

## Organik Katkılı Fren Balatası Numunelerinin Su ve Yağ Emme Özelliklerinin Karakterizasyonu\*

Gülşah AKINCIOĞLU\*\*<sup>a</sup>, Sıtkı AKINCIOĞLU<sup>b</sup>, Hasan ÖKTEM<sup>c</sup>, İlyas UYGUR<sup>d</sup>

<sup>a</sup>\*Düzce Üniversitesi, Gümüşova MYO, 81840, Düzce, Türkiye

<sup>b</sup> Düzce Üniversitesi, Gümüşova MYO, 81840, Düzce, Türkiye

<sup>c</sup>Kocaeli Üniversitesi, Hereke MYO 41800, Kocaeli, Türkiye

<sup>d</sup>Düzce Üniversitesi, Makine Müh., 81850, Düzce, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 19.01.2018  
Kabul: 09.03.2018

**Anahtar Kelimeler:**  
Fren balatası,  
wollastonite, boraks,  
su ve yağ emme

**\*\*Sorumlu Yazar:**  
e-posta:  
gulshahkincioglu@  
duzce.edu.tr  
\* UMAS'17  
Sempozyumunda  
sunulmuş ve  
genişletilmiş bildiridir.

### ÖZET

Son yıllarda otomotiv teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, fren balatası için alternatif kompozisyon arayışı da artmıştır. Kompozisyonunda birçok tozu barındıran fren balatalarının, performansının yanında, alternatif tozlardan üretilmesi de beklenmektedir. Alternatif tozlarda, çevre dostu olması ve maliyetinin düşük olması istenen en önemli faktörlerdendir. Bu çalışmada, ülkemizde yüksek rezerve sahip boraks ve wollastonite kullanılmıştır. Alternatif tozlarla üretilen fren balatası numunelerinin su ve yağ emme davranışları test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar referans olarak kullanılan ticari fren balataları ile kıyaslanmıştır. Suda bekletilen numunelerin sertlik değerleri, yağda bekletilen numunelere göre daha fazla düşmüştür. Katkı maddesi olarak wollastonite kullanılan numunelerde daha az sertlik değişimi gözlenmiştir. Boraks katkılı fren balatalarının yoğunluk değerleri referans fren balatasına daha yakın değerlerdedir. Wollastonite katkılı fren balatalarında gözlemlenen ağırlık değişimi ise ticari fren balatası numunesine yakın değerlerde elde edilmiştir.

DOI: <https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2018.04.01.007>

## Characterization of Water and Oil Absorption Properties of Organic Additive Brake Pad Samples

### ARTICLE INFO

Received: 19.01.2018  
Accepted: 09.03.2018

**Keywords:**  
Brake pads,  
wollastonite, borax,  
water and oil  
absorption

**\*\*Corresponding  
Authors**  
e-mail:  
gulshahkincioglu@  
duzce.edu.tr

### ABSTRACT

Along with the development of automotive technology in recent years, the search for alternative compositions for brake pads has also increased. Composition is expected to be produced from alternative dusts as well as performance of the many brake pads that contain dust. In alternative dusts, being environmentally friendly and having low cost are the most important factors. In this study borax tobacco and wollastonite were used in our country with high reserves. Water and oil absorption behavior of brake fluid samples produced with alternative dusts has been tested. The results obtained are compared with commercial brake linings used as references. The hardness values of the samples immersed in water decreased more than the samples immersed in the oil. Less hardness change was observed in the samples using wollastonite as additive. The density values of the borax-added brake pads are closer to the reference brake pad. The weight change observed in the wollastonite-added brake pads was obtained at values close to the commercial brake pads sample.

