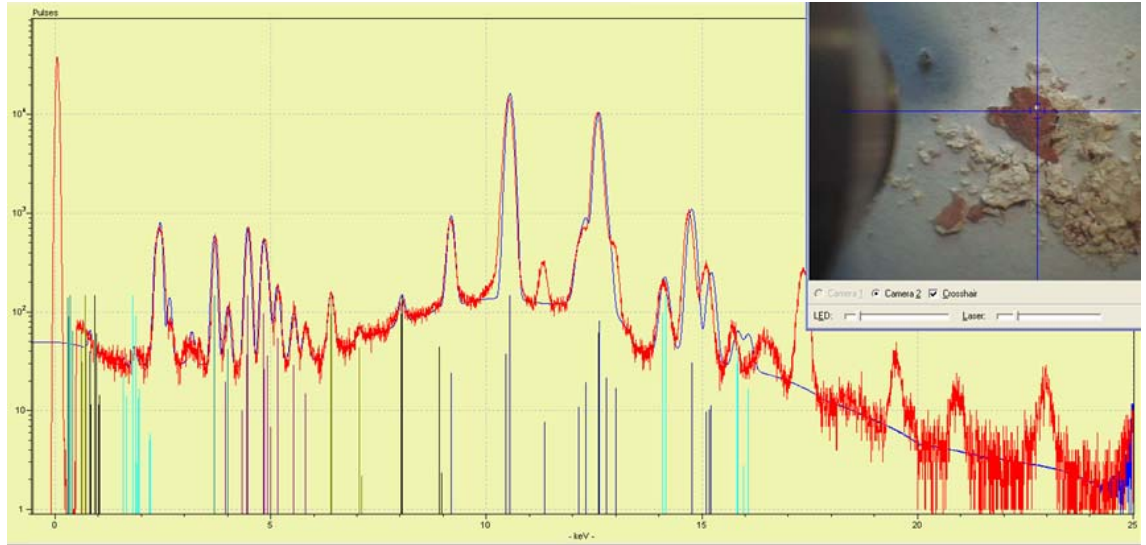
Şekil 4. 162. HDR-GKAYA µ-XRF ölçümü

Şekil 4.162' de HDR-G_{KAYA} örneğinin XRF ölçümünde; K elementini major miktarda ve minor miktarda Rb ile Ca, Mn, Fe, Sr ve S elementlerini içerdiği görülmüştür.



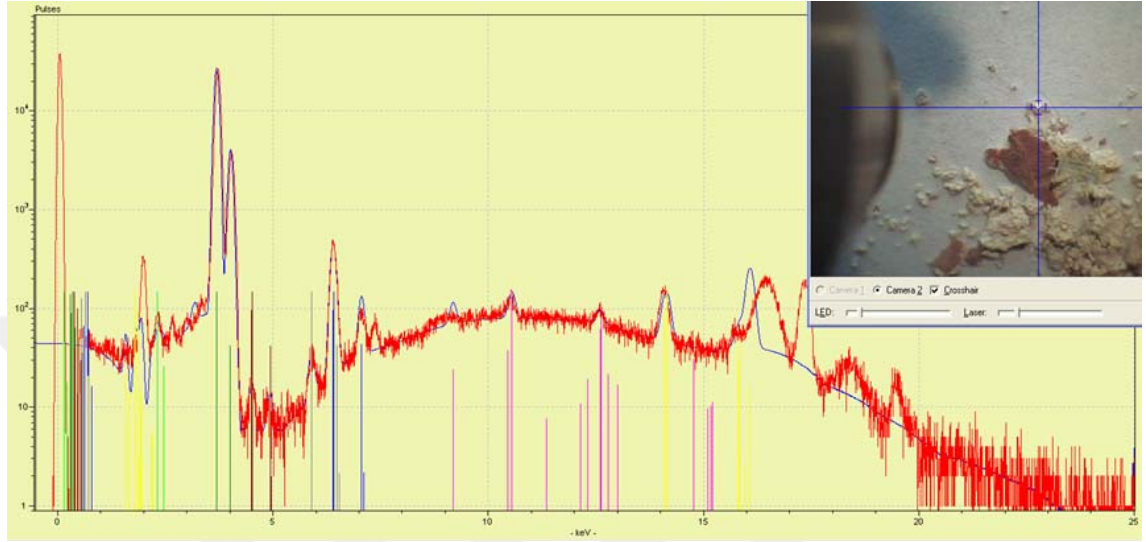
Şekil 4. 163. HDR-G_{SIVA} μ -XRF ölçümü

Şekil 4.163' te HDR-G_{SIVA} örneğinin XRF ölçümünde; Ca elementini major miktarda ve minor miktarda K ile Fe, Sr ve S elementlerini içerdiği görülmüştür.



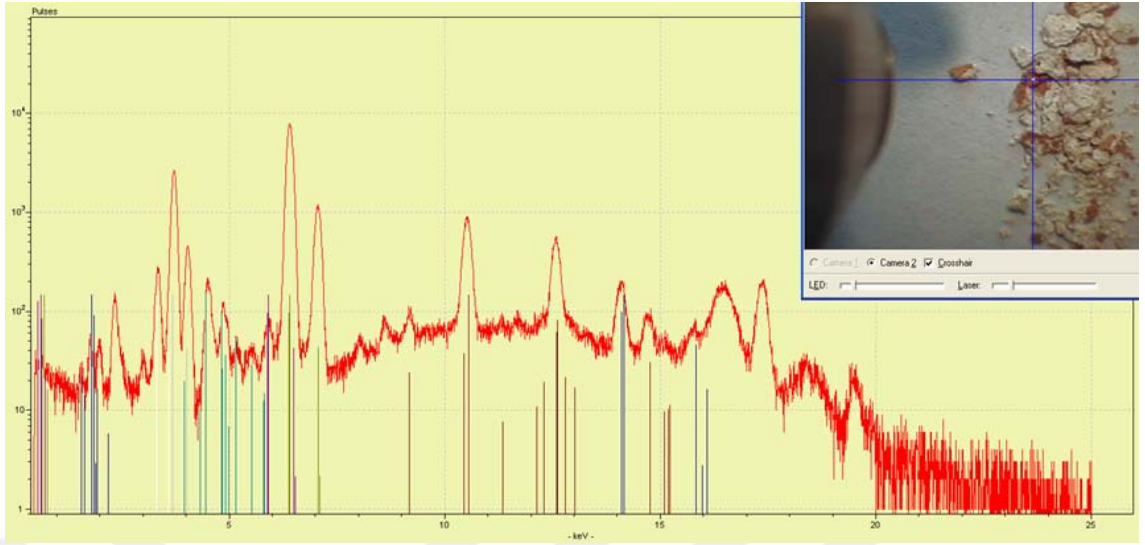
Şekil 4. 164. HDR-D₁(pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.164' te HDR-D₁ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb, Ba ve Fe elementi major ve Cu elementi minör, Fe, Ca, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



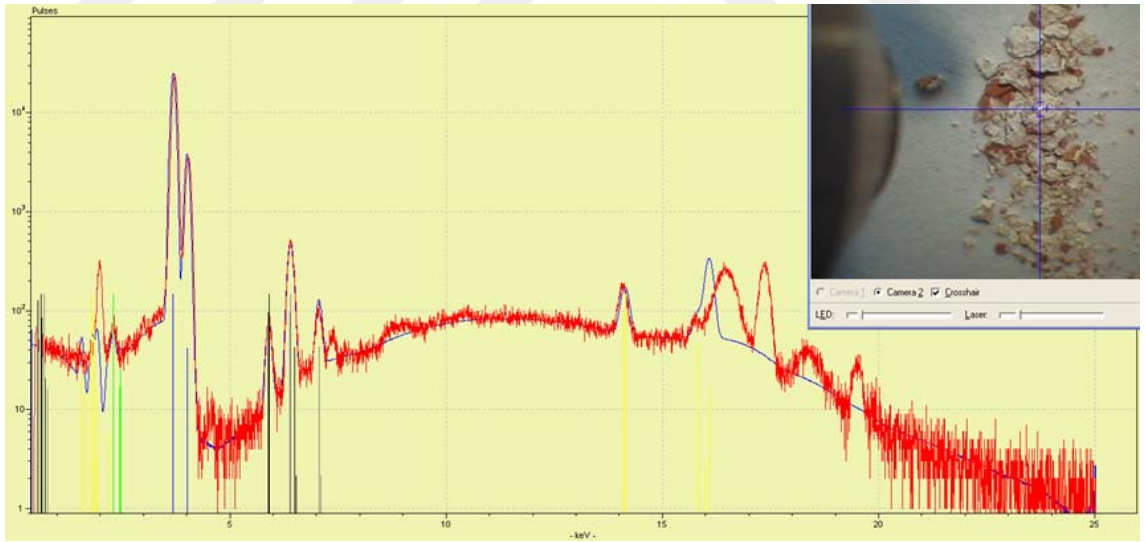
Şekil 4. 165. HDR-D₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.165' te HDR-D₁ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb elementi minor ve Ca, S, Ti, Mn, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe, Ba ve Pb element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



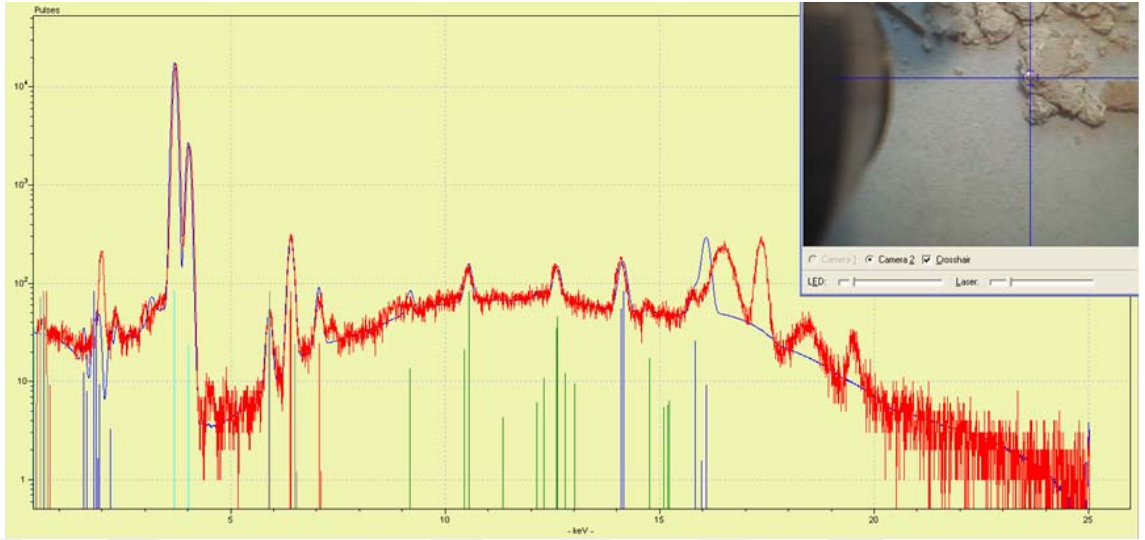
Şekil 4. 166. HDR-D₃ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.166’ da HDR-D₃ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb ve Fe elementi major ve Ca, Mn, Ba, Sr, K elementlerini içerdiği görülmüştür.



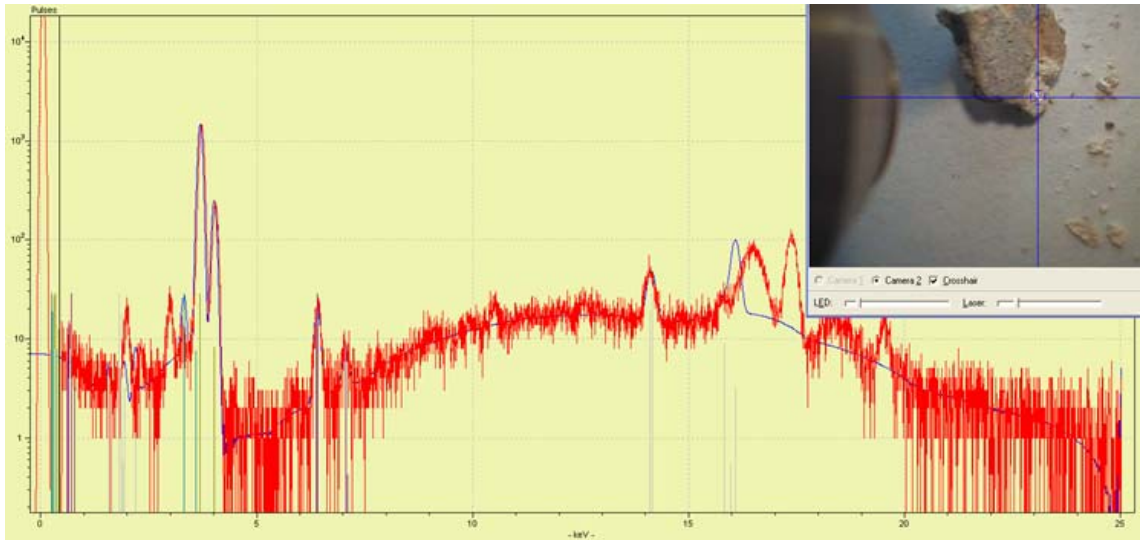
Şekil 4. 167. HDR-D₃ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.167’ de HDR-D₃ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe ve Mn elementleri minor ve Ca, S, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe ve Pb element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



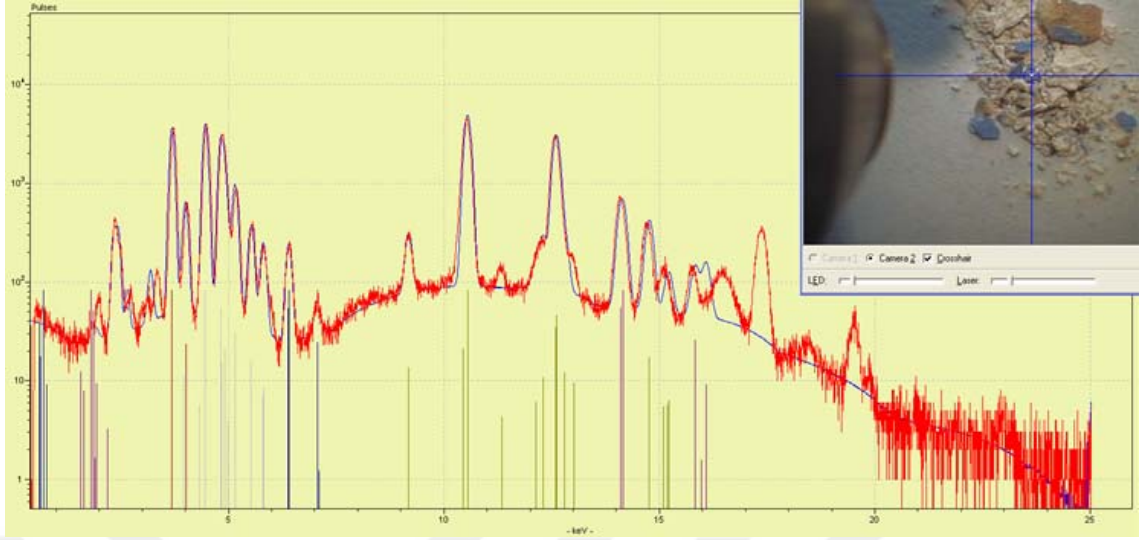
Şekil 4. 168. HDR-D₄ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.168’ de HDR-D₄ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementi major ve Fe ve Pb elementleri minor miktarda, Mn elementini içerdiği görülmüştür.



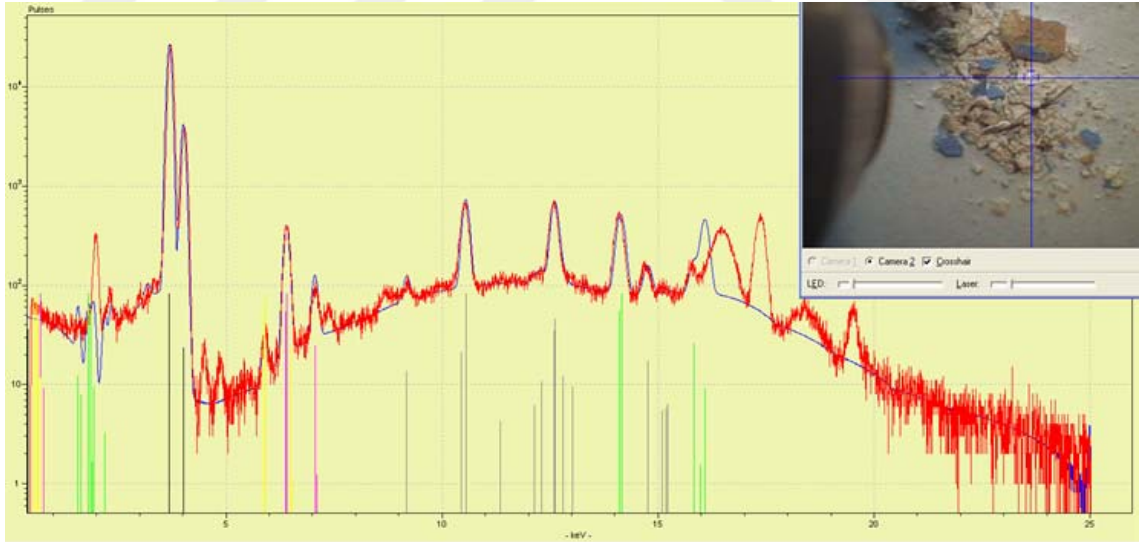
Şekil 4. 169. HDR-D₄ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.169’ da HDR-D₄ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe ve Pb elementleri minor ve Ca, Sr, S elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya rengi ve zeminin Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



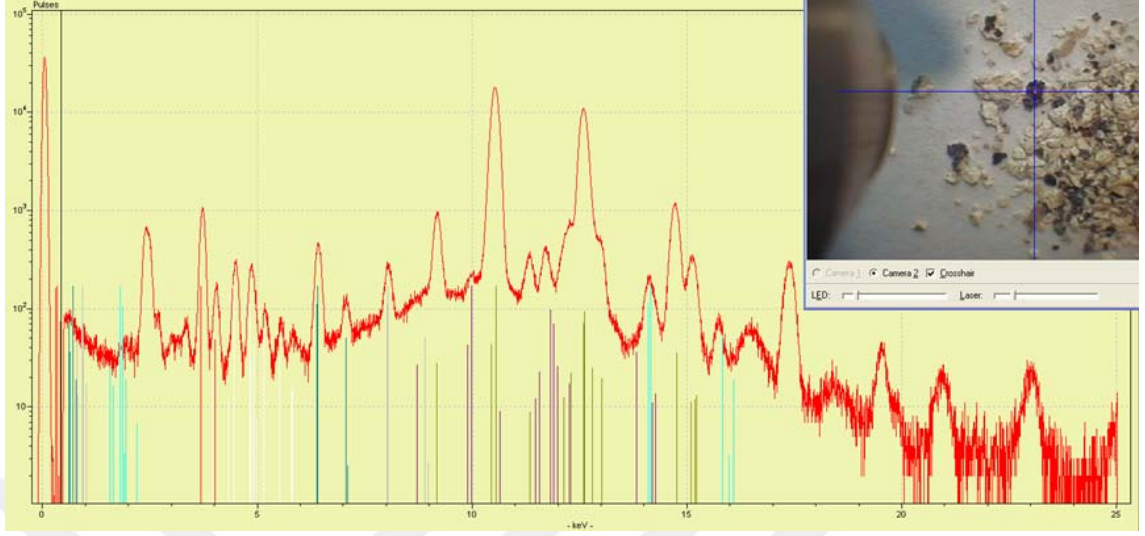
Şekil 4. 170. HDR-D₅ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.170' da HDR-D₅ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ba, Pb ve Fe elementi major ve Ca, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



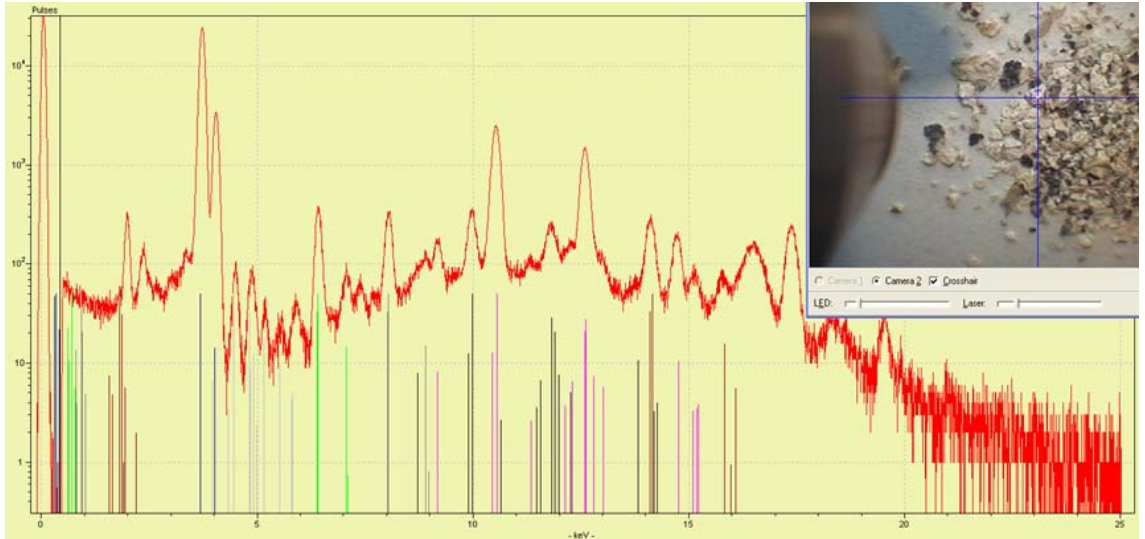
Şekil 4. 171. HDR-D₅ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.171' de HDR-D₅ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb, Fe ve Ba elementleri minor ve Ca, Mn, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe, Ba ve Pb element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



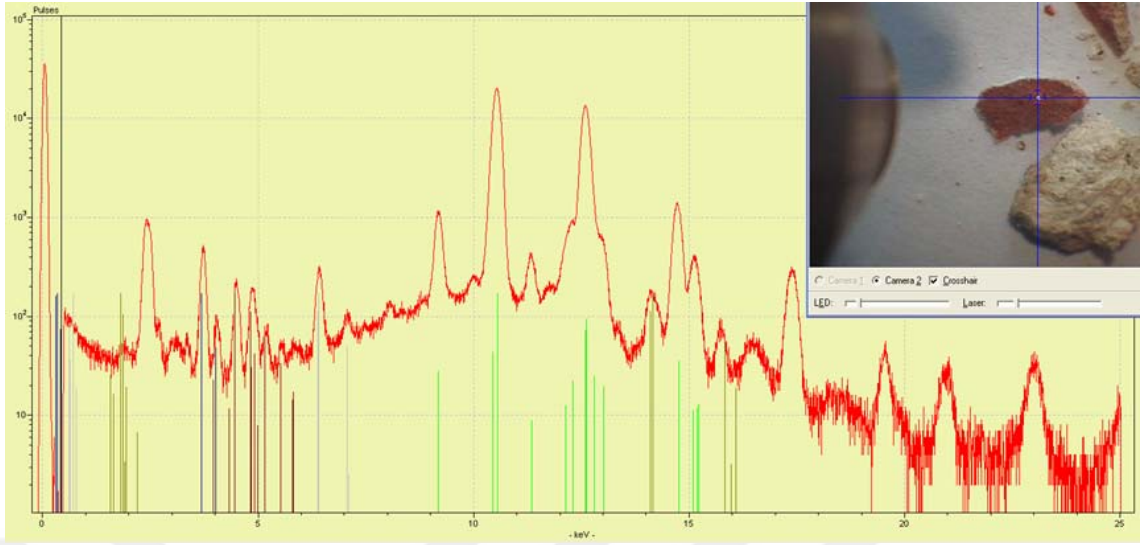
Şekil 4. 172. HDR-D₉ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.172' de HDR-D₉ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb, Cu, Sr, Ba, Ca elementleri ile minor miktarda Hg elementi içerdiği görülmüştür.



