

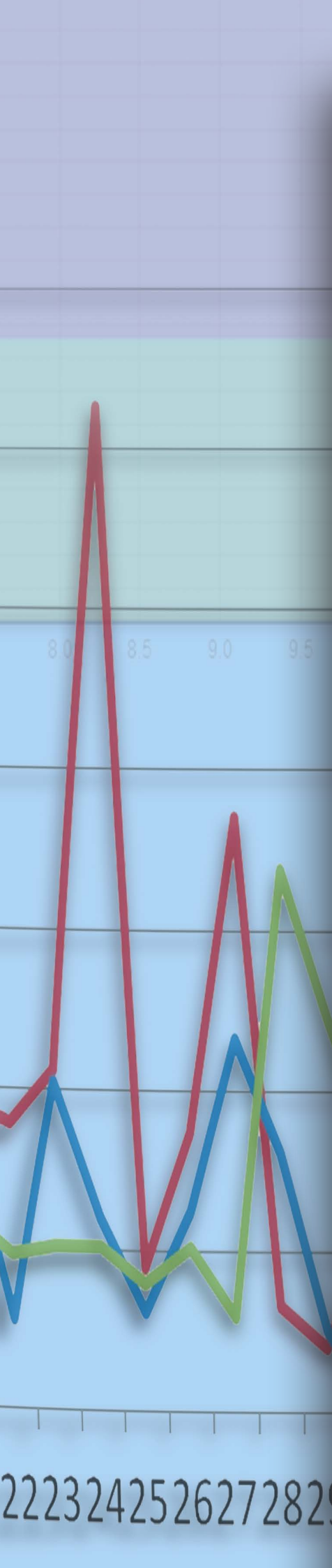
# Önleyici Koruma Kapsamında Hava Kirliliğinin İç Ortamlardaki Kültürel Mirasa Etkisinin Araştırılmasında PASİF ÖRNEKLEYİCİLER

Assessment of Indoor Air Pollution Risk Effects on Cultural  
Heritage With in The Scope of Preventive Conservation:  
PASSIVE SAMPLERS

**Dr. Alpaslan Hamdi Kuzucuoğlu** | *İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi*  
**Mahir Polat** | *Müzeolog, Vakıf Uzmanı, Vakıflar Genel Müdürlüğü*

EWO (Photo-oxidation - "Combustion/Traffic pollutants")





**K**ültürel miras eserleri; hem dış hem de iç ortamlarda sel, yangın, deprem gibi acil durum/ afetler ile sıcaklık, bağıl nem ve dalgalanmaları, ışık, hava kirliliği, mikrobiyolojik aktivite, titreşim, hırsızlık ve vandalizm gibi pek çok tahrip edici olumsuz faktörlerin tehdidi altında bulunmaktadır. Müze, müze-saray, kütüphane ve arşiv yapılarının iç ortamlarında bulunan risk etmenlerinden biri de hava kirliliğidir. Hava kirlleticilerinin de sergileme, okuma, depolama koşullarında bulunan kültürel miras eserleri üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu olumsuz etkiler neticesinde hem yapı malzemeleri hem de objeler hasara uğramakta, teknik özellikleri değişerek dayanımı zayıflamakta, zincirleme etkiler nedeniyle çeşitli problemlere açık hale gelmektedir. Sergilenen ve depolanan objelerin korunmasına yönelik, binanın iç çevresel koşullarında herhangi bir olumsuzluk olup olmadığının tespiti ve ideal değerlere getirilmesi "pasif konservasyon" veya başka bir deyişle "önleyici koruma" kapsamında incelenmektedir. Son yıllarda bu konuda ciddi araştırmalar yapılmakta olup, iç ortam hava kalitesinin ölçümü, emisyon ölçümü gibi pek çok bilimsel araştırma yöntemi hava kirliliğinin tespitinde kullanılmaktadır. Bu ölçümlerde elde edilen veri değerleri emisyon testlerinde kullanılan sensörlerden anlaşılacakla beraber bir kısmı da korozyon ve maruziyet miktarlarının anlaşılabilmesi için laboratuvar ortamındaki testlere ihtiyaç duymaktadır. Müze koleksiyonları ile kütüphane ve arşiv binalarında bulunan kitap/nesne eserleri organik esaslı olduklarından çevresel risk faktörlerinden olan hava kirliticilerine duyarlıdır. Bu nedenle iç ortamlardaki hava kirlitici riskine karşı kontroller düzenli aralıklarla devam etmelidir. Çalışmada iç ortamda bulunan nesne/ kitaplara hava kirliticilerinin etkilerinin araştırılması amaçlanmış olup, Vakıflar Genel Müdürlüğüne bağlı 2 müze deposunda iç ortam izleme çalışmaları yürütülmüş, bu çalışmalar esnasında AB Projesi olan MEMORI'de geliştirilen dozimetreler ile Norveç Hava Araştırmaları Merkezi (NILU) dozimetreleri kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kültürel mirasa hava kirliliği etkileri, kültürel miras, hava kaynaklı kirliticiler, risk azaltma tedbirleri, önleyici koruma, bilgi ve belge yönetimi.

**C**ultural Heritage where are existed both indoor and outdoor environments under threat of emergency/disaster conditions such as flood, fire, earthquake, temperature, relative humidity, and their fluctuations, light, air pollution, microbiological activity, vibration, theft and vandalism as well as many destructive factors. The air pollution risk is one of the indoor risk factors for museum, palace-museum, library and archive buildings. The air pollutants have a adverse impact on cultural heritage collections which are located in reading, display and storage areas. Both building materials and collections are damaged as a result of these negative effects and changing their technical characteristics, weakening their strength and various problems become due to chain effects. To determine whether there are any risk factors of indoor environment of buildings, to supply ideal conditions for artifacts which are displayed and stored are examined "passive/ preventive conservation" concept. In recent years, significant researches are done by many scientific methods such as measurement of the indoor air quality and emission measurement. Although some of the data values obtained from the sensor measurements used in emissions testing, some of data need to testing in the laboratory condition in order to understand the amount of corrosion and exposure. Museum collections and the library, archive objects / books both are organic-based materials and they are sensitive to air pollutants which are one of the most important environmental risk factors. Therefore controls against indoor air pollutants risk should continue in regular intervals.

It is aimed in the study that to investigate the effects of air pollutants on collections where have been internal environment. The study is conducted in two museums storage areas of Directorate General of Foundations through dosimeters developed in the one of the EU projects MEMORI and Norwegian Air Research Institute (NILU) dosimeters.

Key words: Air pollution impact on cultural heritage, cultural heritage, air-borne pollutants, risk mitigation measures, preventive conservation, information and document management.

## 1.HAVA KIRLETİCİLERİ ÖRNEKLEYİCİLERİ

Hem sanayide hem de konutlarda kullanılan yakıtlardan ve trafik etkilerinden kaynaklı kirleticiler; bölgesel risk tehdidi oluşturmakla beraber, kültürel miras kitap / nesne eserleri üzerinde de ciddi tehdit unsurudur. Kültürel miras eserlerinin bulunduğu bölgelere etki eden yani hava kalitesini olumsuz yönde etkileyen emisyon kaynaklarının tespit edilmesi öncelikli olarak ele alınması gereken bir konudur. Çeşitli tip ve sayıdaki emisyon kaynaklarından salınan hava kirleticilerinin çevre üzerindeki etkileri; global, bölgesel ve yerel seviyelerde değerlendirilmelidir (Peternel vd, 2014:201). Bölgeye yönelik en düşük ve en yüksek hava kalitesi parametreleri konsantrasyonlarına ait istatistik verilerin belirlenmesi esastır. Bu da ya kalıcı yani sabit sensörler ya da hareketli sensörler sayesinde mümkün olabilmektedir<sup>1</sup>. Aktif örnekleyiciler, ölçüm enstrümanları vasıtasıyla mekanik hava akışının incelenmesi ile analiz edilmesi, pasif örnekleyiciler ise yüzey üzerine hava kirleticilerinin toplanması ve analiz edilmesi esasına dayanır. Aktif örnekleyiciler sürekli bir veri akışını sağlarken, pasif örnekleyiciler ise ortalama değer hakkında bilgi verir.



Şekil 1. MEMORI Dozimetresi (MEMORI Guideline, 2013).

**Proaktif pasif / önleyici koruma** kapsamında değerlendirilmesi gereken iç ve dış **ortamların izlenmesi** (ambient monitoring) ve hemen akabinde bu izlenme ile elde edilecek sonuçlara dayalı risk haritalarının çıkartılması öncelikli olarak ele alınmalıdır. Bu izleme çok karmaşık ya-

pidaki ortama monte edilerek test imkanı sağlayan sistemlerden, daha basit örnekleyicilere kadar değişiklik arz eder<sup>2</sup>. Dış ortamda yakıtların yanması sırasında atmosfere karışan sülfür ve nitrojen oksit gibi gazların, organik ve inorganik eserler üzerinde tahrip edici etkisi bulunmaktadır. Bu gazların organik eserler üzerindeki genel etkileri kırılmalık-tan, eseri oluşturan malzemelerin tamamının bozulmasına kadar farklı derecelerde olabileceği gibi, asit etkisine bağlı olarak kağıtlarda sararma, pamuk ve keten gibi malzemelerde de doku hasarı şeklinde ortaya çıkabilmektedir (Baydar, 2009:134). Bu derece eserlerin bozulmasına etki eden hava kirleticilerinin **eserlere zarar vermeden test yapılması**-na (non destructive testing) imkan sağlamaları önemli bir avantajdır. Aynı zamanda düşük maliyetli ortam hava kalitesi izleme araçlarıdır. Objelerdeki hasarın önlenmesine ve risk haritalarının hazırlanmasına yönelik bir gösterge niteliğindedir (Sacchi, 2005). Diğer bir avantajı ise **erken uyarı sistemi** (early warning system) fonksiyonuna sahip olmaları nedeniyle olası bir hasardan önce potansiyel tehlikenin varlığı da tespit edilebilmektedir. Bu çalışmalar eserlerdeki bozulmanın **teşhisi** açısından hayati önem taşımaktadır.

Bu hem çalışanlar hem de eserlerin sağlığı açısından önemlidir. Zira 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve ilgili mevzuatında da risk değerlendirmesinde, tüm işyerleri için **tasarım veya kuruluş aşamasından başlamak** üzere tehlikeleri tanımlama, riskleri belirleme ve analiz etme, risk kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması, dokümantasyon, yapılan çalışmaların güncellenmesi ve gerektiğinde yenileme aşamaları izlenerek gerçekleştirilmesi gerekmektedir<sup>3</sup>.

Önleyici koruma uygulamalarında nesne/kitaplardaki hasarın en aza indirilmesi ve hasarın önlenmesi için problemlere yönelik teşhisin hemen ardından ortamın eserlere uygun iklim koşullarına göre tasarlanması, periyodik kontroller, personelin eğitimi vb. gibi eylemlerin gerçekleşmesi gereklidir. Ulusal ve uluslararası standartlar benimsenmeli (Hava Kirleticileri Standartları, Toz ve Partikül Standartla-

1 Norveç Hava Araştırmaları Enstitüsünde (NILU) kullanılan pasif gaz örnekleyicileri (passive gas samplers) tekil kirletici örnekleyicileri: (Single pollutant samplers) = NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, O<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>+ HNO<sub>3</sub>, Organik asitler (formik asit+asetik asit), VOC (Uçucu Organik Bileşikler), partiküller (petride toplam kütle+suda çözünebilir iyonların analizi); ile kapsamlı (generic) örnekleyiciler: MEMORI dozimetresi (oksitleyici trafik kaynaklı kirleticiler +asidik etkiler), EWO / Erken Uyarı Dozimetresi (oksitleyici etkiler) dir.

2 İzlemelerde pasif ve aktif olmak üzere iki tür izleme metodu kullanılmakta olup, bunlar hassasiyetlerine, maliyetlerine, basit, mekanik veya elektronik sistem gibi karmaşık yapılarına, taşınabilir olup olmamaları gibi değişik özelliklerine göre kategorize edilebilmektedirler. Pasif izleyiciler; kuponlar, dozimetreler (örnekleyiciler) gibi basit sistemler olup; aktif izleyiciler ise; hafızalarına veri depolayabilen elektronik veri kaydedicilerdir. Bunlarla hem ortam hem de yüzeyler üzerinden ölçüm yapılabilmektedir (Kuzucuoğlu&Polat, 2014).

3 İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, Madde 7, 29 Aralık 2012 tarih ve 28512 sayılı Resmî Gazete

Tehlike Sebebi	Hava kirleticileri
Tehlikenin oluşturduğu/ oluşturacağı riskler	Objelerde kararma, dokularının zayıflaması, renk değişimi vb.
Koruyucu Tedbir Önerisi	<p>İç ortamdaki hava kirliliği sensörler, kuponlar ya da dozimetrelerle sürekli izlenmelidir.</p> <p>Dış ortama yönelik hava kirliliği de bilimsel verilere (Meteoroloji İl Müdürlüğü, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Belediyelerin Çevre Koruma Müdürlükleri, AKOM, AFAD verileri vb.) dayanarak sürekli izlenmelidir.</p> <p>İç ortamlara iklimlendirme sistemi kurulmalıdır, bu mümkün değilse pencerelelere dışarıdan gelecek partikülleri minimize edecek filtre konulmalıdır.</p> <p>Trafik yolu / endüstriyel üretim alanları tarafındaki pencereler kontrollü açılmalıdır.</p> <p>Perdeler üzerine yapışan is, kurum gibi partiküller periyodik aralıklarla temizlenmelidir.</p> <p>Nesneler / kitaplar mümkün olduğunca kapalı ortamlarda, asit içermeyen muhafazalarda; gaz salınımı yapmayan raflarda saklanmalıdır.</p> <p>Zeminde halı kullanılmamalıdır. Zeminde halı varsa statik toz çekiciler ile sık sık temizlenmelidir.</p>

**Tablo 1.** Örnek hava kirletici ön risk değerlendirme tablosu.

rı vb.) potansiyel tehlike sebepleri araştırılmalı, tehlikenin oluşturduğu sonuçlar yani riskler tespit edilmeli, bu riskler önceliklendirilerek koruyucu tedbir önerileri geliştirilmelidir (Tablo 1).

