

MÜZE İÇ ORTAM HAVA KALİTESİ ARAŞTIRMALARI İÇİN REAKTİK KUPON YÖNTEMİ VE İLK ANALİZLER

Ferhat KARACA
Feyza ÖZDEMİR
Bayram ÜNAL
Sami GÖREN

ÖZET

Bu çalışmanın amacı müzelerde iç ortam hava kirleticilerinin müze envanterinde bulunan tarihi ve kültürel mirasa etkilerinin araştırılması ve ilgili envanter yüzeylerinin karşılaştığı risklerin değerlendirilmesi amacıyla reaktif kupon kullanım yönteminin araştırılmasıdır. Bu amaçla Dolmabahçe Saray içinde bulunan tarihi eser niteliğindeki envanterin yüzey risk değerlendirmesi; alüminyum, bakır ve mermer olmak üzere üç tip reaktif kupon kullanılarak yapılacaktır. Bu çalışmada uygulanacak bu yöntem için geliştirilen örnekleme sistemi ve örnekleme sisteminde yürütülecek analizlerin detayları tartışılmıştır. Saraya yerleştirilecek reaktif kuponların şahit analizleri veya diğer bir tabirle maruziyet önceki analizleri Raman spectroscopy, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), ve Scanning Electron Microscope (SEM) analiz yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Bu suretle reaktif kuponların fiziksel özellikleri, yüzey morfolojisi ve kimyasal yapısı tanımlanmıştır. Örnekleme süreci bir senelik bir dönemi kapsadığı için maruziyet sonrası yürütülecek analiz ve bulgular daha sonra yapılacak çalışma ve bildirimler kapsamında sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: İç Ortam, Reaktif kupon, Raman spectroscopy, FTIR, SEM

ABSTRACT

The purpose of this study inventory effect of indoor air pollutants in museums and inventory method to investigate the use of coupons to order to assess the effects of reactive surfaces and related in the the museum's historical and cultural heritage assessment of the risks faced in. □ort his purpose, aluminum, copper and marble will be using three types of reactive coupon to assessment inventory the Dolmabahce Palace in the historical artifacts in the surface nature of risk.

In this study method is applied to the sampling system was developed for be carried out sampling and analysis system are discussed. Analysis of blank reactive coupons placed in the palace in other words analysis of previous exposure to a phrase using by Raman spectroscopy, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and Scanning Electron Microscope (SEM) analysis methodologies. In this way, reactive coupons physical properties, surface morphology and chemical structure was identified. After exposure for a period of one year covered by the sampling process, analysis and findings are then carried out within the scope of the work and papers will be presented.

Key Words: Indoor air, reactive coupons, Raman spectroscopy, FTIR, SEM

1. GİRİŞ

Gelişmiş ülkeler ve Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkeler, müzelerde iç ortam hava kalitesinin, hava kirleticileri açısından yönetilmesi ve kontrol edilmesi amacıyla çalışmalar yapmakta ve konuyla ilgili yönergelerle yaptırım uygulamaktadırlar [1, 2]. Bu konu özellikle Avrupa ülkelerinde ve gelişmiş diğer

ülkelerde her zaman güncelliğini koruyan ve ilgiyle çalışılmakta olan bir konudur. Yakın zamanda benzer konularda yapılmış bir çok yenilikçi yaklaşım ve çalışma bulunmaktadır [3, 4, 5, 6].

Müzelerde kirleticilerin izlenmesi için önerilebilecek en etkin yöntem küçük boyutlu ve estetik açıdan sorun oluşturmayacak, müze ruhuna uygun örnekleme alternatiflerinin veya örnekleyicilerin kullanılmasıdır. Bu durumda en etkin örnekleme yöntemleri pasif örnekleyiciler veya benzer mantıkla uygulanan izleme kuponları gibi alternatiflerdir.

Müze iç ortam hava kalitesine yönelik parametrelerin incelenmesinde veya örneklenmesinde yaygın olarak kullanılması önerilen yöntem pasif örnekleme yöntemidir. Müzeler için kritik kirleticilerin PM hariç hepsi pasif örnekleme yoluyla iç ortamlarda başarıyla örneklenebilmektedir. Bu kirleticilerin pasif ve aktif örnekleme yoluyla incelenmesi konusunda literatürde yeterli ve çok sayıda kaynak bulunmaktadır [7, 8, 9, 10].

Mesela; La Gennusa ve ark yaptıkları bir çalışmada İtalya'da bulunan bir müzede kirleticiler ve müze iç ortam şartlarının eserler üzerindeki korozif etkileri araştırmak için kirletici türlerine karşı hassas olan reaktif kuponlar kullanarak bir çalışma yapmışlar ve bu tip sistemlerin müzelerde kullanılmasını önermişlerdir [11]. Bu araştırmacılar çok küçük boyutlarda ve yaklaşık 1 mm kalınlıkta mermer, bakır ve alüminyum karışımı iki ayrı kuponu bu amaçla kullanarak uzun süreli (1 yıl) maruziyet sonrasında kuponlar üzerinde meydana gelen hasarları incelemek sureti ile bu çalışmada bilimsel bulgular elde etmişlerdir.

