

Fren Balatalarında Kullanılan Antimonun Çevre Ve İnsan Sağlığına Etkilerinin Araştırılması

Mustafa TİMUR*

Kırklareli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

(Alınış / Received: 23.06.2016, Kabul / Accepted: 12.12.2016, Online Yayınlanma / Published Online: 30.12.2016)

Anahtar Kelimeler

Antimon,
Fren balataları,
Çevre ve sağlık

Özet: Dünya pek çok ciddi çevresel problemlerle karşı karşıyadır. Küresel ısınma problemi gecikmemesi gereken bir eylem noktasına ulaşmıştır. Bu nedenle sadece teknolojik gelişmelere umut bağlamak değil aynı zamanda geleneksel teknolojilerde kullanarak gerçekçi çözümler oluşturulmalıdır.

Bu çalışmada otomobillerdeki fren balatalarının içerisinde yağlayıcı olarak kullanılan antimonun aşınarak çevreye yaydığı olumsuz etkiler araştırılmıştır. Fren balataları, otomobilin mekanik güç iletiminde kullanılmaktadır. Balatalar frenleme esnasında sıcaklıktan dolayı aşınmaya maruz kalarak çevreye partikül yaymaktadırlar. Bu partiküller balatanın içerisinde özellikle yağlayıcı olarak kullanılan Antimon (Sb) insan üzerinde kanser riski oluşturabilir. Bu nedenle sağlıklı yaşam ve çevreye duyarlı alternatifleri için Akıllı Ürün Sistemi uygulanmalı ve balatalar eko tasarım özelliklerine sahip malzemelerden oluşmalıdır.

Investigation Of Environmental And Human Health Effects Of Antimony Used In Brake Linings

Keywords

Antimony,
Brake pads,
Environmental and Healty.

Abstract: The world is facing many serious environmental problems. Global warming problem has reached such a critical point that there is no time to delay taking action. Therefore, we should not only set our hope on technological developments but also should create realistic solutions using traditional technology.

In this study, the negative effects spread by antimony used as a lubricant in the brake pads in cars to environment by getting worn were investigated. Brake linings are used in mechanical power transmission of cars. Pads emit particles into the environment being exposed to corrosion due to heat during braking. These particles, Antimony that is used as a lubricant, especially in the lining (Sb) may create cancer risk on human. For this reason, Intelligent Product System should be used for healthy life and environmentally friendly alternatives and pads should be composed of materials with eco-design.

1. Giriş

Eski çağlardan beri bilinen antimonu ilk kez Mısır'lılar Sb₂O₃ (Stibnit) formunda makyaj malzemesi olarak kullanmışlardır. 1707 senesinde metalik olarak elde edilen antimon, 6,68 g/cm³ yoğunluğa sahip, gümüş renginde bir metaldir. Antimonun Yunancadaki anlamı "yalnız başına bulunmayan metal"dir [1,2].

Kurşun alaşımlarında, ilaç sanayinde, balata sanayinde, pil endüstrisinde ve elektronik sanayinde yoğun kullanılan antimon insan vücudu için gerekli bir metal değildir. Vücutta bıraktığı temel hasarlar; bağışıklık sisteminde çökme, sinir sisteminde, solunum ve sindirim sistemlerinde ve vücudun diğer sistemlerindeki negatif etkileri olarak tanımlanabilir. Antimon ve bileşiklerine ait çalışmalar hayvanlar üzerinde yoğunlaştırılmış ve her

*mustafatimur@klu.edu.tr

türlü etki tespit edilmiştir. Buna karşılık antimonun insan sağlığı üzerindeki etkilerini içeren çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Antimon; madenlerinin işletilmesi, antimon ve antimon bileşiklerinin üretilmesi ve bunun yanında antimon içerikli diğer alaşım ya da bileşiklerin üretimi, ergitilmesi ve termik santrallerin baca tozu ile çevreye yayılır [3,4].

Ayrıca fren balatalarında polimer matrisli fiberlerin bileşiminde ve yapısının değiştirilmesinde kullanılan antimon frenleme esnasında sıcaklığın etkisi ile oksitlenir ve çevreye yayılır [5].