Türkiye’de bazı müze kütüphane ve arşiv binalarında iklimlendirme otomasyon sistemleri kurulu bulunmakla birlikte pek çoğunda da iklimlendirme sistemleri bulunmamaktadır. İstanbul Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı tarafından 105 müzede yapılan bir araştırmaya göre; müzelerin %27’si depolarda %34’ü ise sergileme alanlarında ısıtma yapabilmektedir. Yine aynı araştırmaya göre müzelerin %81’inde eserlerin yarısından çoğu depolarda saklanmakta müzelerin %60’ında bozulmalar daha fazla depolarda görülmektedir (ICCROM, 1987). HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning) ısıtma, havalandırma ve havayı şartlandırma otomasyon sistemleri iç ortamlara tesis edilmeli, eserleri tehdit eden risklerden hava kirliliği, toz ve partikül vb. tüm risk parametrelerinin izlenmesi yapılmalıdır. Bu nedenle;

Çevresel etkenlerin (ışık, bağıl nem, sıcaklık, hava kirliliği vb.) etki derecelerinin izlenmesi ve kayıt edilmesi,

Objelerin durumlarının incelenmesi/denetlenmesi ve kayıt edilmesi,

Çevresel etkenlerin kontrol edilmesi önemlidir.

4 “Türk Standartlarındaki Arşiv Mekanlarının Düzenlenmesi Genel Kurallar” (TS 13212) Sf.7, Kütüphane Malzemesinin Bakım ve Kullanımında IFLA İlkeleri, Adcock (2011) Sf.45.

5 Bu çevresel etkenler, bağıl nem ve bağıl nem dalgalanmaları, sıcaklık ve sıcaklık dalgalanmaları, ışık, rutubet, gürültü, titreşim, hava kirliliği, radyasyon gibi obje ve binaları hasara uğratan faktörlerdir.

6 Havaya su buharı eklenmesi ya da ortamın sıcaklığının düşmesi durumunda havanın tutabileceği en fazla su buharı miktarı aşıldığında yani doyma noktasına ulaşıldığında nem, ortamdaki soğuk yüzeylerde yoğunlaşarak suya dönüşmektedir. Hava kirliliğinin yoğun olarak bulunduğu yerlerde su ile birlikte asitler de yüzeylerde birikerek korozyona sebebiyet vermektedir (ICCROM, 1987).

Bu hava kirleticileri nedeniyle objelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapılarında bozukluk meydana gelmektedir. Koleksiyonlar farklı türdeki malzemeden olduğundan çevre koşullarına da farklı türde reaksiyon gösterirler. Bu bozulmalar Tablo 2’de gösterilmiştir. Genel malzeme sınıflaması organik (kağıt, pigmentlerin bazı türleri, deri, tekstil, vernikler vb.) ve inorganik maddeler (metaller, bazı pigmentler, mineral örnekleri vb.) olarak yapılmaktadır (Susano vd., 2010). İzlemelerle tespit edilebilecek, yani ideal değerlerin<sup>4</sup> altında veya üstünde seyreden çevresel etkenler<sup>5</sup> obje ve yapıda hasara neden olurlar (Muller, 2002).

Hava kirliliği etkilerinin yoğunlaşma ile hasar verme kapasitesi daha da artmaktadır<sup>6</sup>. Endüstriyel yakıtlardan kaynaklı kükürtün (S) havadaki oksijenle birleşmesinden oluşan kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) çevreye dağılmaktadır. Kükürt dioksit de katalizörlerin etkisiyle kükürt tri oksit (SO<sub>3</sub>) dönüşmektedir. Bu da havadaki su buharıyla birleşince sülfirik asiti (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) meydana getirmektedir. Sülfirik asit hem havada hem de taş, kağıt ve dokumaların içerdiği bazı maddelerin katalizör görevi yapmasıyla doğrudan bu malzemelerin yüzeylerinde oluşabilmektedir. Dolayısıyla sülfirik asit oluşumuna katkıda bulunan malzemelerden yapılmış eserler kükürtlü bileşiklerden en fazla zarar görürler (Thomson, 1978:241). Asit-



		HAVA KİRLİLİĞİ	
MALZEMELER		KÜKÜRTLÜ BİLEŞİKLER	TOZLAR
İNORGANİK	TAŞ (Müze İçinde)	Korozyon, çatlama, kabuklanma	Kirlenme, lekelenme
	TAŞ (Açıkta)	Korozyon, çatlama, ayrışma	Kirlenme, lekelenme
	PİŞMEMİŞ TOPRAK	Ayrışma	
	PİŞMİŞ TOPRAK	Ayrışma	
	MADEN	Korozyon	Korozyon
	CAM	Korozyon, kabuklanma	
ORGANİK	AHŞAP	Çürüme, liflerin bozulması	Kirlenme, çürüme
	KAĞIT	Dayanıklılığını yitirme, çürüme, kırılma, renk değişimi	Kirlenme, çürüme, aşınma
	PAPİRUS	Çürüme	Kirlenme, çürüme, aşınma
	PARŞÖMEN	Çürüme, tozuma, kırılma, lekelenme	Kirlenme, çürüme, aşınma
	DERİ	Dayanıklılığını yitirme, çürüme, tozuma, lekelenme	Kirlenme, aşınma
	DOKUMA (Bitkisel Kökenli)	Çürüme, solma	Kirlenme, yıpranma, aşınma
	DOKUMA (Hayvansal Kökenli)	Solma	Kirlenme, yıpranma, aşınma
	HASIR / SEPET	Kirlenme	Lekelenme
	KÜRK / TÜY	Kirlenme, yıpranma	Lekelenme
	KEMİK BOYNUZ / FİLDİŞİ	Kirlenme, aşınma	Lekelenme
	RESİM (Suluboya)	Renk değişimi	Kirlenme, yıpranma, aşınma
	RESİM (Yağlı Boya)	Renk değişimi	Kirlenme, yıpranma, aşınma

Tablo 2. Hava Kirliliğinin kültürel miras objelerinde oluşturduğu bozulmalar.

ler; kâğıt, karton ve bez içerisindeki selülöz, hidroliz tepkimelerini hızlandırarak tahrip ederler. Asitler, bu materyallerin hammaddelerinde bulunabilir veya üretimleri sırasında içlerine girebilir. Ayrıca, hava kirliliği nedeniyle veya asitli malzemelerden de bünyelerine asit geçebilir (IFLA İlkeleri, 2011).

Son 20 yılda yapılan birçok çalışma, hava kirliliğinin kültürel ve tarihi yapılarla ve eserlere zarar verdiğini net bir şekilde ortaya koymuştur. Müzeler, galeriler, kütüphaneler ve arşivler bu faktör dikkate alındığında önemli bir risk altındadır. Eserlerdeki bozulma sürekli devam eden ve yavaş gelişen bir süreçtir. Devamlı hava kirliliğine maruziyet bu işlemin eserler üzerinde hızlanmasına ve şiddetini artırmasına neden olmaktadır. Eserlerin bulunduğu mekânların coğrafi konumu ve fiziksel özellikleri kirletici maruziyetlerini etkileyen önemli parametreleri belirlemektedir (Karaca vd., 2009).

Hava kalitesinin izlenmesi karmaşık olabileceğinden uzman görüşü alınması tavsiye edilir. Hava kalitesi ölçümleri genellikle partikül madde (toz) düzeyleri ve atmosferik kirleticilerin değerlendirilmesini içermektedir. İzleme ve ölçüm cihazlarının bulunmadığı durumlarda kirleticilerin çoğu iyi bina bakımı, temizlik ve depolama için kullanılan malzemelerin dikkatli seçimi ile kontrol edilebilir düzeye getirilebilir (Henderson, 2013). Bu nedenle gerek depolama, taşıma ve objelerin sergilenmesinde kullanılan tüm cihazların, materyallerin kütüphane malzemesine zarar veren gazlar yaymadıklarından emin olmak için testler yapılmalıdır (IFLA İlkeleri, 1998). Aynı ortamda bulunan ancak farklı karakteristiğe sahip eserlere yönelik ölçüm çalışmaları gerek iklimsel, gerekse hava kirliliği risk faktörleri açısından izlenmelidir.

Trafik ve sanayi kaynaklı bu tür kirleticilerin kültürel mirasın bulunduğu, sergilendiği iç ortamlara nüfuz etmesi durumunda kirleticilere karşı hasar görebilir nitelikte olan

objeler, arşiv malzemesi kısa, orta ve uzun vadede hasar görmektedir. Özellikle ahşap, kağıt, deri, tekstil, kemik gibi organik eserlerin bu hasardan etkilenme şiddeti daha fazla olmaktadır. Çalışmada Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi ve Türk Vakıf Hat Sanatları Müzesi depolama koşullarında bulunan eserlere hava kirlenmelerinin etkisinin anlaşılabilmesi için Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programlarından olan MEMORI Projesi kapsamında üretilen dozimetreler ile NILU ürünü tekil SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> dozimetreleri kullanılmıştır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Müdürlüğü verilerinden de dış ortam hava kalitesinin tespit edilmesi amacıyla yararlanılmıştır.

## 2.AMAÇ

Müze, kütüphane ve arşiv yapıları bünyesinde bulunan kültürel miras eserlerinde hava kirliliğine bağlı olarak olası hasarlanmanın önlenmesi amacıyla, proaktif bir yaklaşımla hasar meydana gelmeden önce iç ortam koşullarının izlenmesi, olası hava kirlenmelerinin mevcut olup olmadığının araştırılması ve koleksiyonlara olan maruziyet değerlerinin tam olarak saptanabilmesi çalışmanın amacını oluşturmuştur.

## 3.KAPSAM

Müze, kütüphane ve arşivlerin korunmasıyla ilgili kurum, kuruluş, idareci, müze, kütüphane ve arşiv uzmanı, kuratör, konservatör ve restoratörler ile konu üzerine çalışan araştırmacıların dikkatinin çekilmesi ile hava kirlenmelerinin iç ortamlara verebilecekleri olası etkilerin önlenmesine yönelik tedbirlerin öncelikli olarak ele alınması çalışmanın kapsamındadır. Çalışma, iki müze depolama alanında yürütülmüştür.

## 4. YÖNTEM

Dış ortamdan gelen hava kirlenmelerinin iç ortamlarda (tarihi binalar, yeni binalar, kütüphaneler, arşivler, müzeler, sergileme vitrini, dolaplar ve kapalı kutular gibi mikro ortamlar) yaptığı etki ve buna yönelik risklerin tespiti amacıyla dünyanın çeşitli ülkelerinde kültürel mirasın korunması amacıyla ölçümler ve hava kirliliği risk analizleri yapılmaktadır. Özellikle iç ortamlarda sıcaklık ve bağıl nem etkileri; diğer iklimsel faktörler ve hava kirliliği ile birlikte sinerji oluşturarak eserler üzerinde zararlı etkilerini artırmaktadır (Susano vd.,2010). Erken Uyarı Dozimetreleri MASTER, PROPAINT gibi Avrupa Birliği Projelerinde kullanılmıştır. Ancak EWO ve GSD olarak iki farklı dozimetrenin aynı sistem içinde değerlendirilerek geliştirilmesi Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı Projelerinden biri olan MEMORI Projesi ile mümkün olmuştur. MEMORI Projesi (Ölçme, Taşınabilir Kültür Varlıklarına İlişkin Kirlenme Etkisini Azaltma ve Etki Değerlendirmesi. Pazar Transferi için Yenilikçi Araştırma - Measurement, Effect Assessment and Mitigation of Pollutant Impact on Movable Cultural Assets. Innovative Research for Market Transfer) 1.11.2010 yılında başla-

yıp 31.10.2013 tarihinde 36 aylık periyoda tamamlanmış 2.499.768 € bütçeli bir projedir (AB Sözleşme No:265132). <http://www.memori-project.eu/Proje> Koordinatörü Dr.Elin Dahlin'dir.

MEMORI Projesinin temel amacı, koruyucu kapalı ortamlarda (dolap, vitrin vb.) ve iç ortamlarda (müze, kütüphane, arşiv binaları sergileme, okuma ve depolama alanları) kültür varlıklarının korunmasını sağlamak için bir önleyici strateji de dahil olmak üzere, çevresel etkinin kolay değerlendirilmesi için yenilikçi tahribatsız bir erken uyarı teknolojisi sağlamaktır.

Bu amaca ulaşmak için, aşağıdaki başlıklar incelenmiştir:

Önceki AB projelerinden iki dozimetre teknolojisini entegre etmek,

Kullanıcılar için bir PC software ve interaktif bir web sayfası hazırlamak,

Organik asitlerin kültürel miras nesnelere üzerindeki bıraktığı hasarın etkisini değerlendirmek.,

Koruyucu kapalı yerler için en optimum aktif ve pasif kontrol rejimleri önermek,

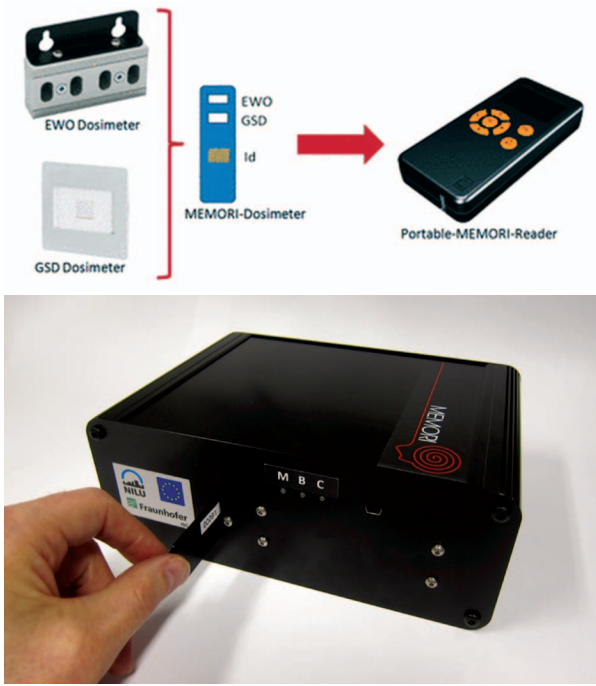
Koruyucu kapalı yerlerin kullanımına enerji tasarrufu ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için katkıda bulunmak,

Mevcut önleyici koruma stratejisine sonuçları entegre etmek,

Elde edilen sonuçları yaymak.

