Taşıt Balatalarında Çevreyi ve Sağlığı Etkileyen (Asbetsiz Bilinen) Kanserojen Erionit Liflerin İncelenmesi

Kemal ERŞAN

ÖZET

Bu çalışmada taşıt egzoz ve gürültü emisyonu dışında mekanik güç iletiminde kullanılan balataların aşınarak ortama yaydıkları partikül emisyonu ve etkisi araştırılmıştır. Taşıtlarda kullanılan balatalar, taşıtın mekanik güç iletiminde kullanılmaktadır. Balatalar kullanım esnasında ısınmakta özelliği değişmekte ve aşınmaya maruz kalarak ortama partikül yaymaktadırlar. Taşıtın bu elemanının sağlığa zararlı asbest içermemesi için denetimler yapılmakta, asbestsiz balata üretimi için çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmada asbestsiz balata olarak satılan güç aktarma organlarından kavrama balatası sıcaklığa bağımlı aşınma testine tabi tutulmuş ve TSE limit değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca SEM - EDS ile, balatanın lifli alanda ve genel alanda mikro yapı ve kimyasal analizi yapılmıştır. Aşınma testinde balata sıcaklığı arttıkça TSE değerlerinde ve asbestsiz üretilmiş balatalarda aşınma miktarı artmasına mukabil, incelenen balatada sıcaklık 100 ^{0}C den 200 ^{0}C ye artırıldığında aşınma miktarı % 46 azalmıştır. SEM ile yapılan mikroyapı ve EDS ile kimyasal analiz sonuçları, literatürde kanserli tümörden elde edilen SEM ve EDS sonuçları ile karşılaştırılmış, her iki lifli yapının ve kimyasal yapıların kimyasal içerik ve geometrik boyut bakımından benzer olduğu görülmüştür. Sonuçta asbestsiz olarak bilinen ve demir içermeyen asbestin bir alt grubu olan kanserojen yapının ERİONİT olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kavrama Balatası, Asbest, Erionit, Kanser

Investigation of Carcinogen (Non-Asbestiform) Erionite Fiber in Vehicle Linings Affecting Health and Environment

ABSTRACT

In this study, except from the exhaust and noise emission of vehicle particle emmission dispersion due to wear of linings which are used while transmissing the mechanical power. The effects of the dispersion are also examined. Utilization of linings in vehicles is to transmiss the mechanical power. These linings are being heated and their features are changed during the work. Furthermore they are under effect of wear and so particles are dispursed to air. Controls made for not having this part of the vehicle containing asbestos dangerous for health, and studies for producing linings not containing this kind of asbestos, are still continuing. In this study, one of the power transfer element called the clutch lining which is sold as non- containing asbestos is examined with wear by heat test and results are compared with TSE standards. In addition, in fiber and normal area, micro-structure and chemical analyses of the clutch lining were done by using SEM and EDS respectively. In wear test, although in TSE standards and the results of the non-containing linings, the wear rate increases in the increase of the temperature of lining. The wear amount of the lining, which was examined in this study, decreased 46 % in contrast to that the temperature was increased from100 ^{0}C to 200 ^{0}C. The results of micro-structure and chemical analyses done by SEM-EDS are compared with the results obtained from cancer tumuor which are in literature done by SEM-EDS. It is seen that the fiber structure and chemical structures are similar to each other. As a result, the asbestos, known as non asbestos, is determined as a kind of fiber structure causing cancer ERIONITE which is in the lower group of asbestos non containing iron.

Key words: Clutch lining , Asbestos, Erionite, Cancer

1.GİRİŞ

Taşıtlarda zararlı atık olarak genellikle egzoz emisyonları üzerinde durulmakta ve çalışmalar bu yönde yoğunlaşmaktadır. Taşıtların egzoz emisyonları yanında sağlığı etkileyen balata ve gürültü emisyonları da gelişmiş ülkeler tarafından yaygın olarak denetlenmektedir. Taşıtlarda oluşan emisyonlardan egzoz ve gürültü emisyonu taşıtın kullanımı esnasında sürekli denetlenirken, balata emisyonu balatanın üretimi veya dağıtımı aşamasında kontrol edilme zorunluluğu getirmektedir. Taşıtın bu elemanının sağlığa zararlı maddeler içerip içermediğinin sorumlusu Türkiye' de üretiliyorsa üretici, ithal ediliyorsa ana ithalatçı firmadır ve özellikle kanserojen madde içerip içermediği sürekli denetlenmektedir. Denetimler aşamasında balatalarda kullanılan hangi maddelerin sağlığa zararlı olduğu bilinmeli veya bilinmiyorsa bunların sağlık sektörü çalışanları ile disiplinler arası çalışmalar ile tesbit edilmelidir.

Makale 31.10.2008 tarihinde gelmiş10.04.2009 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.
K. ERŞAN, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü 06500 Teknikokullar / ANKARA
e-posta : mailto:icoskun@gazi.edu.tr
Digital Object Identifier 10.2339/2009.12.1. 21-27

Türkiye'de asbest kullanan işyerleri 1990 da taranmaya başlanmış, 1996 da asbestin ithali yasaklanmış, işyerlerinde asbestin MAK (Maksimum işyeri konsantrasyonu) değeri 2000 yılına kadar 5 lif/ml, 2006 yılına kadar 2 lif/ml ve 2006 dan sonra 0.1 lif/ml olarak öngörülmüştür (1). 2003 de asbestle ilgili yönetmelik (2) yayınlanmıştır ve bu yönetmelik asbestli ortamda çalışan işçi sağlığını korumaya yöneliktir, kullanan ve etkisinde kalanların riski dikkate alınmamıştır. Ayrıca bu yönetmelikte 6 çeşit asbestten bahsedilmiş ancak asbestsiz olarak bilinen asbestin bir alt grubu olan ve sağlıkla ilgili en büyük risk oluşturan erinoit'ten bahsedilmemiştir.