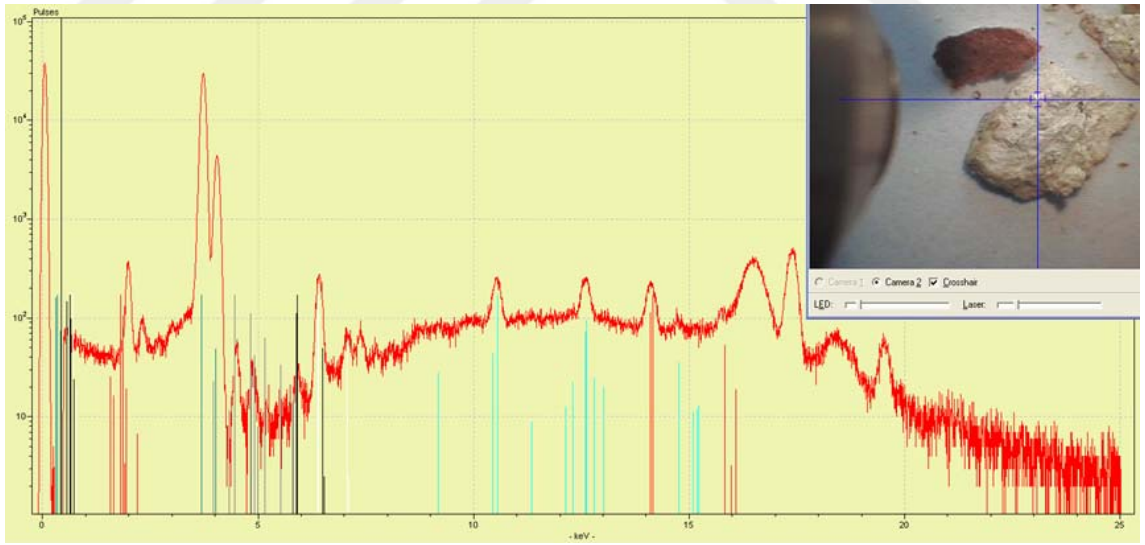
Şekil 4. 173. HDR-D₉ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.173' te HDR-D₉ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Hg, Pb, Cu, Fe, Ba, Sr, Ca elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe ve Hg element kökenli, sıvanın Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



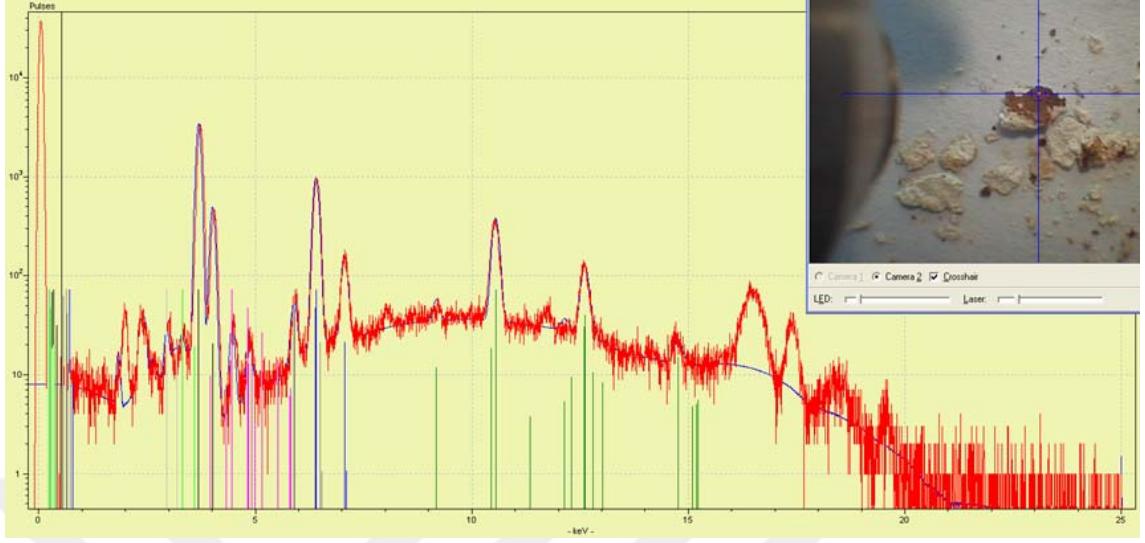
Şekil 4. 174. HDR-D₁₁ (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.174' te HDR-D₁₁ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Hg ve Fe elementi major ve Ba, Sr, Ca elementlerini içerdiği görülmüştür



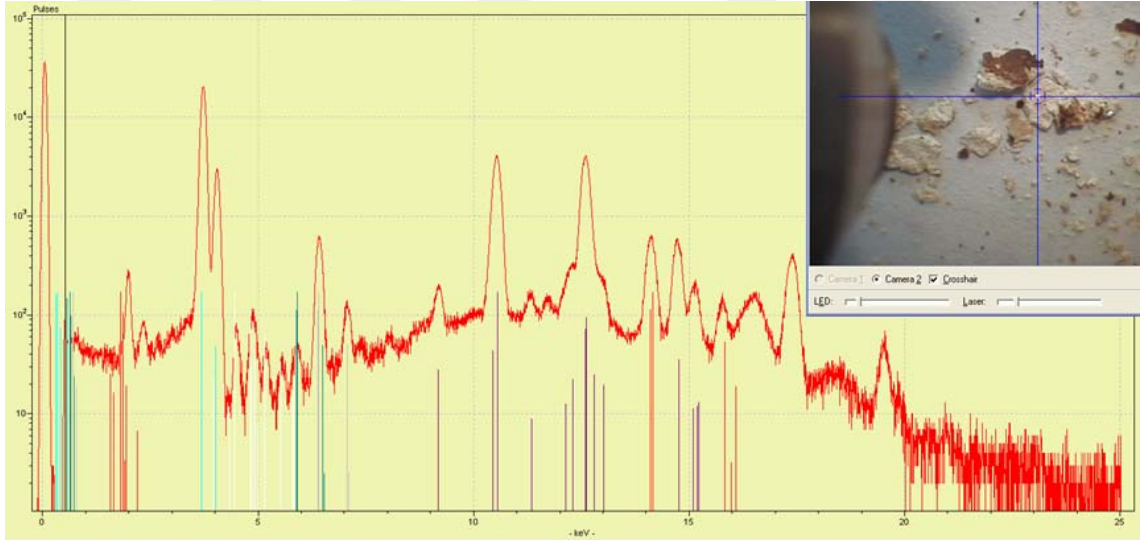
Şekil 4. 175. HDR-D₁₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.175' te HDR-D₁₁ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementleri major ve Fe, Pb, Sr, Mn, Ba elementlerinin minor miktarda içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe ve Pb element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 176. HDR-D₁₂ (pigment) μ -XRF ölçümü

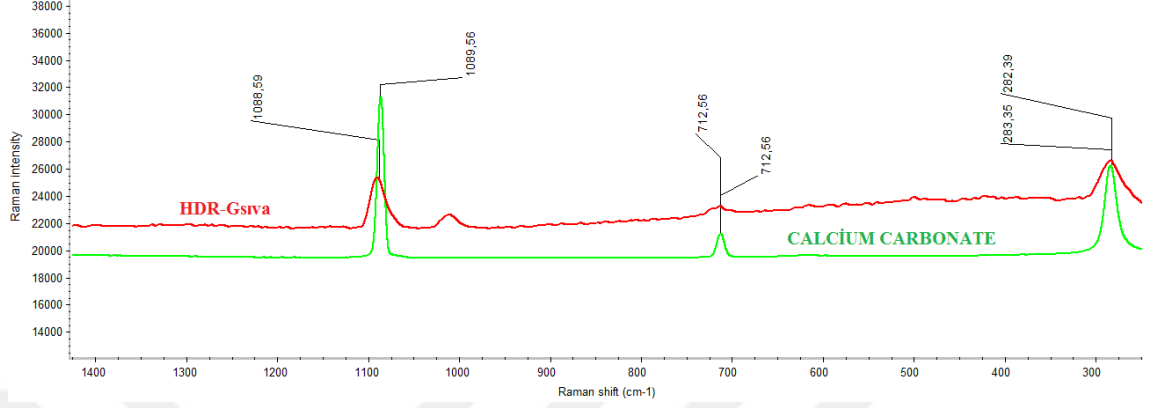
Şekil 4.176' da HDR-D₁₂ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Ca, K, Ba, Mn elementlerini içerdiği görülmüştür



Şekil 4. 177. HDR-D₁₂ (zemin) μ -XRF ölçümü

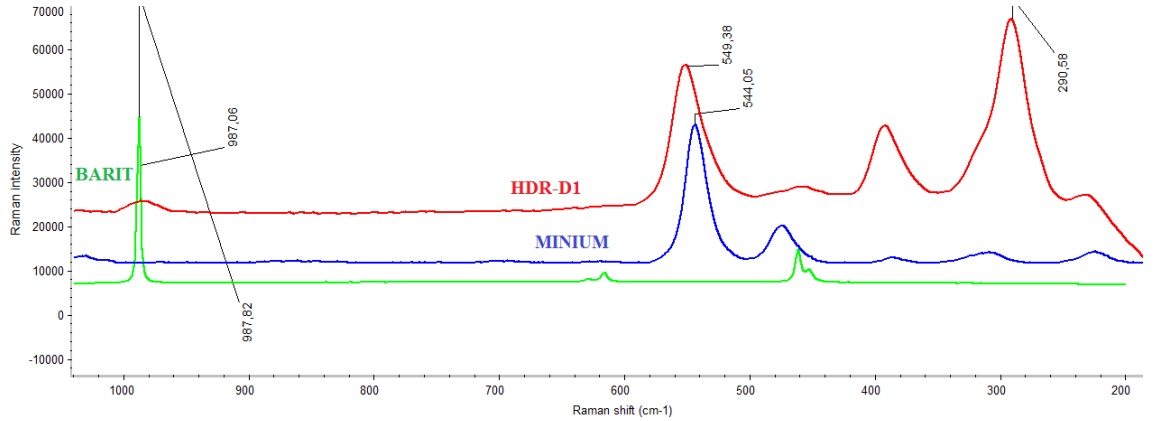
Şekil 4.177' de HDR-D₁₂ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb, Fe, Mn, Ba, Ca, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.7.2. Hıdırllez Kilisesi örneklerinin μ -Raman ölçümü



Şekil 4. 178. HDR-G_{SIVA} μ - Raman ölçümü

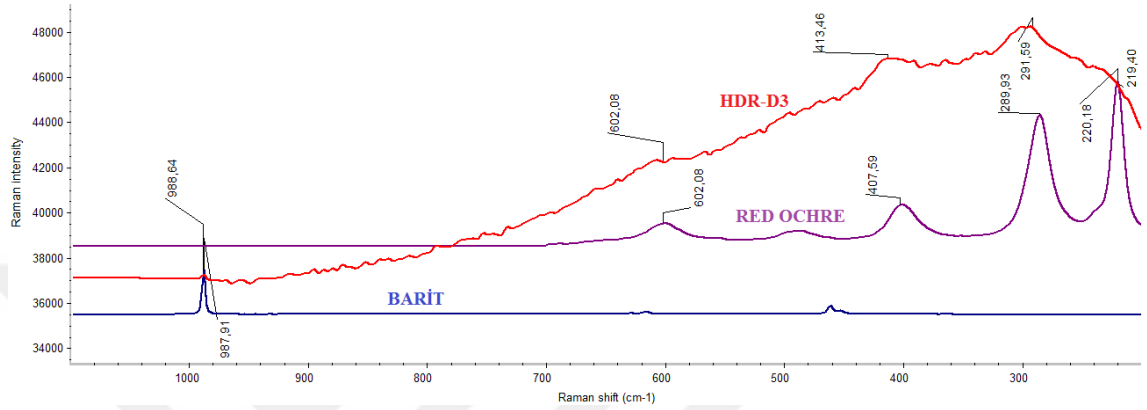
Şekil 4.178’ de HDR-G_{SIVA} isimli örneğin raman kaymaları; 1088,59 cm⁻¹; 712,56 cm⁻¹ ve 283,35 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. HDR-G_{SIVA} için tespit edilen bu raman kaymaları calcium carbonate (kireç)’nin karakteristik raman kaymaları; 1089,56 cm⁻¹; 712,56 cm⁻¹ ve 282,39 cm⁻¹ ile örtüşmektedir.



Şekil 4. 179. HDR-D₁ μ - Raman ölçümü

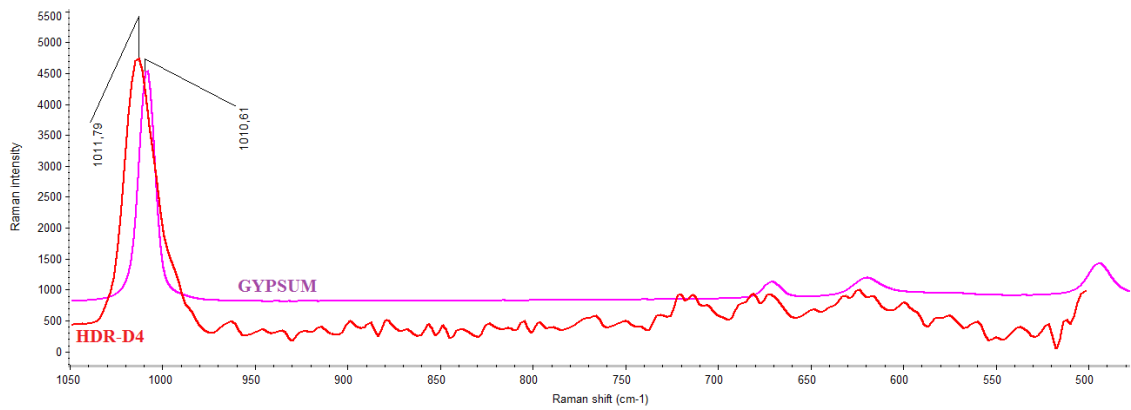
Şekil 4.179’ de HDR-D₁ isimli örneğin 987,06 cm⁻¹ raman kayması tespit edilmiştir. HDR-D₁ için tespit edilen bu raman kaymaları, barit (baryum sülfat) pigmentinin karakteristik raman kayması 987,82 cm⁻¹ ile örtüşmektedir.

Bununla birlikte HDR-D₁ için tespit edilen 549,38 cm⁻¹ ve 290,58 raman kaymaları tespit edilmiştir. HDR-D₁ için tespit edilen bu raman kaymaları minium (minyum) pigmentinin karakteristik raman kayması 544,05 cm⁻¹ ile benzemektedir.



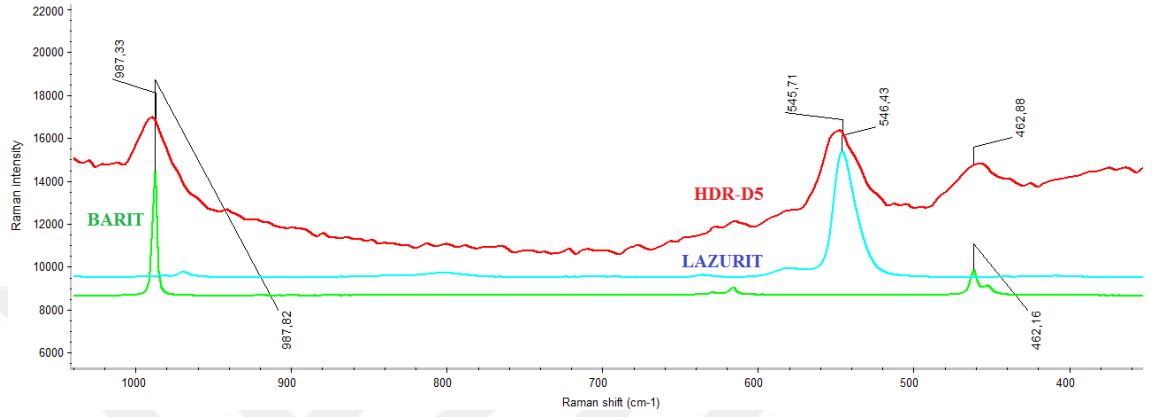
Şekil 4. 180. HDR-D₃ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.180' de HDR-D₃ isimli örneğin 988,64 cm⁻¹ raman kayması tespit edilmiştir. HDR-D₃ için tespit edilen bu raman kaymaları, baritin karakteristik raman kayması 987,91 cm⁻¹ ile örtüşmektedir. Bununla birlikte HDR-D₃ için tespit edilen 602,08 cm⁻¹; 413,46 cm⁻¹; 291,59 cm⁻¹ ve 219,40 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. HDR-D₃ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı okra) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 602,08 cm⁻¹; 407,59 cm⁻¹; 289,93 cm⁻¹ ve 220,18 cm⁻¹ 'de ile benzemektedir.



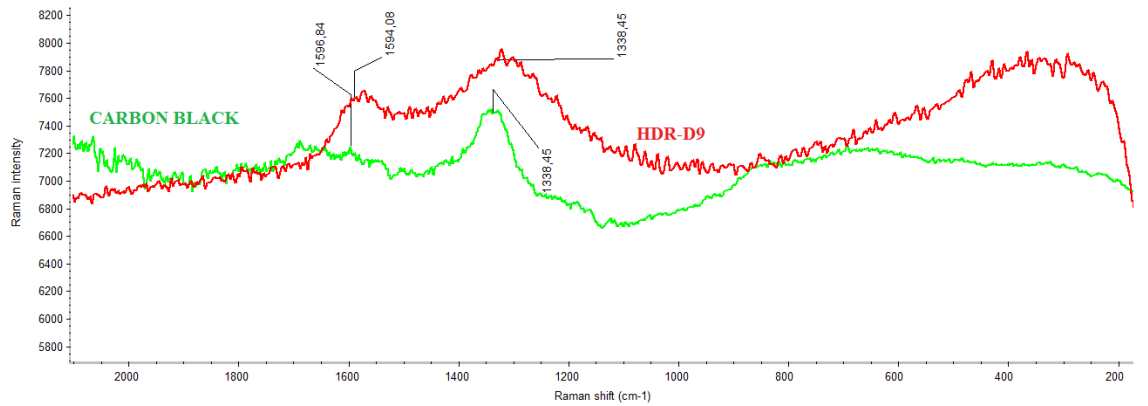
Şekil 4. 181. HDR-D₄ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.181’ de HDR-D₄ isimli örneğin raman kayması; 1011,79 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. HDR-D₄ için tespit edilen bu raman kayması gypsum (alçı)’nın karakteristik raman kayması; 1010,79 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



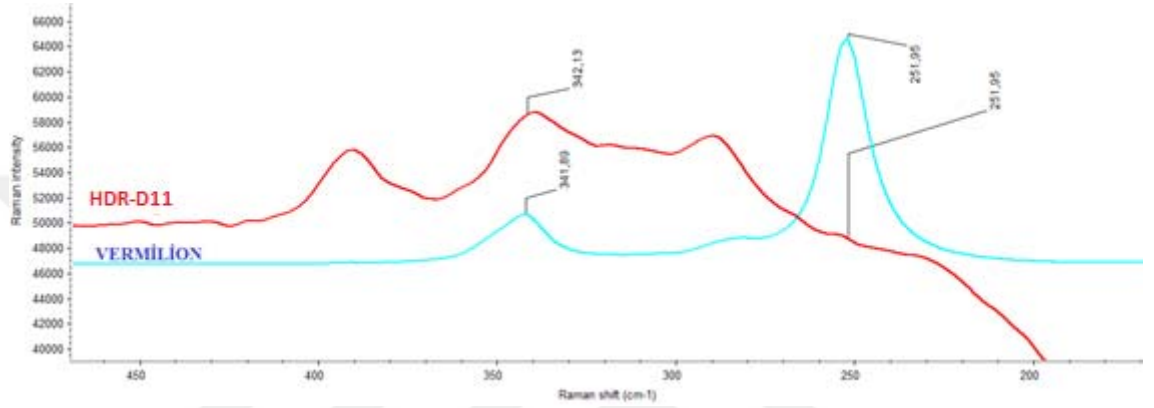
Şekil 4. 182. HDR-D₅ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.182’ de HDR-D₅ isimli örneğin 987,33 cm⁻¹, 545,71 cm⁻¹ ve 562,88 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. HDR-D₅ için tespit edilen bu raman kaymaları lazurit (ultramarin mavisi) pigmentinin karakteristik raman kayması 546,3 cm⁻¹ ve baritin 987,82 cm⁻¹462,16 cm⁻¹ raman kaymaları ile benzemektedir.