Bu çalışmada Dolmabahçe Sarayı'nın iç hava kalitesi özelliklerinin tarihi eserler üzerindeki etkilerinin araştırılmasına yönelik kullanılacak olan "reaktif kupon" analiz yöntemine ait ilk bulgular ve uygulanan araştırma yöntemleri detayları ile tartışılacaktır. Bildirinin amacı elde edilen sonuç bulgularının tartışılması değil, yürütülmekte olan projenin yöntemi hakkında bilgi vermek ve bilimsel paylaşımı sağlamaktır.

2. METOT VE YÖNTEM

2.1. Dolmabahçe Sarayı

Binanın kendine has yapısal özellikleri, dış ortamdaki kirletici değerlerin bölgeye özel olması, vs. faktörler objelerde oluşan hasarın hangi kirleticilerden kaynaklandığı sorusuyla çalışma konusuna yön vermektedir. Dolmabahçe Sarayı, Beşiktaş bölgesindeki en aktif yollardan birisinin hemen yanına inşa edilmiştir. Halihazırda sarayın dış cephesinde gözle yapmış olduğumuz incelemede önemli derecede kirlilik maruziyetine bağlı olarak hasar, kirlenme, renk kaybı, solma, lekelenme, korozyon ve deformasyon gibi etkilerin olduğu gözlemlenmiştir. Bu da bölgenin yoğun bir kirlilik etkisi altında bulunduğunu açık ve net göstermektedir. Binanın bir cephesi yoğun olarak trafik etkisine maruz kalırken diğer cephesi de deniz kaynaklı tuz, sprey, rutubet ve benzeri etkilere mazur kalmaktadır. Yapmış olduğumuz ilk incelemelerde bu her iki cepheye bakan odalardaki objelerde meydana gelen hasarların (solma, renksizleşme, lekelenme, çürüme, vs.) farklı şekil ve oranlarda olduğu gözlemlenmiştir. Ön değerlendirmelerimize göre bina çevresinde duvarlar nedeniyle (binayı çevreleyen duvarlar çok yüksek inşa edilmiştir) mikro ölçekte kapalı bir alan oluşmakta ve aşırı toz birikmesine bağlı olarak doğal etkilerle önemli toz yükselmeleri dolayısıyla da bina içersine yoğun toz girişleri olmaktadır. Bölgenin trafik ve deniz tuzlarından yoğun olarak etkilenen bir noktada olması bu kaynaklardan yayılan toz kompozisyonunun özellikle izlenmesini gerektirmektedir. SO₂, NO₂ ve O₃ kirleticilerinin iç ortamda bulunan objeler üzerindeki etkileri literatür de iyi biliniyor olsa da, bölgeye özel bu toz kompozisyonunun iç ortamda saklanan ve sergilenen tarihi malzemeler üzerindeki etkileri daha önce incelenmiş bir konu değildir.

Binada kullanılan malzemeler (ahşap ağırlıklı) iç ortamda kirlilik oluşumunu (biyolojik bozulma) tetikleyici bir yapı arz etmektedir. Sarayın bir diğer cephesi ise boşza sıfır mesafede bulunmaktadır. Deniz kaynaklı partiküllerin (veya parçacıkların) de Saray iç ortam hava kalitesine etkileri olduğu/olacağı unutulmamalıdır. Tüm bu faktörler dikkate alındığında Dolmabahçe Sarayının

bulduğu yer ve konum itibarıyla dış ortamın hava kalitesinden yoğun bir şekilde etkilenen bir mekan olduğu rahatlıkla söylenebilir.

2.2. Reaktif Kuponlar

İlgili literatür incelendiğinde bu tip çalışmalarda kullanılacak reaktif kuponların yüksek seviyede saf olmaları elde edilecek bulguların güvenilirliği açısından son derece önemlidir [11]. Bu çalışmada üç tip kupon (bakır, alüminyum ve mermer) kullanmayı planlamaktayız. Bu kuponlardan bakır ve alüminyum olanların yüksek saflıkta olması için bir pazar araştırması yapılmış ve Türkiye'de ilgili sektörde uzman tedarikçi firmalarla görüşülmüştür. Üretim süreçlerindeki bir takım belirsizlikler nedeni ile ilgili firmalar bize yerli üretim malzemelerde %99 saflığın hedeflendiğini daha saf malzemenin yurtdışından getirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Sonuç olarak ilgili ürünlerin %99,99 seviyesinde saflıkta üretilmiş 3 mm'lik plakaları yurtdışından temin edilmiştir. Bu plakalar istediğimiz boyutlarda mekanik yöntemlerle kesilerek kuponlar haline getirilmiştir.

İlgili plakaların yüzeyleri paslanmaya karşı dayanımını artırmak için standart bir işlem olarak yurtdışındaki üretici firma tarafından ısıtma işleminden geçirilmiş ve pürüzsüz hale getirilmiştir. Bu durum araştırma hedefiyle uyumsuzdur. Benzer durumlarda literatürde yapılan uygulama yüzeylerin mekanik zımparalama ile tahrif edilmesi yöntemidir. Aynı yöntemlerle (zımparalama) bu kuponların yüzeylerinde 5~50 mikronluk tahrifat yaparak kuponları hava ile daha rahat temas edebilecek, yani reaktif özellik kazanabilecek hale getirilmiştir. Kuponların yüzeyleri ilk olarak 3000'lük su zımparası ile ve daha sonrada 1200'lük su zımparası ile tek yönde zımparalanmış ve olabildiğince homojen ve benzer pürüzlü yüzeyler oluşturulmuştur.