Yönetmelik gereği 2006 da yapılan denetimlerde 8 balata üreticisinden biri asbestsiz balata ürettiğini açıklamıştır. Denetimlerde 5 işyerinde asbestli üretimin devam ettiği ve MAK ölçüm değerlerinin standartta belirtilenden 6 kat daha yüksek çıkmasından anlaşılmaktadır (1). Bu tarihten sonra işyerlerinin yazılı asbest ithalatı talebi olmadığından denetleme yapılmamıştır (3). Bu sonuçlar asbestli balata üretiminin devam ettiğini ve tam kontrol altına alınamadığını göstermektedir. Bunun yanında asbestsiz olduğu öne sürülen ve ithal edilen balataların da tam kontrol edilip edilmediği sunulan bu çalışmada açıklanmaya çalışılmıştır.

Balatalar duran bir taşıtı harekete geçirmek için, motor çalışır durumda iken motorun hareketinin tekerleklere iletilmesini sağlamada kullanılan mekanik hareket sisteminin elemanlarından biridir. Bunun yanında balatalar hareket halindeki aracı çabuk ve emniyetli bir şekilde durdurmada, hareketsiz aracın kendi kendine hareketini önlemede ve yol eğimlerinden oluşan arzu edilmeyen ivmelenmeye mani olmayı sağlamada, fren sisteminin en önemli elemanlarından biridir (4). Bu sebeple taşıtlarda kullanılması zorunludur.

Bunun yanında bir balatada istenen minimum aşınma ve maksimum kararlı sürtünme katsayısı balata malzemesinin içeriğine ve mikro yapısına bağlıdır. Genellikle balata malzemelerinde balatayı içeren malzemelerin değiştirilmesi ile istenen özelliklere ulaşılması hedeflenmiştir. Bu yapılırken günümüze kadar yapılan çalışmalarda asbest en iyi malzeme olarak görülmüş ancak insan sağlığına olan etkisi dolayısı ile yasaklanmıştır (1,4). Araştırmacılar tarafından asbestin zararlı etkisinin yok edilmesi ve balataların asbestsiz üretimi için araştırmalar devam etmektedir. Bu çalışmada, araştırmalarda balatada gerekli özelliği sağlamak amacıyla yapılan malzeme içeriği değiştirilirken, aşınma ve sağlığın yeterince dikkate alınıp alınmadığının araştırılması amaçlanmıştır. Meydana gelen bu iki etkinin araştırılması amacıyla, yurtdışından ithal edilmiş bir balatanın aşınma testleri yapılarak, TSE standartları (5) ile karşılaştırılmıştır. Bunun yanında SEM- EDS (Scanning Electron Microscopy-Energy Dispenser Spectrometre) (6) görüntülerinden gerekli incelemeler yapılarak, balatanın kanserojen madde içerip içermediği sağlık çalışanlarının yaptığı araştırmalar ve literatürde tanımlanan kanserojen maddeler incelenerek belirlenmeye çalışılmıştır.

Özellikleri dolayısı ile balatada asbest kullanımı ile, taşıtta frenleme esnasında taşıtın güvenli mesafede durması ve hareket iletiminde yüksek sürtünme momenti sağlanırken, ortama terk edilen atıklar ile insan sağlığına zarar verilmektedir. Taşıt sürüş güvenliği ve insan sağlığına balataların etkisi üzerine yapılan çalışmalar devam etmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalarda, Erşan (7,8) taşıt sürüş güvenliğine balataların etkisini tanımlamak için, aynı yapıya sahip eski veya bir süre kullanılmış balatalar ile yeni balataları karşılaştırmış, yeni balataların % 35 - 41 daha fazla frenleme kuvvetlerine sahip olduğunu belirlemiştir. Erşan (8) çalışmada ise balatanın bileşimindeki maddeleri de incelemiştir. Yapılan bir başka çalışmada Boz (9) balatalardaki bileşenleri incelemiş, bileşiminde kanserojen madde olmayan ve % bileşimleri 68.02 Cu, 10.05 Sn, 10.57 Fe, 8.67 Pb, 2.67 C ve 0.007 S olan asbestsiz malzemeyi kullanarak balata imal etmiş, mevcut asbestli balatalar ile karşılaştırmıştır. Üretilen balatanın sürtünme katsayısı % 40-60 asbestli balatadan daha düşük çıkmıştır. Bu sonuç asbestsiz balata üretiminde balatanın asbestsiz üretilirken frenlemeye olan etkisinin önemine de ışık tutmaktadır.

Yapılan araştırmalarda, asbestsiz balata yapımında kullanılan yeni elyafların hiçbiri tek başına asbestin yerini alamamıştır. Asbestin yüksek sıcaklığa dayanımı, az aşınması, esnekliği, yüksek mukavemeti ve perçin tutma özelliği diğer elyaflardan daha üstün olmuştur. Tabiatta doğal olarak bulunan bu maddenin homojen olmaması kontrol edilmesini güçleştirmektedir (10).