Antimonun İnsan sağlığı ve çevreye verdiği zararın araştırılmasında akıllı ürün sistemi (intelligent product system) IPS [6] başarılı bir şekilde kullanılmıştır [7]. IPS ürünün teknik verilerini olumlu bir şekilde tanımlanmaktadır. Bu sayede tüketim ürünleri ve hizmet ürünlerinden zararlı olanların çevreye girmesini önlenmektedir. IPS ilk kez Suderburg üniversitesinde Dr Micheal Braungart tarafından ve atık ürünlerin uzun dönem problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda IPS ile bütün ürünler 3 farklı kategoriye ayrılmış ve gruplandırılmıştır.

1-Tüketim ürünleri: tamamen tek kullanımlık sonra atık haline gelen çevredeki ürünlerdir. IPS altında bio bozunma veya cansız halde bozunma ve de zehirsiz, kanserojen olmayan, genetiği değiştirmeyen ve birikimi olmayan ürünlerdir.

2-Servis Ürünleri: bu ikinci kategori tüketiciler tarafından geleneksel satın alma ve sürekliliği sağlamaya yöneliktir. Örneğin otomobiller, çamaşır makineleri, televizyonlar vb. gibi. IPS altında atık süper marketleri oluşturulmuş ve her bir bileşen maddelerine ayrılarak yeniden üretim ve yeniden kullanım haline dönüştürülmüştür. Dikkate değer bu süreç geleneksel geri dönüşümlerden farklıdır. Tipik alt dönüşümleri içerir. Düşük kalitede olan geri dönüşüm malzemelerinin sürekli geri dönüşümü yapılır. IPS altında tanımlanmadan üretici ve tüketiciler arasında kapalı döngü sisteminde bozunmaksızın yeniden kullanımı olmayan ürünleri ortaya çıkartmaktadır.

3-Pazarlanamaz ürünler: Son kategoride önceki yapılan çalışma kategorileri dahil edilmemektedir. Pazarlanmaz ürünlerde hiçbir şey tüketim için kullanılmamaktadır. Bu kategoride örneğin Antimon maddesinin üretimi durmaktadır çünkü kullanımı insan ve çevre için sürdürülebilirlik arz etmemektedir. Burada Kısa dönemde IPS ürünler depolanmakta ve uzun dönemde malzemelerin bütün üretimi tamamıyla durdurulmaktadır [8].

2. Antimon Toksikolojisi

Sb₂S₃ Yaygın kullanımına rağmen Uluslararası kanser araştırma ajansı (the International Agency for Research on Cancer (IARC)) tarafından kansere neden olan etmen olarak sınıflandırılmamaktadır [9,10,11,12]. Fakat Sb₂S₃ içerisinde Sb çok önemli bir oksittir. İnsanda kansere neden olan fonksiyon içerisinde yer almaktadır [10].

Antimonun insanlar üzerindeki negatif etkileri en fazla metal ve bileşiklerinin üretildiği bölgelerde görülmektedir. Birçok farklı sağlık kuruluşunun deneysel çalışmalar sonucunda elde ettiği verilerden yola çıkarak çalışma ortamlarında antimon oranının 0.5 mg/m³ üzerine çıkmasına izin verilmemektedir [1,4].

3. Antimon içeren fren tozuna maruz kalma

Antimon, çevrede doğal olarak bulunur. Birçok endüstride kullanılmaktadır. Özellikle antimon ile çalışan kişiler antimon tozu soluyarak etkilerinden sıkıntı çekmektedirler. İnsanlar antimona nefes alarak, su içerek ve antimon içeren gıdaları tüketerek maruz kalabilirler. Ayrıca toprakla, suyla ve antimonlu bileşiklerle deri teması ile de maruz kalınabilir. Eğer antimona maruz kalma devam ederse ciddi sağlık sorunları oluşabilir. Örneğin akciğer hastalıkları, kalp sorunları, ishal, ciddi kusma ve mide ülseri gibi hastalıklar görülebilir. Antimon parazit enfeksiyonları için ilaç olarak kullanılmaktadır ve bu ilacın ciddi yan etkileri vardır. Bu yan etkilerin neler olduğu ürün kullanıcılarına anlatılmalı ve yan etkiler kayıt altına alınmalıdır. Antimonun gıdadan kaynaklanan herhangi bir toksisitesi de kayıt edilmemiştir.