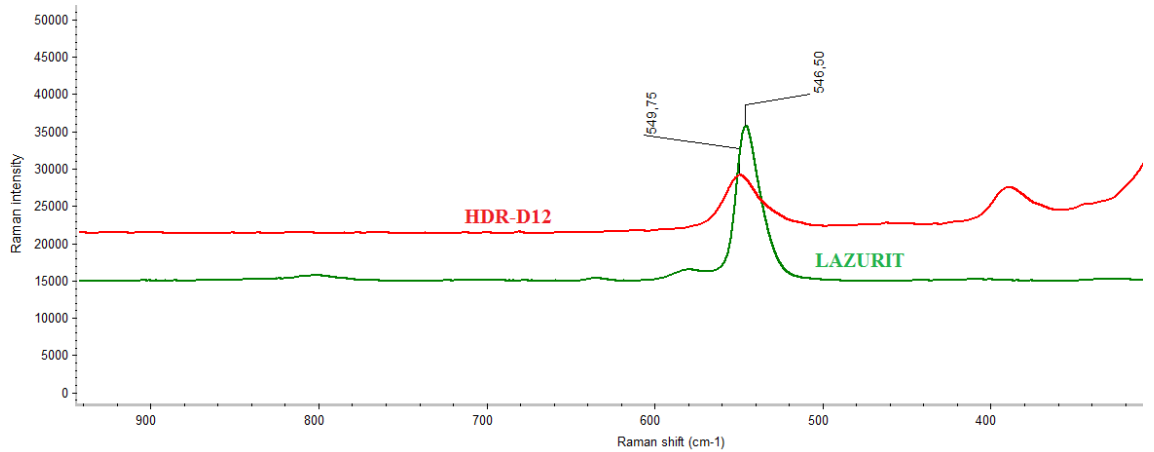
Şekil 4. 183. HDR-D₉ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.183' te HDR-D₉ isimli örneğin 1596,84 cm⁻¹ ve 1338,45 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. HDR-D₉ için tespit edilen bu raman kaymaları carbon black (karbon siyahı) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 1594,08 cm⁻¹ ve 1338,45 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 184. HDR-D₁₁ µ- Raman ölçümü

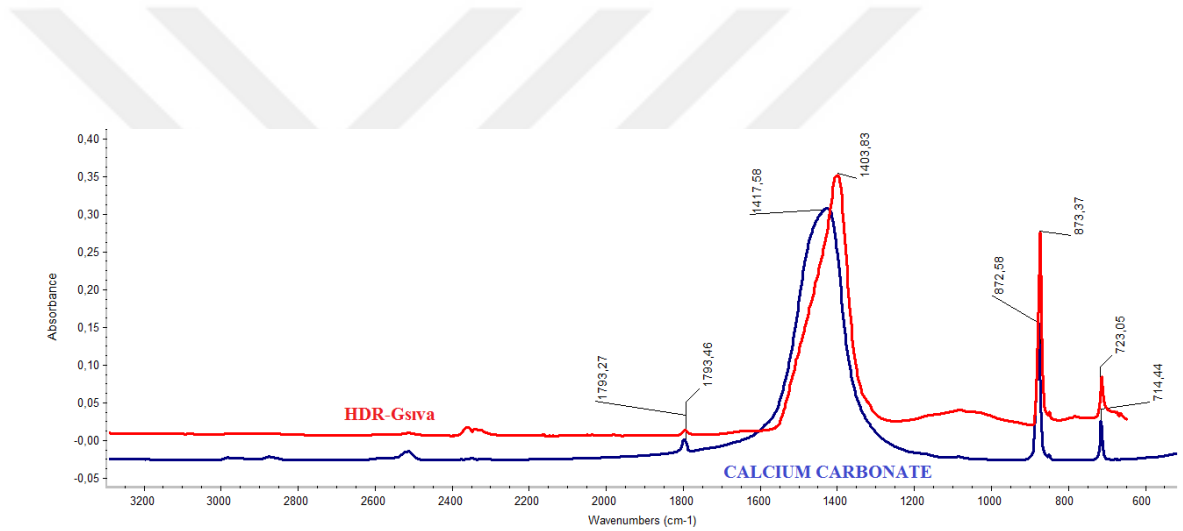
Şekil 4.184' te HDR-D₁₁ isimli örneğin 342,13 cm⁻¹ ve 251,95 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. HDR-D₁₁ için tespit edilen bu raman kaymaları vermilion (vermilyon) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 341,89 cm⁻¹ ve 251,95 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 185. HDR-D₁₂ µ- Raman ölçümü

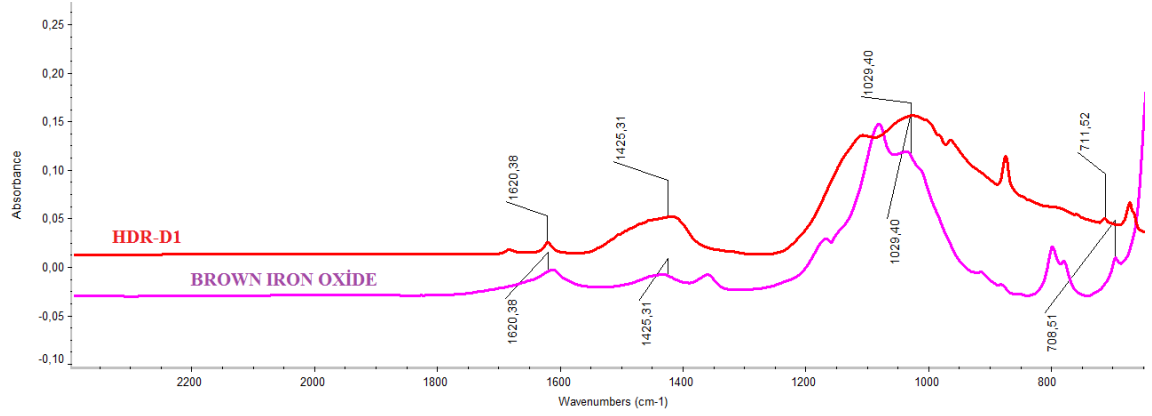
Şekil 4.185’ te HDR-D₁₂ isimli örneğin 549,75 cm⁻¹ raman kayması tespit edilmiştir. HDR-D₁₂ için tespit edilen bu raman kaymaları lazurit (lapis lazuli) pigmentinin karakteristik raman kayması 546,50 cm⁻¹ ile benzemektedir.

4.7.3. Hıdırllez Kilisesi örneklerinin FT-IR ölçüm



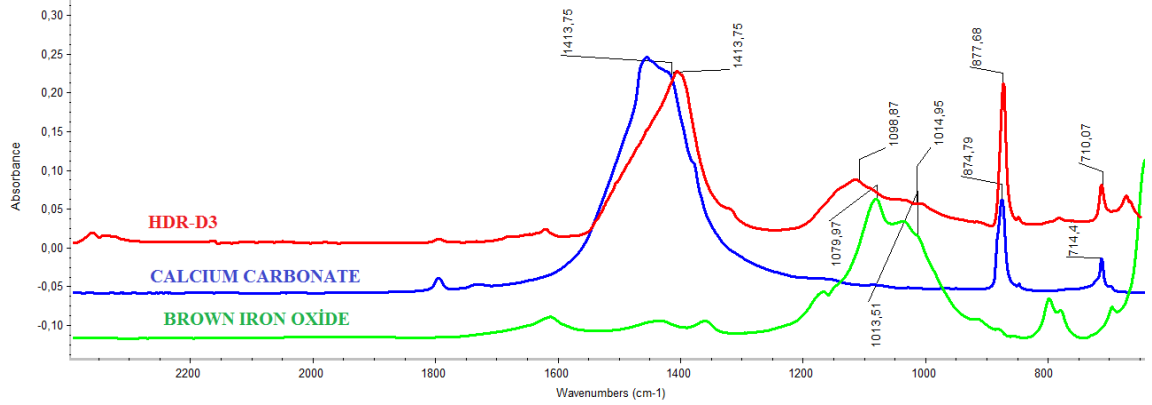
Şekil 4. 186. HDR-G_{SIVA} FT-IR ölçümü

Şekil 4.186’ da HDR-G_{SIVA} isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1793,27 cm⁻¹, 1403,83 cm⁻¹, 873,37 ve 723,05 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. HDR-G_{SIVA} için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), calcium carbonate (kireç)’nin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1793,46 cm⁻¹; 1417,58 cm⁻¹; 872,58 ve 714,44 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 187. HDR-D₁ FT-IR ölçümü

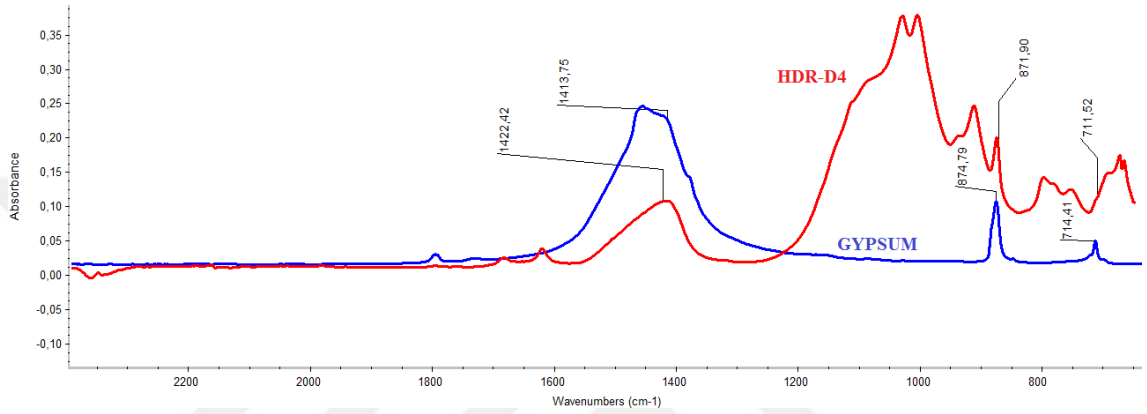
Şekil 4.187’ de HDR-D₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1620,38 cm⁻¹, 1425,31 cm⁻¹, 1029,40 cm⁻¹ ve 711,52 cm⁻¹ tespit edilmiştir. HDR-D₁ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1620,38 cm⁻¹, 1425.31 cm⁻¹, 1029,40 cm⁻¹ ve 708,51 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 188. HDR-D₃ FT-IR ölçümü

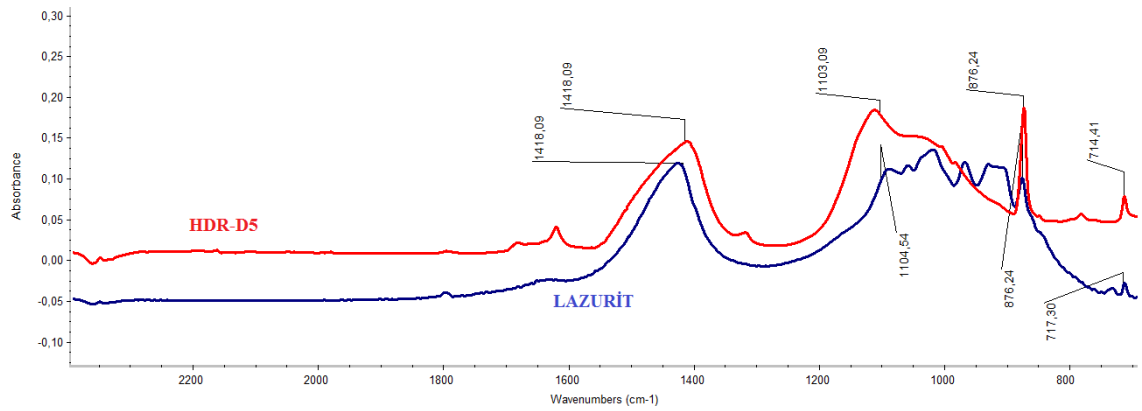
Şekil 4.188 ’da HDR-D₃ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1413,75 cm⁻¹, 877,68 cm⁻¹ ve 710,07 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. HDR-D₃ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), calcium carbonate (kireç)’nin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1413,75 cm⁻¹, 874,79 cm⁻¹ ve 714,40 cm⁻¹ ile benzemektedir.

Bununla birlikte Şekil’de HDR-D₃ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1098,87 cm⁻¹ ve 1014,95 cm⁻¹ tespit edilmiştir. HDR-D₃ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1079,97 cm⁻¹ ve 1013,51 cm⁻¹ ile benzemektedir.



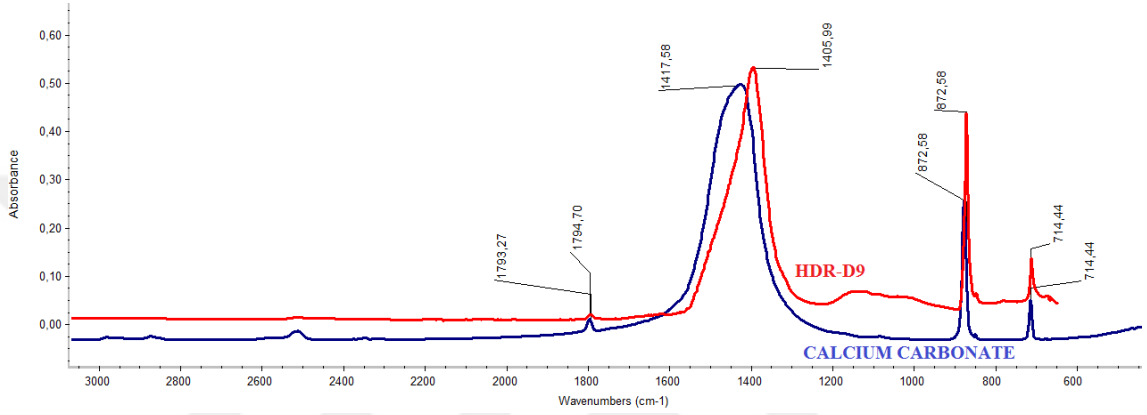
Şekil 4. 189. HDR-D₄ FT-IR ölçümü

Şekil 4.189’ de HDR-D₄ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1422,42 cm⁻¹, 871,90 cm⁻¹ ve 711,52 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. HDR-D₄ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları) gypsum (alçı)’nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1422,42 cm⁻¹, 874,79 cm⁻¹ ve 714,41 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



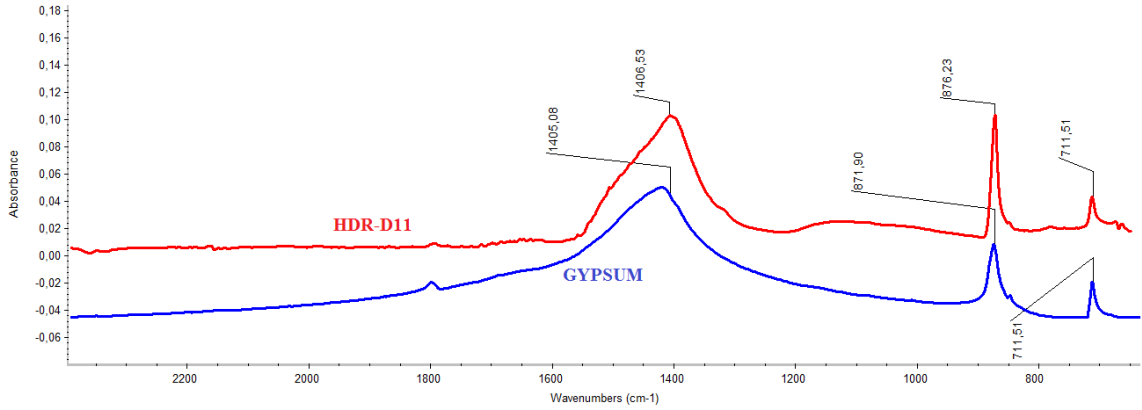
Şekil 4. 190. HDR-D₅ FT-IR ölçümü

Şekil 4.190' de HDR-D₅ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1418,09 cm⁻¹, 1103,09 cm⁻¹, 876,24 cm⁻¹ ve 714,41 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. HDR-D₅ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları) gypsum (alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1418,09 cm⁻¹, 1104,54 cm⁻¹, 876.24 cm⁻¹ ve 717,30 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



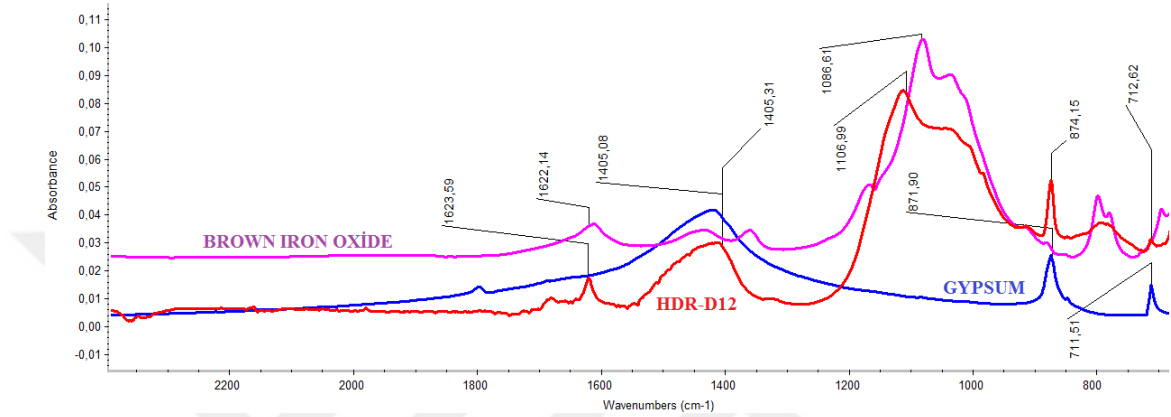
Şekil 4. 191. HDR-D₉ FT-IR ölçümü

Şekil 4.191' te HDR-D₉ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1794,70 cm⁻¹, 1405,99 cm⁻¹, 872,58 cm⁻¹ ve 714,44 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. HDR-D₉ için tespit edilen bu dalga sayısı (IR bantları), calcium carbonate (kireç)'nin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1793,27 cm⁻¹, 1417,58 cm⁻¹, 872,58 cm⁻¹ ve 714,44 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 192. HDR-D₁₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.192' te HDR-D₁₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1406,53 cm⁻¹, 876,23 cm⁻¹ ve 711,51 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. HDR-D₁₁ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları) gypsum (alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1405,08 cm⁻¹, 871,90 cm⁻¹ ve 711,51 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



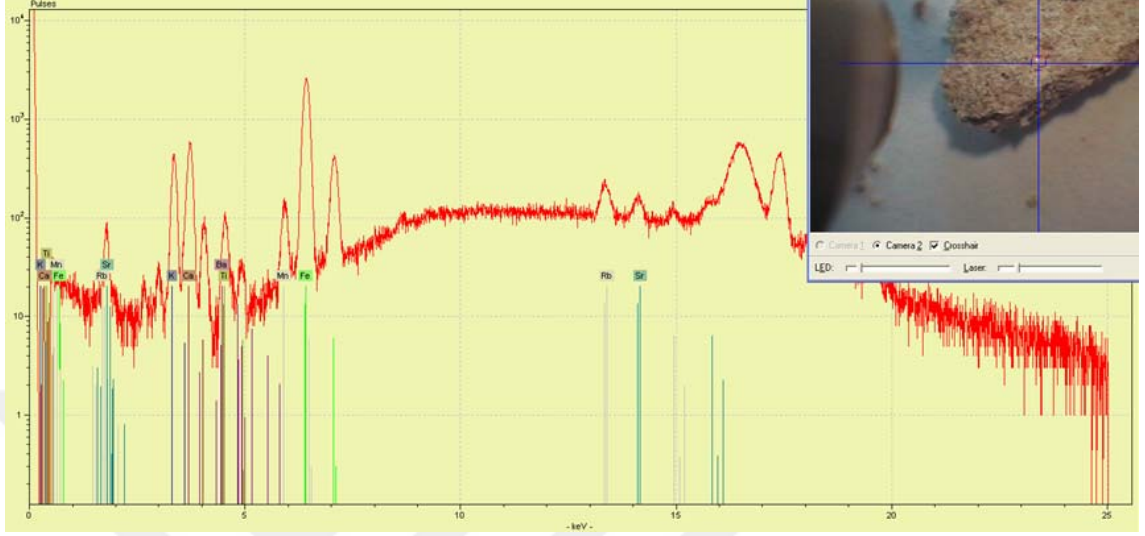
Şekil 4. 193. HDR-D₁₂ FT-IR ölçümü

Şekil 4.193' te HDR-D₁₂ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1405,31 cm⁻¹, 874,15 cm⁻¹ ve 712,62 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. HDR-D₁₂ için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları) gypsum (alçı)'nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1405,08 cm⁻¹; 871,90 cm⁻¹ ve 711,51 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.

Bununla birlikte HDR-D₁₂ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1623,59 cm⁻¹; 1106,99 cm⁻¹ ve 712,62 cm⁻¹ tespit edilmiştir. HDR-D₁₂ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1622,14 cm⁻¹ 1086,61 cm⁻¹ ve 712,62 cm⁻¹ ile benzemektedir.

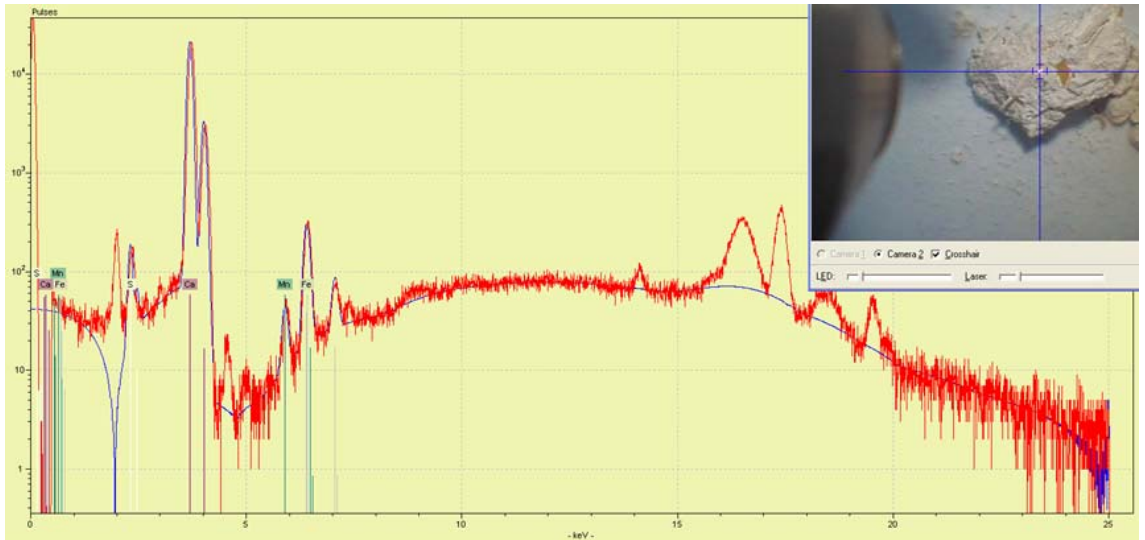
4.8. Keşlik Manastırı'ndan Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları

4.8.1. Keşlik Manastırı örneklerinin μ -XRF ölçümü



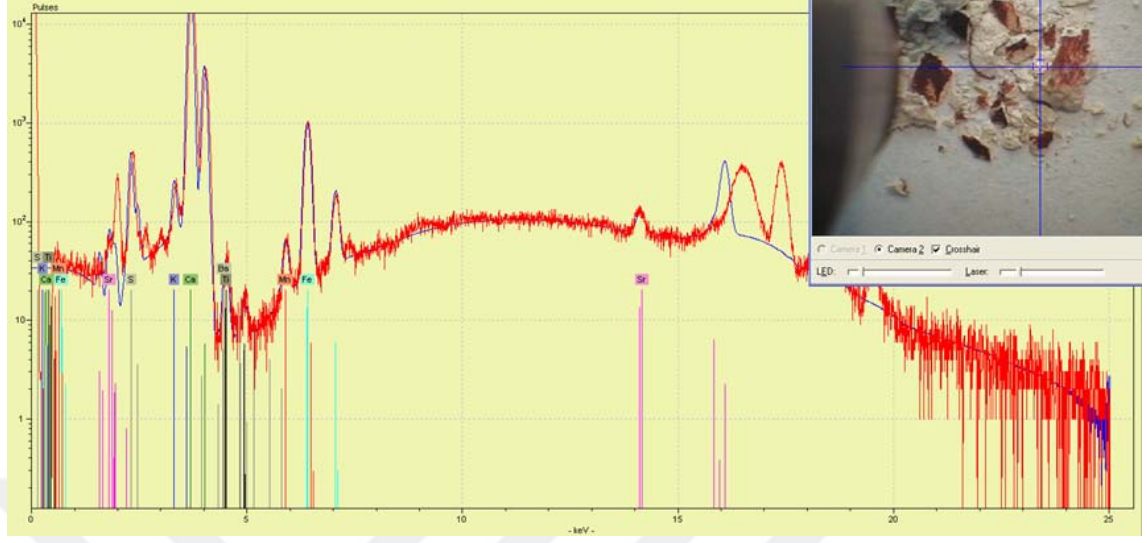
Şekil 4. 194. KŞL-MKLDKAYA μ -XRF ölçümü

Şekil 4.194' de KŞL-MKLDKAYA örneğinin XRF ölçümünde; Fe, Mn, Ca, K, Ti, Ba, Rb, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



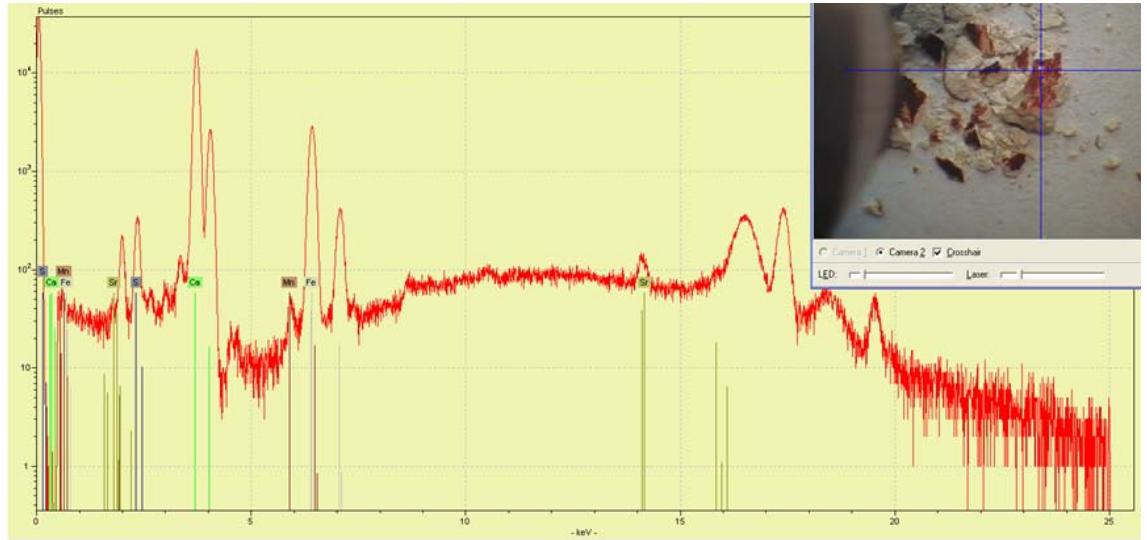
Şekil 4. 195. KŞL-MKLD SIVA μ -XRF ölçümü

Şekil 4.195' te KŞL-MKLD SIVA örneğinin XRF ölçümünde; Ca, Mn, Fe, S elementlerini içerdiği görülmüştür.