Gemalmayan, (11) asbestin hastalık ve ölümlere neden olduğunu ilk kez bir ingiliz doktoru Montague Murray'nın, 1900 yılları başında bir asbest işçisinin üzerinde yaptığı otopsi sonucu ortaya koyduğunu ve solunum yolu ile akciğerlere giren 0.1 - 0.5 µm mikron çapında ve 5 µm mikron uzunluğundaki asbest liflerinin akciğer kanserine yol açtığını belirtmiştir. Aynı zamanda bu çalışmada asbestli balatalarda kompozit içinde % 50 dolaylarında asbest bulunduğu belirtilmektedir. Boz (9), bu kanserojen etki dolayısı ile, özellikle Afrika'da elde edilen krosidolit (Mavi Asbest) türü asbestin kullanımının Amerika'da, Kanada'da ve birçok ülkede yasaklandığını, Avrupa'da asbestli balata üretimine 1991 yılına kadar izin verildiğini, ancak tam olarak asbestsiz balata kullanımına 1999 yılına kadar geçilemediğini açıklamıştır. Gemalmayan (11), Almanyada yapılan bir çalışmada frenler dolayısı ile balataların ortama bıraktıkları toz halindeki asbest atıkların 13000 kg / yıl olduğunu belirtmiştir. Aynı çalışmada, SEM dan alınan değişik tür asbest fotoğraflarından, asbestlerin lif yapılarını incelemiş ve değişik türleri karşılaştırmıştır. Benzer bir çalışma Erşan (8) tarafından yapılmış ve Ankara'da 12500 kg / yıl olarak tahmin etmiştir.

Baloğlu (12) kanser üzerine yaptığı araştırmada akciğerden aldığı tümörlü hücrelerin yakılması sonucu elde ettiği küllerde SEM- EDS incelemesi yapmıştır. Makalenin literatür araştırma kısmında krodizolit, amozit gibi demir içeren asbest liflerinin yüzeyde elekt-

rik şarjı dolayısı ile demir içermeyen magnezyum silikatlardan oluşan krizotilden daha riskli olduğu bildirilmektedir. Diğer bir guruptan (asbestsiz) olan erionite'nin akciğer kanserinde kimyasal özelliği dolayısı ile en güçlü kansere neden olan madde olduğu açıklanmaktadır. Aynı makalede 8 mikrondan uzun ve 0.25 mikrondan ince liflerin en yüksek kanser yapıcı potansiyele sahip olduğu da belirtilmektedir.

Baloğlu tümörler üzerinde yaptığı araştırmasında kansere neden olan liflerin 3-17 µm ve çaplarının 1-5 µm arasında değiştiğini ve çoğunun 8 µm uzunlukta olduğunu tanımlamıştır. Alınan kanserli örneklerin % 80'e yakın formunun asbestsiz özelliği gösteren liflerden oluştuğunu belirtmiştir. Araştırmada bu liflerin fosfor, potasyum, kalsiyum, sodyum, bakır ve çinko içerdiği belirtilmiş, boylarının 10 µm çaplarının ise 3 µm den küçük olduğu tanımlanmıştır. Bu demir içermeyen liflerin SEM görüntü verileri ile, doğal mikro liflerden asbestin anfibol ve serpantin türlerinin tümünün Si, Mg, Ca ve Fe yi içeren liflerinin SEM görüntü verileri birleştirilip, lifler Fe içeren ve Fe içermeyen asbest olarak iki grupta tanımlanmıştır.

Özvaran (13) ise geçmişte yaygın asbest kullanımından dolayı, önümüzdeki 20 yıl boyunca kanser vakalarının artacağını ve en yüksek düzeye 2020 li yıllarda ulaşacağını belirtmektedir.

Sunulan çalışmada kanser tümörüne sahip akciğerin tümöründen alınan örneklerden elde edilen liflerin SEM- EDS analizleri (12) ile, balatadan elde edilen liflerin SEM-EDS analizleri karşılaştırılarak balatanın kanserojen madde içerip içermediği araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

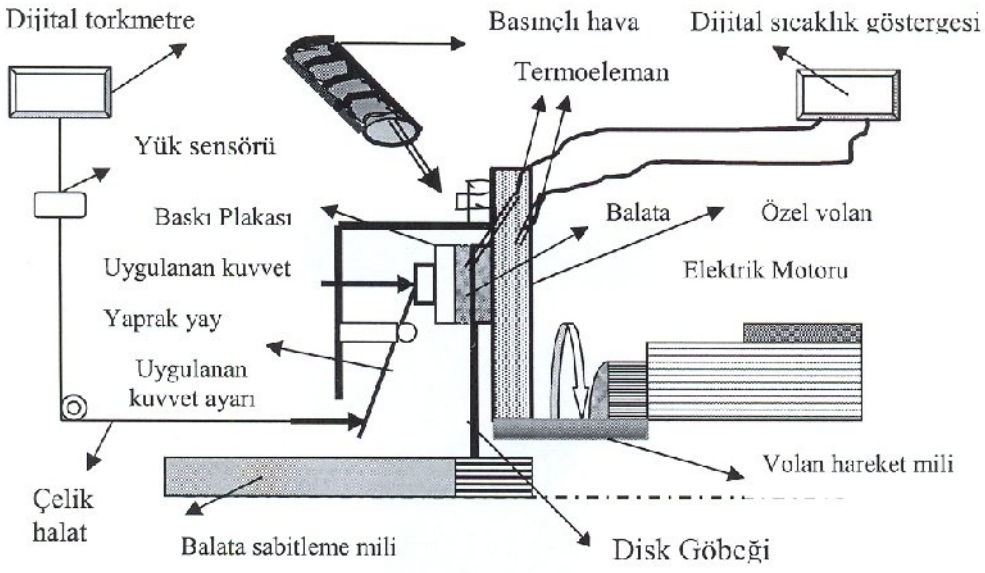
Bu bölüm balatanın aşınma testlerinin yapılması, SEM görüntülerinden mikro yapının analizi ve EDS ile kimyasal yapının incelenmesini içeren iki kısımdan oluşmuştur. Test ve analizler bazı Avrupa ülkelerinde üretilen ve Türkiye' de asbestsiz olarak satılan kavrama balataları kullanılarak yapılmıştır.