DOI: <https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2018.04.01.007>

## 1. Giriş

Bir otomobilin frenleme sistemindeki sürtünme malzemeleri çok karmaşıktır ve çok farklı bileşenden oluşur. Sürtünme malzemelerindeki bu çeşitliliğin sebepleri, sürtünme katsayısını sabit tutmak, iyi bir aşınma direnci sağlamak ve her durumda güvenilir bir frenleme sağlamaktır [1-5]. Balatayı oluşturan bileşenler; takviye edici elyaflar, bağlayıcılar, dolgu malzemeleri ve sürtünme düzenleyiciler olarak sınıflandırılır. Son yıllarda kullanılan ticari fren balatalarının bazılarında yüzlerce farklı malzemenin kullanıldığı bilinmektedir [6, 7]. Fren balata kompozitlerinde kullanılan bazı inorganik malzemelerin ise sürtünme düzenleyici olarak önemli bir rol oynadığı görülmüştür[8-11]. Boraks ve Wollastonite gibi sürtünme toz malzemeleri, örnek olarak verilebilir. Fan ve arkadaşları yaptıkları çalışmada %3- %2,88- %2,8- %2,68 ve %2,48 oranlarında wollastonite ve %0- %3,4- %5,6- %9 ve %14,6 oranlarında alümina katkılı beş farklı balata numunesi üreterek aşınma sürtünme testleri yapmışlardır. Numunelerin SEM ve EDX görüntülerini de inceleyerek değerlendirmişlerdir. En uygun sürtünme değerlerini %2,8 wollastonite ve %5,6 alümina katkılı numunelerde gözlemlemişlerdir [12]. Ertan ve Yavuz ise %8 oranında wollastonite katkılı ve değişik oranlarda bakır tozu, kaya elyafı ve aramid elyafı içeren balata numunelerini inceleyerek değerlendirmişlerdir. Yoğunluk, sertlik ölçümleri ve aşınma sürtünme deneyleri yapmışlardır. Çalışmalarının sonucunda kullanılan balata malzemesi için tespit edilen uygun değer özellikleri (düşük aşınma oranı ve kararlı sürtünme katsayısı değişimi) sağlayan yapısal oranı tüm testler göz önünde bulundurularak %6 bakır, %14 kaya yünü ve %5 oranında aramid lifi içeren balatada elde etmişlerdir [13]. Ma ve arkadaşları ise  $ZrSiO_4$  (Zirkonyum silikat) ve wollastonite katkılı balatalar üreterek aşınma sürtünme davranışlarını incelemişlerdir. En ideal sürtünme karakteristikleri %5,6  $ZrSiO_4$  ve %2,04 wollastonite içeren balata numunesinde elde etmişlerdir [14]. Literatürde balata içeriğinde kullanıldığı görülen bir diğer element ise Bor elementidir. Wannik ve arkadaşları sürtünme düzenleyici olarak %0,6- %1- %1,5 ve %2 oranlarında Bor kullanarak balata numuneleri üretmişlerdir. Üretilen numunelere aşınma ve sürtünme testleri yaparak ticari bir balata ile kıyaslamışlardır. Bu çalışma sonucunda, sürtünme katsayısının bor katkılı balatalarda daha istikrarlı olduğunu gözlemlenmişler, ayrıca bor katkısının da sertliği arttırdığını tespit etmişlerdir [15]. Yi ve Yan

ise petrokok ve bor nitrit kullanarak balata numuneleri üretmişlerdir. %0- %3,5- %7,5- %11,5 ve %15 oranlarında bor nitrit ve petrokok eklemişlerdir. En düşük aşınma miktarını ise her iki malzemeden eşit olarak koydukları (%7,5) numuneden elde etmişlerdir [16]. Mutlu ve arkadaşları ise çalışmalarında elyaf kullanmamışlardır. Elyaf yerine; bakır tozu, borik asit, barit, alümina, kaşhev (maun ağacı tozu), grafit kullanarak balata kompozisyonunu oluşturmuşlardır. Bu çalışma sonunda, Borik asit eklenmiş balataların frenleme üzerinde olumlu etkiler yaptığını ifade etmişlerdir [17]. Bu çalışmada, Türkiye’de yaygın olarak kullanılan Clio marka arabaların fren balataları wollastonite ve boraks ilave edilerek iki farklı içerikle üretildikten sonra suda ve yağda 24 saat bekletilmiştir. Bekletme işlemlerinden sonra fren balatalarının, ağırlık, sertlik ve ebat değişimleri incelenerek, birbirleriyle karşılaştırılması yapılmıştır.