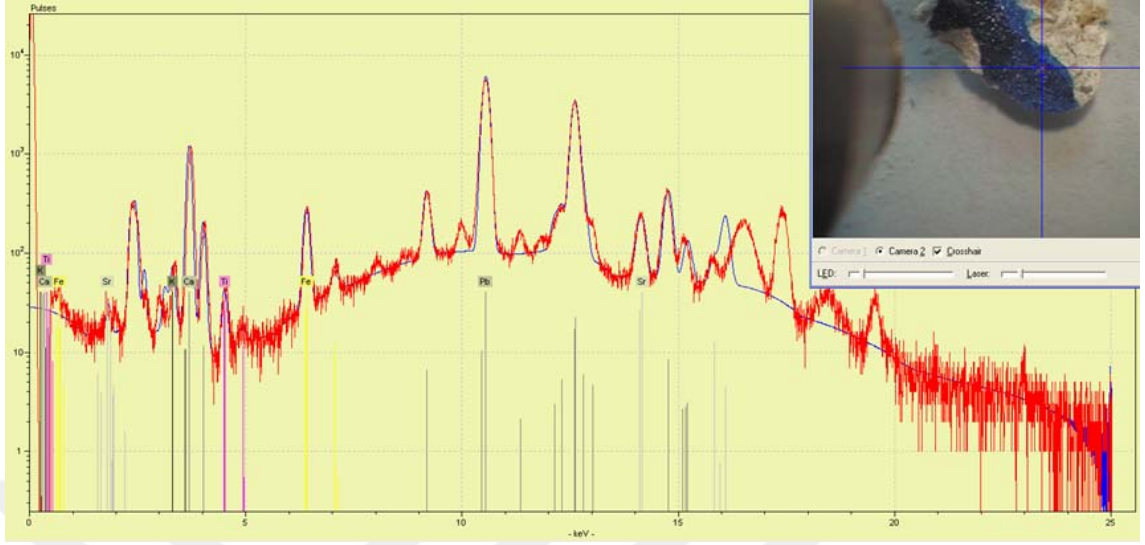
Şekil 4. 196. KŞL-MKLD₁(pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.196' da KŞL-MKLD₁ örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe elementinin major ve Ca, Mn, S, Sr elementlerini içerdiği görülmüştür.



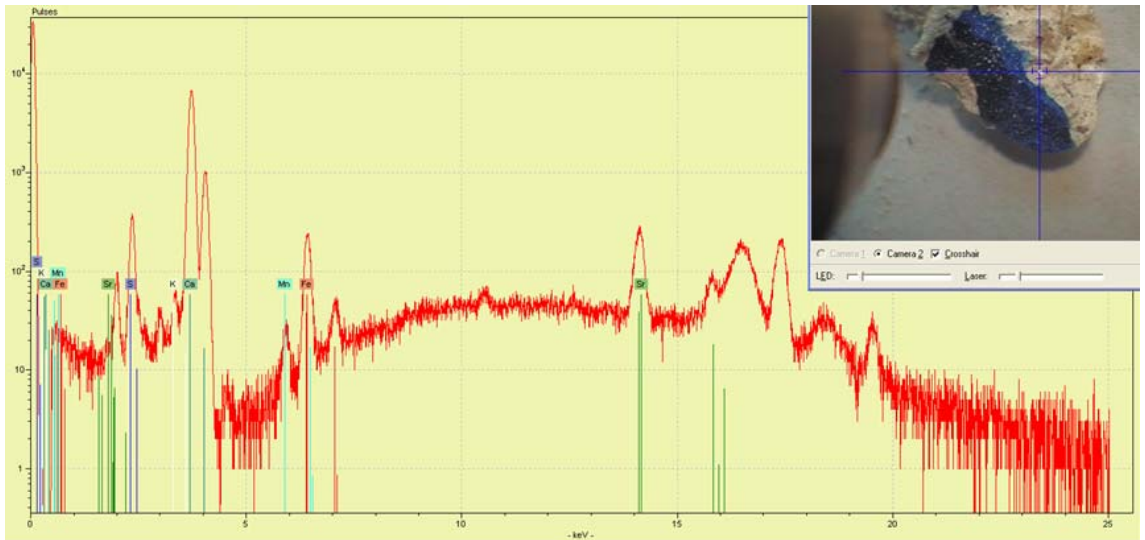
Şekil 4. 197. KŞL-MKLD₁ (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.197' de KŞL-MKLD₁ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Fe, Mn, Ca, K, Ti, Ba, Rb, S elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Fe element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



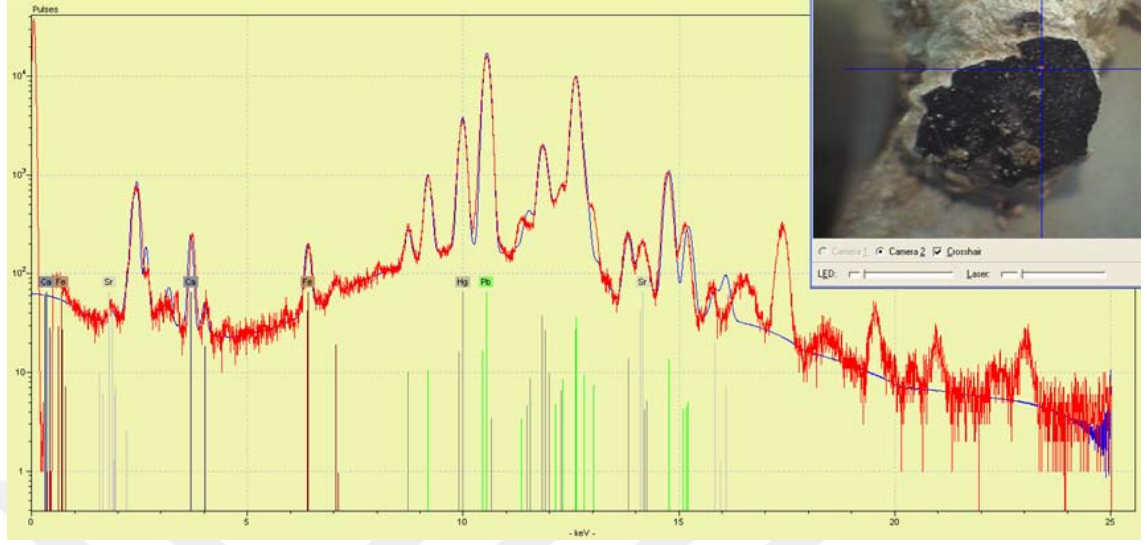
Şekil 4. 198. KŞL-MKL_{K1}(pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.198' de KŞL-MKL_{K1} örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb elementi major ve Sr, Fe, Ti, Ca, K elementlerini içerdiği görülmüştür.



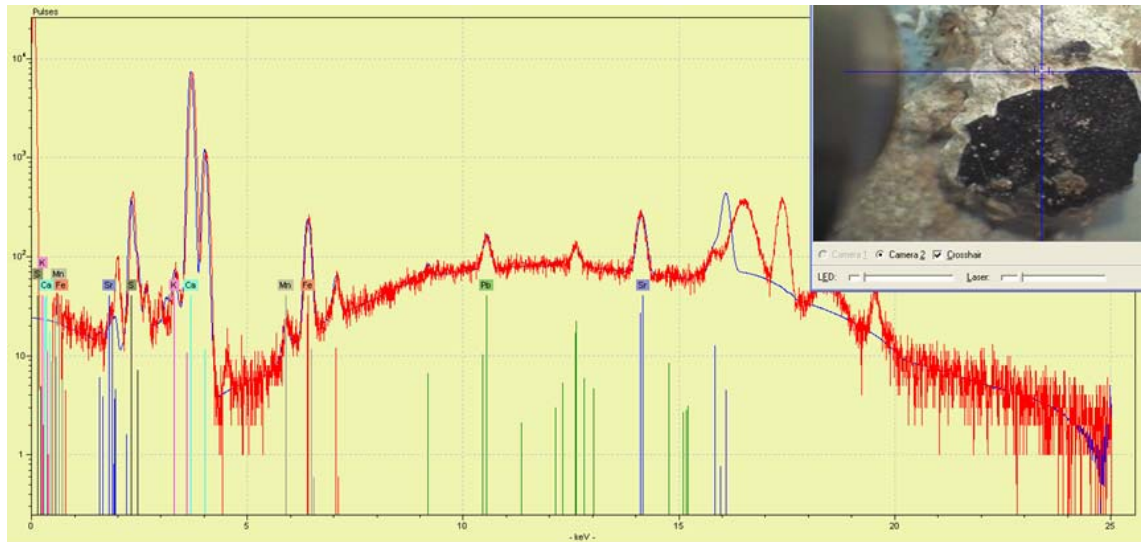
Şekil 4. 199. KŞL-MKL_{K1}(zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.199' da SMN-G₄ örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Ca elementi major ve K, Mn, Fe, Sr, S elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya renginin Pb element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 200. KŞL-MKL_{K2} (pigment) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.200' de KŞL-MKL_{K2} örneğinin pigmentinin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb ve Hg elementi major ve Fe elementlerini içerdiği görülmüştür.

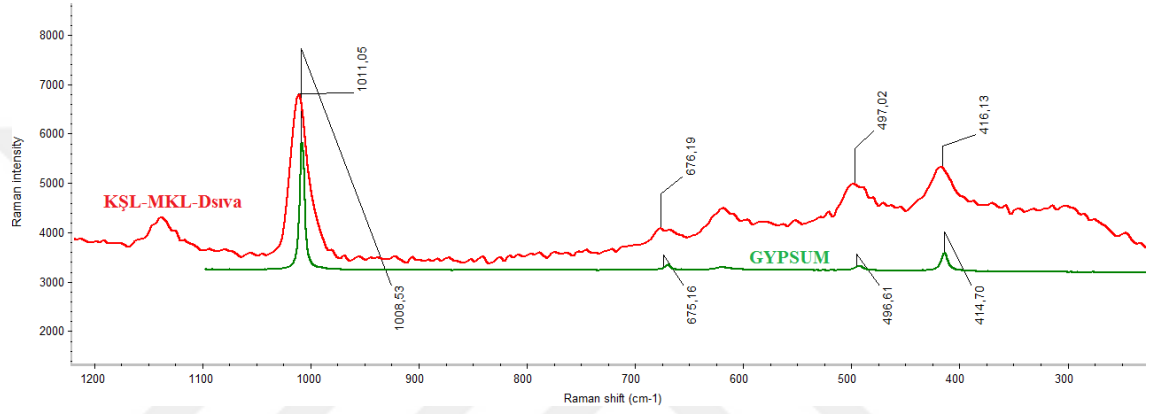


Şekil 4. 201. KŞL-MKL_{K2} (zemin) μ -XRF ölçümü

Şekil 4.201' de KŞL-MKL_{K2} örneğinin zeminin bulunduğu alandaki XRF ölçümünde; Pb elementi minor ve Ca, Fe, Sr, Mn, S elementlerini içerdiği görülmüştür. Boya

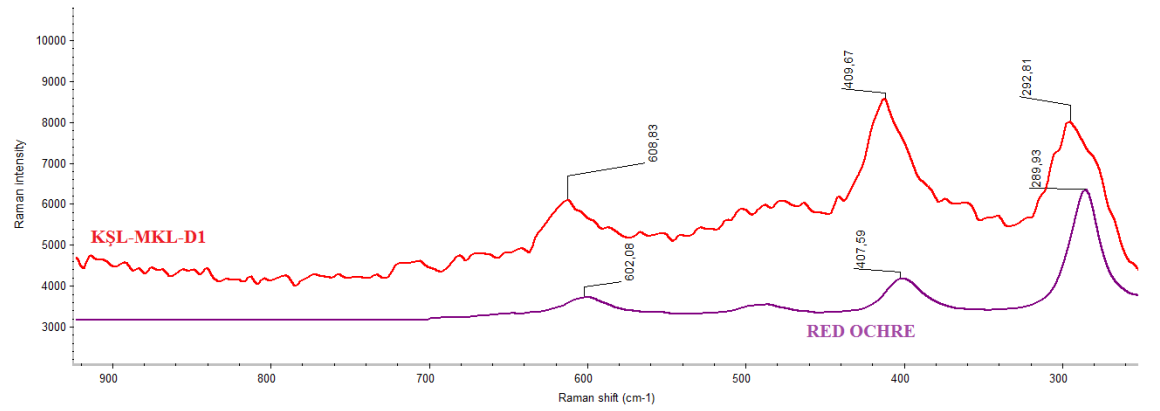
renginin Hg, Fe ve Pb element kökenli, zeminin ise Ca element kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.8.2. Keşlik Manastırı örneklerinin μ -Raman ölçümü



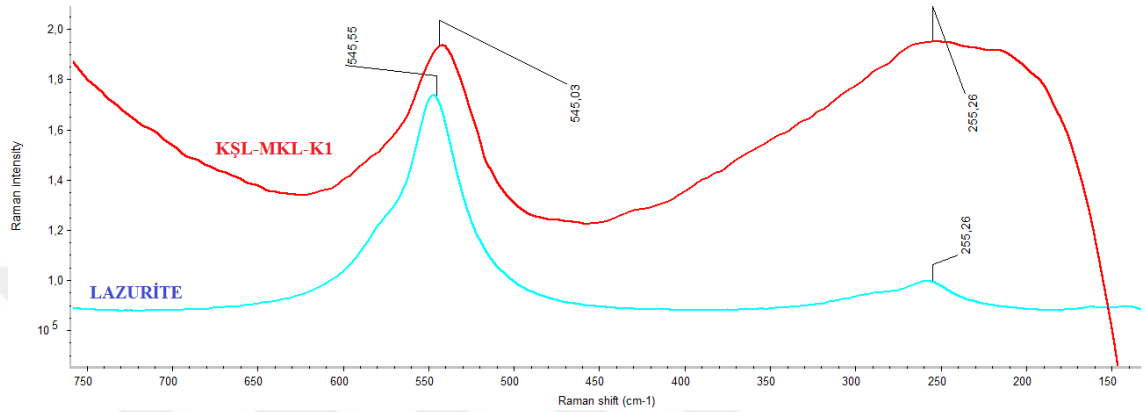
Şekil 4. 202. KŞL-MKL-D_{SIVA} μ - Raman ölçümü

Şekil 4.202' de KŞL-MKL-D_{SIVA} isimli örneğin raman kaymaları; 1011,05 cm⁻¹; 676,19 cm⁻¹; 497,02 cm⁻¹ ve 416,13 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. KŞL-MKL-D_{SIVA} için tespit edilen bu raman kaymaları gypsum (alçı)'nın karakteristik raman kaymaları; 1008,53 cm⁻¹; 675,16 cm⁻¹; 496,61 cm⁻¹ ve 414,70 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



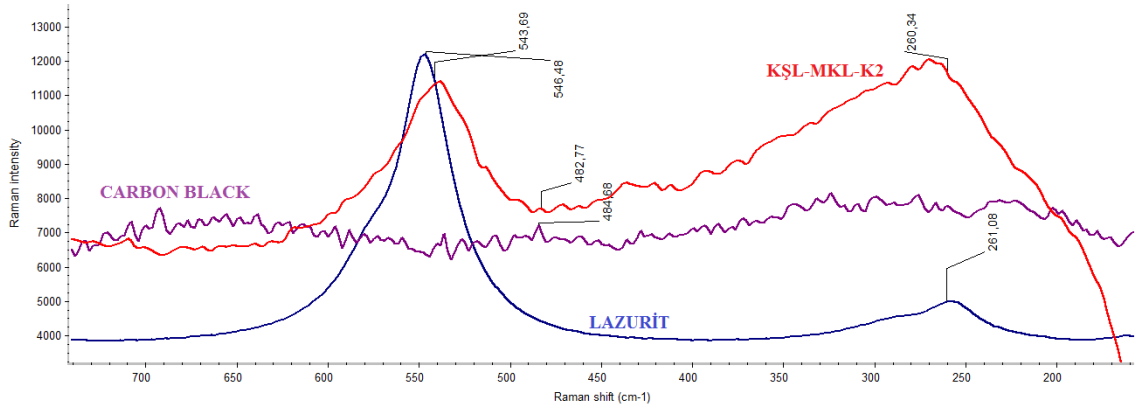
Şekil 4. 203. KŞL-MKL-D₁ μ - Raman ölçümü

Şekil 4.203' te KŞL-MKL-D₁ isimli örneğin 608,83 cm⁻¹; 408,34 cm⁻¹; 409,67 cm⁻¹ ve 292.81 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. KŞL-MKL-D₁ için tespit edilen bu raman kaymaları red ochre (kırmızı toprak) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 602,08 cm⁻¹; 407,59 cm⁻¹ ve 289, 93 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 204. KŞL-MKL-K₁ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.204' te KŞL-MKL-K₁ isimli örneğin 545,03 cm⁻¹ ve 255,26 cm⁻¹ raman kaymaları tespit edilmiştir. KŞL-MKL-K₁ için tespit edilen bu raman kaymaları lazurit (ultramarin mavisi) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 545,55 cm⁻¹ ve 255, 26 cm⁻¹ ile benzemektedir.

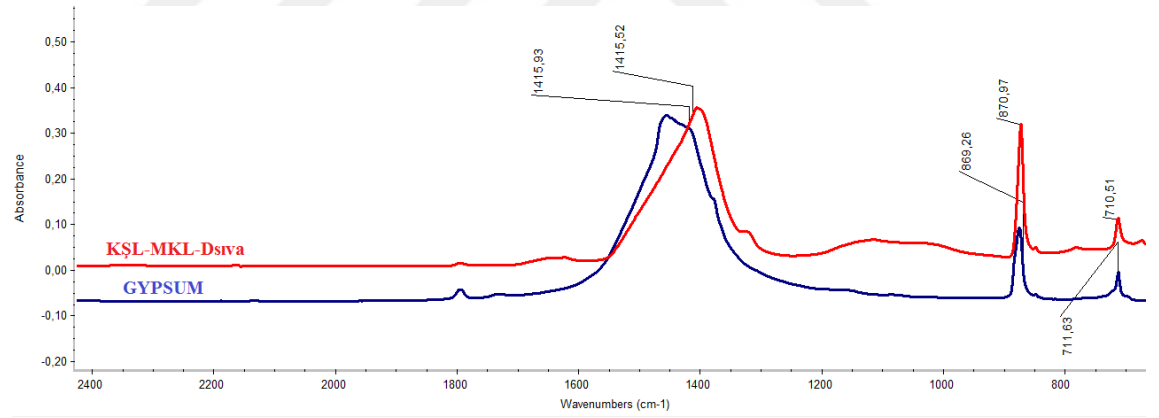


Şekil 4. 205. KŞL-MKL-K₂ µ- Raman ölçümü

Şekil 4.205’ te KŞL-MKL-K₂ isimli örneğin 482,77 cm⁻¹ raman kayması tespit edilmiştir. KŞL-MKL-K₂ için tespit edilen bu raman kayması, carbon black (karbon siyahı) pigmentinin karakteristik raman kayması 484,68 cm⁻¹ ile örtüşmektedir.

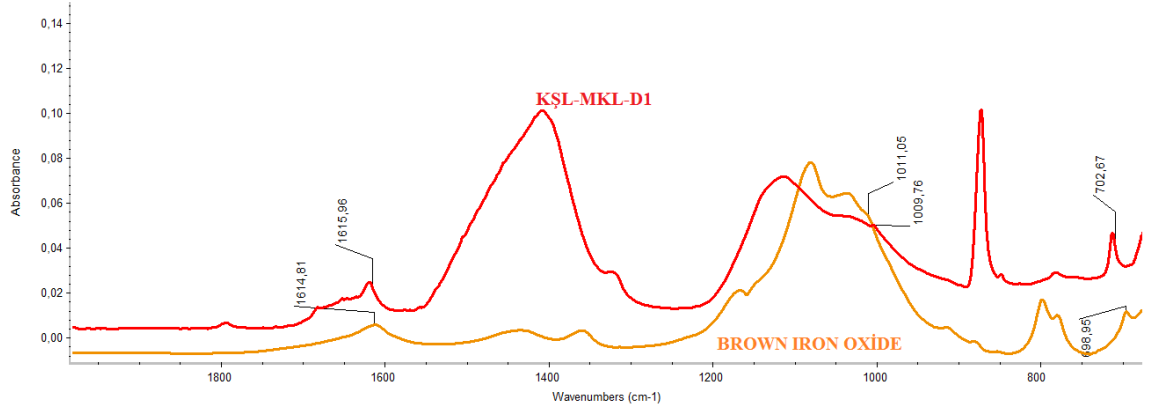
Bununla birlikte KŞL-MKL-K₂ için tespit edilen 543,69 cm⁻¹ ve 260,34 cm⁻¹ ‘de raman kaymaları tespit edilmiştir. KŞL-MKL-K₂ için tespit edilen bu raman kaymaları lazurite (ultramarin mavisi) pigmentinin karakteristik raman kaymaları 546,48 cm⁻¹ ve 261,08 cm⁻¹ ile benzerdir.