Aşınma testi

Taşıt fren ve kavrama balatalarının sürtünme ve aşınma testlerinin yöntem ve uygulanması, sırası ile TS 555 ve TS 864 standartlarında verilmektedir. Bu çalışmada, TSE standart değerleri ile karşılaştırmak amacıyla, asbestsiz balata (asbestsiz) olarak satılan ithal kavrama balatasında, TSE de belirtilen şartlara benzer bir aşınma ve sürtünme testi yapılmıştır. Test de Thepra test cihazı kullanılmış balatanın tüm olarak denemesi yapılmıştır. Test cihazı fren balataları için daha önce Erşan (7) tarafından kullanılmış olup, sunulan bu çalışmada kavrama balatası için kullanılmıştır. Cihazda deney numunesine yükün nasıl uygulandığını gösteren şema Şekil. 1 de verilmiştir.

Aşınma testinde ölçmeye başlamadan önce cihaz çalıştırılarak volan, baskı plakası ve balatanın oda sıcaklığından istenen sıcaklığa gelmesi beklenmiş ve ölçüm bundan sonra alınmıştır.Sıcaklık ölçümünde cihazın termoelemanı ile Thepra dijital sıcaklık göstergesi kullanılmış, termoelemanlar balata ve sürtünen yüzeylere direk temas ettirilerek ölçüm yapılmıştır. Sürtünme sonucu sıcaklığın artışının önlenmesi ve kararlı halde sabit tutulması için basınçlı hava kullanılmıştır, bu uygulama için balataya ön test uygulanmıştır.

Cihazda ayrıca sürtünme kuvveti ölçülebilmekte bunun için dijital gösterge ve yük sensörü kullanılmaktadır. Sunulan çalışmada aşınma sonucu ortama atılan zararlı partikül miktarı önemli olduğundan, sürtünme kuvveti veya sürtünme katsayısı



Şekil.1.Deneyde kullanılan balata test cihazı şematik şekli

bu çalışmada dikkate alınmamıştır. Cihazda sıcaklık 0.1 ^{0}C ve kuvvet 1N hassasiyetinde ölçülebilmektedir.

SEM ve EDS analizi

Balatada asbest ve benzeri liflerin olup olmadığının araştırılması için bir örnek parça alınmış ve örneğin SEM ve EDS incelemelerinin yapılması için gerekli yüzey işlemi ve kaplama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan örnek TPAO laboratuarlarında SEM de incelenmiş ve sisteme bağlı EDS ile kimyasal yapısındaki içerik araştırılmıştır. İnceleme liflerin tek tek analizi ve genel alan analizi olarak iki aşamada yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Balatalarda yapılan testlerde genellikle TS standartları kullanılmakta ve aşınma miktarını değerlendirmek için sürtünme ve aşınma testleri yapılmaktadır. Sürtünme sonucu aşınma testinde denenen kavrama balatasında elde edilen aşınma miktarı ve TS 864 standardının 5000 devir sonunda belirlediği limit değerler Tablo.1 de verilmiştir. Aşınma miktarı TS 864 de verilen

$$V = A \cdot (d_1 - d_2) / n \cdot f_m \cdot \pi \cdot D \qquad (1)$$

ifadesi ile hesaplanmıştır. Bu ifade de

V : Aşınma miktarı (cm^3 / Nm)

A : Deney örneğinin alanı (cm^2)

f_m : Deney süresinde ortalama sürtünme kuvveti (N)

D: Deney örneği merkezi ile, dönme ekseni arasındaki uzaklığın iki katı (m)

n : Devir sayısı

d_1, d_2 : Deneyden önce ve sonra örneğin kalınlığı (cm)

olarak tanımlanmaktadır.

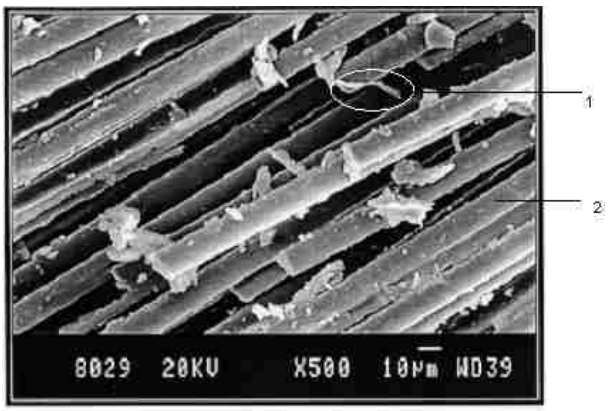
Tablo 1. TS 864 ün maksimum aşınma miktarı ile örnek balata aşınma miktarının karşılaştırılması

	100 ^{0} C	150 ^{0} C	200 ^{0} C
TSE Max. (10^{-8} cm^3/Nm)	5.0	7.5	10.0
Örnek balata (10^{-8} cm^3/Nm)	3.24	3.88	1.76