## 2. Deneysel Çalışma

### 2.1. Balataların Üretilmesi

Deneylerde kullanılan balata numuneleri, 14 ortak toz malzemeye ilave edilen, boraks ve wollastonite tozlarıyla elde edilen, iki çeşit numuneden oluşmaktadır. Bu çalışmada, boraks ve wollastonite tozlarının ilave edilmesi sonucunda üretilen balata numunelerinin fiziksel özellikleri incelenmiştir. Boraks tozu ilave edilerek üretilen ilk numunenin karışım oranları, Tablo 1 (Table 1.)’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde, gerçek balatalarda kullanılan ve ithal olarak temin edilen yağlayıcı ve sürtünme ayarlayıcı görevi yapan petrokok çıkartılarak yerine %7 oranında boraks tozu ilave edilmiştir. Kullanılan boraks tozunun tane boyutu 250-300  $\mu$  aralığındadır. Boraks tozunun, petrokok malzemesi gibi sürtünme ayarlayıcı olarak kullanılıp kullanılmayacağını tespit edilmesi amaçlanmıştır. Wollastonite tozu da yine aynı amaçla sürtünme ayarlayıcı olarak kompozite eklenmiştir. Wollastonite malzemesinin tane boyutu da yaklaşık 200-250  $\mu$  olarak ayarlanmıştır.

Wollastonite tozu ilave edilerek üretilen ikinci numunenin karışım oranları, Tablo 2 (Table 2)’de verilmiştir. Tabloya göre mika ve kuvars toz malzemelerinin yerine % 4.5 oranında wollastonite tozu kullanılmıştır

Tablo 1. Boraks Katkılı Numunenin Ağırlıkça Malzeme Oranları

Sıra No	Toz Malzeme	Ağırlıkça Oran (%)
1	Çelik Yünü	15-20
2	Kaya Yünü	3-6
3	Kevlar	0,5-2
4	Grafit	5-7
5	Fenolik Reçine	6-8
6	Vermikülit	6-8
7	Pirinç Talaşı	4-6
8	Kalsiyum Hidroksit	7-9
9	Zirkonyum Silikat	3-5
10	Kükürt	0,5-1
11	Siyah Demir Oksit	1-3
12	Lastik Tozu	4-6
13	Barit	6-8
14	Kauçuk	2-4
15	Boraks	7

Tablo 2. Wollastonite Katkılı Numunenin Ağırlıkça Malzeme Oranları

Sıra No	Toz Malzeme Adı	Ağırlıkça Oran (%)
1	Çelik Yünü	15-20
2	Kaya Yünü	3-6
3	Kevlar	0,5-2
4	Grafit	5-7
5	Fenolik Reçine	6-8
6	Vermikülit	6-8
7	Pirinç Talaşı	4-6
8	Kalsiyum Hidroksit	7-9
9	Zirkonyum Silikat	3-5
10	Kükürt	0,5-1
11	Siyah Demir Oksit	1-3
12	Lastik Tozu	4-6
13	Barit	6-8
14	Kauçuk	2-4
15	Wollastonite	4,5

Balata üretiminde kullanılan tozların homojen olarak dağılımının sağlanabilmesi için fren balata numunesini oluşturacak toz malzemelerin tamamı, Şekil 1 (Figure 1.)’de gösterilen mikserde 30 dakika süreyle karıştırılmıştır.



Şekil 1. Sanayi tipi mikser

Sanayi tipi mikserde karıştırılan tozların son hali Şekil 2’de gösterilmiştir.



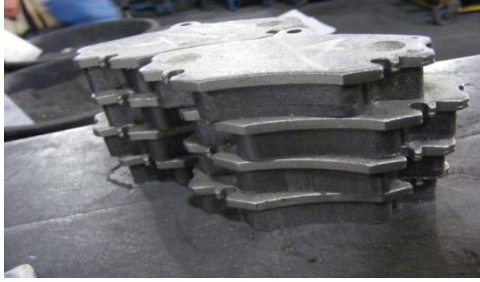
Şekil 2. Fren balatası tozlarının karışımı

Fren balatasını oluşturacak organik katkı tozları karıştırıldıktan sonra Clio balata kalıplarına eklenerek 100 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında 180 °C’de 6 dakika boyunca preslenmiştir. Presleme işleminin ardından, balatalar 150 °C’de hava sirkülasyonlu elektrikli fırında 10 saat boyunca fırınlanmıştır [18]. Fırınlanmanın ardından fren balatalarının boyutsal tamlığı ve yüzey düzgünlüğünün sağlanabilmesi için taşlama yapılmıştır. Balataların yüzeyinden yaklaşık 2 mm. talaş kaldırılmıştır. Deneylerde kullanılan organik katkı fren balataları ve kodları Tablo 3 (Table 3.)’te verilmiştir.

