

TÜRKİYE’DE ASBEST YASAĞI VE BAZI İTHAL ÜRÜNLERDE ASBEST MİNERALLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Mehmet Ali KURT^{*1}, Ümit YILDIRIM²

¹Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Mersin Üniversitesi, Mersin, Türkiye

²Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Mersin Üniversitesi, Mersin, Türkiye

Geliş / Received: 21.04.2016

Düzeltilmelerin gelişi / Received in revised form: 12.06.2016

Kabul / Accepted: 13.06.2016

ÖZ

Asbest, lifsi yapıda olup elektrik ve ısı yalıtım özelliğinden dolayı birçok teknolojik üründe kullanılan doğal bir silikat mineralidir. 3000’den fazla endüstriyel üründe kullanılan asbestin özellikle basınca dayanıklı su boruları, kaplama malzemeleri, contalar, fren balataları, çeşitli plastik ürünler, boyalar, filtreler, yüksek ısıya dayanıklı giysiler, kâğıt ürünleri ve uzay araçlarındaki kullanımı yaygındır. Başta Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere, gelişmiş birçok ülkede asbest içeren ürünlerin üretimi ve kullanımı insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı yasaklanmıştır. Ancak asbestli ürünlerin üretiminin yasaklanmadığı bazı ülkelerde asbestli tüketim malları hala üretilmekte ve dünyanın çeşitli ülkelerine ihraç edilmektedir. Bu çalışma, 2011-2014 yılları arasında Çin Halk Cumhuriyeti’nden ülkemize ithalat yoluyla giriş yapan bazı ürünlerin asbest içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma kapsamında değişik tür ve ebatta yapay çiçek, seramik vazo ve değişik araçlara ait fren balatalarının asbest içerip içermedikleri polarize ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu teknikleri kullanılarak araştırılmıştır. Çalışma sonucunda yapay çiçek ve seramik vazoların asbest minerali içermediği, buna karşılık bazı araç fren balatalarının yüksek oranda asbest minerali içerdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, asbestli ürünlerin üretiminin ve uluslararası ticaretinin yasaklanması, başta akciğer ve akciğer zarı kanseri olmak üzere, birçok sağlık probleminin engellenmesi açısından büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Asbest yasağı, fren balatası, polarize ışık mikroskobu, taramalı elektron mikroskobu

ASBESTOS BAN IN TURKEY AND INVESTIGATION OF ASBESTOS MINERALS IN SOME IMPORTED PRODUCTS

ABSTRACT

Asbestos, a natural silicate mineral having a fibrous structure, is used in a lot of technological products due to its electrical and heat insulation properties. Asbestos is known to be used in more than 3000 industrial products, including pressure-resistant water pipes, coating materials, gaskets, brake pads, various plastic products, paints, filters, heat proof clothing, paper products and space crafts. Use and manufacturing of products containing asbestos have been banned in several developed nations, particularly in the European Union, due to its negative effects on the human health. Nevertheless, in some countries, where manufacturing of asbestos containing products have not been banned, consumer’s goods containing asbestos are still manufactured and exported to various parts of the world. The purpose of this study was to determine the presence of asbestos in some consumer’s goods entering in our country via importation from the People’s Republic of China between the years 2011-2014. Within the scope of this study, various types and sizes of artificial flowers, ceramic vases and brake pads belonging to different vehicles were investigated using polarized light microscope and scanning electron microscope to confirm the presence of asbestos. Results of this study have shown that artificial flowers and ceramic vases did not contain the asbestos minerals, on the contrary brake pads of some vehicles contained

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 324 361 00 01; e-mail/e-posta: mehmetalikurt@gmail.com

TÜRKİYE'DE ASBEST YASAĞI VE BAZI İTHAL ÜRÜNLERDE ASBEST MİNERALLERİNİN ARAŞTIRILMASI

high percentage of asbestos minerals. As a result, ban of the manufacturing of products containing asbestos and their international trade have an utmost importance for prevention of various health-related problems, especially lung cancer and mesothelioma.