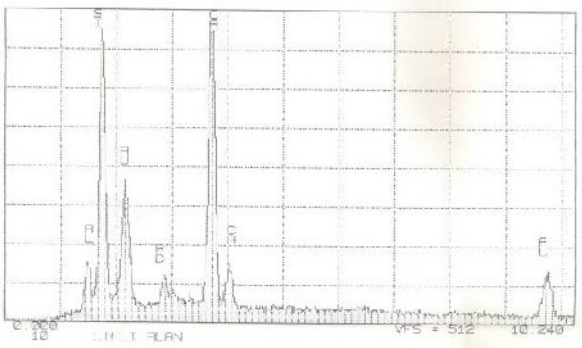
Tablo 1 ve Şekil 2 de TS 864 de verilen maksimum aşınma miktarı ile örnek balata aşınma miktarı karşılaştırılmıştır. Örnek balatanın aşınma miktarları 100 ^{0} C deki limit değerlerden %35 daha düşüktür, buna karşılık, 200 ^{0} C de sıcaklıkta bu fark %82 olmaktadır. Genellikle balatalarda yapılan aşınma testlerinde (14, 15, 16) sıcaklık arttıkça balatayı meydana getiren bağlayıcı materyallerin özelliğini yitirmesi düşünülerek aşınma miktarının artacağı düşünülmektedir. Boz ve Kurt (14, 15) ,Mutlu (16) Asbestsiz balata üretimi için yaptıkları çalışmalarda, farklı balata malzemeleri kullanarak yeni balatalar üretmişler ve bu balataların karakteristiklerini incelemişlerdir. Her iki çalışmada da sürtünme ve aşınma karakteristikleri incelenmiş, bu çalışmalardan Boz ve Kurt'un (15) nolu araştırmasında, balata sıcaklığı arttıkça bütün balatalarda sürtünme katsayısı azalmıştır. Bunun yanında Mutlu ve Boz'un yukarıda belirtilen çalışmalarında, balata aşınma miktarı balatalarda kullanılan malzemeye de bağlı olmasına rağmen genellikle, sürtünme katsayısı azaldıkça aşınma miktarı azalmıştır. Sunumu yapılan bu çalışmada ise sıcaklık arttıkça aşınma miktarının azalmasına sebep olarak, sıcaklığın artması ile oluşan balata malzemesinin sertleşmesi ve sürtünme katsayısının düşmesinin neden olduğu söylenebilir. Erşan (7) artan sıcaklıkla balataların yumuşamakta ve sonuçta basınç ile ezilerek sıkışıp sertleşmekte olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında aynı firmaya ait balatalardan kullanılmış balataların sertleşip parlaklaşması sonucu, frenleme kuvvetlerinin azaldığını deneysel olarak göstermiştir. Ayrıca 100 ^{0} C ile 200 ^{0} C deki aşınma miktarları kendi içinde incelenecek olursa, balata sıcaklığı 100 ^{0} C den 200 ^{0} C ye çıktığında, aşınma miktarı %46 lık bir azalma ile 3,24 10^{-8} cm^3/Nm den 1,76 10^{-8} cm^3/Nm ye azalmaktadır. Bu azalma aynı zamanda yukarıdaki açıklamalara göre sürtünme katsayısının da azaldığını göstermektedir. Buna mukabil balatanın sıcaklığı 100 ^{0} C den 150^0 C yükseldiğinde aşınma miktarı artmakta ancak 200 ^{0} C sıcaklıktan sonra aşınma miktarı muhtemelen malzemenin özelliğinden dolayı azalmaktadır. Jang (22) ın farklı metal katkılı lifli sürtünme malzemelerinde yaptığı aşınma ve sürtünme testleri bunu desteklemektedir. Jang aluminyum katkılı lifli malzemelerde yaptığı incelemede 200 ^{0} C sıcaklıktan sonra sürtünme katsayısının belirgin olarak azaldığını belirlemiştir. Ayrıca aynı malzemede bakır ve çelik katkılı lifli malzemelerden daha az aşınma meydana gelmiştir. Sunulan bu çalışmada lifli malzemenin yaklaşık % 19 luk bir kısmının alüminyum olması Şekil.4, aşınma miktarının 200 ^{0} C de neden daha az olduğuna da açıklık getirmektedir. Bunun dışında bazı bağlayıcı malzemelerinde yüksek sıcaklıklarda uzun süreli çalışmaları sonucunda yapısının kısmen değiştiği, sürtünme katsayısının azaldığı ve aşınmayı azalttığı belirtilmektedir (25). Bu araştırmada amaç, aşınma sonucu ortama atılan zararlı kanserojen partikül içeren balata tozu miktarının belirlenmesi olduğundan sadece aşınma miktarı ölçümleri yapılmıştır. Deney aynı firmaya ait üç adet balatada yapılmış sonuçlar birbirine çok yakın olduğundan ortalama değer yerine burada bir tanesinin sonucu gösterilmiştir.

Bazı Avrupa ülkeleri tarafından üretilen ve piyasada asbestsiz balata (non-asbestos) olarak satılan kavrama balatası SEM ve EDS ile de incelenmiştir. Balatanın çekilen mikroyapı fotoğraflarında Şekil. 3 deki lifli alan SEM görüntülerinde, liflerin, yaklaşık 10 μm çaplarında olduğu görülmektedir, şekilde 2 rakamı ile gösterilmiştir. Liflerin kimyasal özelliğine yönelik SEM – EDS incelemesinde Şekil 3 ve 4 , %28 Ca, %53 Si ve % 19 Al bileşenli olduğu belirlenmiştir. Lifli yapının asbest içermediği sonucuna varılmıştır. Genel