Tablo 3. Balata numunelerinin kodlanması

No	Fren Balatası	Kodlama
1	Wollastonite katkı balata	W
2	Wollastonite katkı suda bekleyen balata	WS
3	Wollastonite katkı yağda bekleyen balata	WY
4	Wollastonite katkı yağda bekleyen balata	WY1
5	Boraks katkı balata	B
6	Boraks katkı suda bekleyen balata	BS
7	Boraks katkı yağda bekleyen balata	BY
8	Boraks katkı yağda bekleyen balata	BY1
9	Ticari balata	T
10	Suda bekleyen Ticari balata	TS
11	Yağda bekleyen Ticari balata	TY
12	Yağda bekleyen Ticari balata	TY1

Sıcak preslenerek üretilen balata numunelerinin son hali, Şekil 3 (Figure 3)'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Fren balatalarının son hali

## 2.2. Sertlik Ölçümleri (Hardness Testing)

Balata numunelerinin sertlik ölçümleri, Tronic marka Durometer (Shore D) test cihazı (Şekil 4) (Figure 4) ile yapılmıştır. Numuneler, suda ve yağda 24 saat bekletildikten sonra sertlikleri tekrar ölçülmüştür.



Şekil 4. Balata numunelerinin sertlik ölçümü

## 2.3. Ağırlık Ölçümleri

Üretilen balata numunelerinin, yağda, suda bekletmeden önce ve sonra ağırlık değişimlerinin belirlenmesi için ağırlıkları ölçülmüştür. Ağırlık ölçümünde 3 haneli hassas terazi kullanılmıştır.



Şekil 5. Balata numunelerinin yoğunluk ölçümü

## 2.4. Yoğunluk Ölçümleri

Balataların yoğunluk ölçümleri yoğunluk aparatı olan hassas terazi yardımıyla yapılmıştır. Numuneler aparata sığacak şekilde küçültülmüştür. Şekil 5'de yoğunluk ölçümü yapılan numune görülmektedir.

## 2.5. Boyutsal Değişimlerin Belirlenmesi

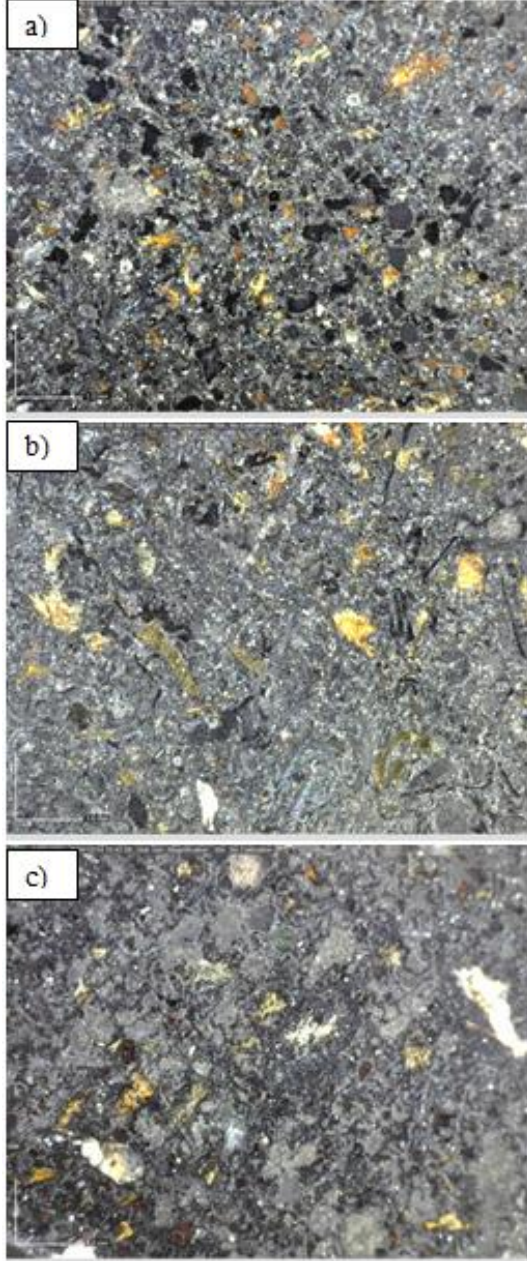
Balataların en, boy ve kalınlık ölçümleri mikrometre ile yapılmıştır. Balataların uygulanan işlemlerden önce ve sonra boyutsal değişimleri gözlemlenmiştir. Fren balataları, 24 saat boyunca suda ve yağda bekletildikten sonra, ağırlıkları, sertlikleri ve boyutları tekrar ölçülmüştür. Şekil 6 (Figure 6), numune balataların yağda ve suda bekletilme işlemini göstermektedir.