4.8.3. Keşlik Manastırı örneklerinin FT-IR ölçümü



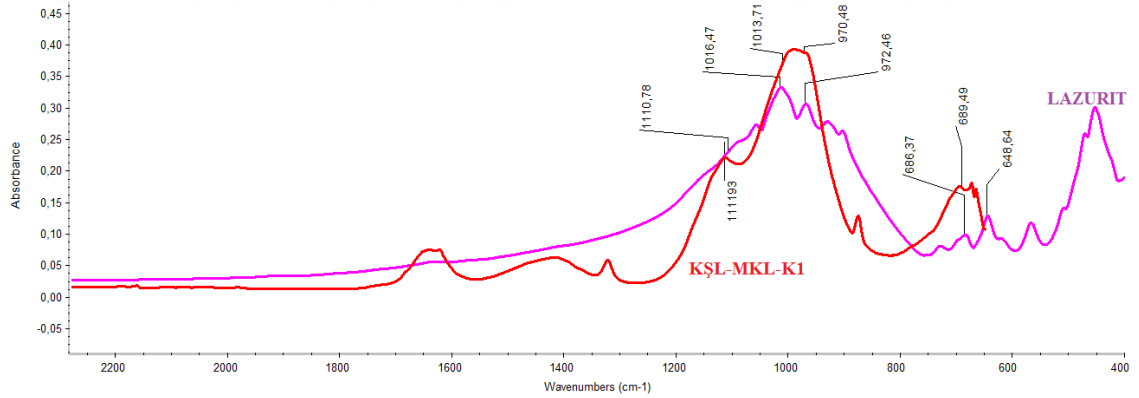
Şekil 4. 206. KŞL-MKL-D_{SIVA} FT-IR ölçümü

Şekil 4.206’ da KŞL-MKL-D_{SIVA} isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1415,52 cm⁻¹; 870,97 cm⁻¹ ve 710,51 cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir. KŞL-MKL-D_{SIVA} için tespit edilen bu dalga sayıları (IR bantları) gypsum (alçı)’nın karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1415,93 cm⁻¹, 869,26 cm⁻¹ ve 711,63 cm⁻¹ ile benzerlik göstermiştir.



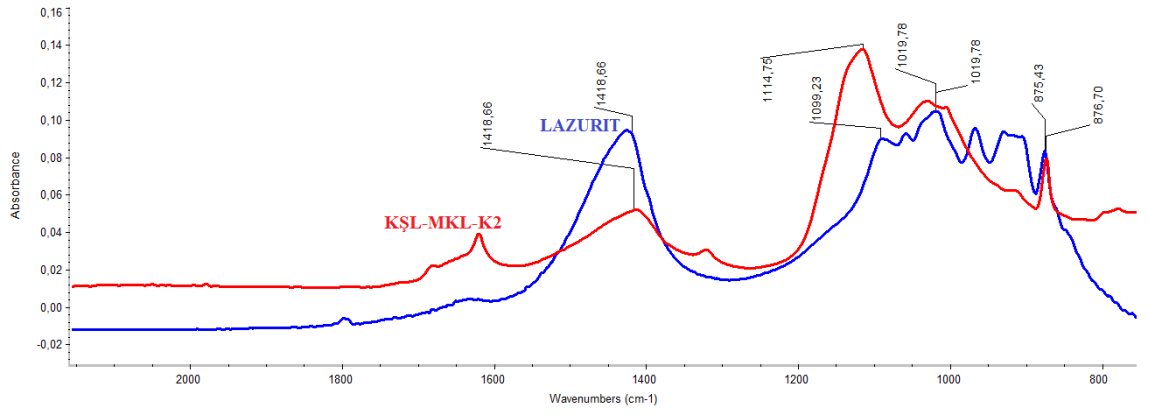
Şekil 4. 207. KŞL-MKL-D₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.207’ de KŞL-MKL-D₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1615,96 cm⁻¹; 1009,76 cm⁻¹ ve 702,67 cm⁻¹ tespit edilmiştir. KŞL-MKL-D₁ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1614,81 cm⁻¹ 1011,05 cm⁻¹ ve 698,95 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 208. KŞL-MKL-K₁ FT-IR ölçümü

Şekil 4.208’ de KŞL-MKL-K₁ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1111,93 cm⁻¹, 1013,71 cm⁻¹; 970,48 cm⁻¹ ve 689,49 cm⁻¹ tespit edilmiştir. KŞL-MKL-K₁ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1110,78 cm⁻¹; 1016,47 cm⁻¹; 972,46 cm⁻¹ ve 686,37 cm⁻¹ ile benzemektedir.



Şekil 4. 209. KŞL-MKL-K₂ FT-IR ölçümü

Şekil 4.219' da KŞL-MKL-K₂ isimli örneğin dalga sayıları (IR bantları); 1418,66 cm⁻¹, 1114,75 cm⁻¹; 1019,78 cm⁻¹ ve 876,70 cm⁻¹ tespit edilmiştir. KŞL-MKL-K₂ için tespit edilen dalga sayıları (IR bantları), brown iron oxide (kahve demir oksit) pigmentinin karakteristik dalga sayıları (IR bantları); 1418,66 cm⁻¹; 1099,23 cm⁻¹; 1019,78 cm⁻¹ ve 875,43 cm⁻¹ ile benzemektedir.

4.9. Örneklerde μ - XRF Sonucu Bulunan Elementler ve Karakteristik X Işını Seviyeleri

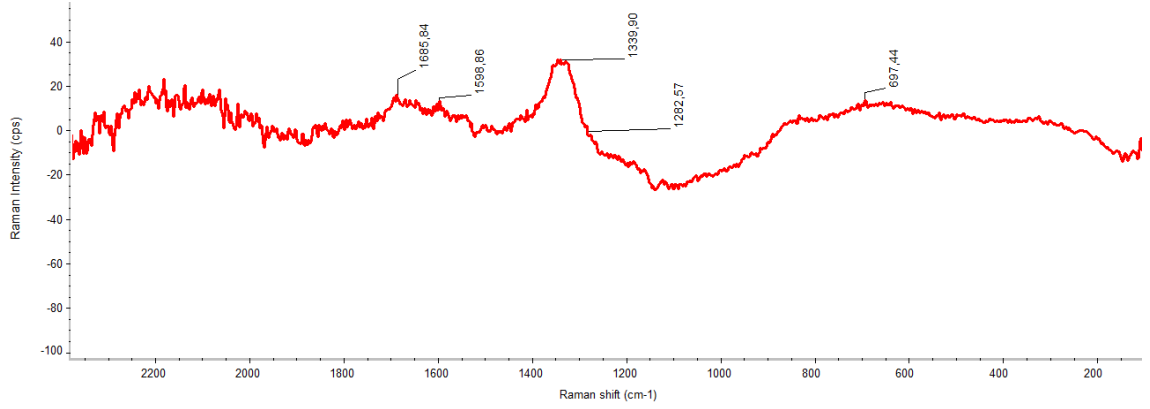
8 Kiliseden toplanan 9 adet kaya ve 8 adet sıva örneğinin μ -XRF'i ile 44 adet pigment örneğinin hem zemin hem de pigmentinin μ -XRF ölçümü yapılmıştır. Toplam 61 adet örnek üzerinde yapılan μ -XRF ölçüm sonucu 105 adettir. μ -XRF sonuçlarında; Ca, Fe, K, Ti, Mn, Sr, Ba, Rb, S, Zn, P, Si, Cu, As, Ba, Hg ve Pb elementleri bulunmuştur. Bahse konu tespiti yapılan elementlerin karakteristik X ışını seviyeleri Tablo 4.1' de yer almaktadır.

Tablo 4. 1. Elementler ve X ışın enerji seviyeleri [81,84]

Z	Element Sembolü	K α_1	K β_1	L α_1	L β_1	Z	Element Sembolü	K α_1	K β_1	L α_1	L β_1	M α_1	M β_1
6	C	0,277				26	Fe	6,405	7,059	0,705	0,718		
14	Si	1,740	1,837			29	Cu	8,046	8,904	0,928	0,947		
15	P	2,010	2,139			30	Zn	8,637	9,570	1,012	1,035		
16	S	2,309	2,465			33	As	10,543	11,726	1,282	1,317		
18	Ar	2,958	3,190			37	Rb	13,396	14,961	1,692	1,751		
19	K	3,314	3,590			38	Sr	14,165	15,835	1,806	1,871		
20	Ca	3,692	4,013	0,341	0,345	56	Ba	32,194	36,378	4,466	4,828		
22	Ti	4,512	4,933	0,452	0,458	80	Hg	70,818	80,255	9,989	11,824	2,195	2,281
25	Mn	5,900	6,492	0,637	0,648	82	Pb	74,970	84,939	10,551	12,614	2,342	2,444

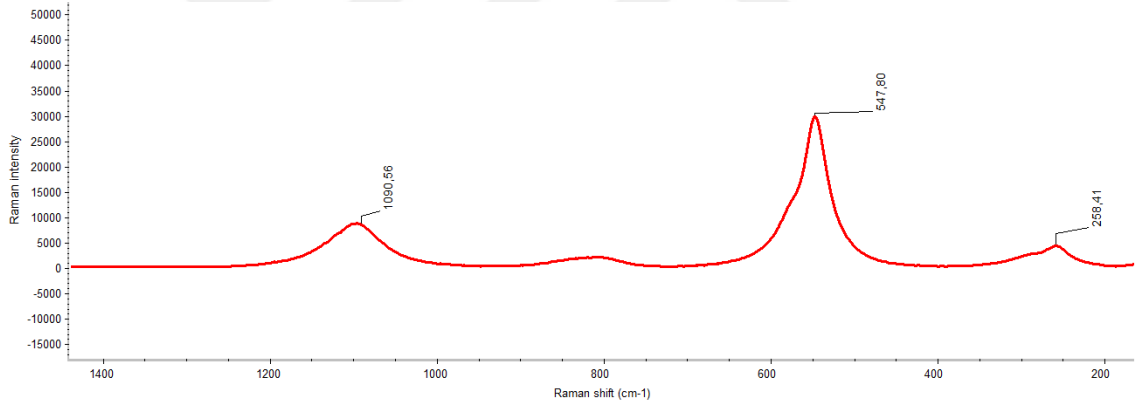
4.10. Referans Pigmentlerin Karakteristik μ - Raman Kaymaları

8 Kiliseden toplanan 8 adet sıva örneğinin μ -XRF'i ile 44 adet pigment örneğinin μ -Raman ölçümü yapılmıştır. Toplam 52 adet örnek üzerinde yapılan μ -Raman ölçüm sonucu 52 adettir, tespiti yapılan pigmentler ile karakteristik μ -Raman kaymaları aşağıdaki gibidir.



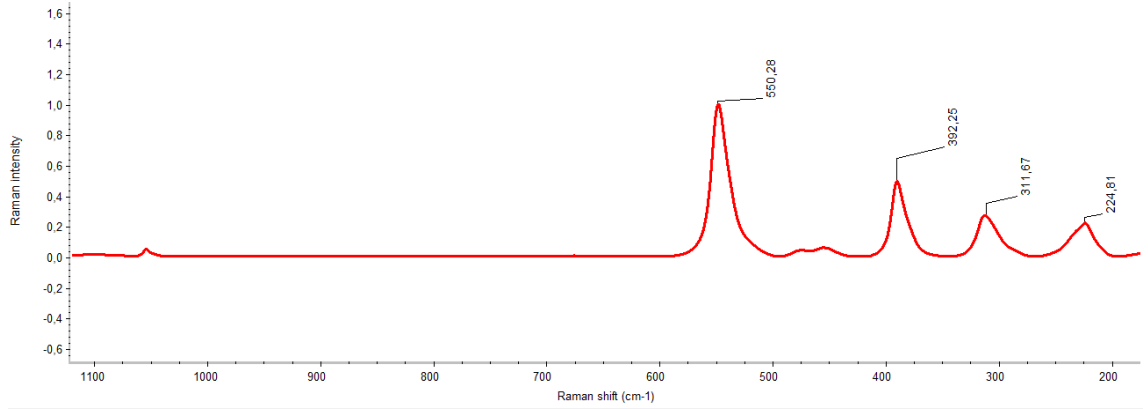
Şekil 4. 210. Karbon siyahı (carbon black) karakteristik raman kayması

µ- Raman ölçümlerinde 7 adet örnek; AŞK-AB₄, YSF-K₁, HLC-K_{DIŞ2}, HLC-D_{iÇ2}, PNC-B₃, HDR-D₉, KŞL-MKL-K₂ karbon siyahına benzetilmiştir.



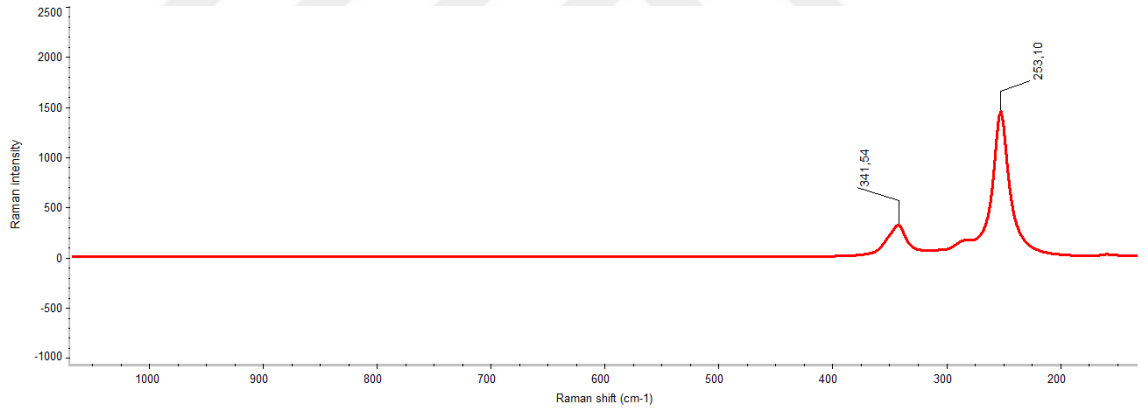
Şekil 4. 211. Lazurit (lazurite-ultramarin mavisi-lapis lazuli) karakteristik raman kayması

µ- Raman ölçümlerinde 3 adet örnek; HDR-D₅, KŞL-MKL-K₁, KŞL-MKL-K₂ lazurit benzetilmiştir.



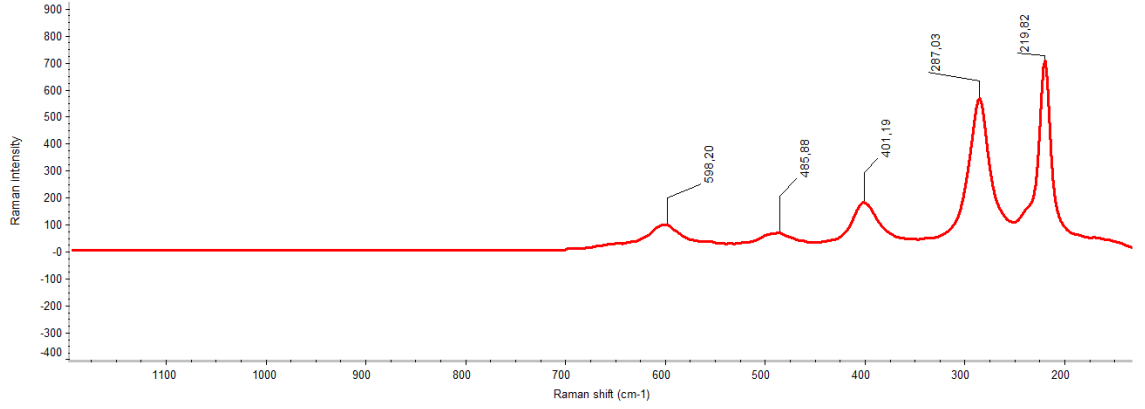
Şekil 4. 212. Minyum (minium) karakteristik raman kayması

µ- Raman ölçümlerinde 2 adet örnek; HLC-K_{DIŞ4} , HDR-D₁ minyum pigmentine benzetilmiştir.



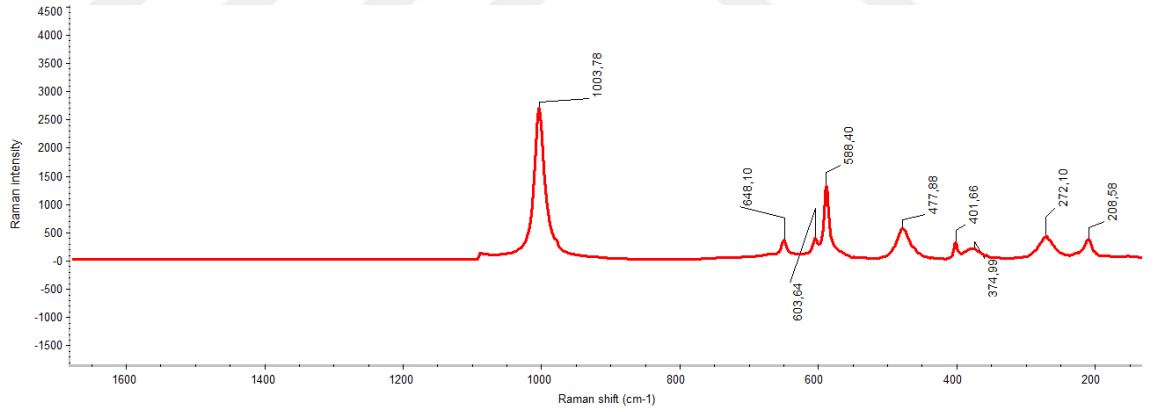
Şekil 4. 213. Vermilyon (vermilion-cinnabar) karakteristik raman kayması

µ- Raman ölçümlerinde 1 adet örnek; HDR-D₁₁ vermilyon pigmentine benzetilmiştir.



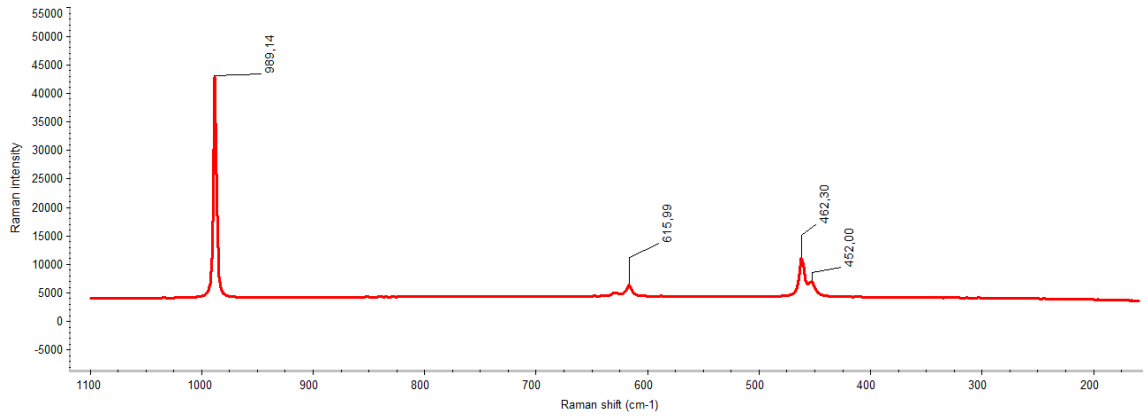
Şekil 4. 214. Kırmızı okra (red ochre) karakteristik raman kayması

µ- Raman ölçümlerinde 22 adet örnek; AŞK-AB₁, AŞK-AB₃, AŞK-G₁, YSF-B₃, YSF-G₁, YSF-G₂, SMN-G₂, SMN-G₄, TGR-B₁, TGR-B₂, TGR-B₈, HLC-KDİŞ₁, HLC-DİÇ₁, HLC-DİÇ₄, HLC-KİÇ₁, PNC-D₁, PNC-DİÇ₁, PNC-B₈, HDR-D₁, HDR-D₃, HDR-D₁₂, KŞL-MKL-D₁ kırmızı okra pigmentine benzetilmiştir.



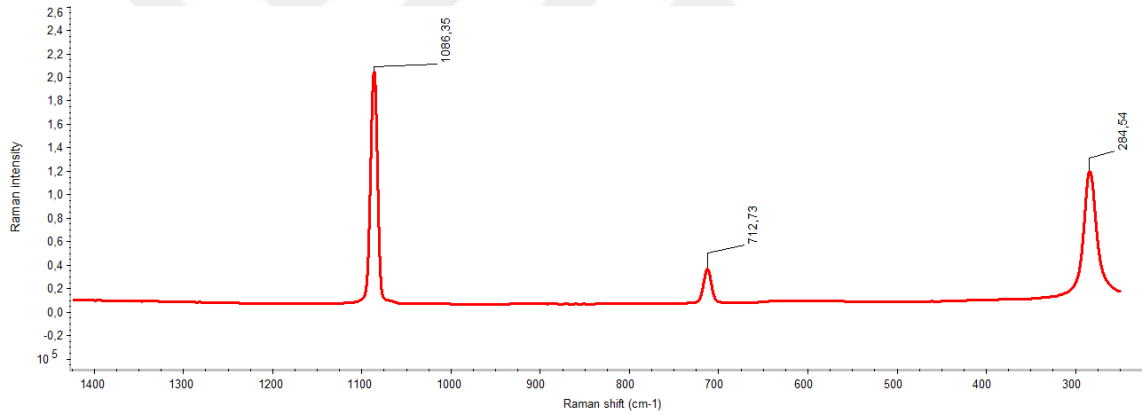
Şekil 4. 215. Sarı okra (yellow ochre) karakteristik raman kayması

µ- Raman ölçümlerinde 10 adet örnek; AŞK-AB₂, AŞK-AB₃, YSF-B₁, YSF-B₂, SMN-G₁, SMN-G₄, TGR-B₇, TGR-B₈, PNC-D₃, PNC-B₇ sarı okra pigmentine benzetilmiştir.



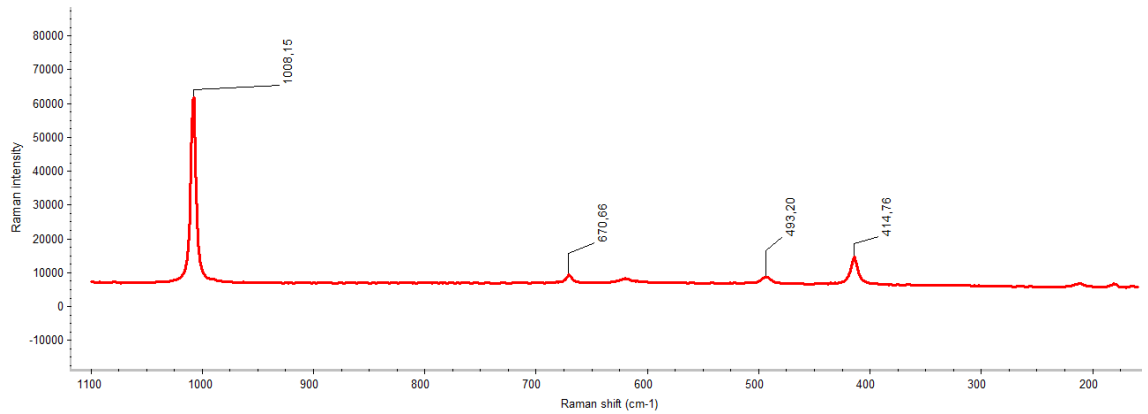
Şekil 4. 216. Barit (barite) karakteristik raman kayması

µ- Raman ölçümlerinde 2 adet örnek; HDR-D₁ , HDR-D₃ barite benzetilmiştir.



Şekil 4. 217. Kireç (calcium carbonate) karakteristik raman kayması

µ- Raman ölçümlerinde 5 adet örnek; TGR-B_{SİVA}, TGR-B₁, HLC-K_{DIŞSİVA}, PNC-D_{SİVA}, HDR-G_{SİVA} kireç pigmentine benzetilmiştir.



Şekil 4. 218. Alçı (gypsum) karakteristik raman kayması

µ- Raman ölçümlerinde 13 adet örnek; AŞK-AB_{SIVA}, AŞK-AB₁, YSF-B_{SIVA}, YSF-D₁, SMN-G_{SIVA}, SMN-G₂, TGR-B₁, TGR-B₅, PNC-D_{SIVA}, PNC-D₅, HDR-D₃, HDR-D₄, KŞL-MKL-D_{SIVA} alçıya benzetilmiştir.