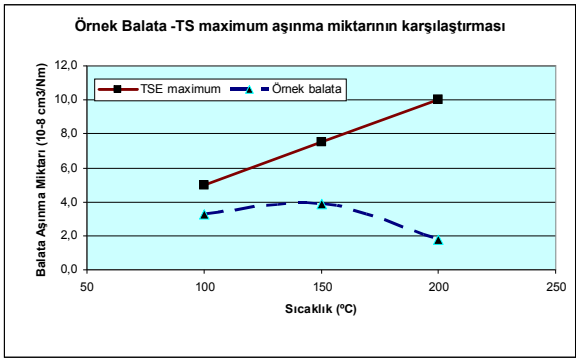
alan SEM- EDS incelemesinde Şekil 5 ve 6, bu alan Şekil 3 ve 5 de 1 rakamı ile gösterilmiştir Ca, Na, Mg, Si, K, içermektedir ve Baloğlu'nun (12) tanımladığı asbestsiz özelliğine sahip demir içermeyen asbest grubuna girmektedir. Lifli yapı ve diğer bileşenlerin olduğu genel alandan alınan SEM görüntülerinde, lifli yapının üzerinde iğnemsi zeolit elemanlar bulunmaktadır şekil 3 ve 5 de 1 rakamı ile gösterilmektedir. Bu elemanların EDS incelemelerinde Mg vardır ve bu element lifli zeolitlerden sadece erionitte vardır (23,24). Bunların çapları yaklaşık 1-5 µm arasında değişmektedir. Bunun yanında iğnemsi olan uç kısımları ise 0-1 µm arasındadır. Bu liflerin boyları ise 2-20µm ye kadar değiştiği görülmektedir. Bu



Şekil 3 Lifli alan SEM görüntüleri



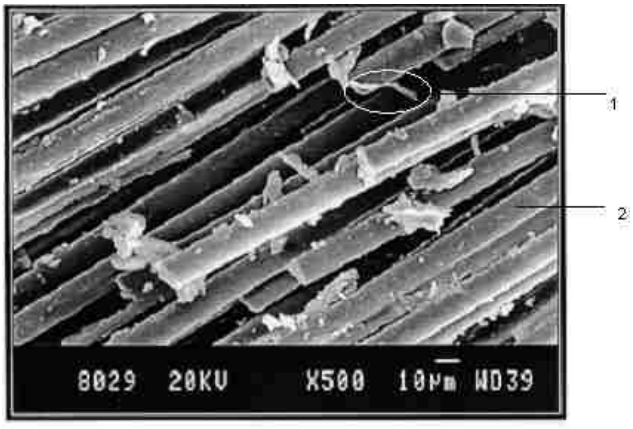
Element	K-ratio	Z	A	F	ZAF	Atm%	Wt%
Ca-K	0.240	1.011	1.163	1.000	1.176	21.41	28.21
Si-K	0.374	0.989	1.435	0.998	1.416	57.34	52.94
Al-K	0.152	1.018	1.247	0.980	1.244	21.25	18.85
					Total=	100.00%	



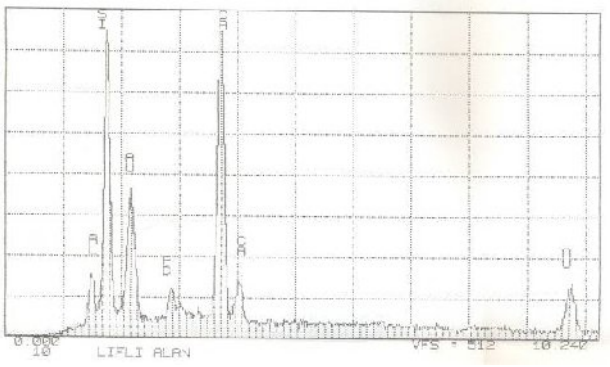
Şekil 2. TS 864 ün maksimum aşınma miktarı ve örnek balata aşınma miktarı karşılaştırması

liflerin çap- boy boyutları ise sivri uçlu1-3 µm, sivri uçlu 2-12 µm ve 0-20 µm ye kadar çeşitli şekillerdedir.

Bu sonuçlar literatürde Baloğlu'nun (12) kanser tümörü mevcut akciğerin tümörlü bölgesinden alınan örneklerin küllerinde yaptığı SEM-EDS sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda Baloğlu'nun tümör küllerinden tesbit ettiği 3-17µm uzunluğunda ve çapları 1-5µm arasında değişen liflerle, sunulan çalışmada balatanın SEM- EDS sinde tesbit edilen demir içermeyen asbestos dışı kimyasal yapıdaki liflerle aynı özelliği taşıdığı görülmüştür.



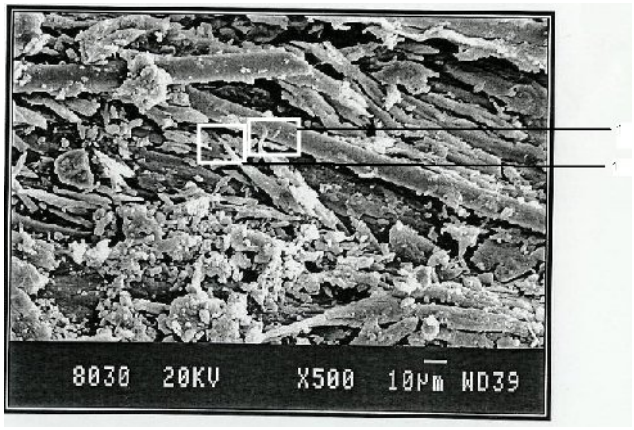
Şekil 3 Lifli alan SEM görüntüleri



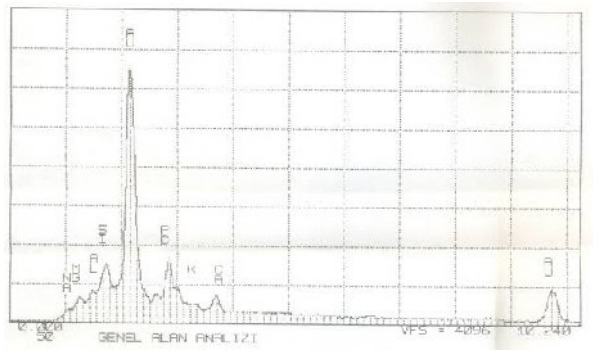
ZAF Correction 20.00kV 34.27deg
No.of Iterations = 5