Yapılan deneysel çalışmalara göre otomobillerde kullanılan sürtünme malzemelerinde Antimon trisülfür X-ışını difraksiyon analizi ile incelendiğinde disk fren balatalarının içerisinde (41,000-46,000 mg/kg) arasında ve kamyonlarda disk fren toz numuneleri (21.000 ve 17.000 mg / kg) arasında Antimon (Sb) saptanmıştır. Çok

düşük konsantrasyonlarda kampana fren balatalarında da (3/5, 59-6400 mg / kg) ve tambur fren balatalarında da (4/18, 78-2800 mg/kg) Sb bulunmuştur. Diğer zehirli metaller de, aynı zamanda balata ve toz içinde tespit edilmiştir [13].

4. Antimonun zararlı etkileri

Şekil 1 de gösterilen antimonun fiziksel görünümü beyaz kristal toz şeklindedir.

Fiziksel özellikleri ise şu şekildedir;

Kaynama noktası: 1635 °C,

Erime noktası: 630 °C,

Yoğunluk: 6.7 g/cm³'dir.

Kimyasal tehlikeleri: Antimon ısındığında zehirli duman çıkarır. Belirli koşullarda hidrojenle reaksiyona girerek çok zehirli gaz olan (sitibin) oluşturur. Oksitleyicilerle şiddetli reaksiyonu yangına ve patlamaya neden olabilir. Asitlerle temasında toksik gaz çıkabilir.

Fiziksel tehlikeleri; Hava ile granül veya toz karışımı halinde ise tozun kolay tutuşması nedeniyle patlama tehlikesi vardır.

Antimona maruz kalma yolları: Solunum yolu ile vücuda girmektedir. Ortama yayılması ile kısa sürede havada zararlı bir konsantrasyona ulaşır. Kısa süreli maruz kalındığında göz, cilt ve solunum sistemine zarar vermektedir. Uzun süre veya tekrarlamalı maruz kalındığında deri hastalıkları dermatitlere neden olur. Bu maddenin tozu insan akciğerlerini etkiler ve solunum rahatsızlıkları oluşturur. Hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde tümörlere rastlanıldığı ve üreme sistemlerine zarar verdiği tespit edildi [14].

5. Antimonun Frenleme Performansına Etkisi

Fren mekanizmalarında kullanılan sürtünme malzemesinin ortaya koyduğu sürtünme katsayısı değişimi, frenleme performansını değerlendirmek için tek başına yeterli bir sonuç açığa çıkartmaz. Bu nedenle fren balatasının ömrünü belirleyen aşınma direncide sürtünme katsayısı kadar önemlidir. Her iki durum birlikte değerlendirilip en ideal verimliliği sağlayan sürtünme malzemelerinin seçimine gidilmelidir. Özellikle yapılacak olan çalışmalarda çevre ve insan sağlığı göz önüne alınarak yapılmalı ve mümkünse eko tasarım kriterlerin uygun özelliklerde malzemeler üretilmelidir. Eko tasarım hammadde verimliliği, çevre açısından tercih edilebilecek materyaller, kullanımda verimlilik, söküm ve geri dönüşüm için tasarım, dayanıklılık ve uzun ömür gibi ölçütleri benimsemiştir. Eko tasarımın; yeşil tasarım, çevre için tasarım, sürdürülebilir tasarım, doğa uyumlu tasarım, yaşam döngüsü tasarımı, yaşam döngüsü mühendisliği, çevreye duyarlı tasarım ve üretim gibi birçok kavramın yerine kullanılarak yapılması önemlidir. Bu nedenle günümüzde 22 milyon seviyesinde yer alan otomobil sektöründe fren balataları gün geçtikçe önemli bir malzeme konumuna gelmiştir. Bu malzemenin içerisinde kullanılan partiküller hem insan sağlığını hem de çevreyi önemli derecede etkilemektedir.

Otomobil fren sistemlerinde yağlayıcı olarak kullanılan antimonite (Sb₂S₃) rotor yüzeyinde sürtünme filmi oluşturur ve bu sürtünme katsayısı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Filmin sürtünme katsayısını öncelikle yüksek sıcaklıklarda stabilize etme, balata-disk aşınma kontrolünü sağlama, gürültü eğilimini azaltma ve vibrasyonu söndürme olumlu özellikleri yapılan çalışmalarla gözlenmiştir. Antimon kompozisyonuna sahip balata malzemesinde yapılan testler esnasında Sb₂S₃'in ara yüzeyde yüksek sıcaklıklarda (> 450 °C) antimon oksit tabakasının yağlayıcı etkisi dolayısıyla sürtünme kararlılığını iyileştirdiği ortaya çıkmıştır. Dinamometre üzerinde gerçekleştirilen aşınma testlerinde ise en düşük aşınma oranının maksimum Sb₂S₃ ve minimum ZrSiO₄ elde edilmiştir [5].