MEMORI Projesi oksitleyici ve asidik etkilerin değerlendirilmesi için bir birleşik dozimetre (MEMORI dozimetresi) geliştirilmesi yoluyla yenilikçi ölçüm teknolojisi ile kültürel miras eserleri barındıran yerler ile konservasyon alanında çalışanlara katkı sağlamıştır. Projede software sistemin bir parçası olan okuyucu; Avrupa Birliği Projelerinden olan MASTER Projesi'nde (EVK4-CT-2002-00093) geliştirilen "Organik Malzemeler İçin Erken Uyarı Dozimetresi" (EWO) ve yine Avrupa Birliği Projelerinden olan AMECP Projesinde (EV5V-CT 92-0144) geliştirilen "Cam Slayt Dozimetresi" (GSD) tabanlı olarak üretilmiştir. MEMORI teknolojisi ile inorganik ve organik orijinli kirlenme gazlarından kaynaklanan bozulma riskinin yerinde (in-situ) ölçüm yapılarak saptanması amaçlanmıştır.

İç ortamlarda bulunan taşınabilir kültür varlıkları üzerindeki kirlenme etkilerinin gelişmiş tahribatsız analitik teknikler kullanılarak anlaşılması eserlerin korunması açısından çok önemlidir. Çalışmalarla, organik asitler nedeniyle çok hassas olan organik eserlere kirlilik etkisi ile iç ortamda bulunan tolere edilebilir eşik seviyelerinin saptanması mümkün olabilmektedir. Bu amaçla yapılan Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi ve Türk Vakıf Hat Sanatları



Şekil 2. MEMORI Projesinde Norveç Hava Araştırmaları Enstitüsü (NILU) tarafından geliştirilen EWO dozimetresi ile Almanya Fraunhofer Enstitüsü tarafından geliştirilen GSD dozimetresinin aynı dozimetrenin içinde birleştirilerek bir okuyucu yardımıyla sonuçların değerlendirilmesini sağlayan sistemin şematik anlatımı ve proje sonucu üretilen okuyucu prototipi (MEMORI Tanıtım Broşürü ve Rehberleri 2011-2013).

Müzesi depo koşullarında yapılan çalışmalarda MEMORI Projesi hedeflerinden biri olan son kullanıcı<sup>7</sup> çalıştayları ile sürekli geliştirilen EWO, GSD birleşik dozimetrelere kullanılmıştır. (GSD) cam ve (EWO) sentetik polimer bir malzemedir. Analiz sonucunda GSD değerleri yüksek çıkarsa iç ortamdan kaynaklanan kirleticilerin, EWO değerleri yüksek çıkarsa dış ortamdan kaynaklanan kirleticilerin varlığı söz konusudur. (<http://memori.nilu.no/Evaluation>) Bu örnekleyicilerin yanında NILU tekil örnekleyicileri de kullanılmıştır. Norveç Hava Araştırmaları Enstitüsü'nden (NILU) Nitrik Asit (NO<sub>2</sub>) ve Sülfürik Asit (SO<sub>2</sub>) örnekleyicileri temin edilmiştir. Yöntem, her bir hava kirleticisinin tespitine yönelik hazırlanan reaktif kartuşlar üzerinde pasif örnekleme yoluyla absorbasyon yöntemine dayanmaktadır. Maruziyet süresince ortama bırakılan kartuşlar daha sonra başka bir maruziyete imkan tanımayan kendi özel muhafazaları içinde tekrar Norveç'e gönderilerek analiz çalışmaları tamamlanmıştır. Örnekleyiciler depolama alanına dik pozisyonda konulmuştur. Yatay konulması durumunda örnekleyicinin ağız tozla kaplanarak analizi istenilen kirleticilerin tespitine yönelik bilimsel olmayan bir sonuç elde edilmektedir.

7 MEMORI Projesinin bir aşaması olan son kullanıcı çalışmaları ile proje kapsamında seçilen kuruluşların (proje ortağı olmayan) projede üretilen dozimetrenin kullanımında karşılaşılan sorunlarının anlaşılması (soru seti ile ve yetkililer ile sürekli irtibat sağlanarak), ölçümlerin değerlendirilmesi, maliyet ve enerji kullanımı da dahil olmak üzere, en etkili zarar azaltma stratejilerini belirlemelerine yardımcı olunması amaçlanmıştır. Son kullanıcı eğitici materyalleri ve panelleri ile en etkili stratejinin belirlenmesi sağlanmıştır. Son kullanıcı (End-user) çalışmaları Fransa'da Picasso Ulusal Müzesi, İngiltere'de Koruma Ekipmanları Şirketi (PEL), Japonya'da Tokyo Kültürel Varlıklar Ulusal Araştırma Enstitüsü, Litvanya'da Litvanya Tiyatro, Müzik ve Sinema Müzesi, Polonya'da Krakov Ulusal Müzesi, Almanya'da Württembergisches Landes Müzesi, Norveç'te Oslo Üniversitesi Kültürel Tarih Müzesi ile Türkiye'de Vakıflar Genel Müdürlüğü Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi ve Vakıf Hat Sanatları Müzesi depolama alanlarında yürütülmüştür.

MEMORI tarafından yayınlanan rehberlerde pasif örnekleyicilerin;

Kabinler: vitrinlerin içi, resim çerçeveleri, saklama kutularına (korumanın ne derece etkili olduğunun anlaşılması için),

Uzun süreli depolama alanlarına ,

İlgili nesnenin (Araştırma konusu nesne) yakınına,

Müzenin genel iç ortamını temsil edecek bir lokasyona,

Tahmin edilen yüksek riskli yerlere konulması tavsiye edilmektedir (MEMORI,2013).

MEMORI Projesi'ne ait <http://memori.nilu.no/> adresinden her bir son kullanıcıya özel kullanıcı adı ve şifre verilerek değerlendirme sonuçlarına ulaşılabilmektedir. <http://memori.nilu.no/AirQuality> linkinde ise tüm objelerin üzerine etki eden hava kirleticilerinin eserlerde bıraktığı hasar (fiziksel ve kimyasal zarar verme mekanizmaları) ve EWO, GSD dozimetre değerlerinin gösterildiği tablolar (önceki bilimsel araştırmalara dayanarak) ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Teşhise yönelik kriterlerde kolay bir tematik anlatımla trafik ışıklarının renkleri esas alınmıştır. Buna göre; yeşil renk ile gösterilen düşük risk (D), mevcut bilgi dahilinde objelerin/malzemelerin 30 yıllık bir süre içinde önemli ölçüde bozulması olası değildir. Sarı renk ile gösterilen orta risk (O), düşük ve yüksek risk arasındaki durumu gösterir. Yüksek risk (Y) ise objelerde üç yıl içinde hasar meydana gelmesi olasıdır ve bu hasara konservasyon ile müdahale gerekir (<http://memori.nilu.no/Evaluation>).

	EWO değerlendirme seviyesi		
GSD değerlendirme seviyesi	D	O	Y
D			
O			
Y			

Tablo 3. Risk değerlendirme matrisi.

## 5. HAVA KİRLİLİĞİ İZLEME ÇALIŞMASI

Araştırma modellerinden tarama modeli geçmişte ya da halen var olan durumu olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlamaktadır. Bu araştırma olay, birey ya da nesnelere kendi koşulları içerisinde olduğu gibi değerlendirmektedir (Karasar, 2004). Çalışmada tarama modellerinden örnekolay tarama modeli kullanılmış İstanbul Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi ve Vakıflar Hat Sanatları Müzesindeki depolama koşullarındaki eserleri üzerine hava kirliliği etkileri araştırılmıştır.



### 5.1. Vakıflar Genel Müdürlüğüne Bağlı Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi Depoalanı Hava Kirliliği İzleme Çalışması

Vakıflar Genel Müdürlüğüne bağlı Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi, İstanbul İli Fatih ilçesi Şehzadebaşı'nda farklı fonksiyonlu yapılardan oluşan bir külliye içindedir. (Darü'l-kurrâ, Medrese odaları, Kütüphane, Sıbyan Mektebi, Sebil v.s.) kuzey batısında Dülgerzade Camii, batısında Fatih Sultan Mehmet'in yaptırdığı Saraçhane dükkânlarının kalıntıları üzerine inşa edilen evler, kuzeyinde park ve doğusunda Horhor Caddesi yer almaktadır.

Bu Külliye, Sultan Mustafa II. Devrinin meşhur Sadrazamlarından Amcazâde Hüseyin Paşa tarafından 1644-1702 yılları arasında yaptırılmıştır. Amcazâde Hüseyin Paşa 1702 tarihinde vefat etmiştir. Mezarı külliyenin haziresindedir. Dershane-Mescit (Darü'l-kurra), medrese odaları, kütüphane, Sıbyan Mektebi ve Sebil bölümlerinden meydana gelen külliyenin kapısından içeri girildiğinde Klasik U tipi Medreselerden farklı serbest bir medrese planı dikkati çeker, bahçesi ve şadırvanı ile ahenkli bir görüntü oluşturmaktadır.

Mezar taşı, kitabeler gibi eserlerin bir kısmı Kütüphane ile Sıbyan Mektebi arasındaki bahçe ile dershane ve Medrese odaları arasındaki bahçede olmak üzere "Açık Hava Müzesi" şeklinde düzenlenmiştir. Bahçede Fatih Camiine ait minare külahı, çeşme aynaları, kurnalar, kitabeler ve mimari eserler sergilenmektedir. Sütun başlıkları, tuğralar ve mezar taşları da yine bahçede sergilenmektedir. Mezar taşları bölümünde Mimar Ayaş'ın mezar taşı da bulunmaktadır.

Müzedeki 1430 envanter, 1352 etüt statüsünde eser mevcuttur ve camilerden müzeye intikal eden eserler nedeniyle müzedeki eser sayısı sürekli değişim göstermektedir.

Müze 1983 yılından beri ziyarete kapalı olup, Vakıflar Genel Müdürlüğü müzelerine ait olan envanterin deposu olarak hizmet vermektedir.

Çalışmada öncelikli olarak şu anda müze olarak kullanılmayıp, «Vakıflar Bölge Müdürlüğü Müze Depoları» olarak kullanılan depo alanlarındaki eserlerin tipolojisi çıkarılmıştır (Tablo 4).



Şekil 3. Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi dış görünüşü.

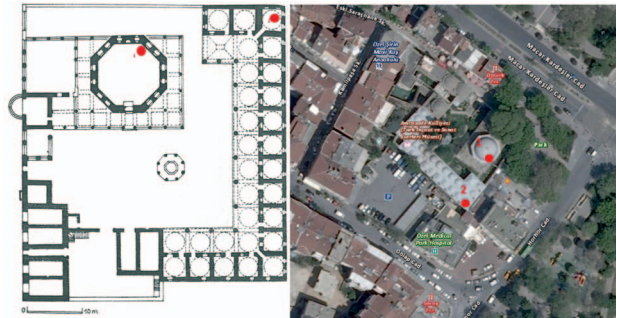
Organik	İnorganik
Ahşap	Cam
Kilim, halı	Ayna
Tekstil	Seramik
Resim	Taş (Kitabeler, Mezar Taşları, Tuğralar, Mimari Süsleme Elemanları)
Deri	Madeni eserler
Kağıt	(gülâbdan, buhurdan, şamdan, sancak ve alemler, ibrikler, mangallar)
Tavan süslemesi (ahşap ve alçı)	Saat
Rahle	Çini
Sedef eser	Ölçü aletleri (teodolit vb.)
Deve kuşu yumurtaları	Aydınlatma araçları (Şamdanlar, Cam Fanuslar, Fenerler, Kandiller)
	Çivi, demir kenet, kapı kulpları, kilit-anahtar, menteşe ve musluklar

Tablo 4. Koleksiyon tipolojisi.

İç mekanlarda bir iklimlendirme sistemi bulunmayıp doğal havalandırma yöntemi kullanılmaktadır. Depo alanları periyodik olarak havalandırılmaktadır. Depolara giriş yetkisi sadece müze sorumlularına aittir.

Çalışmada kullanılan dozimetrelerden biri (1) Külliye'nin Darü'l-kurrâ bölümünde, diğeri de (2) Medrese odalarından güney köşede yer alan odaya konulmuştur.

Söz konusu alanlarda dozimetreler 22.08.2013-25.12.2013 tarihleri arasında kalmıştır. Bilimsel verilere



Şekil 4. Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi kat planında dozimetrelerin konumları ile hava fotoğrafında müzenin konumu - İBB 2010.

ulaşmak için 90 günlük maruziyetin yeterli olacağı belirtilmiştir. Ancak depoların her zaman açılmasının güvenlik açısından sakıncalı olması ve belirli periyotlarla açılması nedeniyle süre 125 güne uzamıştır. Sonuçların analizinde elde edilen dozimetre değerlendirme sonuçlarınının 0.72 katsayısı ile çarpılması NILU uzmanlarınca önerilmiştir. Bununla birlikte paketlemedeki problemler, postada geçen süreler ve NILU daki beklemeler nedeniyle oluşabilecek maruziyetler de göz önüne alındığında toplamda sonuçların 0.6 katsayısı ile çarpılması neticesinde elde edilecek değerlerin esas olarak alınması hususunda NILU uzmanlarıyla yapılan görüş-





Şekil 5. İç ortama konulan MEMORI dozimetreleri: 1 numaralı dozimetre (solda), 2 numaralı dozimetre (sağda).







Şekil 6. 1 numaralı dozimetrenin konulduğu Amcazedde Külliyesi Darü'l-kurrâ bölümü (solda), 2 numaralı dozimetrenin konulduğu Amcazedde Külliyesi Medrese Odaları bölümü (sağda).



Sample	Location	Material	Measurement date	Result
131	Istanbul Museum Storage areas-store	Leather	2014-01-14T15:30:09	Low risk
132	Istanbul Museum Storage areas-store	Leather	2014-01-14T15:31:47	Low risk

▲ = End measurement, location or material choice is missing  
■ = Low risk, indicates that within the constraints of present knowledge it is unlikely that the materials will change significantly within a period of perhaps 30 years.  
■ = Medium risk, indicates a situation in between.  
■ = High risk, indicates that damage is likely to occur to objects within three years and that damage will require interventive conservation.

Şekil 7. MEMORI değerlendirme analizi sayfasında yer alan sonuçlar ve değerlendirme kriterleri.