Element	K-ratio	Z	A	F	ZAF	Atom%	Wt%
Ca-K	0.240	1.011	1.163	1.000	1.176	21.41	28.21
Si-K	0.274	0.989	1.435	0.990	1.416	57.34	52.94
Al-K	0.152	1.018	1.247	0.980	1.244	21.25	18.85
					Total=	100.00	

Şekil 4. Lifli alan EDS kimyasal analiz sonuçları



Şekil 5. Genel alan SEM görüntüleri



Element	K-ratio	Z	A	F	ZAF	Atom%	Wt%
Si-K	0.083	0.902	2.105	1.000	2.068	9.22	10.88
Ca-K	0.010	1.007	1.115	1.000	1.123	0.66	1.11
Mg-K	0.045	0.982	3.277	0.999	3.213	14.03	14.32
K -K	0.004	1.027	1.157	0.998	1.186	0.29	0.47
Na-K	0.688	1.006	1.092	0.997	1.096	75.81	73.22
					Total=	100.00	

Şekil.6. Genel alan EDS kimyasal analiz sonuçları

Bu kısımda ayrıca Gemalmayan (11)'ın çalışmasındaki incelenen yapılarla sunulan çalışmanın mikroyapıları karşılaştırılmıştır. Gemalmayan, krizotil, krozidolit, amozit, antofillit ve tremolit adı verilen beş tür asbestden bahsetmiş, elektron mikroskobundan faydalanılarak elde edilen lifli yapı fotoğrafından üç tür asbestin lif yapılarını incelemiştir.

İncelemede krozidolit liflerinin krizotil liflerinden daha büyük çaplı olduğu ve krizotil liflerinin lif çapının 180 ile 300 A^0 (0.18 - 0.3 mikron) arasında olduğu belirtilmiştir. Topçu (27) lifli silikat olarak tanımladığı asbesti, Şenyiğit (26) gibi, serpantin ve amphibol olarak iki guruba ayırmıştır. Şenyiğit gemalmayandan farklı olarak Aktinolit ide bu gruba ekleyerek altı çeşit asbest tanımlamıştır. Ayrıca Topçu erinoiti 23 ve 24 nolu kaynakta açıklandığı gibi lifli bir zeolit olarak tanımlamıştır.

Bu çalışmada denemesi yapılan kavrama balatasının SEM fotoğrafları Şekil - 3 de görülmektedir. Bu fotoğraftaki lifli yapıların boyutları, yukarıda belirtilen krizotil lif boyutları ile karşılaştırılırsa, fotoğraftaki lif

çaplarının yaklaşık 10 mikron olduğu ve krizotil liflerinden daha büyük çaplı olduğu görülmektedir. Lifli alanın asbest içermediği kimyasal içeriğinden de tanımlanmıştır şekil 3 te 2 rakamı ile gösterilmiş ve içeriği eds analizinde görülmektedir. Gemalmayan aynı çalışmasında yukarıda bahsedilen asbest türlerinin oluştuğu elementleri ve yüzdelerini vermektedir. Bunlardan Krosidolit ve tremolit' in Na elementine sahip olduğu, diğerlerinde bu elementin bulunmadığı belirtmektedir. Şenyiğit (26) te Krozidolitin Na içerdiğini teyid etmektedir.

Kavrama balatasının incelendiği sunulan çalışmada, genel alan dikkate alınarak SEM- EDS incelemesi yapılan Şekil 5 de 1 rakamlı bölge ve 6 balatanın element yüzdeleri ağırlık olarak ; 10.88 Si , 1.11 Ca, 14.32 Mg, 0.47 K ve 73.22 Na dır. Bu sonuç testi yapılan balatanın Na içermesi ve zeolitlerden sadece erinoitte Mg olması dolayısı ile krozidolit veya Tremolit türü demir içermeyen bir asbest olduğunu veya lifli zeolit olduğunu göstermektedir. Yapılan incelemede bu elementlerin asbestin bir alt gurubundan olan ve demir içermeyen ERİONİT adı verilen asbest olduğu sonucu çıkarılabilir..

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye'de asbestli balata imalatının yasaklandığı ve 1998 yılından itibaren sürekli denetlendiği yetkili kuruluşlar tarafından belirtilmektedir. Aynı kuruluşlar tarafından 2006 yılı sonunda yapılan denetimlerde, balata üretimi yapan 8 işyerinin 5 inde asbestli balata üretiminin devam ettiği görülmüştür.

Bu çalışmada mevcut balataların kanserojen madde içerip içermediğinin araştırılması amacıyla, taşıtlarda gücün motordan aktarma organlarına aktarılmasında kullanılan ve asbestsiz olarak satılan kavrama balatası, aşınma testi ve SEM-EDS analizi yapılarak incelenmiştir.

İncelemesi yapılan bu çalışmadaki balatanın SEM-EDS sonuçlarından elde edilen lif özellikleri ile, Baloğlu'nun kanser tümörü içeren akciğer küllerinden SEM-EDS ile incelediği lifler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda balata lifleri ile tümörden elde edilen liflerin benzer olduğu, incelemek için alınan tümör örneklerinin % 80 inde bu liflerle karşılaşıldığı görülmüştür.

Sonuçlarda görülen bu liflerin Fe içermeyen asbestsiz formundaki Erionit lifleri olduğu ve bilinen asbest türlerinden daha tehlikeli olduğu belirlenmiştir. Erionit'in balatalarda kullanılan asbest yapılarından farklı, krozidolit (mavi) asbest'in alt grubu olan ve demir içermeyen bir asbest türünden olduğu belirlenmiştir.