Keywords: Asbestos ban, brake lining, polarized light microscope, scanning electron microscope

1. GİRİŞ

Asbest mineralleri, lifsi bir yapıya sahip, magnezyum silikat, kalsiyum-magnezyum silikat, kompleks sodyum-demir silikat ve demir-magnezyum silikat bileşiminde bir mineral grubudur [1]. Asbest halk dilinde ve piyasada amyant olarak bilinmektedir. Asbest grubu mineralleri oluşum ve kökenlerine göre serpantin grubu (krizotil) ve amfibol grubu olmak üzere ikiye ayrılmakta, krizotil ve lizardit serpantin grubunda, krokidolit, ribekit, amozit, antofillit, tremolit ve aktinolit ise amfibol grubunda yer almaktadır [1, 2].

Ateşe, ısıya ve elektriğe karşı yüksek dayanıklılığı, asbestin ticari olarak kullanımını gerektiren temel özellikler olup bu özelliklerinden dolayı asbest 3000'den fazla endüstriyel ürünün yapımında kullanıldığı bilinmektedir [3]. Basınca dayanıklı borular, her türlü inşaat yalıtım malzemeleri, contalar, özel kâğıt ürünleri, özel filtreler ve fren balataları asbestin özellikle geçmiş dönemlerde sıklıkla kullanıldığı ürünlerin başında gelmektedir. Asbest aynı zamanda savunma ve uzay sanayisinde de yoğun olarak kullanılmaktadır.

Kullanımının milattan önce 500'lü yıllara dayandığı bilinen [1] asbest, 19. yüzyılın sonlarında yalıtkan özelliği, sürtünmeye karşı direnci ve birçok asitte çözünmemesi gibi özellikleriyle "sihirli mineral" olarak tanımlanmış, ancak özellikle 1950'li yıllardan sonra insan sağlığına zarar veren kanserojen bir mineral olduğunun tespitiyle de "öldürücü toz" olarak nitelendirilmiştir [4].

Asbestin birçok ölümcül hastalığa neden olduğu bilinmektedir [2, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Bunlar; benign hastalıkları (parietal plavreda kalsifiye plaklar), paryetal plevrada hyalinize plaklar (kotsal, diafrağmatik ve mediastinal plevrada kronik fibröz plöretis vb.), perikard hastalıkları (perikardiyal kalsifiye plak, perikardiyal fibrosis, pericardial effüzyon), benign akciğer hastalıkları (asbestosis, caplan sendromu, apical akciğer fibrosisi, bronşiolitis) ve malign hastalıklarıdır (malign plevral mezotelyoma, malign peritoneal mezotelyoma ve akciğer kanserleri) [1].

Asbestin önemli kullanım alanlarından biri otomotiv sektörü olup bu alanda fren ve debriyaj balataları belki de asbestin en fazla kullanıldığı otomobil yedek parçalarıdır. Araç frenleme sistemlerinde takviye malzemesi olarak geçmiş yıllarda kullanılan asbestin frenlemenin optimum koşullarını sağladığı, ancak frenleme sırasında aşınmaya bağlı olarak ortaya çıkan tozların içerisindeki asbest minerallerinin hava ortamına girerek insanlarda kansere neden olduğunun belirlenmesinden dolayı üretimi ve kullanımı birçok ülkede yasaklanmıştır [11]. Yapılan bazı çalışmalarda trafik yoğunluğu yüksek olan kavşaklarda (örneğin Kızılay Kavşağı-Ankara) havada asbest minerallerinin varlığı tespit edilmiş ve bu asbest minerallerinin tehlikeli boyutlarda olduğu vurgulanmıştır [12].