µ- Raman ölçümleri sonucu karbon siyahı, lazurit, vermilyon, miniyum, kırmızı okra, sarı okra, barit, kireç ve alçı pigmentlerinin karakteristik raman kaymaları bulunmuştur.

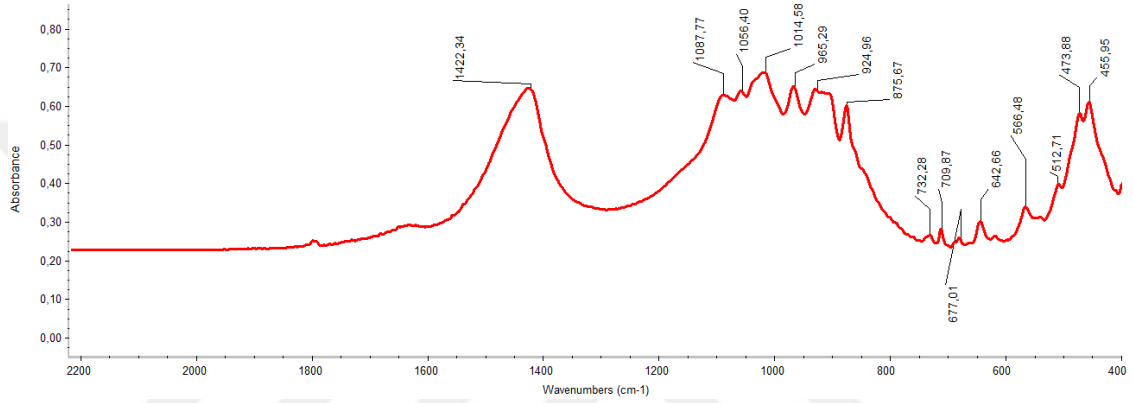
µ- Raman ölçümleri sonucu bulunan bu pigmentlerin kimyasal formülü, bulunuş ve kullanım tarih ve karakteristik raman kayması (cm⁻¹) Tablo 4.2'deki gibidir.

Tablo 4. 2. Referans pigmentlerin karakteristik raman kayması, kimyasal formülü ve bulunuş tarihi [38, 41]

Pigment	Renk	Kimyasal Formül	Karakteristik Raman Kayması (cm ⁻¹)	Bulunduğu Tarih
Carbon Black/Carbon Siyahı	Siyah	C	1605.84, 1598.86, 1339.90, 1282.57, 697.44	Phehistorik-Neolitik
Lazurit/Ultramarin Mavisi	Mavi	Na ₈ - ₁₀ Al ₆ Si ₆ O ₂₄ S ₂₋₄	1090.56, 547.80, 258.41	Antik Roma
Minium	Kırmızı	Pb ₃ O ₄	550.28, 392.25, 311.67, 224.81	Antik Yunan
Vermilion/Cinnabar	Kırmızı	HgS	341.54, 253.10	Neolitik-Antik Yunan
Red Ochre	Kırmızı	Fe ₂ O ₃	598.20, 485.88, 401.19, 287.03, 219.82	Phehistorik-Neolitik
Realgar	Sarı	As ₄ S ₄	376.79, 368.93, 354.09, 340.12, 220.53, 195.22, 183.00	Antik Mısır
Yellow Ochre	Sarı	FeO(OH)	1003.78, 648.10, 603.64, 588.40, 477.78, 401.66, 374.99, 272.10, 208.58	Phehistorik-Neolitik
Barit/Baryum Sülfat	Beyaz	BaSO ₄	998.14, 615.99, 462.30, 452.20	Antik Yunan
Kalsit/Kireç Beyazı	Beyaz	CaCO ₃	1086.35, 712.73, 284.54	Phehistorik-Antik
Gypsum/Alçı/Kalsiyum Sülfat	Beyaz	CaSO ₄ .2H ₂ O	1008.15, 670.66, 493.20, 414.76	Antik

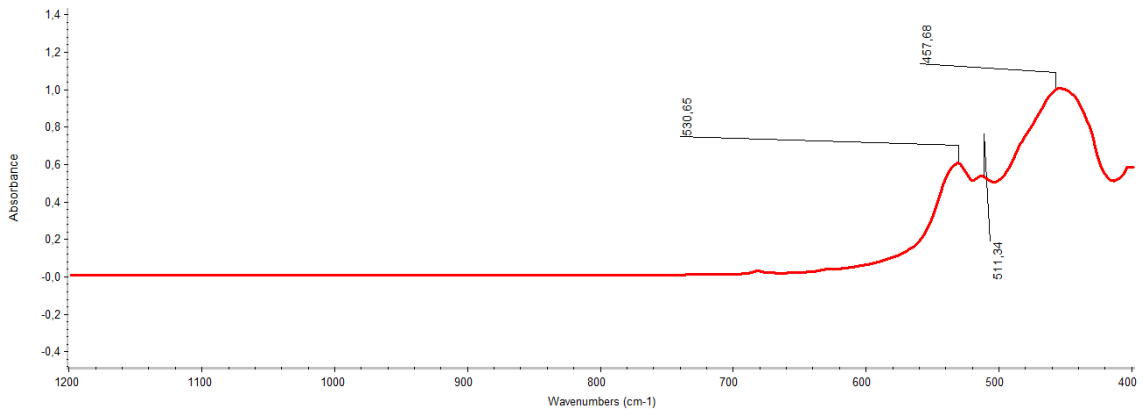
4.11. Referans Pigmentlerin Karakteristik FT-IR Dalga Sayısı (IR bantları)

8 Kiliseden toplanan 8 adet sıva örneği ile toplam 44 adet pigment örneğinin FT-IR cihazı ile ölçümü yapılmıştır. Toplam 52 adet örnek üzerinde yapılan FT-IR ölçüm sonucu 52 adettir, tespiti yapılan pigmentler ile karakteristik dalga sayıları (IR bantları) kaymaları aşağıdaki gibidir.



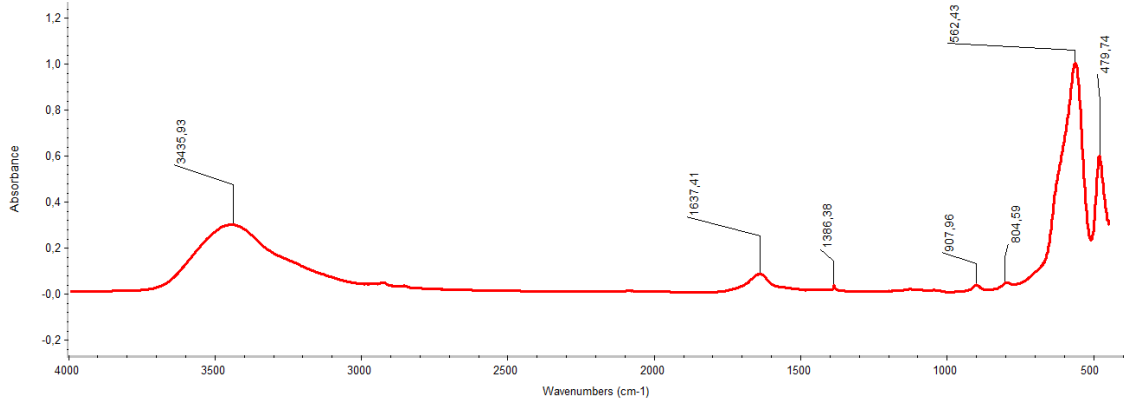
Şekil 4. 219. Lazurit (ultramarine blue) karakteristik dalga sayısı (cm⁻¹)

μ -FTIR ölçümlerinde 2 adet örnek; KŞL-MKL-K₁, KŞL-MKL-K₂ lazurit pigmentine benzetilmiştir.



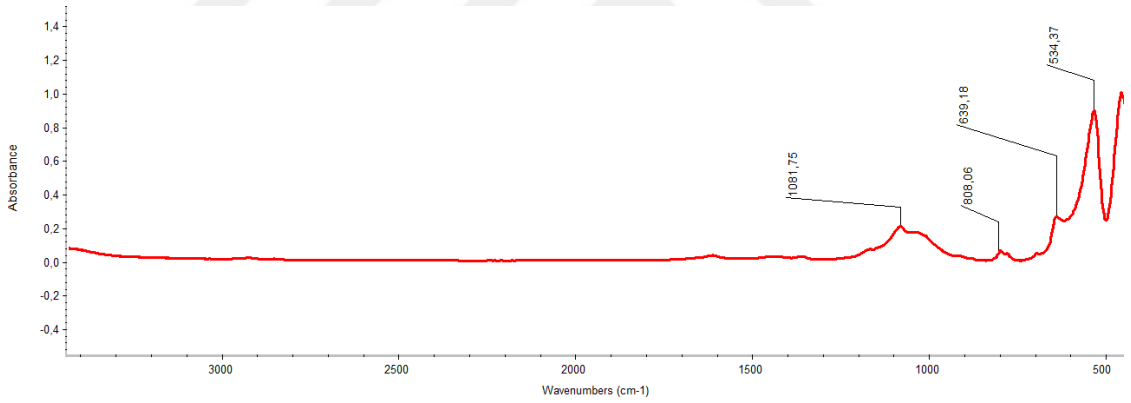
Şekil 4. 220. Minyum (minium) karakteristik dalga sayısı (cm⁻¹)

μ -FTIR ölçümlerinde 1 adet örnek; HLC-KDİŞ₄ minyum pigmentine benzetilmiştir.



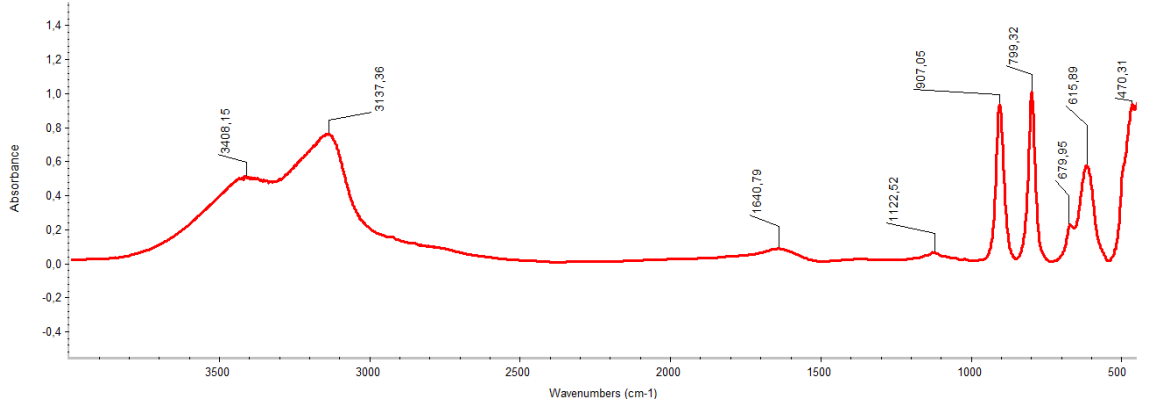
Şekil 4. 221. Kırmızı demir oksit (red iron oxide) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1})

μ -FTIR ölçümlerinde 1 adet örnek; AŞK-AB₃, HLC-DiÇ₁ kırmızı demir oksit pigmentine benzetilmiştir.



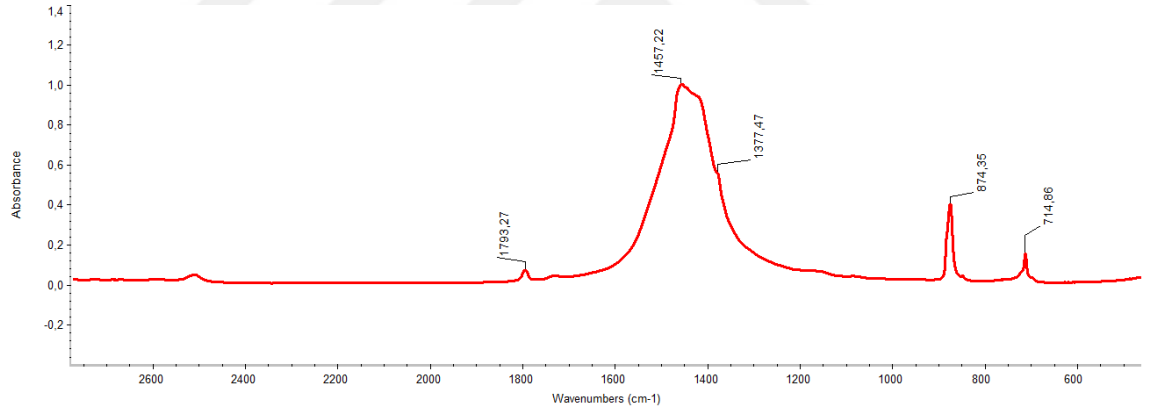
Şekil 4. 222. Kahve demir oksit (brown iron oxide) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1})

μ -FTIR ölçümlerinde 20 adet örnek; AŞK-AB₁, AŞK-G₁, YSF-B₃, YSF-G₁, YSF-G₂, SMN-G₂, SMN-G₄, TGR-B₁, TGR-B₂, HLC-KDiŞ₁, HLC-DiÇ₄, HLC-KiÇ₁, PNC-D₁, PNC-DiÇ₁, PNC-B₇, PNC-B₈, HDR-D₁, HDR-D₃, HDR-D₁₂, KŞL-MKL-D₁ kahve demir oksit pigmentine benzetilmiştir.



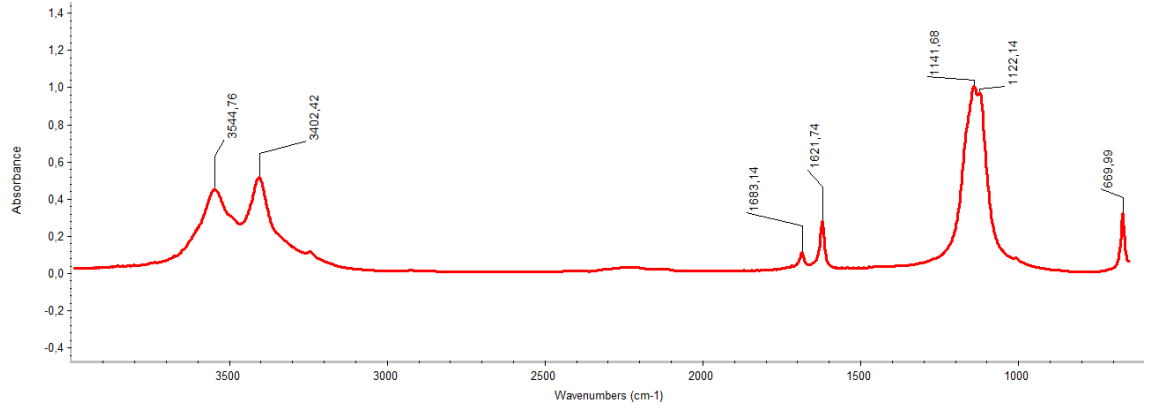
Şekil 4. 223. Sarı demir oksit (yellow iron oxide) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1})

μ -FTIR ölçümlerinde 9 adet örnek; AŞK-AB₂, AŞK-AB₃, YSF-B₁, YSF-B₂, YSF-B₃, SMN-G₁, TGR-B₈, PNC-D₃, PNC-B₇ sarı demir oksite benzetilmiştir.



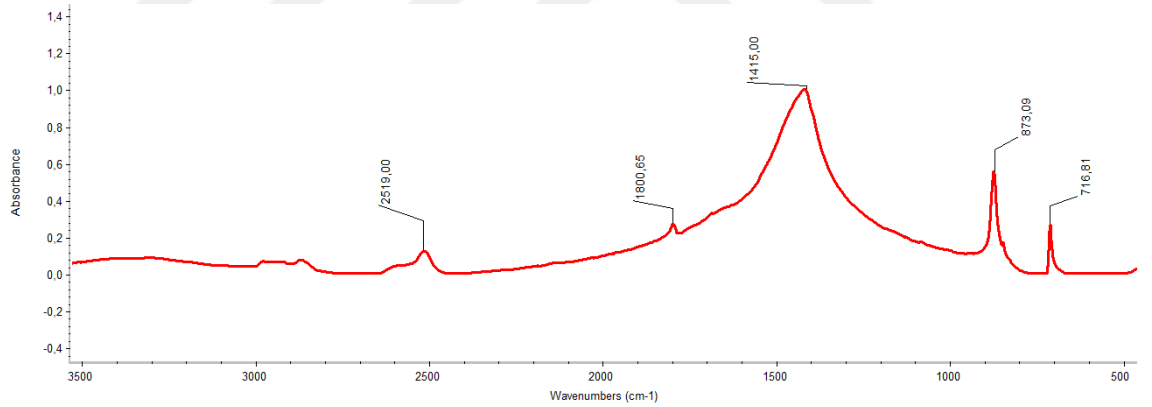
Şekil 4. 224. Kireç (calcium carbonate) karakteristik dalga sayısı (cm^{-1})

μ -FTIR ölçümlerinde 10 adet örnek; TGR-B_{SIVA}, TGR-B₁, TGR-B₅, TGR-B₇, HLC-K_{DIŞSIVA}, HLC-K_{DIŞ1}, HDR-G_{SIVA}, HDR-D₃, HDR-D₉ kirece benzetilmiştir.



Şekil 4. 225. Alçı (gypsum) karakteristik dalga sayısı (cm⁻¹)

μ-FTIR ölçümlerinde 14 adet örnek; AŞK-AB_{SIVA}, AŞK-AB₄, YSF-B_{SIVA}, YSF-K₁, YSF-D₁, YSF-G₂, SMN-G_{SIVA}, TGR-B₅, TGR-B₇, HLC-K_{DIŞ2}, HLC-K_{DIŞ4}, PNC-D_{SIVA}, PNC-D₅, PNC-B₃ alçıya benzetilmiştir.



Şekil 4. 226. Alçı (gypsum) karakteristik dalga sayısı (cm⁻¹)

μ-FTIR ölçümlerinde 5 adet örnek; PNC-D₃, HDR-D₄, HDR-D₁₁, HDR-D₁₂, KŞL-MKL-D_{SIVA} alçıya benzetilmiştir.

μ-FTIR ölçümleri sonuçlarında lazurit, vermilyon, miniyum, kırmızı demir oksit, kahve demir oksit, sarı demir oksit, barit, kireç ve alçı pigmentlerinin karakteristik dalga sayıları görülmüştür. μ- FTIR ölçümleri sonucu bulunan bu pigmentlerin kimyasal formülü, bulunduğu ve kullanıldığı tarih ve karakteristik raman kayması (cm⁻¹) Tablo 4.3.' teki gibidir.

Tablo 4. 3. Referans pigmentlerin karakteristik dalga sayısı, kimyasal formülü ve bulunduğu tarih [38, 41]

Pigment	Renk	Kimyasal Formül	Karakteristik Dalga sayısı (cm ⁻¹)	Bulunduğu Tarih
Ultramarin Mavisi/Lazurit	Mavi	Na ₈ - 10Al ₆ Si ₆ O ₂₄ S ₂₋₄	1422,34; 1087,77; 1056,40; 965,29; 924,96; 875,67; 732,28; 709,87; 677,01; 642,66; 566,48; 512,71; 473,88; 455,95	Antik Roma
Minium	Kırmızı	Pb ₃ O ₄	530,65; 511,34; 457,68	Antik Yunan
Red Iron Oxide	Kırmızı	Fe ₂ O ₃	3435,93, 1637,41, 1386,38, 907,96; 804,59; 562,43, 479,74	Pehistorik-Neolitik
Brown Iron Oxide	Kırmızı-Kahve	Fe ₂ O ₃	1081,75; 808,06,;639,18; 639,18,;534,37	Pehistorik-Neolitik
Yellow Iron Oxide	Sarı	FeO(OH)	3408,15; 3137,36; 1640,79; 1122,52; 907,05; 799,32; 679,95; 615,89; 470,31	Pehistorik-Neolitik
Kalsit/Kireç Beyazı	Beyaz	CaCO ₃	1793,27;1457,22;1377,47; 874,35; 714,86	Pehistorik-Neolitik
Gypsum/Alçı	Beyaz	CaSO ₄ .2H ₂ O	3554,76; 3402,42; 1683,14; 1621,74,; 1141,68; 1122,14; 669,99 ; 2519,00; 1800,65; 1415,00; 873,09; 716,81	Antik

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Duvar Resimlerinin Temel Katmanı (Kaya) Analiz Sonuçları

Tez çalışması kapsamında çalışılan kilise kaya örneklerinin Tablo 5.1’de μ -XRF sonuçları yer almaktadır. Kaya örneklerinde; Ca, Fe, K, Ti, Mn, Sr, Ba, Rb, S ve Zn elementleri tespit edilmiştir. Kaya örneklerinin tamamı Ca, Fe, K, Mn elementleri içermekte Ti, Ba, Rb, S, Zn elementleri farklılıkları bulunmaktadır. AŞK-AB_{KAYA} örneğinde Ca ve Fe elementleri, HLC-Diçkaya ve HDR-G_{KAYA} örneklerinde K elementi major miktarda tespit edilmiştir.

Tablo 5. 1. Kiliselerden alınan kaya örneklerinin μ -XRF sonuçları

SAYI	ÖRNEK KODU	μ -XRF SONUÇLARI									
		Ca	Fe	K	Ti	Mn	Sr	Ba	Rb	S	Zn
1	AŞK-AB _{KAYA}	***	***	**	**	**	**				
2	YSF-B _{KAYA}	**	**	**	**	**	**	**	**		
3	SMN-G _{KAYA}	**	**	**		**				**	
4	TGR- B _{KAYA}	**	**	**	**	**	*				*
5	HLC-KDişkaya	**	**	**	*	**	*		*		
6	HLC-Diçkaya	**	**	***	**	**					
7	PNC-D _{KAYA}	**	**	**		**	**		**		
8	HDR-G _{KAYA}	**	**	***		**	**		*	**	
9	KŞL-MKL _{Dkaya}	**	**	**	**	**	**	**	**		

Tabloda (***) sembolü major elementi, (**) sembolü saptanan elementi, (*) sembolü minor elementi ifade etmek amacıyla kullanılmıştır.

5.2. Duvar Resimlerinin Taşıyıcı Katmanı (Sıva) Analiz Sonuçları

Sıva örneklerinin Tablo 5.2.’de μ -XRF Sonuçlarında, kaya örneklerinin μ -XRF Sonuçlarında görülen Ca, Fe, K, Ti, Mn, Sr, Ba, Rb, S ve Zn elementlerine ek olarak sıva örneklerinin XRF sonuçlarında P ve Si elementleri de tespit edilmiştir. Sıva örneklerinin tamamında Ca elementi major miktarda tespit edilmiştir.

Tablo 5. 2. Kiliselerden alınan sıva örneklerinin μ -XRF sonuçları

SAYI	ÖRNEK KODU	μ -XRF SONUÇLARI											
		Ca	Fe	K	Ti	Mn	Sr	Ba	Rb	S	Zn	P	Si
1	AŞK-AB _{SİVA}	***	**	**	**	**	**						
2	YSF-B _{SİVA}	**	**	**	**	**	**		**				
3	SMN-G _{SİVA}	**	**	**	**	**	**					**	
4	TGR- B _{SİVA}	***	***				**						
5	HLC-K _{DIŞSİVA}	**	**	**	**	**	**		*	***		***	
7	PNC-D _{SİVA}	***		**	***		**		**	**			
8	HDR-G _{SİVA}	***	**	*		**	**		*	**			**
9	KŞL-MKL _{DİSİVA}	**	**			**				**			

Tabloda (***) sembolü major elementi, (**) sembolü saptanan elementi, (*) sembolü minor elementi ifade etmek amacıyla kullanılmıştır.