Mermer kuponlarda ise tam anlamıyla saf veya diğer bir tabirle homojen malzeme bulmak mümkün değildir. Mermer üretici ve tedarikçisi firmalarla yapılan görüşmeler sonunda yapısı en kararlı, homojen ve mermer kalitesi yüksek olan ürün grubunda kalsit yapılı "Afyon Beyazı" tabir edilen mermerin olduğu ve bu ürünün amacımıza yönelik kullanılabileceği belirlenmiştir. Bir üretici firmadan 4 mm kalınlığında 2,5×10 cm boyutlarında kuponlar (Afyon Beyazı) temin edilmiştir. Bu tip mermerlerin geleneksel olarak banyo, hamam ve tarihi eserlerde en sık kullanılan mermer türü olduğu çalışma ekibimizdeki uzmanlar tarafından da doğrulanmıştır. Mermer kuponların yüzeyleri de metal kuponlarda yapılan tahrifat işlemine tabi tutulmuş ve yüzeyleri reaktif hale getirilmiştir.

2.3. Şahitlerinin Analizi

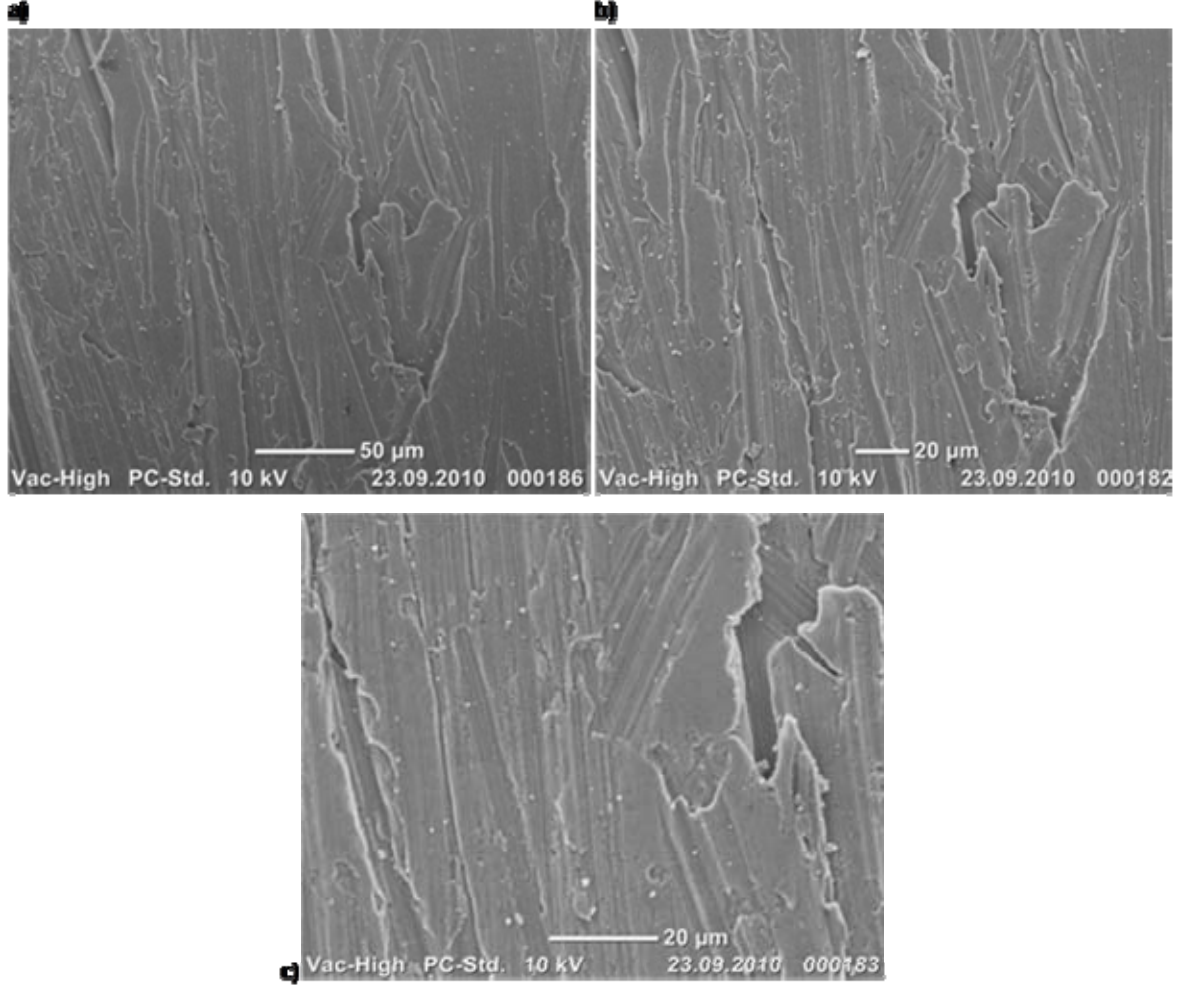
Saraya yerleştirilecek reaktif kuponların şahit analizleri veya diğer bir tabirle maruziyet öncesi analizleri Raman Spectroscopy, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), ve Scanning Electron Microscope (SEM) analiz yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Üretilen reaktif kupon şahitlerinin analizlerine geçmeden önce yüzeylere yapışmış olabilecek mikron boyutlu parçacık ve tozların giderilmesi için kuponlar ultrasonik banyoda ultra saf su içerisinde 15 dakika yıkanmış ve sonrasında vakum havalandırılmalı etüvde kurutularak parafilm kaplanmış ve Biyo&Nano Teknolojileri Araştırma & Geliştirme Merkezine (<http://binatam.fatih.edu.tr>) transfer edilmişlerdir.