Asbestli balataların üretim ve kullanımının birçok ülkede yasaklanması ile asbestin frenleme koşullarını sağlamak için geliştirilen ve insan sağlığına etkisi olmayan polimer esaslı malzemeler veya cam, çelik, seramik ve taş yünleri olarak adlandırılan, iğnemi yapay takviye malzemeleri, günümüzde tercih edilen takviye malzemeleri haline gelmiştir [11]. Fren balatalarında asbeste alternatif olabilecek maddelerin araştırılması ve geliştirilmesine yönelik çok sayıda çalışma günümüzde halen devam etmektedir. Deneysel olarak asbest dışında takviye malzemesi kullanılarak üretilmiş balataların testlerinde olumlu sonuçların alındığını gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur [9, 10, 13, 14].

Avrupa Birliği ülkeleri 1980'lerden itibaren bireysel olarak asbest kullanımını yasaklamaya başlamış ve nihayet 1 Ocak 2005 tarihinde ise tüm üye ülkelerde asbest üretim ve kullanımı yasaklanmıştır. 28539 sayılı ve 25.01.2013 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan "Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" [15] gereği ülkemizde de asbest ve asbestli ürün üretimi ve bunların her türlü ticareti yasaklanmıştır. Bu yönetmelikte ikinci bölüm, madde 5'de; "1) Asbestin her türünün çıkarılması, işlenmesi, satılması ve ithalatı, 2) Asbest içeren her türlü ürünün ithalatı ve satılması ve 3) Asbest ürünlerinin veya asbest ilave edilmiş ürünlerin üretimi ve işlenmesi yasaktır" hükümleri yer almaktadır. Şu anda dünyada çoğunluğu Avrupa ülkeleri olmak üzere ve Türkiye de dahil 57 ülkede asbest yasaklanmış durumdadır.

Başta Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere, gelişmiş birçok ülkede asbest içeren ürünlerin üretimi ve kullanımı insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı yasaklanmış olmasına rağmen, asbestli ürünlerin üretiminin yasaklanmadığı Çin Halk Cumhuriyeti gibi bazı ülkelerde asbestli tüketim malları hala üretilmekte ve dünyanın çeşitli ülkelerine ihraç edilmektedir. Bu çalışma, 2011-2014 yılları arasında Çin Halk Cumhuriyeti'nden ülkemize ithalat yoluyla giriş yapan değişik tür ve ebatta yapay çiçek, seramik vazo ve değişik araçlara ait fren balatalarının asbest içerip içermediklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Bu çalışmada 2011-2014 yılları arasında Çin Halk Cumhuriyeti'nden ülkemize ithal edilen değişik tür ve ebatlarda 21 adet yapay çiçek, 14 adet seramik vazo ve değişik araçlara (motosiklet, otomobil, kamyon ve iş makineleri) ait 15 adet fren balatası materyal olarak kullanılmıştır.

2.2. Metot

Çalışma kapsamında EPA-600/R-93/116 Metodu [16] kullanılmıştır. Yapay çiçek örnekleri EPA-600/R-93/116 metodunda belirtildiği gibi belirli miktarlarda tartılıp porselen krozelere yerleştirilmiştir. Krozeler kül fırınında 450°C'de (asbest mineralleri 500°C'den daha yüksek sıcaklıklarda bozunmaya başlamaktadır) 6 saat bekletilerek yakılmış ve külde asbest minerallerinin bulunup bulunmadığı, polarize ışık mikroskopunda ve alan emisyonlu taramalı elektron mikroskopunda (FE-SEM) tespit edilmiştir [16]. Seramik vazolar ve fren balataları kırılıp küçük parçalar haline getirilmiş ve bu parçaların boyasız, cilasız iç yüzeyleri polarize ışık mikroskobu ve elektron mikroskopunda incelenmiştir. SEM'de incelenen bir görüntünün istenilen bir noktasından kimyasal karakterizasyon veya elemental analiz yapılmasına olanak veren bir tekniktir. Ayrıca asbest içeren balatalardaki asbest minerallerinin hangi mineral fazında olduğunu belirlemek amacıyla SEM-EDS (Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) spektrum tekniği [17] uygulanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 1'de asbest ölçümü yapılan ürün, görüntüleme metodu ve asbest bulgusu yer almaktadır. Çalışma kapsamında derlenen çeşitli yapay çiçek, çeşitli ebatlardaki seramik vazo, motosiklet fren balatası ve otomobil fren balatası örneklerinde polarize ışık mikroskobu ve alan emisyonlu taramalı elektron mikroskobu (FE-SEM) ile yapılan analizler sonucunda asbest mineralleri tespit edilmemiştir. Buna karşın kamyon ve iş makinası fren balatalarında asbest mineralleri tespit edilmiştir (Çizelge 1). Çeşitli araçlara ait fren balatalarının makro görüntüleri Şekil 1'de verilmektedir. Şekil 2'de bazı fren balatalarının polarize ışık mikroskopundaki görünümü yer almaktadır. Şekil 2 A ve B'de polarize ışık mikroskopundaki asbestli bir balatadaki asbest minerallerinin çift nikol ve tek nikol görüntüsü, Şekil 2 C ve D'de ise cam yünü kullanılarak imal edilen bir fren balatasının görüntüsü yer almaktadır.