Tablo 5.3' te; Karşıbucak (Aşk) Kilisesi, Yusuf Koç Kilisesi, Aziz Simeon Kilisesi, Pancarlık Kilisesi, Keşlik Manastırı sıva örneklerinin μ -Raman ve μ -FTIR sonuçlarında alçı kökenli, Hıdırellez Kilisesi, Hallaç Manastırı, Tağar Kilisesi sıva örneklerinin μ -Raman ve μ -FTIR sonuçlarında kireç kökenli olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. 3. Kiliselerden alınan sıva örneklerinin μ -XRF major elementleri, μ -Raman ve μ -FTIR analiz sonuçları

SAYI	ÖRNEK KODU	μ -XRF(Major Element)	μ -Raman Sonuç	μ -FTIR Sonuç
1	AŞK-AB _{SİVA}	Ca	Alçı	Alçı
2	YSF-B _{SİVA}	Ca	Alçı	Alçı
3	SMN-G _{SİVA}	Ca	Alçı	Alçı
4	TGR- B _{SİVA}	Ca	Kireç	Kireç
5	HLC-K _{DIŞSİVA}	Ca	Kireç	Kireç
7	PNC-D _{SİVA}	Ca, Ti	Alçı	Alçı
8	HDR-G _{SİVA}	Ca	Kireç	Kireç
9	KŞL-MKL _{DİSİVA}	Ca	Alçı	Alçı

Konum olarak incelendiğinde Göreme, Avanos, Ortahisar Kasabası- Cemil Köyü (Ürgüp)'nde bulunan kiliselerde alçı kökenli, Ürgüp merkezinde, Ortahisar ve Yeşilöz Köyü (Ürgüp)'nde bulunan kiliselerde kireç kökenli sıva kullanıldığı görülmektedir. Tez kapsamında seçilen kiliseleri dönemsel olarak incelendiğinde 8-20 inci yüzyılda inşa edilen bu anıtlarda ağırlıklı olarak alçı kökenli sıvalar tespit edilsede yüzyıllar arasında kireç ve alçı kökenli sıvalarda belirgin bir fark görülmemiştir.

5.3. Duvar Resimlerinin Boya Tabakası (Pigment) Analiz Sonuçları

Kilise örneklerinden alınan pigment örneklerini görsel olarak algılanan renk gruplara ayırıp μ -XRF ölçümlerinde, major element miktarları bakımından ele alındığında Tablo 5.4'te; siyah ve gri renklerin C ve Fe element kökenli, mavi renginin Fe, Ba, Pb element kökenli, kahve renginin Fe, Pb element kökenli, pembe renginin Fe, Pb, Ba, As element kökenli, beyaz renginin Ca element kökenli, turuncu renginin Pb, Ca, Fe, Mn element kökenli, sarı renginin Fe, As, Ti element kökenli, bordo ve kırmızı renklerinin Fe, As, S element kökenli pigment olabileceği ön tespiti yapılmıştır.

Tablo 5. 4. Kiliselerden alınan pigment örneklerinin μ -XRF sonuçları

SAYI (RENK)	ÖRNEK KODU	μ -XRF Ölçüm Sonuçları																
		Ca	Fe	K	Ti	Mn	Sr	Ba	Rb	S	Zn	P	Si	Cu	As	Ba	Hg	Pb
1 Bordo	AŞK-AB1	P	**	***				*							*			*
		T	***	*				*										
2 Sarı	ASK-AB2	P	**	***				*			**	**						
		T	***	**				*				**						
3 Turuncu	ASK-AB3	P	**	***						**	**	**						
		T	**	*	*			**		**	**	**						
4 Siyah	ASK-AB4	P	**	**														***
		T	***															
5 Kırmızı	ASK-G1	P	**	***		**	**	**										
		T	**	**		**	**	**										
6 Gri	YSF-K1	P	**	**	**	**	**	*			**							
		T	**	**		**	**	**		**								
7 Sarı	YSF-B1	P	**	***	**	**	**	**	**		**				**			
		T	**	**	**	**	**	**				**						
8 Turuncu	YSF-B2	P	**	**	**	**			**		**	**		**				
		T	**	*	**						**							
9 Kırmızı	YSF-B3	P	**	***	**	*		*		**	**							
		T	**	**			**	**	**	**	**	**						
10 Beyaz	YSF-D1	P	**	**	**	**	**	**	**	**								
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**							
11 Bordo	YSF-G1	P	**	***	**	**			**					*				
		T	**	**	**	**			**		**							
12 Pembe	YSF-G2	P	**	***	**	**	**				**							
		T	**	**	**	**			**		**							
13 Sarı	SMN-G1	P	**	***	***	***	**	**	***		**	*			***			
		T	*	*		*	*	**	**	**	**	**						
14 Kırmızı	SMN-G2	P	**	***	**		**			**	**	**		**				
		T	**	*				*		**	**	**						
15 Turuncu	SMN-G4	P	**	**			**											***
		T	**	**	**		***	**										**
16 Pembe	TGR-B1	P		***				**		*	*				***			
		T	***	**	**	**		**			*				*			
17 Bordo	TGR-B2	P	**	***				**										
		T	***	**	**					**	**	**						
18 Beyaz	TGR-B5	P	***	**	**			**										
		T	***															
19 Sarı	TGR-B7	P	**	**							**		**		***			
		T	***	**			**	**										
20 Turuncu	TGR-B8	P	**	**	**	**	**	**		**	**	**		**				
		T	***	*			*	**							**			
21 Kırmızı	HLC-Kdış1	P	**	**	**			**				**	**	**				*
		T	**	**	**	**	**	**	*		**	*	**	**				*
22 Siyah	HLC-Kdış2	P	**	**				*		**	*			*				**
		T	**	**	**		**			**	**	**						
23 Kahve	HLC-Kdış4	P	**	**														**
		T	**	**	**													
24 Bordo	HLC-Diç1	P	**	***	**	**	**	**		**	**	**						
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**						
25	HLC-	P	**	**	**		**			**	**	**						

Gri	Diç2	T	**	**	**		**				**		**						
26 Turuncu	HLC-Diç4	P	**	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**						
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					
27 Kırmızı	HLC-Kiç1	P	**	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**						
		T	***	**	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**					
28 Kırmızı	PNC-D1	P	**	***	**	**	**	**	**	**	**	*	**					***	
		T	***	**	**	**	**	**	*	**	**	*	**					*	
29 Sarı	PNC-D3	P	***	***	***	**	**	**	**	**	**	**	**					**	
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				*	
30 Beyaz	PNC-D5	P	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					**	
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				*	
31 Kırmızı	PNC-DİÇ1	P	**	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**						
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					
32 Gri	PNC-B3	P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					**	
		T	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**					
33 Turuncu	PNC-B7	P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**						
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					
34 Bordo	PNC-B8	P	**	***	**	**	**	**	**	**	**	*	**					*	
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					
35 Pembe	HDR-D1	P	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				*	***	***
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				*	*
36 Kahve	HDR-D3	P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**						**
		T	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					
37 Beyaz	HDR-D4	P	***	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**						*
		T	***	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					
38 Mavi	HDR-D5	P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**						**
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					*
39 Siyah	HDR-D9	P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**			**		*	**
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**		**		**	**
40 Pembe	HDR-D11	P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					***	**
		T	***	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					*
41 Kahve	HDR-12	P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**						
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					
42 Bordo	KŞL-MKL-D1	P	**	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**					**	
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				**	
43 Mavi	KŞL-MKL-K1	P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**						***
		T	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					
44 Siyah	KŞL-MKL-K2	P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					***	**
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**					*

Tabloda (***) sembolü major elementi, (**) sembolü saptanan elementi, (*) sembolü minor elementi ifade etmek amacıyla kullanılmıştır.

Kütüphanede referans olarak kıyaslanılacak pigmentlerin spektrumları bu öntespitler doğrultusunda μ -Raman ve μ -FTIR spekturumları sonuçları Tablo 5.5' te gösterilmektedir.

Tablo 5. 5. Kiliselerden alınan pigment örneklerinin μ -XRF major elementleri, μ -Raman ve μ -FTIR analiz sonuçları

Sayı	Renk	Örnek Kodu	μ -XRF (Major)	μ -Raman	μ -FTIR
1	Siyah/Gri	ASK-AB ₄	Pb, C	Karbon Siyahı	Alçı
2		YSF-K ₁	C	Karbon Siyahı	Alçı
3		HLC-K _{DIS2}	Fe, C	Karbon Siyahı+ Alçı	Alçı
4		HLC-D _{IC2}	C	Karbon Siyahı	Alçı
5		PNC-B ₃	C	Karbon Siyahı	Alçı
6		HDR-D ₉	Fe, Hg	Karbon Siyahı	Kireç
7		KŞL-MKL-K ₂	Fe, Hg, Pb	Karbon Siyahı +Lazurit	Lazurit
8	Mavi	HDR-D ₅	Fe, Ba, Pb	Lazurit +Barit	Lazurit
9		KŞL-MKL-K ₁	Pb	Lazurit	Lazurit
10	Kahve	HLC-K _{DIS4}	Pb, Fe	Minyum	Alçı+Minyum
11		HDR-D ₃	Fe, Pb	Kırmızı okra+Barit	Kahve Demir Oksit+Kireç
12	Pembe	HDR-D ₁₂	Fe	Lazurit	Alçı+ Kahve Demir Oksit
13		YSF-G ₂	Fe	Kırmızı Okra	Alçı+ Kahve Demir Oksit
14		TGR-B ₁	Fe, As	Kireç+ Kırmızı Okra +Alçı	Kahve Demir Oksit+Kireç
15		HDR-D ₁	Fe, Pb, Ba	Minyum +Barit	Kahve Demir Oksit
16	Beyaz	HDR-D ₁₁	Fe, Pb	Vermilyon	Alçı
17		YSF-D ₁	Ca	Alçı	Alçı
18		TGR-B ₅	Ca	Alçı+Kireç	Alçı+Kireç
19		PNC-D ₅	Ca	Alçı	Alçı
20	Turuncu	HDR-D ₄	Ca	Alçı	Alçı
21		ASK-AB ₃	Fe	Kırmızı Okra+Sarı Okra	Kırmızı Demir Oksit+Sarı Demir Oksit
22		YSF-B ₂	Fe, As	Alçı	Sarı Demir Oksit
23		SMN-G ₄	Pb, Ca, Fe, Mn	Kırmızı Okra+Alçı	Kahve Demir Oksit
24		TGR-B ₈	Fe	Sarı Okra	Sarı Demir Oksit
25		HLC-D _{ic4}	Fe	Kırmızı Okra	Kahve Demir Oksit
26		PNC-B ₇	Fe	Sarı Okra	Sarı Demir Oksit+ Kahve Demir Oksit
27	Sarı	ASK-AB ₂	Fe	Sarı Okra	Sarı Demir Oksit
28		SMN-G ₁	Fe, As, Ti	Alçı	Sarı Demir Oksit
29		TGR-B ₇	Fe, As	Kırmızı Okra +Alçı	Alçı+Kireç
30		PNC-D ₃	Fe, K	Alçı	Sarı Demir Oksit+Alçı
31	Kırmızı/ Bordo	ASK-AB ₁	Fe	Kırmızı Okra+Alçı	Kahve Demir Oksit
32		ASK-G ₁	Fe	Kırmızı Okra	Kahve Demir Oksit
33		YSF-B ₃	Fe	Kırmızı Okra	Kahve Demir Oksit +Sarı Demir Oksit
34		YSF-B ₁	Fe, As	Sarı Okra	Sarı Demir Oksit
35		YSF-G ₁	Fe	Kırmızı Okra	Kahve Demir Oksit
36		SMN-G ₂	Fe	Kırmızı Okra+Alçı	Kahve Demir Oksit
37		TGR-B ₂	Fe	Kırmızı Okra+Kireç+Alçı	Kahve Demir Oksit
38		HLC-K _{dış1}	Fe	Kırmızı Okra	Kahve Demir Oksit
39		HLC-D _{iç1}	Fe	Kırmızı Okra	Kırmızı Demir Oksit
40		HLC-K _{iç1}	Fe	Kırmızı Okra	Kahve Demir Oksit
41		PNC-D ₁	Fe, As, S	Kırmızı Okra	Kahve Demir Oksit
42		PNC-D _{ic1}	Fe	Kırmızı Okra	Kahve Demir Oksit
43		PNC-B ₈	Fe	Kırmızı Okra	Kahve Demir Oksit
44		KŞL-MKL-D ₁	Fe	Kırmızı Okra	Kahve Demir Oksit

Tez çalışması kapsamında kiliselerden alınan 7 adet siyah renkli pigment örneğinin, μ -Raman sonuçlarında 6 adedi karbon siyahı ve 1 adedi karbon siyahı ve lazurit pigmenti, μ -FTIR sonuçlarında 6 adedi sıvadan gelen alçı, kireç ve 1 adedinde lazurit pigmenti tespit edilmiştir. Karbon siyahı prehistorik dönemden itibaren kullanılan siyah renkli pigmenttir [38]. Oldukça eski dönemlerde keşfedilen karbon siyahının elde edilen sonuçlarda tez çalışma kapsamında seçilen kiliseler ile pigmentin dönemsel kullanımı tarihi ile uyum göstermektedir. 1 adet sonucun karbon siyahı ve lazurit pigmenti olarak

Keşlik Manastırı-Baş Mikail Kilise'sinde bulunmuştur ve Baş Mikail Kilisesi duvar resimlerinin büyük bir kısmı is tabakası ile kaplıdır. İs tabakasından dolayı görsel olarak siyah renkli algılanan duvar resimlerinin altında kalan pigment renkleri mevcut olduğu ve kilisede yapılacak restorasyon çalışması sonunda is tabakası altında kalan bu pigmentlerin ortaya çıkacağı düşünülmektedir.

Ürgüp, Cemil Köyü'nde bulunan Keşlik Manastırı Baş Mikail ve Ürgüp Hıdırellez Kilisesi'nden alınan 2 adet mavi renkli pigment örneğinin μ -Raman ve μ -FTIR sonuçlarında her iki kilise örneğinde lazurit görülmekte ancak birinde renk açıcı olarak kullanıldığı düşünülen barit pigmentine rastlanmıştır. Bilimsel araştırmalarda lazurit pigmentinin Afganistan kökenli olduğu, 6. yüzyıl ve sonraki dönemlerde buradan ithal edilerek önemli kilise ve duvar resimlerinde kullanıldığı belirtilmiştir [37, 38]. Sebebi ithal edilen pigmentin diğer pigmentlere göre maliyetinin yüksek olması ve hristiyanlarda mavi rengin kutsal sayılması, bu pigmentin değerli görülen resimlerde ve kiliselerde kullanılması ile açıklanmaktadır. Dolayısıyla Keşlik Manastırı ve Hıdırellez Kilisesi lazurit pigmentini içeren duvar resimlerine sahip olması dikkat çekicidir. Ayrıca 10-13 üncü yüzyıl ile tarihlendirilen Baş Mikail Kilisesi ve 18-20 inci yüzyıl ile tarihlendirilen Hıdırellez Kiliseleri ile lazurit pigmentin kullanım dönemi birbiri ile uyum göstermektedir.

Kiliselerden 3 adet kahve renkli pigment örneği alınmıştır. μ -Raman sonuçlarında Hallaç Kilisesinden alınan örneğin 1 adedi minyum, Hıdırellez Kilisesinden alınan 2 adet örneğin; 1 adedi kırmızı okra ve barit karışımı, 1 adedi lazurit pigmenti bulunmuştur. μ -FTIR sonuçlarında Hallaç Kilisesinden alınan örneğin 1 adedi minyum, Hıdırellez Kilisesinden alınan 1 adet örnekte kırmızı demir oksit pigmenti bulunmuştur. μ -Raman ve μ -FTIR sonuçları birbirini desteklemektedir, sonuçlarda sıvadan alçı ve kireç safsızlıkları da tespit edilmiştir. Toprak kökenli kırmızı okra (kırmızı-kahve demir oksit) pigmenti prehistorik dönemden itibaren kullanılan kırmızı-bordo renkli pigmenttir [38,101]. Oldukça eski dönemlerde keşfedilen kırmızı okra (demir oksit) pigmenti elde edilen sonuçlarda tez çalışma kapsamında seçilen kiliseler ile pigmentin dönemsel kullanımı tarihi ile uyum göstermektedir. Hallaç Kilisesi'nde tespit edilen minyum pigmenti Pb element ihtiva etmesi açısından dikkat çekicidir çünkü Pb elementinin insan sağlığına zararının tespiti ile minyum pigmentinin kullanımı terk edilmiştir [101].

Kiliselerden 4 adet pembe renkli pigment örneği alınmıştır. μ -Raman sonuçlarında Yusuf Koç Kilisesi'nden alınan 1 adet örnek, Tağar Kilisesi'nden alınan 1 adet örnekte kırmızı okra pigmenti Hıdırellez Kilisesi'nden alınan 2 adet örneğin birinde minyum pigmentinin renk açıcı olarak karıştırıldığı düşünülen barit tespit edilmiş, diğer örnekte ise vermilyon pigmenti görülmüştür. μ -FTIR sonuçlarında Yusuf Koç Kilisesi'nden alınan 1 adet örnek, Tağar Kilisesi'nden alınan 1 adet örnek, Hıdırellez Kilisesi'nden alınan 2 adet örneğin birinde kahve demir oksit pigmenti ile renk açıcı olarak karıştırıldığı düşünülen alçı ve kireç tespit edilmiştir, Hıdırellez Kilisesi'nden alınan diğer örneğin μ -Raman sonucunda vermilyon pigmenti bulunmuş ancak çalışılan kütüphanede vermilyon pigmentinin μ -FTIR spektrum referansı bulunmadığından bu örneğin μ -FTIR sonucunda yalnızca alçı tespit edilmiştir. μ -Raman ve μ -FTIR sonuçları birbirini desteklemektedir. Toprak kökenli kırmızı okra (kırmızı-kahve demir oksit) pigmenti prehistorik dönemden itibaren kullanılan kırmızı-bordo renkli pigmenttir [38]. Hg ve S elementlerinden oluşan vermilyon pigmenti neolitik dönemden itibaren kullanıma başlanmış kırmızı renkli pigmenttir. Oldukça eski dönemlerde keşfedilen kırmızı okra (demir oksit) ve vermilyon pigmentleri elde edilen sonuçlarda tez çalışma kapsamında seçilen kiliseler ile pigmentin dönemsel kullanımı tarihi ile uyum göstermektedir. Hıdırellez Kilisesi'nde tespit edilen vermilyon pigmenti Hg element ihtiva etmesi açısından dikkat çekicidir çünkü Hg elementinin insan sağlığına zararının tespiti ile minyum pigmentinin kullanımı terk edilmiştir [101]. Ancak Hıdırellez Kilisesi 18-20. yüzyıla tarihlendirilmesine rağmen Hg içeren vermilyon pigmentinin kullanıldığı görülmektedir.

Kiliselerden 4 adet beyaz renkli pigment örneği alınmıştır. Hıdırellez Kilisesi'nden alınan 1 örnek, Pancarlık Kilisesi'nden alınan 1 örnek ve Yusuf Koç Kilise'sinden alınan 1 örneğin μ -Raman ve μ -FTIR sonuçlarında beyaz rengin alçı olduğu görülmüş ve Tağar Kilise'sinde μ -Raman ve μ -FTIR sonuçlarında rengin alçıdan kaynaklandığı bulunsada sıvada bulunan kireçten gelen bulaşıklar tespit edilmiştir. μ -Raman ve μ -FTIR sonuçları birbirini desteklemektedir. Oldukça eski dönemlerde keşfedilen kireç ve alçının hem sıvada hemde beyaz renkte kullanılmış ve çalışma kapsamında seçilen kiliseler ile dönemsel kullanımı tarihi ile uyum göstermektedir.

Kiliselerden 6 adet turuncu renkli pigment örneği alınmıştır. μ -Raman sonuçlarında Aşk Kilisesinden alınan örneğin 1 adedi, Aziz Simeon Kilise'sinden alınan örneğin 1 adedi

ile Tağar Kilisesinden alınan 1 adet örneğin kırmızı ve sarı okra pigment karışımı, Pancarlık Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi ile Yusuf Koç Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedinde alçı ve Hallaç Manastırı'ndan alınan 1 adet örneğin kırmızı okra pigmenti olduğu görülmüştür. μ -FTIR sonuçlarında Aşk Kilisesinden alınan örneğin 1 adedi ile Pancarlık Kilisesinden alınan 1 adet örneğin kırmızı ve sarı demir oksit karışımı, Tağar Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi ile Yusuf Koç Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi sarı demir oksit ve Hallaç Manastırı'ndan alınan 1 adet örnek ile Aziz Simeon Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedinde kırmızı demir oksit olduğu görülmüştür. μ -Raman ve μ -FTIR sonuçları birbirini desteklemektedir, sonuçlarda turuncu rengin sarı ve kırmızı renkli pigmentlerin birbiri ile karıştırılarak ya da tek olarak kullanıldığı görülmüştür. Toprak kökenli kırmızı ve sarı okra (kırmızı-sarı demir oksit) pigmenti prehistorik dönemden itibaren kullanılan kırmızı-sarı-turuncu renkli pigmenttir [37,38]. Oldukça eski dönemlerde keşfedilen kırmızı okra (demir oksit) pigmenti elde edilen sonuçlarda tez çalışma kapsamında seçilen kiliseler ile pigmentin dönemsel kullanımı tarihi ile uyum göstermektedir. Turuncu rengin Aşk, Tağar, Aziz Simeon ve Pancarlık Kiliselerinde kırmızı ve sarı renkli pigmentlerin (kırmızı okra-sarı okra veya kırmızı demir oksit- sarı demir oksit) karıştırıldığı, Yusuf Koç Kilisesi'nde sarı okra (sarı demir oksit) ve Hallaç Manastırı'nda kırmızı okra (kırmızı demir oksit) olarak kullanıldığı tespit edilmiştir.

Kiliselerden 4 adet sarı renkli pigment örneği alınmıştır. μ -Raman sonuçlarında Aşk Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi, Yusuf Koç Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi, Tağar Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi, Pancarlık Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi alçı ve Aziz Simeon Kilisei'nden alınan örneğin 1 adedi alçı karışımı olduğu görülmüştür. μ -FTIR sonuçlarında Aşk Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi, Yusuf Koç Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi, Aziz Simeon Kilisei'nden alınan örneğin 1 adedi, Pancarlık Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi sarı demir oksit ve Tağar Kilisesi'nden alınan örneğin 1 adedi alçı ve kiraç karışımı olduğu görülmüştür. FTIR ve Raman sonuçları birbirini desteklemektedir. Toprak kökenli sarı okra (sarı demir oksit) pigmenti prehistorik dönemden itibaren kullanılan sarı-turuncu renkli pigmenttir [37,38]. Oldukça eski dönemlerde keşfedilen kırmızı okra (demir oksit) pigmenti elde edilen sonuçlarda tez çalışma kapsamında seçilen kiliseler ile pigmentin dönemsel kullanımı tarihi ile uyum göstermektedir. Sarı rengin Aşk, Tağar, Yusuf Koç, Aziz

Simeon ve Pancarlık Kiliselerinde sarı renkli pigmentlerin tek olarak sarı okra veya sarı demir oksit şeklinde veya alçı-kireç ile karıştırılarak kullanıldığı tespit edilmiştir.