3. SONUÇ

3.1. Scanning Electron Microscope (SEM) Analizleri

Reaktif kuponların yüzey analizlerinde ilk olarak yüzey morfolojisini belirlemeye yönelik olarak Scanning Electron Microscope (SEM) analizi kullanılmıştır. Hali hazırda kullanılan kuponlar saf ve kirlenmemiş oldukları için Transmission Electron Microscopy (TEM) analizlerine ihtiyaç duyulmamaktadır. TEM analizleri maruziyet sonrasında yapılacak ve yüzeylerdeki birikinti, korozyon veya parçacıkların kimyasal içerikleri de belirlenebilecektir. Şekil 1'de alüminyum kuponların yüzey morfolojisi verilmiştir. Görüldüğü üzere yüzeylerde mikron boyutlu tahrifat yapılmıştır. Fakat herhangi

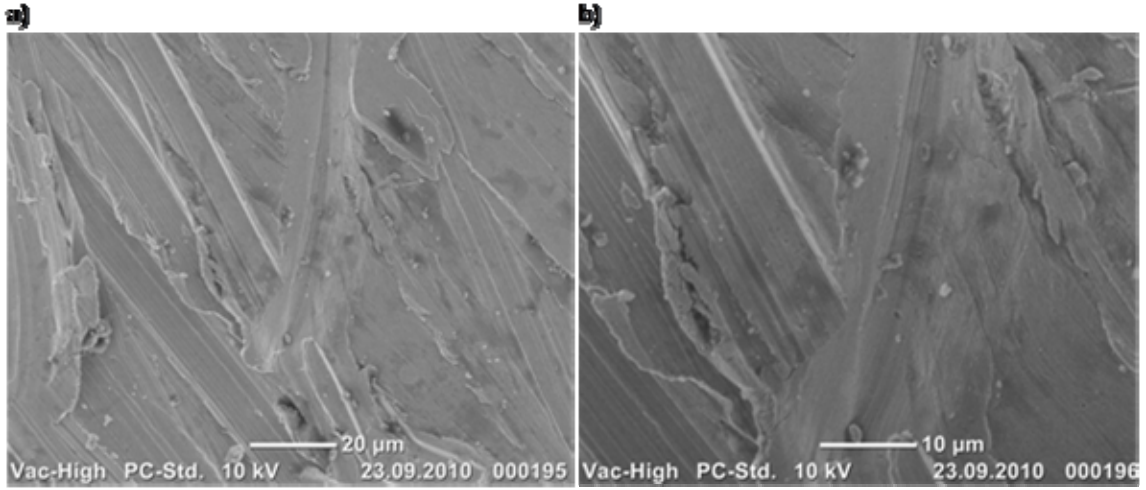
bir paslanma, korozyon veya birikinti oluşumu bulunmamaktadır. Yüzeyler temiz, kimyasal veya biyolojik açıdan bozunmamıştır.