Çizelge 1. Asbest ölçümü yapılan ürün, görüntüleme metodu ve asbest bulgusu

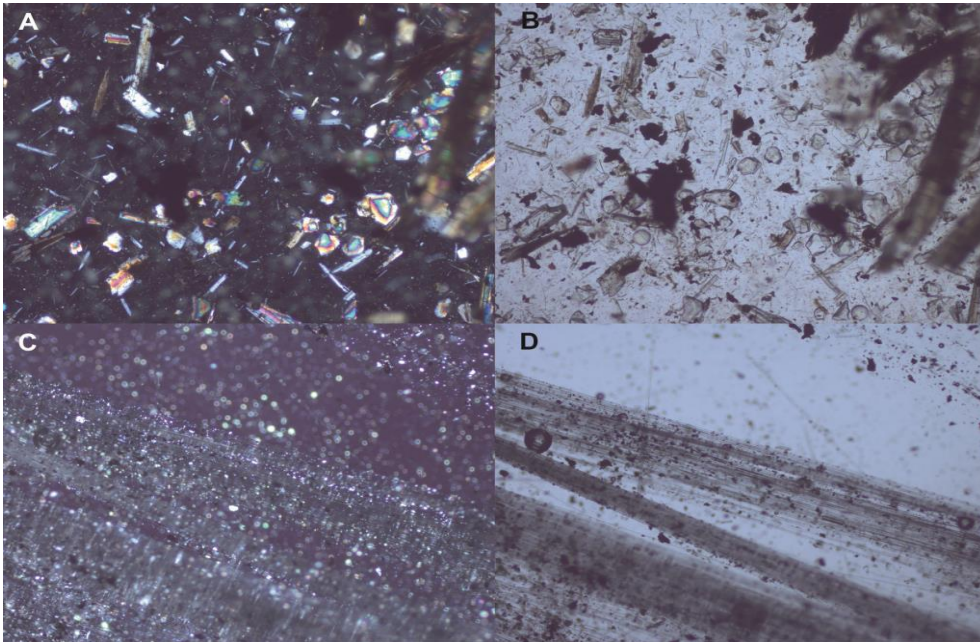
Asbest Ölçümü Yapılan Ürün	Görüntüleme Metodu	Asbest Bulgusu
Yapay Çiçek	Polarize Işık Mikroskobu ve Elektron Mikroskobu	Asbest Tespit Edilmedi
Seramik Vazo	Polarize Işık Mikroskobu ve Elektron Mikroskobu	Asbest Tespit Edilmedi
Motosiklet Fren Balatası	Polarize Işık Mikroskobu ve Elektron Mikroskobu	Asbest Tespit Edilmedi
Otomobil Fren Balatası	Polarize Işık Mikroskobu ve Elektron Mikroskobu	Asbest Tespit Edilmedi
Kamyon ve İş Makinası Fren Balatası	Polarize Işık Mikroskobu ve Elektron Mikroskobu	Asbest Tespit Edildi