Kiliselerden 14 adet kırmızı ve bordo renkli pigment örneği alınmıştır. μ -Raman sonuçlarında Aşk Kilisesi'nden alınan 2 adet örneğin, Yusuf Koç Kilisesi'nden alınan 3 adet örneğin, Aziz Simeon Kilise'sinden alınan 1 adet örneğin, Tağar Kilisesi'nden alınan 1 adet örneğin, Hallaç Manastırı'ndan alınan 3 adet örneğin, Pancarlık Kilisesi'nden alınan 3 adet örneğin ve Keşlik Manastırı'ndan alınan 1 adet örneğin kırmızı okra pigmenti olduğu görülmüştür. μ -FTIR sonuçlarında Aşk Kilisesi'nden alınan 2 adet örneğin, Yusuf Koç Kilisesi'nden alınan 2 adet örneğin birinin, Aziz Simeon Kilise'sinden alınan 1 adet örneğin, Tağar Kilisesi'nden alınan 1 adet örneğin, Hallaç Manastırı'ndan alınan 3 adet örneğin, Pancarlık Kilisesi'nden alınan 3 adet örneğin, Keşlik Manastırı'ndan alınan 1 adet örneğin kahve demir oksit ve Yusuf Koç Kilisesi'nden alınan 2 adet örneğin diğerinin kahve demir oksit ile sarı demir oksit karışımı olduğu görülmüştür. μ -Raman ve μ -FTIR sonuçları birbirini desteklemektedir. Toprak kökenli kırmızı okra (kahve demir oksit) pigmenti prehistorik dönemden itibaren kullanılan kırmızı-bordo-kahve renkli pigmenttir [38,102]. Oldukça eski dönemlerde keşfedilen kırmızı okra (demir oksit) pigmenti elde edilen sonuçlarda tez çalışma kapsamında seçilen kiliseler ile pigmentin dönemsel kullanımı tarihi ile uyum göstermektedir.

Sonuçlar göz önüne alındığında tez çalışması kapsamında seçilen kiliselerin genelinde mineral kökenli (hematit, limonit, geotit, alçı taşı, zincifre, minyum, barit, carbon, batanit, aragamit) pigmentlerin kullanıldığı görülmüştür [100, 103]. Yapıldığı dönem ve konumlarındaki farklılıklara rağmen benzer pigmentlerin hem 8-13 yüzyıl kiliselerinde hemde 18-20 inci yüzyıl kiliselerinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Minyum, vermilyon gibi insan sağlığına zararı sonradan keşfedilmiş bazı pigmentlerin bölgede kullanımı dikkat çekicidir. Ayrıca lazurit gibi Afganistan kökenli pigmentin Göreme'de Tokalı Kilisesi dışında Ürgüp ve çevresindeki duvar resimlerinde de tercih edildiği görülmüştür [100]. Son dönemde inşa edilen Hıdırellez Kilisesi ile diğer 8-13 yüzyıl kiliselerinin μ -XRF, μ -Raman ve μ -FTIR verileri kıyaslandığında element ve pigmentlerin çeşitlendiği, kireç ve alçının yanı sıra renk açıcı olarak barit mineralinin kullanıldığı görülmektedir. Elde edilen verilerde Kapadokya Bölgesi'ndeki resim sanatçılarının pigment tercihlerinde 8-13 yüzyıl duvar resimlerinde geleneksel olarak

benzer pigmentler ile devam ettiği, teknoloji ve bilimin gelişmesi ile son dđnemde (18-20. Yzyıllarda) yapılan duvar resimlerinde ise yeni (đnceki dđnemlerde kullanılmayan kırmızı ve renk açıcı) pigmentlerin denendiği gđrđlmektedir.



KAYNAKÇA

1. Esin, U., Doğal Çevre ve Kùltürler, Kapadokya, s.65, *İstanbul*, 1998.
2. Baydur, N., Kùltepe ve Kayseri Üzerine Araştırmalar, s.114-116, *Ankara*, 1970.
3. Umar, B., Türkiye’de Tarihsel Adlar, *İstanbul*, s.378, 1993.
4. Topal, N., “Seyyahların Gözüyle Avanos ve Çevresi”, *Avanos Sempozyum Bildirisi*, s.101-111, *Nevşehir*, 2014.
5. Dođaner, S., “Peribacalarının Turizm Bakımından Önemi”, *Türkiye Cođrafya Dergisi*, s. 25-39, *İstanbul*, 1995.
6. Madran, E., “Seyahatnamelerde Anadolu Kenti”, *IX. Türk Tarih Kongresi (Ankara 21-25 Eylül 1981)*, III, s. 1303-1322., *Ankara*, 1989.
7. İnternet: Ürgüp Kaymakamlığı “<http://www.urgup.gov.tr/>”, 2019.
8. İnternet: *Kùltür ve Turizm Bakanlığı*, Kùltür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü “<http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR-44433/goreme-milli-parki-ve-kapadokya-nevsehir.html>”, 2019.
9. Barut, F., “Bizans Dönemi Kapadokya Kiliseleri Duvar Resimlerinde Koimesis (Meryem’in Uykusu) tasvirleri, Hacettepe Üniversitesi,Sosyal Bilimler Enstitüsü”, *Doktora Tezi*, s.40-69, *Ankara*, 2012.
10. Ferguson, E., “*Encyclopedia of Early Christianity (Garland Reference Library of the Humanities, Vol. 1839) - One Volume*”, s.210-230, *Bosa Roca, United States*, 1998.
11. Wharton, A. J., “Rock-Cut Churches and Dwellings, The Oxford Dictionary of Byzantium, III. Cilt”, s.14-20, *New York*, 1988.
12. Hillenbrand, R., “*The Art of the Saljūqs in Iran and Anatolia: Proceedings of a Symposium Held, 4. cilt/Islamic Art and Architecture Series*”, s.265-267, *Edinburgh*, 1982.
13. Tuncel, M., “*Oluşum Çağları-Yanardağların Armağanı*”, Kapadokya, *Editör Metin Sözen*, s.16-43, *Ayhan şahenk Vakfi, İstanbul*, 1998.
14. Gülyaz, M. E., “Cappadocia”, *Korpus Yayınları*, syf.17-18, *İstanbul*, 2015.
15. Sevin, V., “*Tarihsel Cođrafya*”, Kapadokya, *Editör Metin Sözen*, s.44-61, *Ayhan şahenk Vakfi, İstanbul*, 1998.
16. Strabon, “Geographika –Antik Anadolu Coğrafyası”, *Çeviri Adnan Pekman, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul*, 2000

17. Balcı, S., “*Kapadokya Bölgesi (Orta Anadolu) Yontmataş Buluntuları: Tekno-Kronolojik Bir Değerlendirme*”, *Anadolu Prehistorya Araştırmaları Dergisi*, s.180, Ankara, 2015.
18. Gülyaz, M. E., “*Dünya Mirasında Türkiye-Göreme Ulusal Parkı ve Kapadokya Kayalık Sitleri*”, Editör Gül Pulhan, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, *Sanat Eserleri Dizisi*, s.134-139, Ankara, 2006.
19. Alanyalı H. S., “*Anadolu Arkeolojisi*”, T.C. Anadolu Üniversitesi, *Açık Öğretim Fakültesi Yayını*, s.87-105, Eskişehir, 2010.
20. Saltuk, S., “*Arkeoloji Sözlüğü*”, İnkılap Kitabevi, s.10-50, İstanbul, 1997.
21. Akurgal, E., “*Anadolu Kültür Tarihi*”, Phoenix Yayınları, s.350-358, İstanbul, 2015.
22. Sever, D., Bilgiç, E., “*Ankara Kültepe Tabletleri-1*”, Türk Tarih Kurumu Basımevi, s.248-255, Ankara, 1990.
23. Yuluğ, E. “*Çatalhöyük’te Şamanizm İzleri, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*”, “*Yüksek Lisans Tezi*”, s.93, Ankara, 2018.
24. Tekin, O., “*Helenistik Çağ ve Roma İmparatorluk Döneminde Kapadokya Krallığı*”, Kapadokya, Editör Metin Sözen, *Ayhan Şahenk Vakfı*, s.194-225, İstanbul, 1998.
25. Adıbelli, R., “*Kapadokya Bölgesindeki Hristiyanlık Tarihi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü*”, “*Yüksek Lisans Tezi*”, s.15, Konya, 2002.
26. Akyürek, E., “*Kapadokya’daki Bizans*”, Editör Metin Sözen, *Ayhan Şahenk Vakfı*, s.226-395, İstanbul, 1998.
27. Sözen, M. “*Selçuklu ve Osmanlı Dönemi*”, Editör Metin Sözen, *Ayhan Şahenk Vakfı*, s.396-395, İstanbul, 1998.
28. Internet: ICOMOS, “*World Heritage rock art sites- International Council on Monuments and sites, Paris, 2012*”, 2019.
29. Brunet, J., “*La conservation des grottes et des abris préhistoriques, monumental 2006 Dossier Les grottes ornées*”, s.22-29, Paris, 2006.
30. Mora, L., Torraca, G., Virginia, A., “*Case studies in the conservation of stone and wall paintings: Contributions to the 1986 IIC Congress*”, p.38-43, Bologna, 1986.
31. Fuat Yılmaz, “*Antik Dönem Fresk Yapım Teknikleri*”, *Trakya Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 4*, s. 95-103, Edirne, 2012.

32. İnternet: *UNESCO*, "https://www.icomos.org/images/Doc_centre/BIBLIOGRAPHIE S/wh_2012_rock_art_sites.pdf", 2019.
33. Somay, O., "Antik Çağ Resminde Enkaustik ve Boyalar", *Anadolu Araştırmaları XIII*, s. 143-151, *Ankara*, 1994.
34. Pfälzner, P., "Between The Aegean And Syria: The Wall Paintings From The Royal Palace Of Qatna", s.150-155, *Wiesbaden*, 2008.
35. Mackenzie, W. S., Adams, A. E., "A colour atlas of rocks and minerals in thin section", p.80-105, *London*, 2003.
36. Dikilitaş, G., "Duvar Resimlerinin Bozulmasına Neden Olan Etkenler ve Koruma Uygulamaları, İstanbul Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü", "Yüksek Lisans Tezi", s.17-23, *İstanbul*, 2005
37. İnternet: "https://www.naturalpigments.com/" , 2019.
38. İnternet: "http://www.webexhibits.org/pigments/" ,2019.
39. İnternet: "http://rruff.info/" ,2019.
40. İnternet: "http://www.johnbetts-fineminerals.com/index.htm" , 2019.
41. Ergün, E., Türkiye Atom Enerji Kurumu (Radyon ve Hızlandırıcı Teknolojileri Dairesi), *Ankara*, 2017.
42. Forness, P. M., "The Christological Debates and the Miracles and Sufferings of Christ", *Preaching Christology in the Roman Near East*, pp.56-88, *Oxford, England*, 2019.
43. Abay, M., "M.S. I-IV. Yüzyıllarda Kapadokya Kentlerinde Hıristiyanlığın Yayılması, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü", "Y.lisans tezi", s.73, *Isparta*, 2012.
44. Johnson, T. M., "Historical Statistics of the Christian Church", *The Encyclopedia of Christian Civilization-IV*, s. 2601, *ABD*, 2013.
45. Pürlü, K., "Selçuklular Dönemi", *Sivas Sempozyumu Bildirileri*, 1. sayı/Sivas 1000 Temel Eser, s.153, *Sivas*, 2005.
46. Gürbıyık, C., Ünal, C., "19. Uluslararası Ortacağ ve Turk Donemi Kazıları ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu I-II Cilt.", s.457-487, *Ankara*, 2019.
47. Stuart, B. H., "Analytical Techniques in Materials Conservation, John Wiley & Sons Ltd, Chichester", s.139., *İngiltere*, 2007.

48. Zararsız, A., "Türkiye Atom Enerjisi Kurumu: Kültürel Mirasın Nükleer Tekniklerle Tanımlanması ve Korunması", s.17., Ankara, 2011.
49. Kılıçkaya, S., "Temel Fizik", Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 1996.
50. İnternet: "https://muhendistan.com", 2019.
51. Eroğlu, Ş., "X Işınları Spektrometresi ile Kimyasal Analiz", İstanbul Üniversitesi AVYS, s.15-30, İstanbul, 2014.
52. Yalamaç, E., "Elementel Analiz için X-ışını Spektrometresi", Celal Bayar Üniversitesi, s.14-23, Manisa, 2018.
53. Zararsız, A., "Kültürel Varlıkların Tanımlanması ve Korunmasında Kullanılan Nükleer Teknikler", Türkiye Atom Enerji Kurumu (Radyon ve Hızlandırıcı Teknolojileri Dairesi), Ankara, 2019.
54. Aygün, E., "Atom ve Molekül Fiziği", s.200-230, Ankara, 1998.
55. Wolf, H. C., Haken H., "Atom ve Kuantum Fiziği", s.476-520, Çevirmen: İbrahim Okur, Değişim Yayınları, İstanbul, 2000.
56. Uyanık, C., "X-Işınları Kristalografisi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü", "Yüksek Lisans Tezi", s.2-30, Edirne, 2011.
57. Şahin, Y., "Çekirdek Fiziğinin Esasları", Atatürk Üniversitesi Yayınları, s. 30-55., Erzurum, 1999.
58. İnternet: Türkiye Atom Enerji Kurumu "http://www.taek.gov.tr/tr/", 2019.
59. Hess, C., "Raman spectroscopy: basic principles and applications", C. NMR Spectroscopy: Basic Principles, Concepts and Resonance Spectroscopy 281. s.2-10, Berlin, 2006.
60. Settle, F.A. "Handbook of instrumental techniques for analytical chemistry", p.270-285, Prentice, Inc., New Jersey, 1997.
61. Skoog, D. A., Holler, F. J., Crouch, S.R., "Principles of instrumental analysis", Editör Kılıç Esmâ, Köseoğlu Fitnat, Yılmaz Hamza, s.272-500, Ankara, 2006.
62. Merey, G., "Aletli Analiz Yöntemleri", Hitit Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü Ders Notları, s.15-18, Çorum, 2010.
63. Marutoiu, C., Bratu, I., "FTIR analysis of painting materials from the Church Saint Paraschiva, of Poienile Izei", International Journal of Conservation Science Volume 2, Issue 1, s. 29-35, Maramureş, Romania, 2011.

64. Iwaki M, Andrianambinintsoa S., Rich P, Breton J., “Attenuated total reflection Fourier transform infrared spectroscopy of redox transitions in photosynthetic reaction centers: comparison of perfusion- and light-induced difference spectra”, *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc* 58, s.1523–1533, London, 2002
65. İnternet: “www.kimyaevi.com“, 2019.
66. Rich, P., Iwaki, M., “Methods to probe protein transitions with ATR infrared spectroscopy”, *Mol BioSyst* 3; Royal Society of Chemistry , s.398–407, London, 2007.
67. KULEASAN, H., “Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) Spektroskopisi ve gıda analizlerinde kullanımı”, *Gıda* 39 (4): s.235-241, Isparta, 2014.
68. Emine GÜLER, *Kiliselerin Konumu Gösteren Harita Çizimi*, 2019.
69. Robert G. Ousterhout, Visualizing Community, Art, Material Culture, and Settlement in Byzantine Cappadocia, *Dumbarton Oaks Studies*, 46. Washington, p.65, p.110, p.281, 2017.
70. Gülyaz, M., *Nevşehir Müze Müdürlüğü envanter bilgileri*, Nevşehir, 2019.
71. Giovannini, L., “Art Of Cappadocia”, Istituto Internazionale Di Arte Liturgica Rome-Chicago, Nagel Publishers, p.95-139,140-159,78,151-169,160-164,145-159,140-155, 132-137, 94-145, 195-215, Geneva, Switzerland,1971.
72. Rodley, L., “Cave Monasteries of Byzantine Cappadocia”, *Cambridge University*, p.203, *ABD*,1985.
73. Dursun, N., *Ürgüp Müze Müdürlüğü envanter bilgisi*, Nevşehir, 2019.
74. Jolivet-Levy, C., “La Cappadoce un siècle après Guillaume de Jerphanion Tome 1 & La Cappadoce un siècle après Jerphanion Volume set 1-2”, ed. Paul Geuthner, s.280,*Paris*, 2015.
75. İnternet: “https://www.nukleonlab.com.tr/”, 2019.
76. İnternet “https://www.laboratuvar.com.tr/”, 2019.
77. Koçyiğit, F., “Tağar (St. Theodore) Kilisesi Duvar Resimleri, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü“, “Doktora Tezi”, Çizim No 1, s.159.
78. Restle, M., “Byzantine Wall Painting in Asia Minor”, I. Cilt p.155, III. Cilt, p.85 Ed. *Irene Rosalind Gibbons*, Irish University Press, *Dublin*,1969.
79. ÜNSER, Ş., “Ürgüp’te Bulunan Hıdırellez Kilisesi ve Osios Ioannis Rossos Kultu”, 19. *Uluslararası Ortacağ ve Turk Donemi Kazıları ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu(2015:Manisa)*, Turk Tarih Kurumu, s.457-487, *Ankara*, 2019.

80. İnternet: *Bruker Micro XRF* “<https://www.bruker.com/products/x-ray-diffraction-and-elemental-analysis/micro-xrf-and-txrf/artax/overview.html>” , 2019.
81. Bedford, C., “*Characterising Chumash Rock Art Pigments Using Portable XRF, Forensic and Investigative Sciences*” , “*Master Thesis*” , s.170-178, California, 2013.
82. Howell,G., Edwards, M., Chalmes, J. M., “*Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History*” , pp.230-232, London, 2005.
83. İnternet: *Bruker Product* “<https://www.bruker.com/>” ,2019.
84. İnternet: *Thermo Tecnology* “www.thermo.com” ,2019
85. İnternet: *Thermo Static* “<https://static.thermoscientific.com/images/D10726~.pdf>” ,2019.
86. İnternet: *Nicolet Pruduct* “<https://fscimage.fishersci.com/images/D10759~.pdf>” ,2019.
87. Tahir, F., Mack J., Islam, M.T., Robertson J., “*Process monitoring and fault detection on a hot-melt extrusion process using in-line Raman spectroscopy*”, *Computers & Chemical Engineering* 125, s.410-414, Amsterdam,2019
88. Kantoğlu,Ö., “*FTIR ve Raman ile Kültürel Varlık Uygulamaları*”, Türkiye Atom Enerji Kurumu (Radyon ve Hızlandırıcı Teknolojileri Dairesi), Ankara, 2019.
89. Bersani I. D., Barone G., Lottici P. P., “*Ored Gems: A Review On Non Destructive And Non Invasive Approaches In Art And Gemmology*”,s.130-140, Catania, 2005.
90. Smith, D. C. , Bouchard, M., Lorblanchet, M., “*An Initial Raman Microscopic Investigation of Prehistoric Rock Art in Caves of the Quercy District, S. W. France*”, *Journal of Raman Spectroscopy*, Cilt: 30, Sayı: 4, s.347–354, France, 1999.
91. Edwards, H. G. M., Farwell, D. W., Faria, D. L. A., Monteiro, A. M. F. , Afonso, M. C. , Blasis, P. D., Eggers, S., “*Raman Spectroscopic Study of 3000-Year-Old Human Skeletal Remains from a Sambaqui, Santa Catarina*”, *Journal of Raman Spectroscopy*, Cilt: 32, Sayı: 1, s.19, London, 2001.
92. Cacciola, A., Ratzan, D., Yardley, J. T., Hagadorn, A., Bagnall, R., Goler, S. “*Characterizing the age of ancient spectroscopy: Characterizing the age Egyptian manuscripts through micro-Raman of ancient Egyptian manuscripts*”, *Journal of Raman Spectroscopy* 47(10) , pp. 1185-1193, Cambridge,2016
93. Rohani, N. , Salvant, J. , Bahaadini, S. , Cossairt, O., Walton, M., Katsaggelos, A., “*Automatic pigment identification on roman Egyptian paintings by using sparse*

- modeling of hyperspectral images*”, 24th European Signal Processing Conference (EUSIPCO), s. 278-292, Budapest, 2016.
94. Briceño, S., Jamett, A., Galeas, S., Campaña, O., Guerrero, V., Arroyo, C. R., Debut, A., Mowbray, D. J., “An Archaeometric Characterization of Ecuadorian Pottery, *Scientific Reports* 9(1):2642”, s.55-94, Quito, 2019.
95. Baisch, U., “Crystallographic Studies in Cultural Heritage: Solid State Behavior of Inorganic Pigments”, s. 68-70, Venica, 2015
96. Laskaris, N., Perraki, M., Ganetsos, T., Merkouri, C., Koutliani, K., “Pigments Identification in Oil Paintings of 18th–19th Century from the Museum of Post-Byzantine Art of Zakynthos Using Raman Spectroscopy and XRF”, , October 29 – November 3; 7th International Conference, EuroMed Proceedings, Part II, s.85-96, Cyprus, 2018.
97. Kantoğlu, Ö. , Ergün, E. , Zararsız, A. , Kırmaz, R. , Kalaycı, Y. , Bayır, Ö. , “Colour and Ink Characterization of to the twentieth in Ottoman Diplomatic Documents Dating from the thirteenth Century”, *Restaurator*.2018;39(4), s.265-288,2018.
98. Demir, S., Serifaki, K., Böke, H., “Execution technique and pigment characteristics of Byzantine wall paintings of Anaia Church in Western Anatolia”, *Journal of Archaeological Science: Reports* 17, s.39-46, 2018.
99. Pelosi, C., Agresti, G. , Andaloro, M. , Baraldi, P. , Pogliani, P., Santamaria, U. , “The rock hewn wall paintings in Cappadocia(Turkey).Characterization of the constituent materials and a chronological overview”, 10th International Conference of the Infrared and Raman Users Group (IRUG) in Barcelona, p.78-100, Spain, 2012.
100. İnternet: “www.mindat.org/min-5589.html” ,2019.
101. BAKAR, C., BABA, A., “Metaller Ve İnsan Sağlığı: Yirminci Yüzyıldan Bugüne ve Geleceğe Miras Kalan Çevre Sağlığı Sorunu”, *1.Tıbbi Jeoloji Çalıştayı*,s.162-166, Ürgüp, 2009.
102. İnternet: *Live Science* “www.livescience.com/64138-ochre.html”, 2019.
- 103.İnternet: *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü* “www.mta.gov.tr/v3.0/bilgimerkezi/”, 2019.

ÖZGEÇMİŞ

Hatice TEMUR YILDIZ 1988’de Ürgüp’te doğdu. İlk ve ortaöğretimini Nevşehir’de bulunan Özel Kardelen İlköğretim Okulu ve Özel Kardelen Lisesi’nde tamamladı. Kazandığı Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümü lisans eğitiminden 2010 yılında mezun oldu. 2013 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Bölümünde yüksek lisansa başladı ve aynı yıl Kültür ve Turizm Bakanlığı’na restoratör kadrosu ile atandı. 2014 yılı itibari ile Nevşehir Restorasyon ve Konservasyon Bölge Laboratuvarı Müdürlüğü’nde Müdür Vekili görevini sürdürmektedir. 2018 yılında Yasin YILDIZ ile evlendi.

Adres: Nevşehir Restorasyon ve Konservasyon Bölge Laboratuvarı Müdürlüğü
Yeni Kayseri Cad., 350 Evler Mah., Türbe Sok., Kültür Merkezi Binası, No:18
Giriş Katı Merkez/NEVŞEHİR
Telefon: 0384 214 20 15
E-mail: hatice.temur@kulturturizm.gov.tr