	ÖRN1 (Proje No:131)	ÖRN2 (Proje No:132)
EWO	3.561 x 0.6 =2.13	6.325 x 0.6 =3.79
GSD	0.789 x 0.6 =0.47	0.598 x 0.6 =0.35

Tablo 5. Maruziyet sürelerine göre örnekleyicileri getirilen düzeltme

meler sonucu mutabık kalınmıştır. Buna göre tespit edilen değerler Tablo 5 de verilmiştir:

EK 1 de verilen sonuç grafikerlerinde 0 seviyelerinde yani çok az miktarda iç ya da dış kaynaklı olarak değerlendirilen asit varlığı tespit edilmiştir (dikey aks). Asıl önemli etkinin ultraviyole ışık (morötesi- UV), Azot dioksit (NO<sub>2</sub>), Kü-kürt dioksit (SO<sub>2</sub>), sıcaklık gibi risk faktörlerden oluşabileceği tespit edilmiştir (yatay aks). Kirletici kaynaklı etkilere genellikle yanma kaynaklı kirleticiler (trafik, ısıtma vb.)

neden olmaktadır. Bu nedenle özellikle bu alanlarda NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> dozimetrelerinin sürekli ya da periyodik olarak konularak ortamların izlenmesi en sağlıklı ve bilimsel sonuçları sağlayacaktır. 1 nolu dozimetrenin bulunduğu alandaki (1) ve 2 nolu dozimetrenin (2) bulunduğu alanlardaki hava kirliliğinin eserlere olası etkileri Tablo 6'da verilmiştir:

## 5.2. Vakıflar Genel Müdürlüğüne Bağlı Vakıflar Hat Sanatları Müzesi Depoalanı Hava Kirliliği İzleme Çalışması

Beyazıt Külliyesi'nin medresesinde yer alan Vakıflar Hat Sanatları Müzesinde 2735 adet eser bulunmaktadır. 2009 yılından bu yana kapalı bulunan müzede restorasyon çalışmaları devam etmektedir. İzleme çalışması depo amaçlı olarak kullanılan medresenin ana dershanesi odasında gerçekleştirilmiştir (Girişin solunda yer alan ahşap raflara dik vaziyette yerleştirilmiştir- Şekil:11).

No.	Malzeme cinsi	Sonuç	
		1	2
1	Kurşun		
2	Gümüş		
3	Bakır Alaşımları		
4	Demir		
5	Cam		
6	Seramik		
7	Kalkerli taş		
8	Kemik		
9	Fildişi		
10	Kehribar		
11	Pigment - hassas		
12	Vernik		
13	Ahşap		
14	Pamuk elyafı, tekstil		
15	Tarihi parşömen kağıdı		
16	Lignin içermeyen kağıt		
17	Lignin içeren kağıt		
18	Deri		
19	Parşömen		
20	Yünlü ve ipeklî tekstiller		

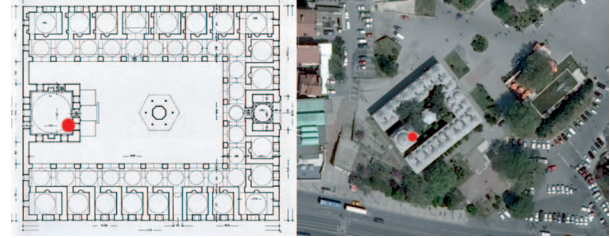
Tablo 6. Analiz sonuçlarına göre elde edilen sonuç tablosu.

Beyazıt Külliyesi'nin<sup>8</sup> medresesi caminin uzağına bağımsız bir bina halinde yerleştirilmiştir. Vakfiyelerde adı geçmediğinden ve 7 Muharrem 912 (30 Mayıs 1506) tarihli bir belgeden, medresenin yapımına cami inşaatı bittikten sonra başladığı, mimarının Yusuf b. Papas, bina emininin Solakoğlu Ali, kâtibinin de Hacı Ali olduğu öğrenilmektedir. Her üçüne de 913'te (1507) çeşitli hediyeler ihsan edildiğine göre inşaat bu tarihte bitmiş olmalıdır. 1509'daki zelzelede büyük ölçüde zarar görmüş ve hatta tamamen yıkılmıştır. Fakat felâketin hemen arkasından tamir edilmiş ve şehrin en önemli medreselerinden biri haline gelmiştir. Genellikle şeyhülislamların ders verdikleri bu medresede Zenbilli Ali Efendi, İbn Kemal gibi meşhur zatlar hocalık yapmışlardır.

8 Beyazıt Camii, İstanbul'un merkezi bir yerinde, şehrin Bizans devrindeki en büyük meydanı olan Forum Theodosiacum veya Forum Tauri'nin bir köşesinde Sultan II. Bayezid tarafından inşa ettirilmiştir. Beyazıt Külliyesi; bir cami, türbe, aşhâne-imaret, sıbyan mektebi, tabhâneler, medrese, hamam ve kervansaraydan ibarettir. Bütün bu yapılar Fâtih Camii ve Külliyesi'nden farklı olarak onun gibi tamamen simetrik bir esasa göre değil, fakat şehrin ortasındaki bu araziye dağınık bir biçimde yerleştirilmiştir. Cami, cümle kapısı üstünde hattat Şeyh Hamdullah tarafından celi-sülüs ile yazılan Arapça kitabesine göre 906 Zilhiccesi sonunda (Temmuz 1501) yapımına başlanmış ve 911'de (1505) tamamlanmıştır. Ayyansarayî Hadîkatü'l-cevâmi' adlı eserinde (I, 200), aynı semtte bulunan Mimar Hayreddin Camii vesilesiyle, bu caminin bânisinin Sultan Bayezid mimarı olduğunu bildirdiğinden, uzun süre Beyazıt Camii ve Külliyesi'nin Mimar Hayreddin'in eseri olduğu kabul edilmiştir (Eyice, TDV İslam Ansiklopedisi, Cilt 6 S.48).



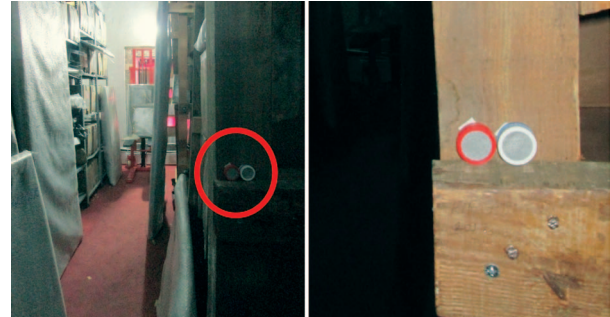
Şekil 8. Vakıflar Hat Sanatları Müzesi dış görünüşü.



Şekil 9. Vakıflar Hat Sanatları Müzesi kat planında dozimetrelerin konumu ile hava fotoğrafında müzenin konumu (İBB-2010).



Şekil 10. İç ortama konulan pasif örnekleyici dozimetreler.



Şekil 11. İç ortama konulan dozimetreler: kırmızı dozimetre= SO<sub>2</sub> (solda) Mavi dozimetre=NO<sub>2</sub> (sağda).

Medresenin çok bakımsız durumda olması yüzünden 1911 ve 1915'te raporlar yazılmış, ancak 1940'lı yıllarda büyük ölçüde tamir görerek 1943'te Belediye Şehir Kütüphanesi yapılmıştır. Kırk yıl bu şekilde hizmet ettikten sonra Belediye Kütüphanesi buradan çıkmış ve medrese günümüzde Vakıflar Hat Sanatları Müzesi olmuştur.

Beyazıt Medresesi evvelce önündeki meydandan taş örülü bir duvarla ayrılmıştı. Meydana açılan klasik üslûpta bir kapısı vardı. Burası kütüphane yapıldıktan sonra bu duvar indirilmiş ve derzleri boşluklu taş kaplanmış, bu da şiddetli tenkitlere yol açmıştır. İstanbul'da 1956-1959 yıllarında yapılan büyük istimlakler sıra-



sında Beyazıt Meydanı da oyulduğunda bu duvar bütünüyle ortadan kaldırıldığından medrese açıkta kalmıştır. Medrese 44x36,60 m. ölçüsünde olup iç avlunun etrafını üç taraftan kubbeli revaklar sarar. Bu revakların kemerleri genellikle olduğu gibi sütunlara değil kare taş pâyelere oturmaktadır. Cümle kapısının tam karşısındaki kenarda yer alan dersane - mescidin üstü 7,40 m. çapında bir kubbe ile örtülüdür. Medresenin her tarafında kesme taş kullanılmış olmasına karşılık dersane-mescid taş ve tuğla şeritleri halinde inşa edilmiştir. Medresenin cümle kapısı sivri kemerli büyük bir eyvanın içinde açılmıştır. Bu eyvanın da tepeliğinde camideki gibi taştan tomurcuk dizileri sıralanır. Revakların arkasında her biri ocaklı, dolaplı ve dışa penceresi olan kubbeli yirmi odası vardır. Avlu ortasında ise bir şadırvan bulunur. Halk arasında bu medreseye, cephesi önünde eskiden beri duran bir havuzdan dolayı Havuzlu Medrese denilirdi; havuz 1956 yılı istimlâklerinde yok edilmiştir. Çalışmanın yapıldığı ana dersane yapısı, cümle kapısının tam karşısındaki kenarda yer almakta olup, mescidin üstü 7,40 m. çapında bir kubbe ile örtülüdür (Yüksel,1983).

Bu örnekleyicilerden biri şahit numune olarak belirlenmiş, diğerleri 1 adet SO<sub>2</sub> ve 1 adet de NO<sub>2</sub> olmak üzere 2 adet örnekleyici depo ortamına konmuştur. Daha sonra analiz amacıyla Norveç Hava Araştırmaları Merkezine gönderilmiştir. NILU tarafından gönderilen değerlendirme sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

### NILU tarafından gönderilen değerlendirmeye seviyeleri aşağıda verilmiştir:

#### Azot Dioksit (NO<sub>2</sub>):

1 – 2 ppb. İpek ve pamuklularda bulunan en hassas organik boya maddeleri 3 ay içinde, pamuk içinde bulunan tipik bitkisel boyalar 5 yıl içinde değişiklik gösterir. Algılama sınırı PPO dozimetresi ile 1.6 ppb dir. Kağıt 10 yıldan sonra dayanımını kaybeder, 20 yıldan sonra da renk değiştirir.

2 – 5 ppb. İpek ve pamuklulardaki tipik organik bitki boyaları bir yıl içinde renk değiştirir. Kağıttaki doğal organik boya maddeleri 5 yıldan sonra değişikliğe uğrar.

3 – 10 ppb. Kağıt, dayanım gücünü 2 yıl içinde kaybeder, pamuklu ve ipeklilerdeki tipik bitkisel boyalar 6 ay içinde solar.

4 – 20 ppb. Kağıt, fiziksel dayanımını 1 yıldan sonra kaybeder. Kağıt rengi, 2 yıldan sonra değişir.

5 – 30 ppb. Ahşaptaki renk değişimleri bir yılın sonrasında gerçekleşir. Kağıt, fiziksel dayanımını 6 ay içinde kaybeder. Tipik bitkisel organik boya maddeleri 1 yıl içinde değişiklik gösterir.

#### Kükürt Dioksit (SO<sub>2</sub>):

1 – 0.1 ppb. 100 yıl içinde iyi koruma koşulları.

2 – 0.4 ppb. ABD Ulusal Standartlar Bürosu tarafından kağıt esaslı kayıtlar için önerilen Sınır değer.

3 – 2.5 ppb. 100 yıldan sonra ciddi hasar.

4 – 4 ppb. Gary Thomson tarafından The Museum Environment kitabında önerilen sınır değer

5 – 10 ppb. 25 yıldan sonra ciddi hasar.

Report for measuring of NO <sub>2</sub> -gas in air with passive sampler							
Project no	: O-112087						
Sample id	Journal no	Date from	Date to	Number days	NO <sub>2</sub> -N µg N/ml	NO <sub>2</sub> -N µg N/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
Istanbul 1	O-112087-2014-6-1	10.03.2014	10.04.2014	31	1,76	7,03	23,09
Istanbul FBL (Şahit Örnek)	O-112087-2014-6-2	10.03.2014	10.04.2014	31	0,02	0,10	0,32
Report for measuring of SO <sub>2</sub> -gas in air with passive sampler							
Project no	O-112087						
Sample id	Journal no	Date from	Date to	Number days	SO <sub>4</sub> -S µg S/ml	SO <sub>2</sub> -S µg S/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
ISTANBUL-6-3	34744	10/03/2014	10/04/2014	31	0,35	1,6	3,3
ISTANBUL-6-4-FBL (Şahit Örnek)	34745	10/03/2014	10/04/2014	31	0,33	1,5	3,1

Tablo 7. NILU NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> analiz sonuçları.

Kirletici	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dönüştürülen ppb değeri
Sülfür Dioksit	1	2.6	1.26
Nitrojen Dioksit	1	1.9	12.15
Ozon	1	2.0	-
Hidrojen sülfid	1	1.4	-
Karbonil sülfid	1	2.5	-
Formik asit	1	1.9	-
Asetik asit	1	2.5	-
Formaldehit	1	1.2	-
$\text{NH}_3$	1	0.7	-

Tablo 8.  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  ve bazı kirleticiler için  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  değerlerinin ppb değerlerine dönüşüm tablosu.

Bu sonuçlara göre Azot Dioksit ( $\text{NO}_2$ ) değeri 3. seviyede, Kükürt Dioksit ( $\text{SO}_2$ ) değeri de 2. ve 3. seviyeler arasında yer almıştır. NILU değerlendirmesine göre ( $\text{SO}_2$ ) seviyesi düşük risk, ( $\text{NO}_2$ ) seviyesi ise ( $\text{SO}_2$ )'ye göre daha yüksek olmasına rağmen "kritik olarak yüksek bulunmamakta" şeklinde değerlendirilmiştir.

### 2.3. İbb Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu Verileri İle Karşılaştırma

Çalışmadan elde edilen MEMORI verilerinin doğruluğunu desteklemek amacıyla İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Çevre Koruma Müdürlüğü verileri kullanılmıştır<sup>9</sup>. İstanbul genelinde İBB'ye ait 10 hava kalitesi ölçüm istasyonu bulunmakta olup, bunlar; Avrupa Yakasında: Yenibosna, Esenler, Alibeyköy, Aksaray, Sarıyer; Anadolu Yakasında: Kartal, Ümraniye, Kadıköy, Üsküdar, Beşiktaş'ta bulunmaktadır. İstasyonlarda  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{HC}$  ve  $\text{PM}$  parametrelerine yönelik hava kirliliği ölçümleri aralıksız devam etmektedir. Bu istasyon verilerinden Avrupa yakasındaki Aksaray İstasyonu  $\text{SO}_2$  verisi kullanılmıştır<sup>10</sup>. Aksaray İstasyonu ile Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi arası 675 metredir. Değerler AB kriterleri ve ülkemiz standartları ile karşılaştırılmıştır<sup>11</sup> (Tablo: 9). İBB İstasyonlarındaki hava

kalitesi ölçüm değerleri bir önceki güne ait 24 saatlik ortalamalardır. Ozon konsantrasyon değerleri ise ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cinsinden ölçülmüştür.