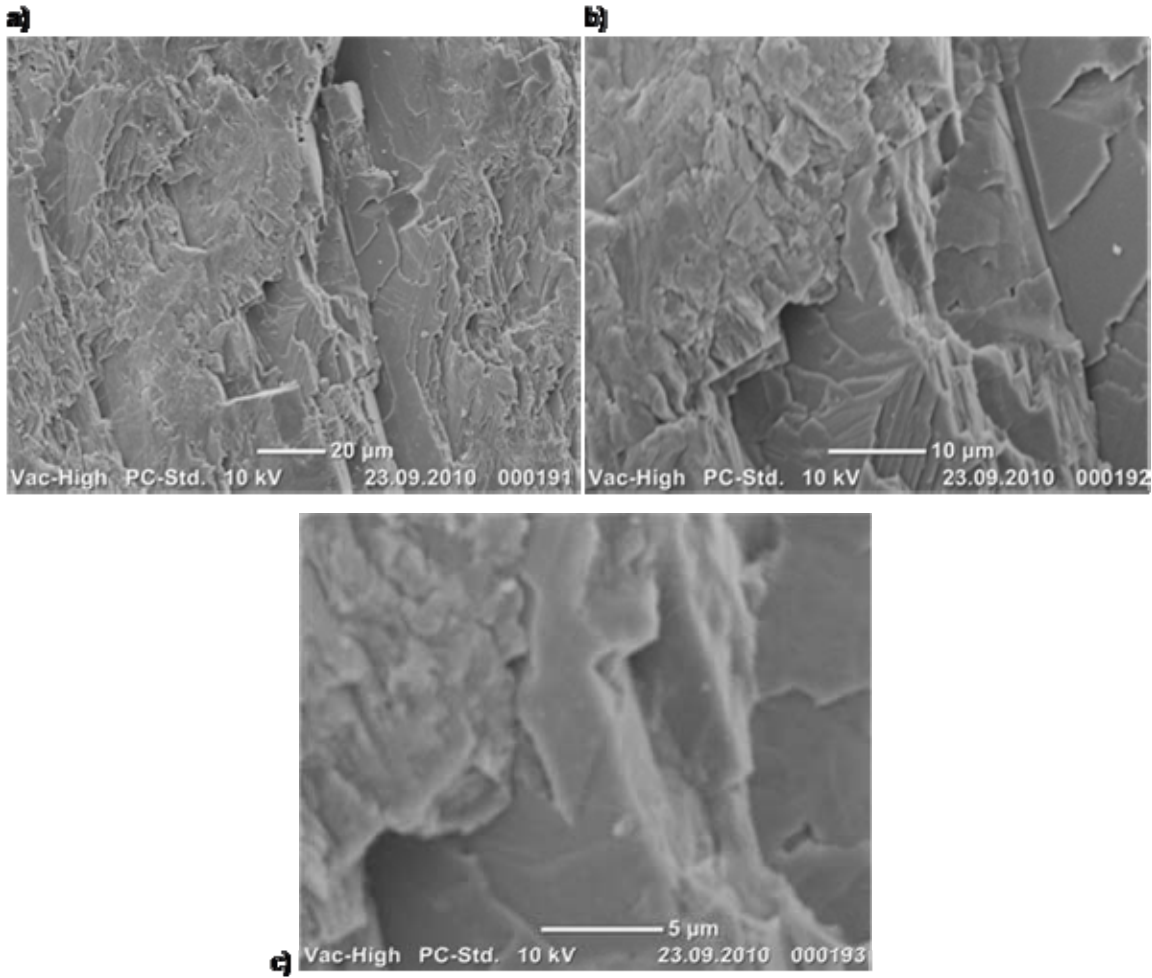
Şekil 1. Alüminyum Kuponların Yüzey Morfolojisi. Çözünürlük Büyükten Küçüğe Verilmiştir (a) Birim Mesafe 50 Mikron, (b) Birim Mesafe 20 Mikron ve (c) Birim Mesafe 10 Mikron.

Bakır kuponlara ait SEM analiz sonuçları ise Şekil 2'da verilmiştir. Alüminyum kuponlarda olduğu gibi yüzeylerde mikron boyutlu tahrifat yapılmıştır. Fakat herhangi bir paslanma, korozyon veya birikinti oluşumu bulunmamaktadır. Yüzeyler temiz, kimyasal veya biyolojik açıdan bozunmamıştır.

Son yüzey morfolojisi analizi mermer kuponlarda yapılmıştır. Yöntem açısından mermer kuponlarda SEM analizinin yapılması metal yüzeylerden daha farklıdır. Zira elektron mikroskobu yönteminde elektron kaynağından yayılan elektronların yüzeylerde yayılabilmesi SEM görüntülerinin alınmasını mümkün kılmaktadır. Alüminyum ve bakır hali hazırda metal oldukları için doğrudan SEM görüntüleri alınabilmektedir. Mermer malzemede ise farklı bir durum vardır. Yüzeyde elektron yayılımının sağlanması için yüzeyin 10 nanometre kalınlıkta paladyum-altın ile kaplanması gerekmektedir. Bu kuponlar için ilk olarak kupon yüzeyleri paladyum-altın kaplanmış ve sonrasında SEM görüntüleri alınmıştır. İlgili kaplama işlemi yüzeyde herhangi bir fiziksel, kimyasal veya biyolojik değişikliğe neden olmayacak niteliktedir. Mermer kuponlara ait SEM görüntüleri Şekil 3'de verilmiştir. Mermer kuponlara ait yüzey morfolojisi metal kuponlardan tipik olarak farklıdır. Yüzeylerin katman katman oluşum gösterdiği görülmekte ve yüzeyde yapılan tahrifatın ise düzgün kanallar şeklinde değil katmanlar arasında kırıklar ve tabakaların kaldırılması şeklinde olduğu görülmektedir. Bu durum malzemenin yapısı ile ilgilidir. Örnek yüzeylerinde herhangi bir birikinti, başkalaşım veya kirlenme görülmemektedir.