Şekil 6. Balataları suda ve yağda bekletme işlemi

## 2.6. Numunelerin Mikro yapı Görüntüleri

Fren balatası numunelerinin mikro yapı görüntüleri 50X dijital bir mikroskop ile elde edilmiştir. Numunelere ait mikroskop görüntüleri Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Fren balatası numunelerinin mikroskop görüntüleri a) Wollastonit katkılı numune, b) Boraks katkılı numune, c) Ticari numune

### 3. Sonuçlar ve Tartışma

Organik katkılı tozlarla üretilen balata numunelerinin, 24 saat suda ve yağda bekletme işleminden sonra bazı fiziksel özellikleri incelenmiş ve elde edilen tüm sonuçlar, Tablo 4 (Table 4)'te gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde, yağda ve suda bekletilen balata numunelerinin tamamının sertliğinde azalma görülmüştür. Balatalarda en az 1 Shore D değerinde sertlik kaybı olmuştur. Suda

bekletilen borakslı BS kodlu balata numunesi, 89 Shore D'den 82 Shore D değerine düşerek en fazla sertliği azalan balata olmuştur. Sertliğinde en az değişim olan balata ise wollastonite katkılı yağda bekleyen WY1 numunesi olmuştur. Numunenin sertlik değeri 87 Shore D'den 86 Shore D'ye düşmüştür. Ticari fren balatası numunesi TY1'de de 1 Shore D kadar sertlik azalması gözlenmiştir.

Tablo 4. Balata numunelerinin fiziksel özellikleri

Balata Kodları	Ağırlık (gr.)	Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	Sertlik (Shore D)	En (mm)	Boy (mm)	Kalınlık (mm)
W	238,418		89	43,96	92,95	17,69
WS	239,308	2,028	84	43,98	92,98	17,71
WY	237,948		87	43,93	92,9	17,52
WY1	239,563		86	44,01	92,93	17,55
B	250,235		89	44,09	92,95	16,98
BS	250,727	2,534	82	44,093	92,96	17
BY	250,95		89	44,13	92,95	17,6
BY1	251,983		87	44,16	92,96	17,64
T	225,024		89	44,09	92,95	16,93
TS	225,45	2,47	85	44,093	92,96	16,95
TY	222,88		89	44,13	92,95	16,95
TY1	223,543		88	44,16	92,97	16,98

Akıncioğlu ve arkadaşları da çalışmalarında [18] ürettikleri organik katkılı balataları 24 saat suda bekletmişlerdir. Sonuç olarak balataların sertlik değerlerinde yaklaşık 3-5 Shore D (yaklaşık olarak %2 ile %4 oranında) azalma ve ağırlıklarında ise 1-2 gr artma gözlemişlerdir. Fren balatası numuneleri, ağırlık ölçümleri açısından değerlendirildiğinde ise bütün numunelerde 0,5 ile 2 gr arasında ağırlık artışı gözlenmiştir. Ağırlığı en fazla artan numune yaklaşık 2 gr yağ emilimi ile yağda bekleyen WY1 olmuştur. Ağırlığı en az artan numune ise yaklaşık 0,5 gr su emilimi ile suda bekleyen BS numunesidir. Wollastonite tozunun lifli bir yapıda olması, daha fazla su almasına sebep olarak düşünülebilir. Wollastonite katkısının kompozit içerisinde mikro boşluklar oluşturduğu söylenebilir.

Yawas ve arkadaşları çalışmalarında, menekşe bitkisi kabuğunun kurutularak toz haline getirilmesi ile yeni bir sürtünme toz malzemesi ile balata üretmişlerdir. Balataları, 24 saat suda ve yağda bekleterek su ve yağ emilimini incelemişlerdir. Numunelerde yaklaşık 1-2 gr su emilimi gözlemişlerdir [19]. Aigbodion ve arkadaşları [20], küspe tozuyla organik katkılı numuneler üretirken, 24

saat suda ve yağda bekletme işlemi uygulamışlardır. Mikroskop görüntüleri incelendiğinde kompozit içerisindeki tozların homojen olarak dağıldığı gözlenmektedir. Özellikle pirinç talaşı renginden dolayı net olarak seçilmektedir.