TÜRKİYE'DE ASBEST YASAĞI VE BAZI İTHAL ÜRÜNLERDE ASBEST MİNERALLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Asbest, geçmiş yıllarda fren balatalarında takviye malzemesi olarak kullanılmış, ancak insan sağlığı bakımından tehlike oluşturduğu belirlendiğinden beri takviye malzemesi olarak para-aramid, cam, çelik, seramik ve taş yünleri olarak adlandırılan, iğnemi yapay malzemeler kullanılmaya başlanmıştır [11]. Bu çalışmada incelenen Şekil 2 A ve B'deki fren balatalarında takviye malzemesi olarak kullanımı yasaklanan asbest mineralinin, Şekil 2 C ve D'deki fren balatasında ise cam yünü takviye malzemesinin bulunduğu saptanmıştır. Şekil 3'te takviye malzemesi olarak asbest mineralinin kullanıldığı fren balatası içerisinde yer alan asbest liflerinin FE-SEM görüntüsü yer almaktadır. Bu görüntüde çok sayıda asbest mineralinin demetler halinde ve düzensiz şekilde bir arada olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Çeşitli araçlara ait değişik ebatlarda fren balataları



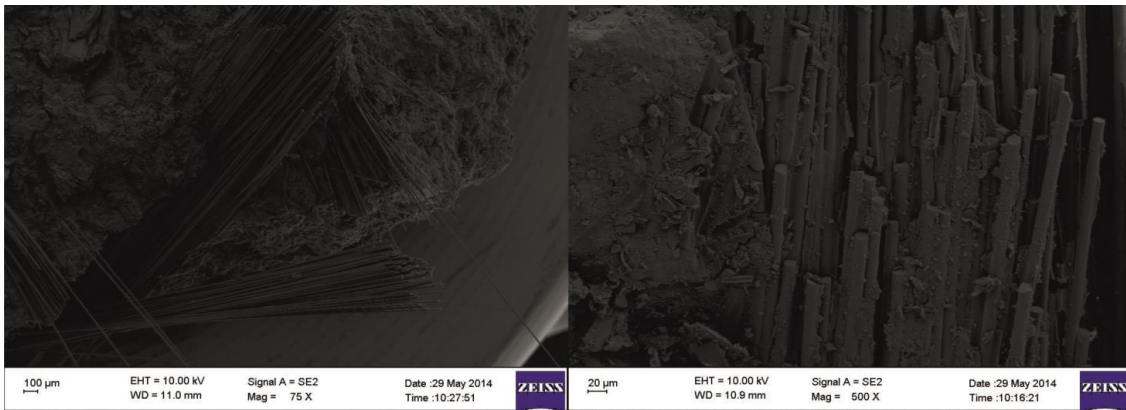
Şekil 2. Fren balatalarındaki asbest (A ve B) ve cam yününün (C ve D) polarize ışık mikroskopundaki görünümü (A: Çift nikolde asbest lifleri, B: Tek nikolde asbest lifleri, C: Çift nikolde cam yünü, D: Tek nikolde cam yünü)