Aynı balata aşınma testine de tabi tutulmuştur. Genellikle üretimi yapılan asbestsiz balatalarda balata sıcaklığı arttıkça, aşınma miktarının arttığı, TSE standardında da belirtilen limit aşınma miktarı değerlerinin sıcaklık arttıkça arttığı belirtilmektedir. İncelemesi yapılan balatada ise sıcaklık 100 ^{o}C den 200 ^{o}C artırıldığında aşınma miktarında 100 ^{0} C lik bir sıcaklık artışında ilk sıcaklığa göre % 46 lık bir azalma olmuştur. Aşınmanın azalmasının sebebi olarak lifli yapıda Al olması, bağlayıcı malzemenin yüksek sıcaklıkta yapısının değişmesi ve balatanın bu sıcaklıklarda ezilerek, sıkışıp sertleşmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Araştırmada aşınma sonucu ortama atılan kanserojen lifler içeren toplam balata toz miktarı belirlenmiştir. Bir sonraki araştırmada toplam balata tozundaki kanserojen partikül miktarı ve boyutları deneysel olarak tanımlanıp ortama yayılma miktarı belirlenebilir.

Bu sonuçlara göre gittikçe sayıları artan taşıtların, çevreye yaydığı egzoz emisyonları yanında, balata ve gürültü emisyonlarının da sıkı bir şekilde denetlenmesi ve gerekli yaptırımların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Atabek,P.,http://isggm.calisma.gov.tr/kkd_sayfasi/doc/comp3/22-08-2006-_seminar Erişim tarihi Ekim 2008
2. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik 26/12/2003 tarih ve 25328 sayılı Resmi Gazete
3. Atabek, P., Özel Görüşme, İSGGM, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ekim, 2008
4. www.bayar.edu.tr~makine...malzeme secimi.Erişim tarihi Ekim 2008
5. Türk Standartları, Debriyaj Balataları TSE- 864
6. TPAO Araştırma Laboratuarı.
7. Erşan, K., "Mevcut Eski, Yeni ve Farklı Balataların Frenleme Kuvvetine Etkisinin Pedal Kuvvetinin Fonksiyonu Olarak Tanımlanması" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. C.13,S.1, Sh.75 ,1998
8. Erşan,K., Taşıt Güvenliği ve İnsan Sağlığına Balataların Etkisi, Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, Poster Bildiri, 25-27 Nisan,2001 Ankara.
9. Boz, M., "Toz Metalurjisi ile Üretilmiş Bronz Esaslı Fren Balata Malzemelerinin Sürtünme ve Aşınma Davranışlarının İncelenmesi" Gazi Üniv. Fen Bil. Ens. Y.L. Tezi, Aralık, 1999
10. EREN Balata , http://www.subconturkey.com/2008/Mayis/koseyazisi-Balatada-yeni-donem.html Erişim tarihi Ekim 2008
11. Gemalmayan, N., "Sürtünme Malzemelerinin Özelliklerinin Deneysel İncelenmesi" Gazi Üniv. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi. Ankara. 1984
12. Baloğlu,H., Öztek,İ., Mısırlı,Z., "Malign Mezoteliomların Etiolojisinde Asbest ve Diğer Fibrillerin Rolü" GKD Cer.Derg.,2,128-134,1994
13. Özvaran,M.K., "Malign Mezotelyomada Gen Tedavisi" Toraks Dergisi 5(2) , 110-115, 2004
14. Boz,M., Kurt,A., Toz Metal Fren Balata Malzemelerinin Sürtünme - Aşınma Performansı Üzerine Çinkonun Etkisi Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. C.21,S.1, Sh.115-121, 2006
15. Boz,M., Kurt,A., Antimon Trisülfit'in Bronz Esaslı Fren Balata Malzemelerinin Sürtünme - Aşınma özelliklerine Etkisi Teknoloji C,9. sayı,2 ,sh79-90,2006

16. Mutlu,İ., Öner,C., Asbestsiz Disk Fren Balatalarında Sıcaklık -Sürtünme Katsayısı Zaman İlişkisinin İncelenmesi Teknoloji sayı1-2 ,121-127, 2003
17. Newton, K., Steeds, W., Garrett, T. K. 1991. The Motor Vehicle 11.Baskı, Butterworth Heinemann ltd, London.
18. Gediktaş, M., Sürtünme Malzemelerinin Özelliklerinin Deneysel Tayini, Fren Kampanaları" Mühendis ve Makina, Cilt.13, Sayı.156, Mayıs 1970
19. Demirsoy, M., " Balatalar ". Mühendis ve Makina, Cilt :17,sayı:194, Nisan 1973
20. Demirsoy, M. 1991. Motorlu Araçlar, Cilt 2,Birsen yayınevi, İstanbul.
21. Yücelen, D. 1981. Otomotiv Şasi Ders Notları, Y.T.Ö.O. Ankara.
22. Jang H., Ko, K., Kim, S.J., Basch, R.H. , Fash J.W. "The Effect Of Metal Fibers on The Friction Performance of Automotive Brake Friction Materials" Wear 256, 406–414, 2004
23. Mump t on F A. Sand L B . 1978 . Natuial Zeolites. Pergamon. London.
24. Tsitsishvill G V . 1992. Natural Zeolites. Ellis Honvood
25. Ertan, R., Yavuz N., "Polimer Matriks Fren Balata Malzemelerinin Kompozisyon ve Üretim Parametreleri Açısından Değerlendirilmesi "Mühendis ve Makina Cilt : 47 Sayı: 553, 2006
26. Şenyiğit,A., Dalgıç, A., Kavak, O., "Asbestin Sağlığa Etkileri" Dicle Tıp Dergisi Cilt:31, Sayı:4, 48-52 ,2004
27. Topcu, F., "Asbest ve Plevra " Solunum , 4 ,1 , 144-148,2002