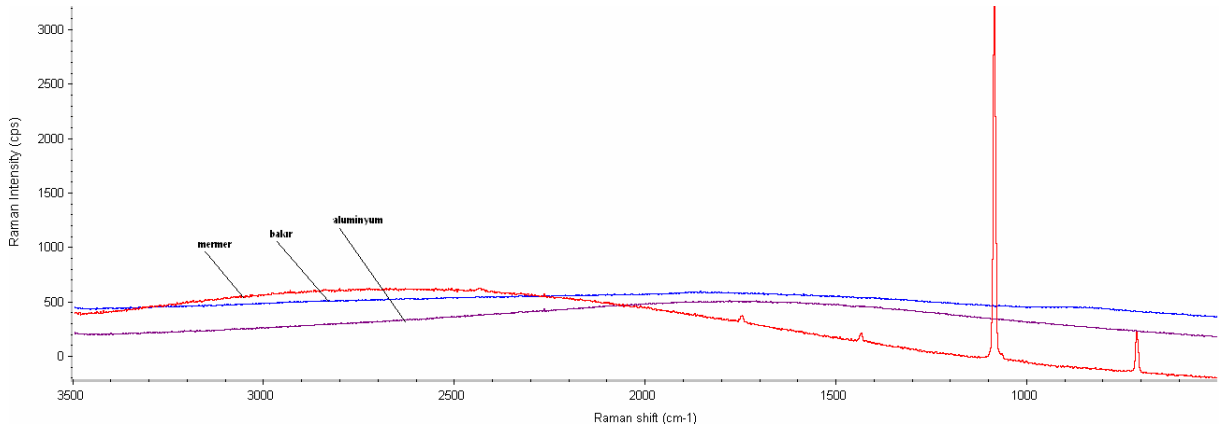
Şekil 2. Bakır Kuponların Yüzey Morfolojisi. Çözünürlük Büyükten Küçüğe Verilmiştir (a) Birim Mesafe 20 Mikron ve (b) Birim Mesafe 10 Mikron



Şekil 3. Mermer Kuponların Yüzey Morfolojisi. Çözünürlük Büyükten Küçüğe Verilmiştir (a) Birim Mesafe 20 Mikron, (b) Birim Mesafe 10 Mikron ve (c) Birim Mesafe 5 Mikron.

3.2. Raman Spektroskopi Analizleri

Reaktif kuponların yüzeylerinde gerçekleşen deformasyon, bozulma ve değişimlerin araştırılmasında kullanılacak ikinci yöntem Raman spektroskopi yöntemidir. Literatürde bu yöntem özellikle malzeme yüzeylerinde oluşan organik ve inorganik bileşiklerin ayrıştırılmasında kullanılan bir yöntem olarak dikkat çekmektedir [12]. Özellikle mermer yüzeylerde malzeme özelliğine de bağlı olarak atmosferdeki kirleticilerle tepkimeye girmek sureti ile organik ve inorganik bileşikler oluşabilmektedir. Bu nedenle ilk olarak temiz kuponların Raman spektrumlarının alınması ileride oluşacak yüzey bozuklukları veya yüzeyde oluşacak türlerin ayrıştırılması açısından çok önemlidir. Bu nedenle her üç kupon türü için ayrı ayrı 3500 cm^{-1} - 500 cm^{-1} Raman değişim bandında Raman spektrumları alınmıştır. Elde edilen bulgular Şekil 4'de verilmiştir. Alüminyum ve bakır kuponlarının Raman değerleri tamamen temiz bir yüzeye sahip oldukları için hiç bir pik değeri içermemektedir. Zaman içerisinde yüzeyde oluşacak bileşenler nedeni ile pikler gözlenecek ve bu pik değerleri literatürdeki değerlerle karşılaştırılarak ne tür bileşenler veya kompozisyonların oluşacağı araştırılabilecektir. Mermer analizinde ise dört adet tipik pik değerinin olduğu gözlenmiştir. Twilley (2006) yaptığı çalışmada bir adet mermerden yapılmış tarihi eser üzerinde çalışmış ve ilk olarak standart malzemelerin Raman değerlerini almıştır [12]. Daha sonra eser üzerinde elde edilen değerlerle kendi bulgularını karşılaştırmıştır. Bizim şahit numunemizde gözlenen bu pikler kalsit bileşeni ile %99 oranında uyumaktadır. Gözlenen bu piklerin kullanılan mermerin kalsit yapılı olmasından kaynaklandığı açıktır. İleride bu piklere ilave olarak gözlenecek diğer pikler incelenecek; böylelikle ne tür oluşumların meydana geldiği ve ne miktarlarda oluştuğu sorularına da cevap verilebilecektir.

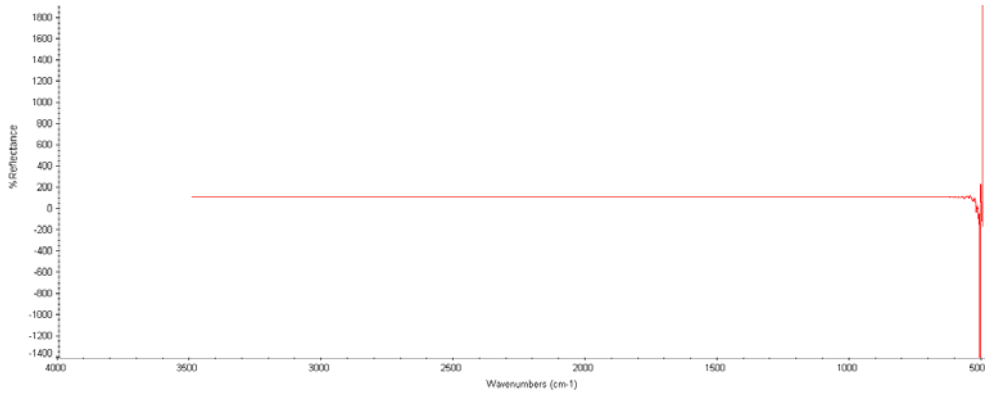


Şekil 4. Tüm Kupon Türleri İçin Raman Şahit Değerleri.