M.A. KURT, Ü. YILDIRIM



Şekil 3. Fren balatalarındaki asbest liflerinin FE-SEM görüntüleri

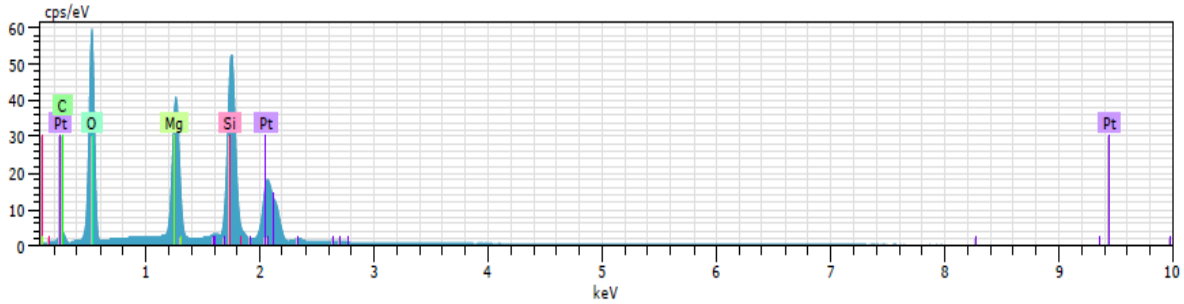
Şekil 4'te ise takviye malzemesi olarak cam yününün kullanıldığı fren balatası içerisinde yer alan cam yünü liflerinin FE-SEM görüntüsü yer almaktadır. Bu görüntüde çok sayıda yapay cam yününün demetler halinde ve düzenli şekilde bir arada olduğu görülmektedir. Şekil 3'teki asbest lifleri ile Şekil 4'teki cam yünü karşılaştırıldığında birbirinden bariz olarak farklı oldukları görülmektedir. Şekil 3'teki asbest lifleri düzgün ve doğrusal bir yapıya sahip değildir. Buna karşın Şekil 4'teki cam yünü, düzgün ve doğrusal bir yapıya sahiptir. Aynı zamanda bir cam yününün çapı, asbest mineraline göre oldukça büyüktür. Boyutlardaki bu durum, balatalarda cam yününün gözle rahatlıkla görülebilir olmasını ve asbest minerallerinin ise gözle görülememesini sağlamaktadır. Cam yünü ile asbest mineralinin farklılıklarından birisi de asbest minerallerinin uçları sivri iken, cam yününün uçları bıçakla kesilmiş gibi düzdür. Sonuç olarak fren balatalarında takviye malzemesi olarak kullanılan asbest lifleri ile cam yünü liflerindeki fiziksel farklılıklar, hem optik mikroskopta hem de elektron mikroskopunda bariz olarak belirlenebilmektedir.



Şekil 4. Cam yününün FE-SEM görüntüsü

TÜRKİYE'DE ASBEST YASAĞI VE BAZI İTHAL ÜRÜNLERDE ASBEST MİNERALLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Asbestli olarak üretilen ürünlerdeki asbestin hangi mineral fazında olduğu bilimsel olarak önem taşımaktadır. Asbest mineralleri Serpantin grubu ve amfibol grubu olmak üzere başlıca iki gruba ayrılmaktadır. Serpantin grubu asbestlerin beyaz, lifsi, yumuşak ve ipeksi yapıda olduğu ve kimyasal formülünün ise $Mg_6(Si_4O_{10})(OH)_8$ (krizotil minerali) olduğu bilinmekte olup kimyasal olarak da Si ve Mg elementlerini içermektedir. Buna karşın Amfibol grubu asbestlerin kimyasal bileşimlerinde Na-Fe-Si (krokidolit minerali), Na-Fe-Mg-Al-Si (ribekit minerali), Ca-Mg-Si (tremolit minerali) ve Ca-Mg-Fe-Si (aktinolit minerali) olduğu bilinmektedir. Krizotil asbest liflerinin Amfibol grubu asbest liflerine oranla daha uzun, esnek ve yün veya pamuk gibi eğri ve fiziksel-kimyasal etkilere karşı daha dayanıklı olmasından dolayı krizotil asbestin ticari değerinin daha yüksek olduğu ve bundan dolayı da ticari kullanımının daha yaygın olduğu belirtilmektedir [1]. Asbest tespit edilen kamyon ve iş makinası fren balatalarındaki asbest mineralinin türünün tespiti için SEM-EDS spektrumu alınmıştır. Şekil 5'te balatalardaki asbest minerallerinin SEM-EDS spektrumu görülmektedir. Bu spektrum irdelendiğinde, asbest minerallerinin Si ve Mg elementlerini içerdiği, Na, Fe ve Ca elementlerini içermediği görülmektedir. Bu da çalışmada tespit edilen asbestli fren balatasının imalatında, krizotil asbest kullanıldığını göstermektedir.