Dozimetrelerin müze depolarında bulunduğu tarih aralığında (22.08.2013-25.12.2013) en düşük değer olarak  $0 \text{ mg}/\text{m}^3$ , en yüksek değer olarak da  $64.8 \text{ mg}/\text{m}^3$  ölçülmüştür. Bu değerler gerek AB kriterleri gerekse ülkemiz limit değerlerinin altındadır. Aylara göre  $\text{SO}_2$  maruziyet grafiğinde de elde edilen verilerin limit değerlerin altında kaldığı açıkça görülmektedir (Şekil: 11). Burada 1 numaralı seri 22.08.2013-21.09.2013 aralığını, 2 numaralı seri 22.09.2013-21.10.2013 aralığını, 3 numaralı seri 22.10.2013-21.11.2013 aralığını ifade etmektedir.

Aksaray İstasyonu ile Türk Vakıf Hat Sanatları Müzesi arası 1000 metredir. Türk Vakıf Hat Sanatları Müzesi konulan örnekleyicilerin, müzede bulunma süresi olan 10.03.2014-10.04.2014 tarihleri arasında da AB ve Türkiye limit değeri olan  $20 \text{ mg}/\text{m}^3$  ün altında ve ortalama  $5 \text{ mg}/\text{m}^3$  olduğu tespit edilmiştir. Ağustos- Aralık 2013 aralığında yapılan ölçümlere göre sonuç değerlerinin daha düşük çıkması ısınma amaçlı kullanılan yakıt emisyonlarında mart-nisan 2014 dönemindeki azalma nedeniyledir (Şekil: 12).

Kirletici	Süre	AB-Limit Değerler Limit değer ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Türkiye-Limit Değerler		
			2012 sınır değeri ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	2013 sınır değeri ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	2014 sınır değeri ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
$\text{SO}_2$	Saat	350	900	900	500
	24 saat	125	310	280	250
	Kış dönemi	20	175	150	125
	Yıl (insan sağlığı)	20	150	150	-
	Yıl (eko sistem)	20	36	28	20

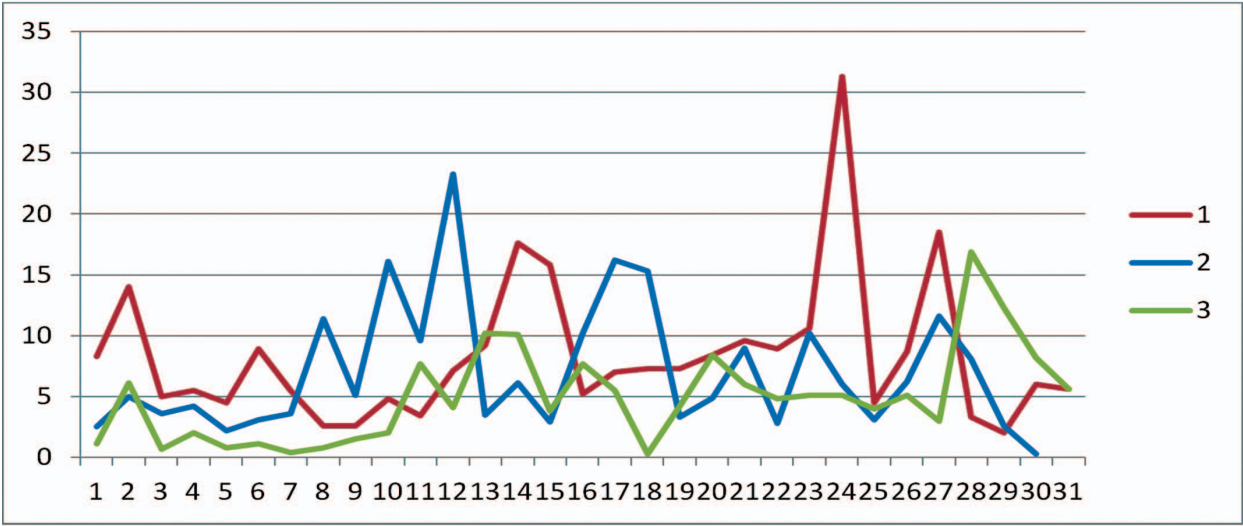
Tablo 9.  $\text{SO}_2$  hava kirleticisine ait limit değer tablosu.

9 İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Müdürlüğü'nden Muhammet DOĞAN'a çalışmaya katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

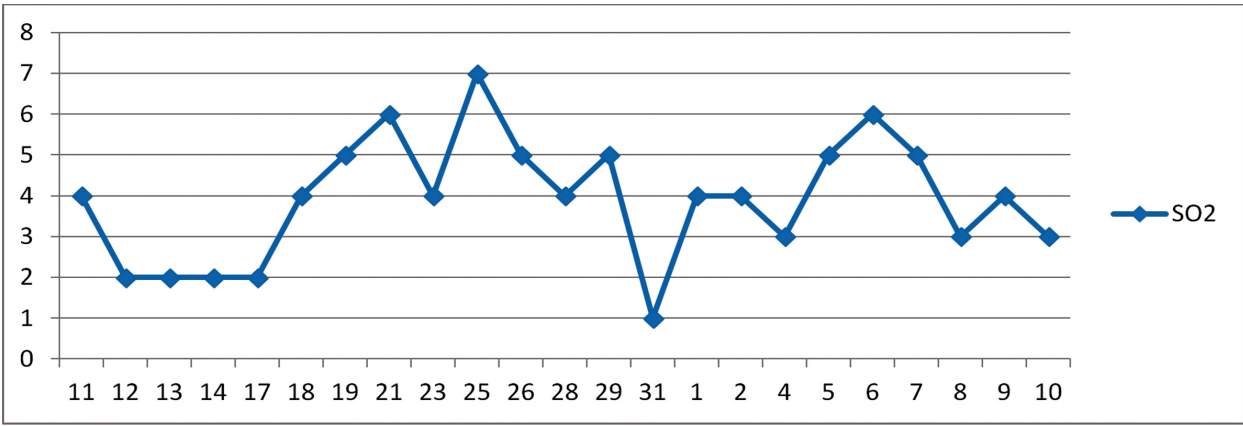
10 15 dakikada bir veri kaydeden istasyon  $\text{SO}_2$  verilerini AF 21M Sülfürdioksit Ölçüm Cihazı ile yapmaktadır. Ölçüm metodu: AF21M özellikle düşük konsantrasyonlardaki sülfür oksit için sürekli ölçüm yapan bir cihazdır. Morötesi ışınlarda bulunan flüoresansı ölçüm prensibi olarak kullanır. Hidrokarbonlardan arındırılmış örnek tepkime odasına ulaşır. Burada, 214 nm'ye odaklanmış mor ötesi ışınlarla örnek radyasyona tabi tutulur. Bu dalga boyu  $\text{SO}_2$  moleküllerinin emilimi için özeldir. Bu moleküller morötesi spektrumda özel bir flüoresan ortaya çıkarır, çıkışta da optik olarak filtreden geçirilir. <http://www.ibb.gov.tr/sites/CevreKoruma/HavaKalitesi/Sayfalar/HavaKalitesiAgimiz.aspx>

11 1 Ocak 2014'ten itibaren AB limit değerlerin geçerli olacağı tarih olan 1 Ocak 2019'a kadar limit değerler toleranslı değerlerdir. <http://www.ibb.gov.tr/sites/CevreKoruma/HavaKalitesi/Documents/LimitDeğerler.pdf>





Şekil 12. İstanbul Aksaray İstasyonu 22.08.2013-25.12.2013 dönemi SO<sub>2</sub> maruziyeti (mg /m<sup>3</sup>)



Şekil 13. İstanbul Aksaray İstasyonu 10.03.2014-10.04.2014 dönemi SO<sub>2</sub> maruziyeti (mg /m<sup>3</sup>)

## 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Müze, kütüphane ve arşiv binalarındaki teşhir ve depolama alanlarındaki nesne / kitaplar için ortamın ideal koşullara getirilmesi gerekmektedir. Bunun sağlanmaması nedeniyle uzun vadede objelerde ciddi hasarlar meydana gelebilmektedir. Akabinde büyük maliyetli müdahalelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun önlenmesi için her obje grubu için iç iklim koşullarının uygun hale getirilmesi risk azaltıcı tedbir olarak gereklidir. Tüm sayılan riskler etkili bir risk yönetiminin ne derece önemli olacağını ortaya koymaktadır.

Bu yapılan çalışma daha önce hava kirliliği risklerinin tespiti amacıyla Vakıflar Genel Müdürlüğü İnşaat Eserleri Müzesi Depolama alanında yapılan çalışmanın devamı niteliğindedir. Çalışmaya Vakıflar Genel Müdürlüğü Hat Sanatları Müzesi de eklenmiş, her iki depo alanındaki iç ortam koşullarının eserlere olası etkileri değerlendirilmiştir. Bundan sonraki çalışmada yine depolama alanlarına reaktif gümüş kuponlar konularak maruziyet testlerine periyodik olarak devam edilmesini sağlanacaktır.

Bu çalışmaların Türkiye'de ki tüm kültürel miras eserlerinin korunduğu yapıların iç ortamlarında sürdürülmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Ortamda hava kirliliği ölçümleri yapılıyor mu? Yapılıyorsa mevcut ölçümler nelerdir?

Objeler üzerine hava kirliliği kaynaklı kirlilik var mı?

Objede hava kirliliği kaynaklı hasar gözlemleniyor mu? Hasar varsa hasarın türleri ve hasar derecesi nedir?

Ortamdaki yapı malzemesinde Hava Kirliliği kaynaklı hasar gözlemleniyor mu? Hasar varsa hasarın türleri ve hasar derecesi nedir?

Objelerin üzeri belirli aralıklarla örtülüyor mu?

Pencereelerde filtre var mı? gibi kontrol listeleri düzenlenerek sık aralıklarla teşhise yönelik gözden geçirmeler yapılmalıdır.

Kültür mirası niteliğindeki kitap / nesnelerin bulunduğu önemli alanlardaki (teşhir, okuma, depolama alanları) koşulların ulusal ve uluslararası standartlardaki ideal değerlere getirilmesi sağlanmalıdır.

Müze, kütüphane ve arşiv binalarındaki sergileme, okuma ve depo alanları gibi kültürel miras eserlerinin bulunduğu mekanlara etki eden hava kirliliği maruziyetinin ve bu maruziyet sonucu eserlerde meydana getirdiği/getireceği bozulmanın derecesinin araştırılmasına yönelik MEMORI teknolojisi gibi modern tekniklerin kullanılması önem

kazanmaktadır. Yine bu sonuçlar Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) gibi yazılımlara entegre edilerek risk haritalarının hazırlanması sağlanmalıdır. Teşhise yönelik yapılacak çalışmalar olası bir hasarın mevcudiyetinin anlaşılmasına yardımcı olacak, hem de eserlerin korunmasından sorumlu personel ile idarecilere ışık tutacaktır. İç ortamlardaki hava kalitesinin anlaşılmasına yönelik dozimetre, pasif örnekleyiciler, sensörler, kuponlar erken uyarı amaçlı olarak kullanılmalıdır. Bu erken uyarı niteliğindeki araçlar sergi, depolama, okuma salonları (makro iklim) ile dolap, vitrin gibi kapalı mekanlarda da (mikro iklim) kullanılabilir.

Çalışmada, yanma/trafik kaynaklı kirleticilerin tespit edildiği (EK 1 deki grafiklerde X aksında gösterilen değerler) EWO dozimetresi ile oksitleyici gaz etkilerinin tespit edildiği (EK 1 deki grafiklerde Y aksında gösterilen değerler) GSD Dozimetresi sonuçlarının 20 farklı türdeki malzeme üzerindeki etkilerine göre;

Hassas pigmentler, pamuk elyafı, tekstil, tarihi parşömen kağıdı, lignin içeren kağıt gibi çok hassas malzemelere yönelik yüksek risk söz konusu olmakla beraber 11 türde düşük ve 3 türde orta risk, 2 türde ise bir odada düşük bir odada orta risk tespit edilmiştir.

Depolama alanının doğal havalandırma yöntemi (herhangi bir iklimlendirme sistemi bulunmayan) ile havalandırıldığı düşünüldüğünde 16 tür için sonuçlar oldukça tolere edilebilir niteliktedir. Riskli olan 4 türdeki karaktere sahip eserlere ek önlemler alınmalıdır. Depolama koşullarında bu tür malzemenin açıkta değil muhafazalı olarak saklandığı düşünüldüğünde bu risk çok daha minimize olmaktadır. Müze deposunda söz konusu eserler boyutları ve niteliklerine göre çeşitli kutularda muhafaza edilmektedir. Yakın dönemde konservasyonu yapılmış eserler Tyvek®

sterilizasyon ambalajları ile paketlenmiş durumdadır. Bu ambalaj yöntemi ile nesnelere hava ile teması mümkün kılınmış fakat hava partikülleri ile kirlilik erişimi engellenmiştir. Ebatları uygun olan nesnelere değişik boyutlu kalın karton veya plastik kasalarda tutulmaktadır.

GSD verilerine göre iç ortam kaynaklı asidik etki oluşturan kirleticilerin yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma dış ortam kaynaklı kirleticilerinin tespitine yönelik EWO Dozimetresinin özellikle çevresinde yoğun trafik bulunan binalara konulmasının ne derece önemli olduğunu vurgulamaktadır. İBB verilerinde görüldüğü gibi İstanbul'daki SO<sub>2</sub> verileri AB kriterleri olan eşik değerlerin bile altında kalmaktadır. İBB verilerinin alındığı istasyondan çalışmanın yapıldığı müze depolama sahalarına olan uzaklık 675 m. - 1000 m. olsa da depolama sahaları çevresinde yoğun bir araç trafiği bulunmaktadır. Özellikle yanma kaynaklı hava kirleticilerine yönelik kış aylarında izleme çalışmaları aralıksız sürdürülmelidir. SO<sub>2</sub> kaynaklı risklere yönelik elde edilen verilere göre Vakıflar Genel Müdürlüğü'ne ait müze depolama alanlarının İstanbul'da bulunmasının Türkiye'nin diğer şehirlerine göre daha avantajlı olduğu noktasında isabetli bir karar olduğunu göstermektedir. Her ne kadar düşük riskli hava kirliliği risk seviyeleri tespit edilse de eserlerin iklimlendirme sağlanmış depolama alanlarına nakledilmeleri en bilimsel yaklaşım olacaktır.