Frenleme sürecinde Sb' nin toksit formda olup olmadığını belirlemek için kimyasal varlığının belirlenmesi gerekir. Deneysel koşullar altında Frenleme sürecinde Sb 380 °C sıcaklığa ulaştığında oksitlenir [14]. Jang ve arkadaşları yaptıkları deneysel çalışmada Sb' nin 300 °C' nin üzerinde oksitlendiğini bulmuştur [4]. Ancak, kimyasal analiz yoluyla fren tozlarındaki Sb' nin oksitlenme durumu tam olarak kanıtlanmamıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada fren balatalarında kullanılan antimon maddesinin fiziksel özelliklerinin çevre ve insan sağlığı açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Literatürdeki yapılan çalışmalarda antimon katkılı otomotiv fren balatalarının çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisi incelenmiştir.

Sonuç olarak antimonun zehirleyici bir madde olduğu balataların sürtünme esnasında insanlar üzerinde sağlık problemlerini oluşturduğu görüldüğünden dolayı ülkelerin yeni bir yasa çalışması ile üreticileri bu konuda uyarmaları ve plan dâhilinde fren balatalarında kullanılan toksit (zehirli) maddelerinin özellikle antimonun azaltılması gerekmektedir. Gerek Ülkemizde gerekse Avrupa'da tasarım sistemine çevresel etkileri ve insan sağlığını değerlendirme olanaklarını dâhil etmek başarılı bir sürdürülebilirlik stratejisini planlamak ve uygulamak için mutlaka ihtiyaç duyulan bilgilerle sürdürülebilirlik çalışmalarına biran önce başlangıç yapılması gerekmektedir.

Kaynakça

- [1] Habashi, F. 1997. Handbook of Extractive Metallurgy, Volume II, WILEY-VCH, Germany.
- [2] Elementlerin periyodik tabloda dizilişi. <https://www.webelements.com/> (Erişim Tarihi: 02.06.2016).
- [3] Uluslararası Kimyasal Güvenlik Programı <http://www.inchem.org/> (Erişim Tarihi: 03.06.2016).
- [4] ATSDR "Toxicological Profile for Antimony and Compounds", Eylül 1992.
- [5] R. Ertan, N.Yavuz http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e4b5fbbbb602b6d_ek.pdf?dergi=83 (Erişim Tarihi: 05.06.2016).
- [6] Braungart M, Engelfried J. 1992. Intelligent Product System to replace waste management, Fresenius Environ Bull;1:613.
- [7] Ka'lin A, Rivie`re A, Braungart M. 2001. Nachhaltige Production Durch den Einsatz Positiv Definiertes Chemikalien bei Textilien. Wasser Boden;53(11):13.
- [8] Akıllı ürün sistemi IPS. <http://commonsabundance.net/docs/the-intelligent-product-system-ips/> (Erişim Tarihi: 03.06.2016).
- [9] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) 1992. Toxicological profile for antimony and compounds. ATSDR/US Public Health Service.
- [10] Gebel T. 1998. Umwelthygiene des Elementes Antimon. Postdoctoral thesis. Gottingen (Germany). University of Gottingen.
- [11] Schneider K, Kalberlah F. 2000. Antimon und Verbindungen.
- [12] International Agency for Research on Cancer (IARC) 1989. Antimony trioxide and antimony trisulfide. In: IARC, editor. IARC Monographs. Lyon (France): IARC;. p. 291.
- [13] Ole von U, Staffan S, Reed D. 2005. Michael Braungart, Antimony in brake pads-a carcinogenic component, Journal of Cleaner Production, 19-31.
- [14] Kimyasal güvenlik kartları <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsneng/neng0775.html> (Erişim Tarihi: 02.06.2016).

şekil Listesi



şekil 1. Antimon (Sb)' nin genel yapısı