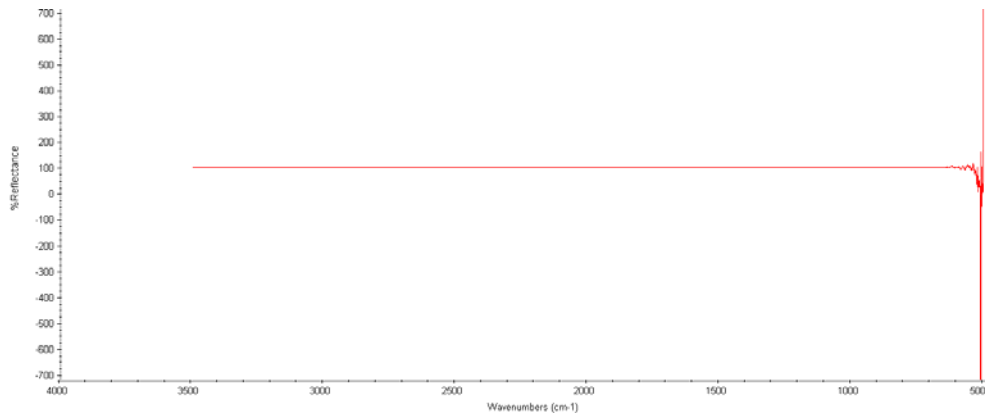
3.3. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Analizleri

Raman yöntemine benzer şekilde FT-IR spektrometresi de yüzey analizlerinde başarı ile kullanılabilen bir analiz yöntemidir. Ramanla birlikte kullanıldığında inorganik ve organik türlerin ayrıştırılmasında daha başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Önceki yöntemlere benzer şekilde her üç kuponu ait FT-IR spektrumları alınmış ve şahit değerler olarak kaydedilmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 5'da verilmiştir. Görüldüğü üzere her üç kuponu oldukça temiz ve saf bir yüzeye sahiptirler. Ve bu değerler ileride maruziyet sonrası yapılacak testler için şahit değeri olarak kullanılacaktır. Ve bu amaçla da kayıt altına alınmışlardır.

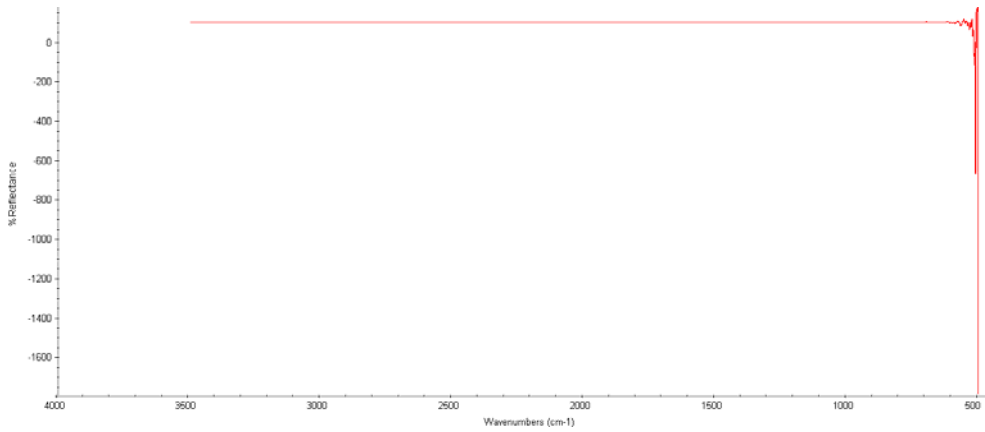
a) Alüminyum yüzey



b) Bakır yüzey



c) Mermer yüzey



Şekil 5. Alüminyum, Bakır ve Mermer Kuponlarının Yüzeylerine Ait FT-IR Yansıma Değerleri.