Eserlerin bozulmasına etki edecek bağıl nem ve sıcaklık parametrelerinin de izleme çalışmaları ile mevsimsel olarak hava kirliliği izleme çalışmalarına da devam edilmelidir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmaya verdikleri destek nedeniyle Vakıflar Genel Müdür Yardımcısı Ali HÜRATA'ya, İstanbul Vakıflar 1. Bölge Müdürü İbrahim ÖZEKİNCİ'ye, Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi Müdürü Recep DALKILIÇ'a, Türk Vakıf Hat Sanatları Müzesi Müdürü Dr.Zübeyde Cihan ÖZSAYINER'e, Müze Araştırmacıları İrfan SEVİM ve Gökhan BURKAN'a, Norveç Hava Araştırmaları Enstitüsü'nden (NILU) Dr. Elin DAHLIN ve Dr.Terje GRONTOFT'a teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

- Adcock, E., (1998). Kütüphane Malzemesinin Bakım ve Kullanımında IFLA İlkeleri, International Federation of Library Associations and Institutions Core Programme on Preservation and Conservation and Council on Library and Information Resources
- Aparicio, S., Grontoft, T., Dahlin, E., (2010), Air Quality Assessment In Cultural Heritage Institutions Using EWO Dosimeters, E-Preservation Science, E-PS, 2010/7, 96-101
- Avrupa Komisyonu 7. Çerçeve Programı Kataloğu (2011). Catalogue Of EU Funded Projects In Environmental Research 2007- 2011 - FP7 - Theme 6 - Environment (Including Climate Change) European Commission Directorate General For Research And Innovation Environment Directorate. [http://ec.europa.eu/research/environment/pdf/fp7\\_catalogue.pdf](http://ec.europa.eu/research/environment/pdf/fp7_catalogue.pdf) adresinden 24 Şubat 2015 tarihinde tarihinde erişildi.

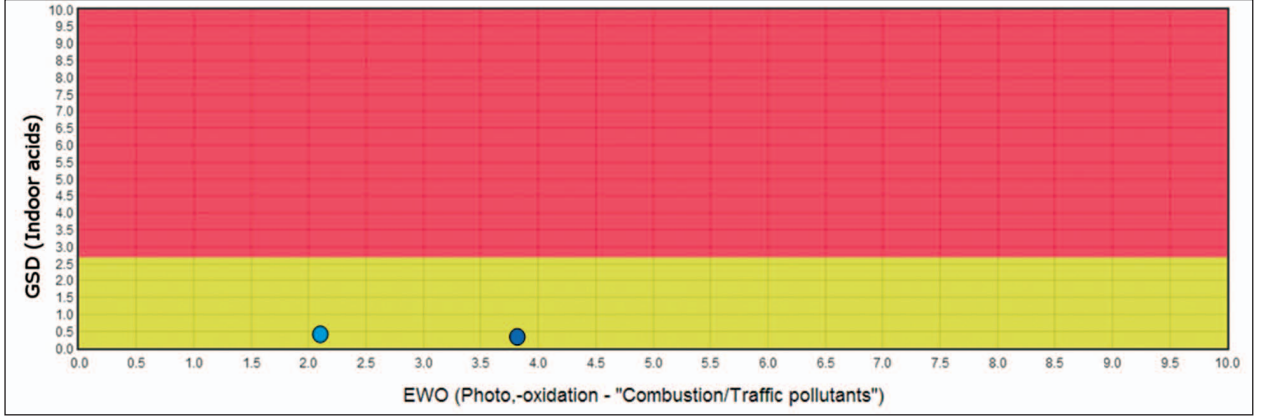
- Baydar, N., (2009). Konservasyon ve Restorasyon, Türkiye'de Arşivler ve Arşivcilik Uygulamaları, 45. Kütüphane Haftası Bildirileri.
- Dahlin E. vd., (2010). EU project MASTER, Final Report. Preventive Conservation Strategies for Protection of Organic Project in Museums, Historic Buildings and Archives, NILU OR 76/2010. <http://www.nilu.no/master/>
- Eyice S., (1992). "Beyazıt II Camii ve Külliyesi", *Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi*, Cilt: 06; sayfa: 48
- Grøntoft, T., (2012). Performance Evaluation For Museum Enclosures. Measurement, Modeling and Mitigation of Pollutant Impact on Objects İn Museum Enclosures. *Epreservation Science*, 9, 36-46.
- Henderson J., (2013) Managing The Library and Archive Environment, The Preservation Advisory Centre
- Grøntoft, T., Odlyha, M., Mottner, P., Dahlin, E., Lopez-Aparicio, S., Jakiela, S., Scharff, M., Andrade, G., Obarzanowski, M., Ryhl Svendsen, M., Thickett, D., Hackney, S. and Wadum, J. (2010). Pollution Monitoring by Dosimetry and Passive Diffusion Sampling for Evaluation of Environmental Conditions For Paintings in Microclimate Frames. *Journal of Cultural Heritage*, 11, 411-419.
- ICCROM (1987). Kültür Varlıkları Koruma ve Onarım Araştırmaları Uluslararası Merkezi, İstanbul Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı- Müzelerde Koruma: Çevresel Koşullarının Denetimi.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Müdürlüğü verisi (2013).
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Müdürlüğü Hava Kalitesi web sitesi  
<http://www.ibb.gov.tr/sites/CevreKoruma/HavaKalitesi/Sayfalar/HavaKalitesiAgimiz.aspx>  
<http://www.ibb.gov.tr/sites/CevreKoruma/HavaKalitesi/Documents/LimitDegerler.pdf>
- İBB Harita Müdürlüğü Verisi (2010).  
Şehir Rehberi Web Sitesi. <http://sehirrehberi.ibb.gov.tr/map.aspx>
- Karaca, F., Alagha, O., Gören, S., (2009). Bir Derleme Çalışması: İç Ortam Hava Kalitesinin Müzeler ve Tarihi Bina Envanterinde Bulunan Eserlere Etkilerinin Araştırılması, Risk Değerlendirmesi ve Uygun Kontrol Sistemlerinin Önerilmesi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildirileri.
- Karasar N., (2004). Bilimsel Araştırma Yöntemi, Nobel Yayıncılık.
- Kuzucuoglu, A.H. & Polat, M., (2014)  
Kültürel Mirasın Korunmasına Yönelik Hava Kirliliği Analizi: Vakıflar Genel Müdürlüğü Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi Depolama Alanları Örneği. *Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt: 01, Sayı:01.
- MEMORI Project (2013). Short Guidelines for the Use of the MEMORI Dosimeter.
- MEMORI Measurement, Effect Assessment and Mitigation of Pollutant Impact on Movable Cultural Assets – Innovative Research for Market Transfer- EU FP7 Project: 265132 broşür ve sonuç raporu [http://www.memori-project.eu/uploads/media/MEMORI\\_Final\\_project\\_report-publishable\\_1.pdf](http://www.memori-project.eu/uploads/media/MEMORI_Final_project_report-publishable_1.pdf)
- Muller, C., (2002). Practical Applications of Reactivity Monitoring in Museums and Archives- Considerations for Monitoring and Classification Of Gaseous Pollutants- Purofil, Inc.
- Peternel, R., Toth, I., Hercog, P.,(2014)  
Risk Management in Air Protection in the Republic of Croatia, *Coll. Antropol.* 38, 1: 201–206.
- Sacchi E., ve Muller, C., (2005)  
Air Quality Monitoring At Historic Sites, Redefining an Environmental Classification System for Gaseous Pollution- *ASHRAE Journal*
- Thomson, G., (1978). The Museum Environment, Butterworths, Londra
- TS 13212 Standartı (2006) "Türk Standartlarındaki Arşiv Mekanlarının Düzenlenmesi Genel Kurallar"
- Yüksel, A., (1983). Osmanlı Mimarisinde II. Bayezid, Yavuz Selim Devri (1481 - 1520): V. İstanbul Fetih Cemiyeti: İstanbul.
- Vakıflar Genel Müdürlüğü Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi Web Sayfası. <http://www.vgm.gov.tr/icerikdetay.aspx?Id=32>
- Vakıflar Genel Müdürlüğü Türk Vakıf Hat Sanatları Müzesi Web Sayfası. <http://www.vgm.gov.tr/icerikdetay.aspx?Id=33>

EKLER:

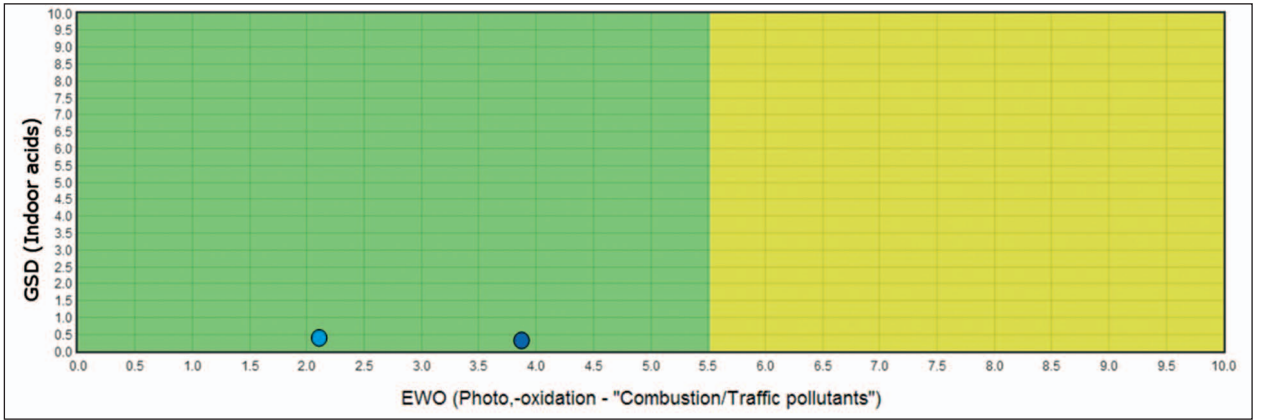
- Örnek 1
- Örnek 2

Analiz Tarihi:

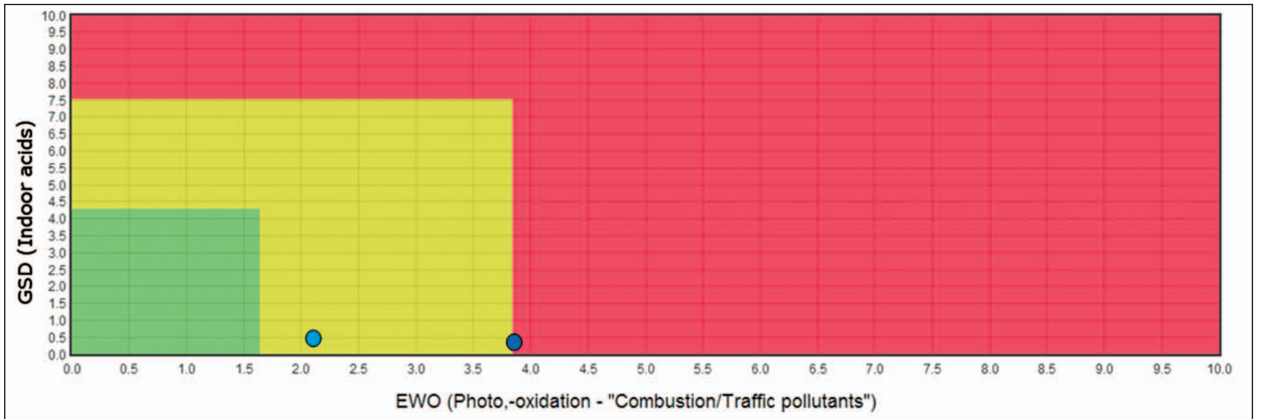
- Örnek 1: 2014-01-14 15:30:09
- Örnek 2: 2014-01-14 15:31:47



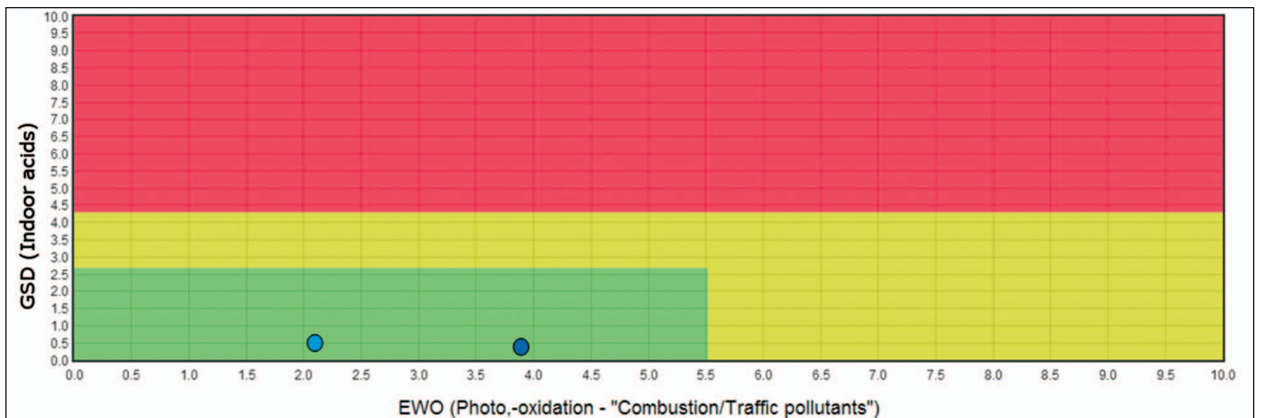
1.Kurşun



2.Gümüş:

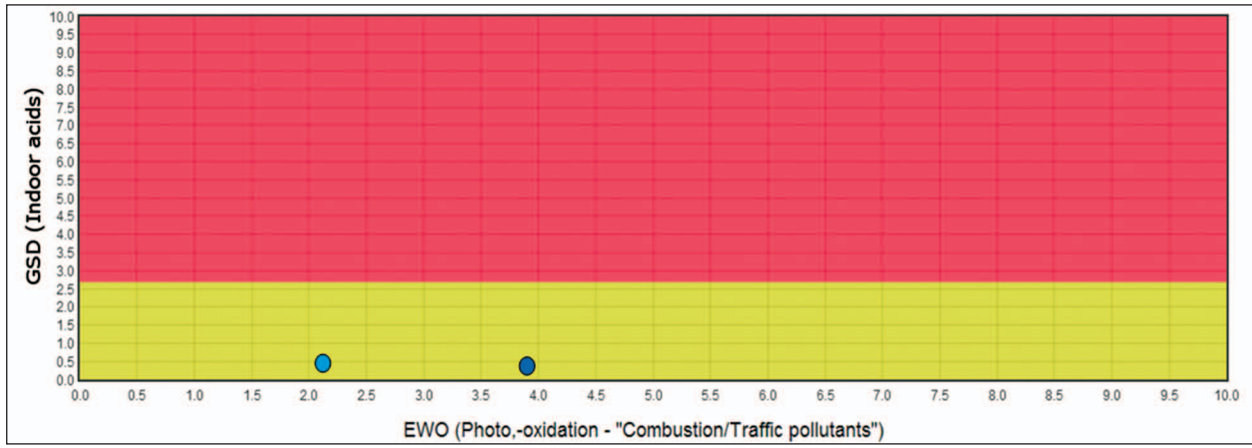


3.Bakır Alaşımaları

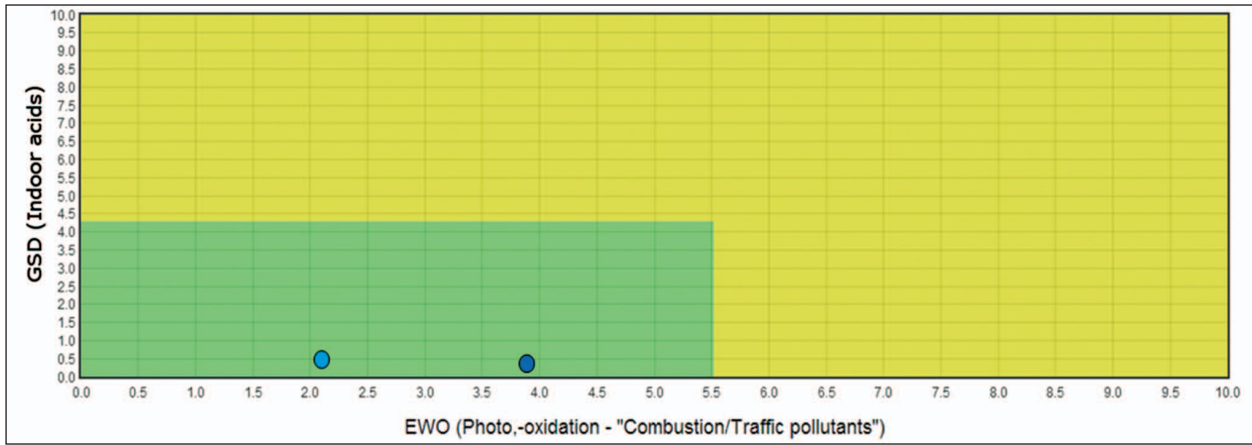


4.Demir

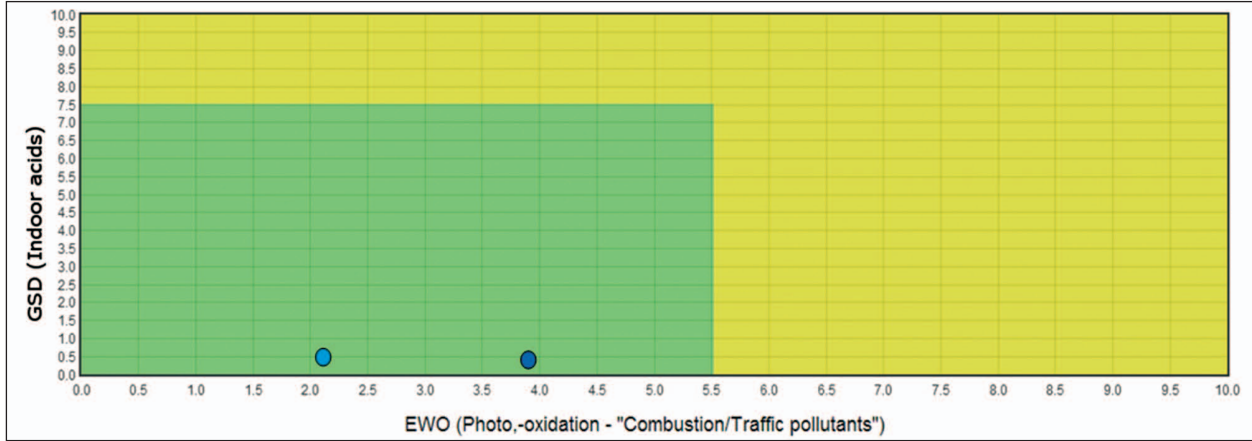




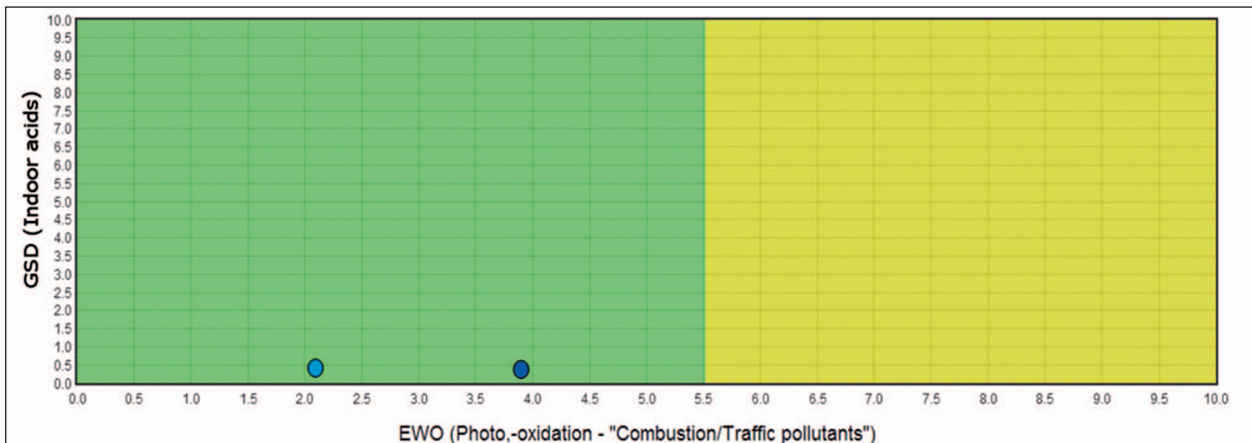
5.Cam



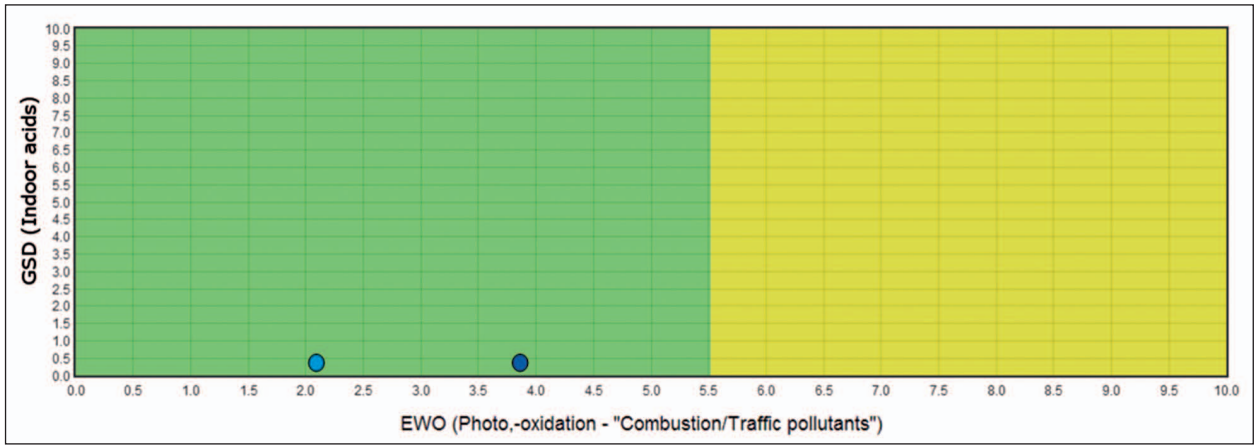
6.Seramik



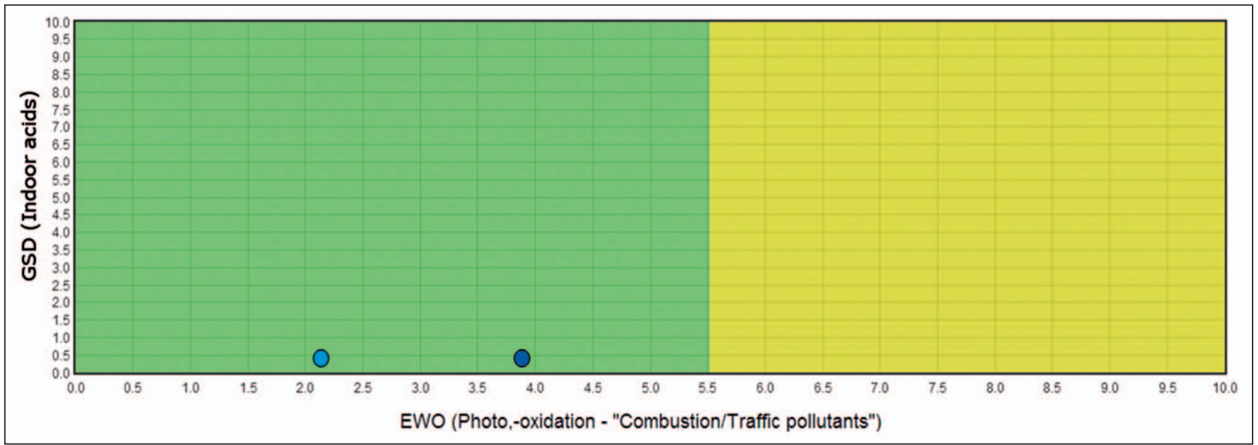
7.Kalkerli taş



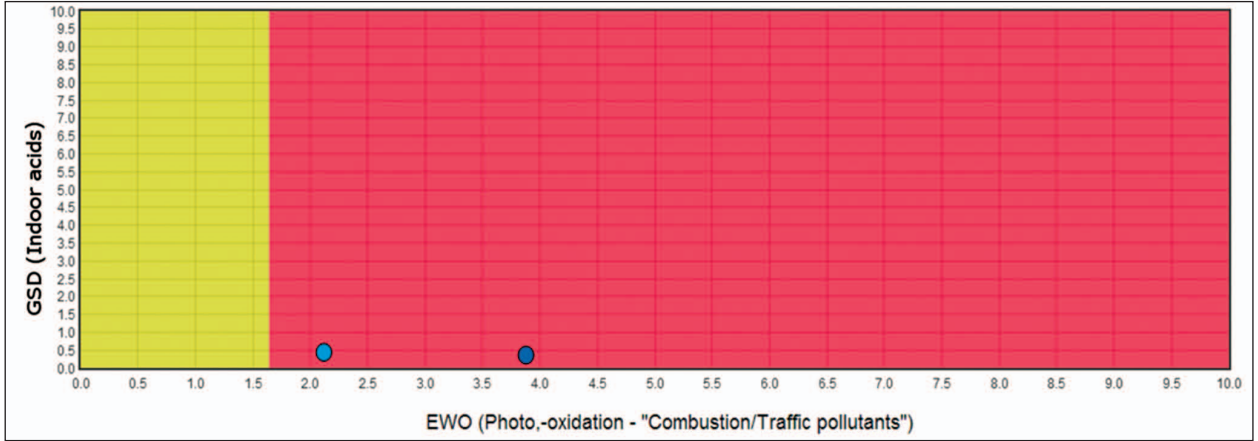
8.Kemik



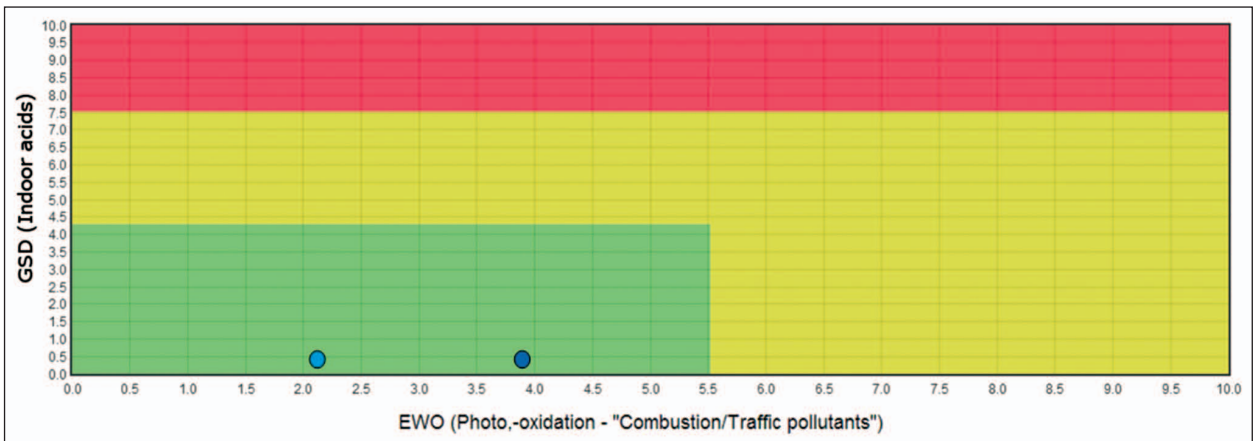
9.Fildişi



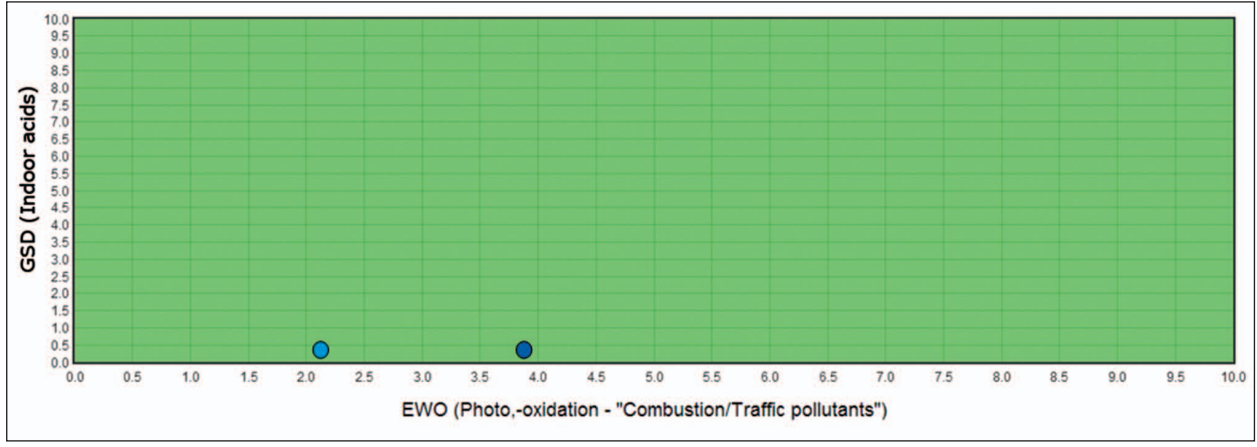
10.Kehribar