Şekil 5. Fren balatalarındaki asbest liflerinin SEM-EDS spektrumu.

Gelişmiş ülkelerde asbestin üretim ve kullanımının yasaklanmasından beri yüksek sıcaklıklara duyarlı, çevre ve insan sağlığını tehdit eden asbest içeren takviye malzemelerinin yerine toz metalürjisi veya polimer esaslı takviye malzemeleriyle üretilmiş, frenleme sıcaklık koşullarında duraylı olan ve aynı zamanda insan sağlığını tehdit etmeyen sürtünme malzemeleri üretilmeye çalışılmaktadır [11, 14]. Buna yönelik deneysel olarak asbest dışında takviye malzemesi kullanılarak üretilmiş balataların testlerinde olumlu sonuçların alındığını gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur [9, 10, 13, 14]. Bu gelişmelere rağmen, yapılan bu çalışma da göstermektedir ki, Çin Halk Cumhuriyeti'nde üretilen bazı balataların üretiminde asbest kullanımı halen devam etmekte ve bu ürünler birçok ülkede pazar payı bulabilmektedir.

4. SONUÇLAR

Türkiye'de asbest yasağının değerlendirilmesi, Çin Halk Cumhuriyeti'nden ithal edilen değişik tür ve ebatla yapay çiçek, seramik vazo ve değişik araçlara ait fren balatalarının asbest içerip içermediklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur:

Yapay çiçek, seramik vazo, motosiklet ve otomobil balatalarında asbest mineralleri tespit edilmemiştir.

Buna karşın kamyon ve iş makinası fren balatalarında asbest mineralleri tespit edilmiştir.

Kamyon ve iş makinası fren balatalarında tespit edilen asbestin serpantin türü krizotil asbest olduğu belirlenmiştir.

Literatürde asbest dışında takviye malzemesi kullanılarak üretilmiş balataların testlerinde olumlu sonuçların alındığına yönelik umut verici çok sayıda çalışma vardır. Buna rağmen, Çin Halk Cumhuriyeti'nde asbestli üretimin halen devam ettiği ve bu ürünlerin birçok ülkeye pazarlandığı anlaşılmaktadır.

Çevre ve halk sağlığı bakımından asbest ve asbestli ürünlerden kaynaklanan ve uzun yıllar devam eden ciddi sağlık sorunlarının önlenmesi için, hem asbest içeren tüm ürünlerin üretilmesinin, işlenmesinin, ithalatının, pazarlanmasının ve kullanılmasının yasaklanması, hem de asbest yasağı olmayan ülkelere ithal edilen ürünlerin sıkı denetimler sonucu pazara sokulması çok önemlidir.

Asbest yasağını uygulayan ülkelerin bundan sonraki stratejilerinin ise asbest kullanımının serbest olduğu geçmiş dönemlerden kalma her türlü asbestli ürün ve malzemenin (basınca dayanıklı borular, iplik, inşaat kaplama malzemeleri ve levhaları, çeşitli contalar, özel filtreler, kâğıt ürünleri ve fren balataları) tespit edilip bertaraf edilmesi olmalıdır.