Yukarıda bahsi geçen tüm analizler reaktif kupon analiz yönteminde uygulanacak olan örnekleme ve analiz esasları hakkında bilgi vermektedir. Çalışmaya konu olan proje süreci devam ettiği için henüz maruziyet sonrası kupon analizleri yapılmamıştır. Bu analizlerin tamamlanmasına müteakip elde edilen bulgular ileri ki dönemlerde bildiri ve diğer yayınlarla bilim camiasının ilgi ve dikkatine sunulacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] LARSEN, R., “Deterioration and Conservation of Vegetable Tanned Leather (Protection and conservation of European cultural heritage research report)”, European Commission, Research Report No 6, 1996.
- [2] BROKERHOF, A.W., “The deterioration processes of organic objects in museums, historic house and archive environment”, EU MASTER Final workshop, UCL, London, 1-7, 2006.
- [3] KONTOZOVA-DEUTSCH, V., KRATA, A., DEUTSCH, F., BENCS, L., GRIEKEN R.W., “Efficient separation of acetate and formate by ion chromatography: Application to air samples in a cultural heritage environment, Talanta”, 75: 2, 418-423, 2008.
- [4] CAMUFFO, D., GRIEKEN, R.V., BUSSE, H.J., STURARO, G., VE DIĞ, “Environmental monitoring in four European museums”, Atmospheric Environment, 1: 127-140, 2001.
- [5] SCHIEWECK, A., DELIUS, W., SIWINSKI, N., VOGTENRATH, W., GENNING, C., SALTHAMMER, T., “Occurrence of organic and inorganic biocides in the museum environment”, Atmospheric Environment, 41 : 15, 3266-3275, 2007.
- [6] SCHIEWECK, B., LOHRENGEL, N., SIWINSKI, C., GENNING, T., “Organic and inorganic pollutants in storage rooms of the Lower Saxony State Museum Hanover, Germany”, Atmospheric Environment, 39 : 33, 6098-6108, 2005.
- [7] GRZYWACZ, C.M., ve TENNENT, N.H., “Pollution monitoring in storage and display cabinets: carbonyl pollution in relation to artefact deterioration”, Editör: ROY, A. ve SMITH, P. “Preventive Conservation Practice, Theory and Research, Guidelines on efficient pollution control in heritage buildings”, IIC, London, 164-170, 1994.
- [8] GIBSON, L.T., COOKSEY, B.G., LITTLEJOHN, D., TENNENT, N.H., “A diffusion tube sampler for the determination of acetic acid and formic acid vapours in museum cabinets”, Analytica Chimica Acta, 341, 11-19, 1997.
- [9] SHOOTER, D., “Nitrogen dioxide and its determination in the atmosphere”, Journal of Chemical Education, 70 (5), A133-A140, 1993.
- [10] SHOOTER, D, WATTS, S.F., HAYES, A.J., “A passive sampler for hydrogen sulphide”, Environmental Monitoring and Assessment, 38, 11-23, 1995.
- [11] LA GENNUSA, M., RIZZO, G., SCACCIANOCE, G., NICOLETTI, F., “Control of indoor environments in heritage buildings: experimental measurements in an old Italian museum and proposal of a methodology”, Journal of Cultural Heritage, 6:147-155, 2005.
- [12] WALLER, R.R., “Cultural property risk analysis model: development and application to preventive conservation at the Canadian Museum of nature”, Acta uiversitatis Gothoburgensis, Goteborg, Sweden, 2003.

ÖZGEÇMİŞ

Ferhat KARACA

1974 yılı Kastamonu doğumludur. 1995 yılında YTÜ, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 2005 yılında Doktor unvanını almıştır. Yüksek Lisans Eğitimini ise 2000 yılında Fatih Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde tamamlamıştır. Fatih Üniversitesinde 1997 yılında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamış, aynı üniversitede 2000–2005 yıllarında Öğretim Görevliliği yapmış ve 2005 yılından beri Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Hava Kirliliği, Hava Kirliliği Kontrolü, İç Ortam Hava Kalitesi ve Çevresel Verilerin Modellenmesi konularında çalışmaktadır. Ulusal ve uluslararası alanlarda yapılmış birçok çalışma ve yayını bulunan yazar evli ve iki çocuk babasıdır.

Feyza ÖZDEMİR

1985 yılı Van doğumludur. 2009 yılında Fatih Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Şuan Fatih Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans ve araştırma görevliliği yapmaktadır. Hallen devam etmekte olan 109Y272 proje numarası ile Tübitak tarafından desteklenen projede araştırmacı olarak yer almaktadır.

Bayram ÜNAL

1987 yılında Ankara Üniversitesi Fizik Bölümünü bitirmiştir. Yüksek lisansını yine Ankara Üniversitesi Fizik bölümünde yapmıştır. İngiltere De Montfort University at Leicester de doktorasını yaptıktan sonra yine İngilterede Queen Mary University of London’ da doktora sonrası çalışmaları devam etmiştir. Şuan Fatih Üniversitesi Fizik Bölümü’nde çalışmaktadır. Aynı zamanda Fatih Üniversitesi BİNATAM(Biyo Nanoteknoloji Ar-Ge Merkezi) genel direktörlüğünü yapmaktadır.

Sami GÖREN

1966 Ankara doğumludur. 1990 yılında İTÜ İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Yüksek lisans ve doktora eğitimini Japonya’nın Kanazawa Üniversitesi’nde tamamlamıştır. 2001 yılından beri Fatih Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nde çalışmaktadır. Yrd. Doç. Dr. olarak görev yaptığı bölümde, uzmanlık alanları yapı ve zemin sistemleri, yapı sistemlerinde deformasyon tayini ve iyileştirilmesi, katı atıklar, toprak kirliliği konularıdır.