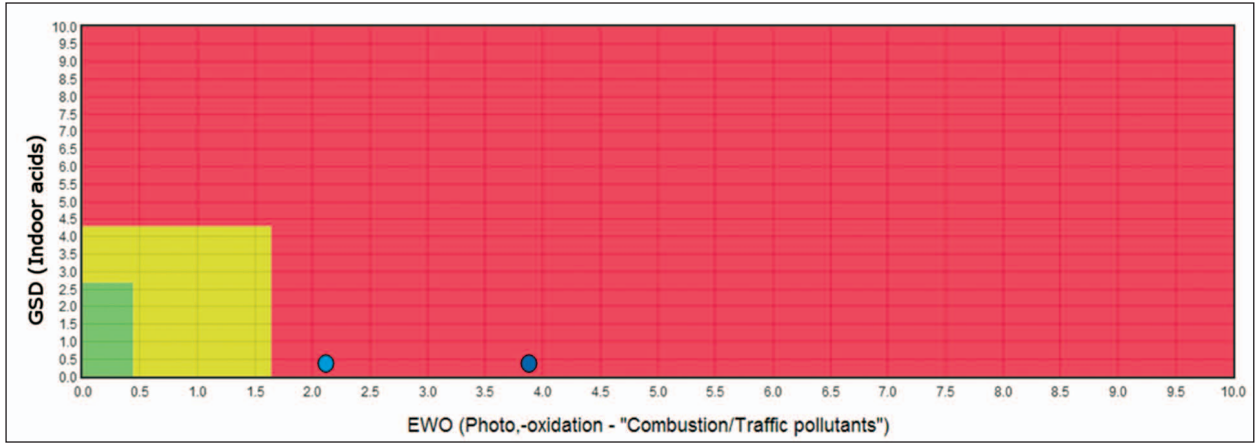
11.Pigment - hassas



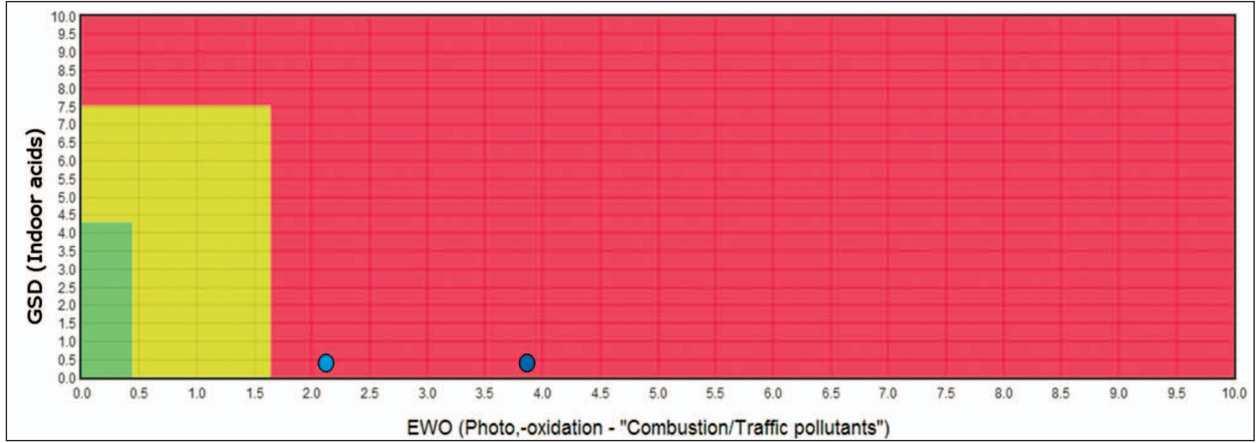
12.Vernik



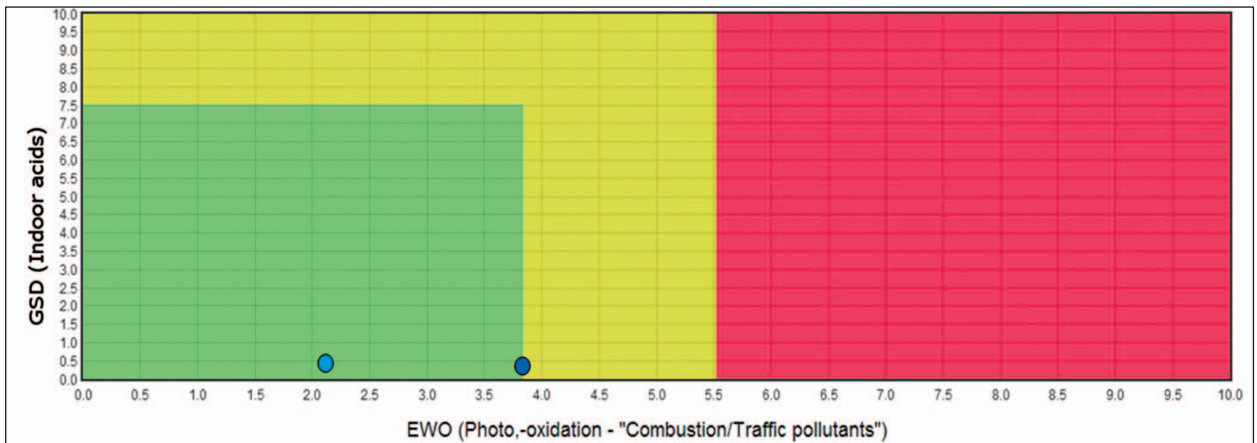
13.Ahşap



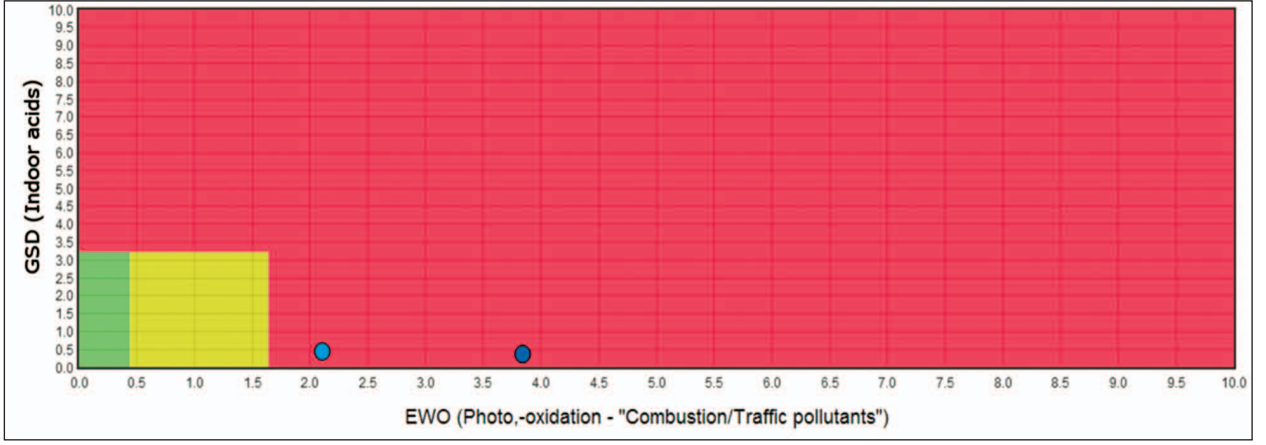
14.Pamuk elyafı, tekstil



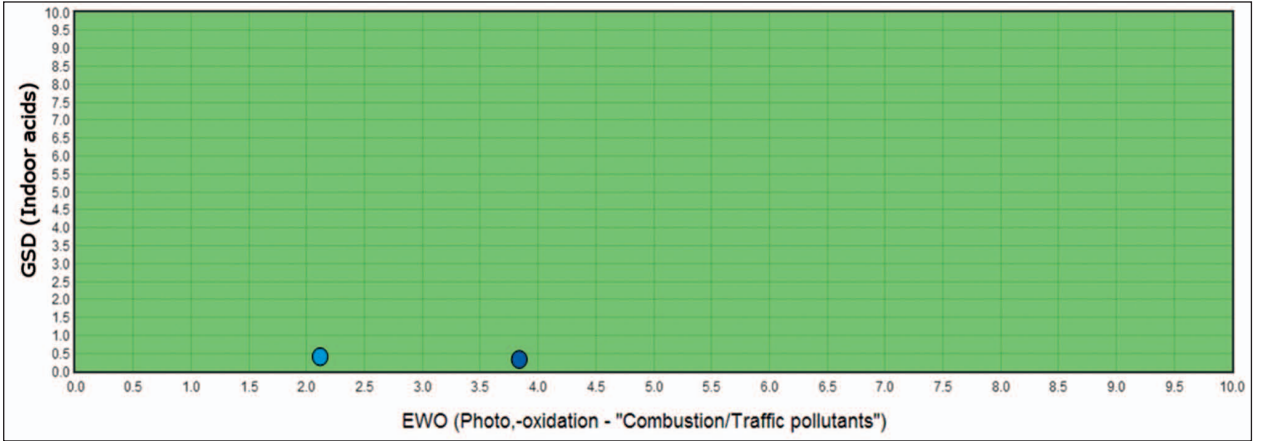
15.Tarihi parşömen kağıdı



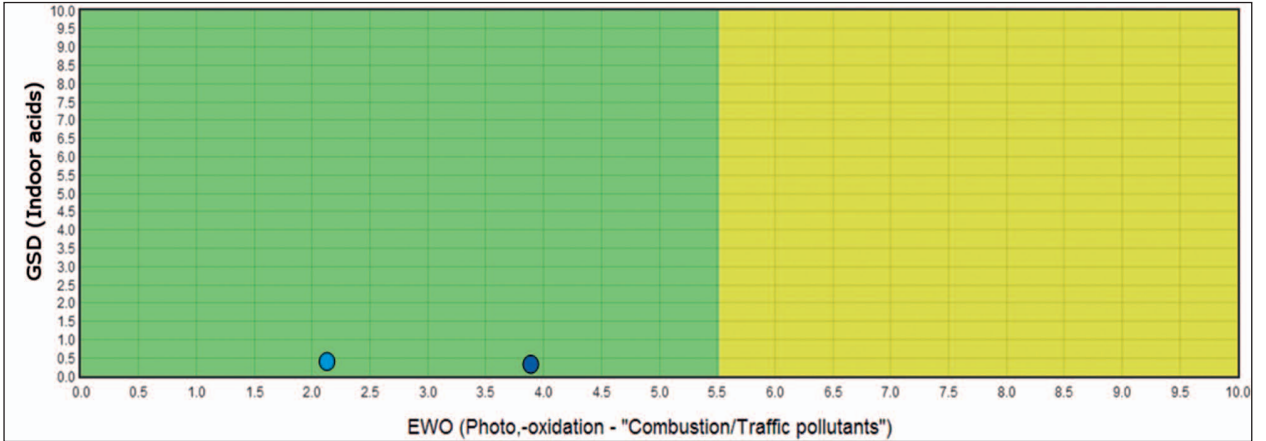
16.Lignin içermeyen kağıt



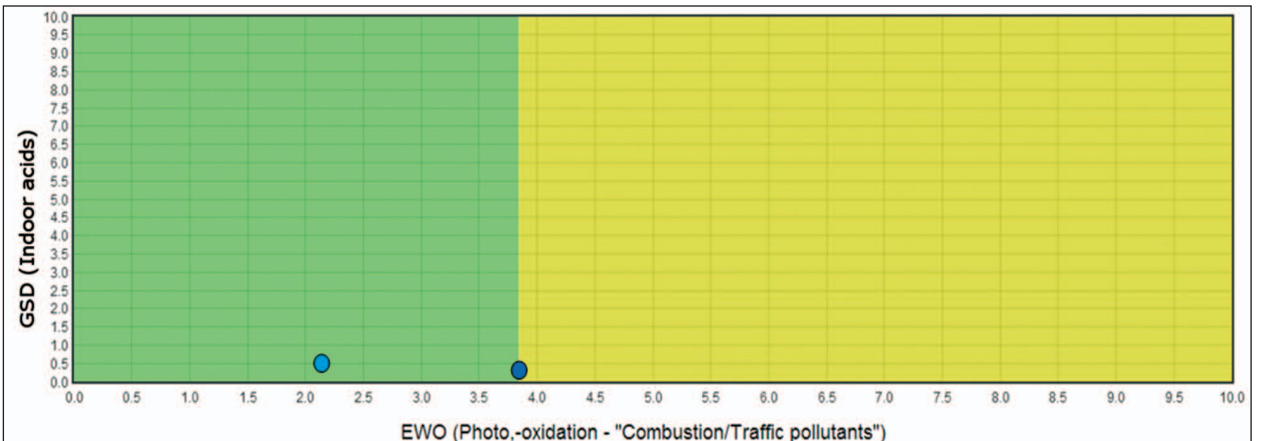
17.Lignin içeren kağıt



18.Deri



19.Paşömen



20.Yünlü ve ipekli tekstiller