M.A. KURT, Ü. YILDIRIM

Asbestin geçmişte özellikle inşaat sektöründeki yoğun kullanımı düşünüldüğünde, günümüzde asbestin üretiminin ve her türlü pazarının yasak olması çevre sağlığı açısından yeterli bir tedbir olarak gözükmemektedir. Bu durumda çevre sağlığı açısından yapılması gereken, öncelikle kentsel alanlarda kullanılan her türlü asbestli malzemenin tespit edilmesi ve daha sonra bu malzemelerin güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi olmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] ATABEY, E., Tıbbi Jeoloji, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, Türkiye, 2005.
- [2] PAGLIETTI, F., MALINCONICO, S., STAFFA, B.C.D., BELLAGAMBA, S., SIMONE, P.D., “Classification and Management of Asbestos-Containing Waste: European Legislation and the Italian Experience”, *Waste Management*, 50, 130-150, 2016.
- [3] DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara, Türkiye, 2001.
- [4] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Asbest> (erişim tarihi 10.02.2016).
- [5] BLAKE, C.L., JOHNSON, G.T., HARBISON, R.D., “Airborne Asbestos Exposure during Light Aircraft Brake Replacement”, *Regulatory Toxicology & Pharmacology*, 54, 242-246, 2009.
- [6] KAKOOEI, H., MARIORYAD, H., “Evaluation of Exposure to the Airborne Asbestos in an Automobile Brake and Clutch Manufacturing Industry in Iran”, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 56, 143-147, 2010.
- [7] BERNSTEIN, D.M., ROGERS, R.A., SEPULVEDA, R., DONALDSON, K., SCHULER, D., GAERING, S., KUNZENDORF, P., CHEVALIER, J., HOLM, S.E., “The Pathological Response and Fate in the Lung and Pleura of Chrysotile in Combination with Fine Particles Compared to Amosite Asbestos Following Short-Term Inhalation Exposure: Interim Results”, *Inhal. Toxicol.*, 22, 937-962, 2010.
- [8] BERNSTEIN, D.M., ROGERS, R., SEPULVEDA, R., KUNZENDORF, P., BELLMANN, B., ERNST, H., PHILLIPS, J.I., “Evaluation of the Deposition, Translocation and Pathological Response of Brake Dust with and without Added Chrysotile in Comparison to Crocidolite Asbestos Following Short-Term Inhalation: Interim Results”, *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 276, 28-46, 2014.
- [9] YAWAS, D.S., AKU, S.Y., AMAREN, S.G., “Morphology and Properties of Periwinkle Shell Asbestos-Free Brake Pad”, *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 28,103-109, 2016.
- [10] IKPAMBESE, K., GUNDU, D.T., TULEUN, LT., “Evaluation of Palm Kernel Fibres (PKFs) for Production of Asbestos-Free Automotive Brake Pads”, *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 28, 110-118, 2016.
- [11] SUGÖZÜ, İ., MUTLU, İ., “Fren Balata Malzemelerinin Sürtünme ve Aşınmaya Etkisinin İncelenmesi”, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4, 33-40, 2008.
- [12] GEMALMAYAN, N., “Ankara’da Pilot Bölge Seçilen Kızılay Kavşağında Taşıtların Fren sistemlerinden Atılan Tozlarda Asbest Analizi ve Sonuçları”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Dergisi*, 2, 79-80, 1987.
- [13] KURT, A., BOZ, M., “Wear Behaviour of Organic Asbestos Based and Bronze Based Powder Metal Brake Linings”, *Materials & Design*, 26, 717-721, 2005.
- [14] KURT, A., BOZ, M., “Bronz Esaslı Fren Balata Malzemelerinin Sürtünme-Aşınma Özelliklerine Çinko’nun Etkisi”, *Gazi Üniversitesi Mimarlık-Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 21, 115-121, 2006.
- [15] <http://www.mevzuat.gov.tr / Metin.aspx? Mevzuat Kod=7.5.17050 & MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch> (erişim tarihi 14.03.2016).
- [16] US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY TEST METHOD, Method for the Determination of Asbestos in Bulk Building Materials, EPA/600/R-93/116, July 1993.
- [17] GOLDSTEIN, J., NEWBURY, D., JOY, D., LYMAN, C., ECHLIN, P., LIFSHIN, E., SAWYER, L., MICHAEL, J., *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis* (3rd ed.), Springer, New York, USA, 2003.