#### 4. SONUÇLAR

- Suda bekletilen numunelerde yağda bekleyenlere oranla daha fazla sertlik düşüşü gözlenmiştir. Bu durumda, suyun yoğunluğunun yağa göre daha az olması sebebiyle, kompozitin içine daha fazla nüfuz ederek sertliğin azalmasına sebep olduğu söylenebilir. Boraks katkılı balataların sertlikleri, 89 Shore D'den 82 Shore D'ye düşerek, yaklaşık %7,86 oranında sertlik kaybına uğramışlardır. Wollastonite katkılı numunelerde ise sertlik, 89 Shore D'den 84 Shore D'ye düşerek yaklaşık olarak %5,62 oranında azalmıştır.
- Numunelerin yoğunluk değerleri ile ağırlık artışları arasında bir ilişki vardır. Yoğunluğu az olan numunenin ağırlığının en fazla artması beklenir. Dolayısıyla yoğunluğu az olan numunenin gözenekliliğinin fazla olduğunu söylenebilir. Ağırlık değişimleri genel olarak değerlendirildiğinde wollastonite katkılı balataların yağda ve suda beklediklerinde boraks katkılı balatalara göre daha fazla su aldıkları ve daha gözenekli oldukları söylenebilir. Wollastonite katkılı numunelerin yoğunluklarının diğer numunelere göre az olması da bu durumu açıklamaktadır.

#### Teşekkür

Yaptığımız çalışmada desteklerini esirgemeyen DÜBAP'a (Proje no: 2015.06.05.313) teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- [1] *Friction and wear of automotive brakes*, vol 65, pp 320-328, 1992.
- [2] M. Jacko and S. Rhee, "Brake linings and clutch facings," *Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology*, pp. 55-65, 4 DEC 2000 1992.
- [3] I. Mutlu, O. Eldogan, and F. Findik, "Production of ceramic additive automotive brake lining and investigation of its braking characterisation," *Industrial Lubrication and Tribology*, vol. 57, no. 2, pp. 84-92, 2005.

[4] M. H. Cho, J. Ju, S. J. Kim, and H. Jang, "Tribological properties of solid lubricants (graphite, Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, MoS<sub>2</sub>) for automotive brake friction materials," *Wear*, vol. 260, no. 7-8, pp. 855-860, 2006.

[5] M. G. Jacko and S. K. Rhee, "Brake Linings and Clutch Facings," in *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*: John Wiley & Sons, Inc., 2000.

[6] B. Rashid, Z. Leman, M. Jawaid, M. R. Ishak, and F. M. Al-Oqla, "Eco-Friendly Composites for Brake Pads From Agro Waste: A Review," in *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*: Elsevier, 2017.

[7] K. W. Hee, Filip, P., "Performance of ceramic enhanced phenolic matrix brake lining materials for automotive brake linings," *Wear*, vol. 259, no. 7-12, pp. 1088-1096, 2005.

[8] W. Ye, T. Cheng, Q. Ye, X. Guo, Z. Zhang, and H. Dang, "Preparation and tribological properties of tetrafluorobenzoic acid-modified TiO<sub>2</sub> nanoparticles as lubricant additives," *Materials Science and Engineering: A*, vol. 359, no. 1, pp. 82-85, 2003.

[9] Y. Li, Q. Fang, Z. Yi, and K. Zheng, "A study of internal friction in polypropylene (PP) filled with nanometer-scale CaCO<sub>3</sub> particles," *Materials Science and Engineering: A*, vol. 370, no. 1, pp. 268-272, 2004.

[10] S. Watanabe, J. Noshiro, and S. Miyake, "Friction properties of WS<sub>2</sub>/MoS<sub>2</sub> multilayer films under vacuum environment," *Surface and Coatings Technology*, vol. 188, pp. 644-648, 2004.

[11] J. Jia, H. Zhou, S. Gao, and J. Chen, "A comparative investigation of the friction and wear behavior of polyimide composites under dry sliding and water-lubricated condition," *Materials Science and Engineering: A*, vol. 356, no. 1, pp. 48-53, 2003.

[12] Y. Fan, V. Matějka, G. Kratošová, and Y. Lu, "Role of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in semi-metallic friction materials and its effects on friction and wear performance," *Tribology Transactions*, vol. 51, no. 6, pp. 771-778, 2008.

[13] R. Ertan and N. Yavuz, "Balata malzemelerinde kullanılan yapısalların balatanın tribolojik ve fiziksel özelliklerine etkisi," *Uludağ Üniversitesi*

*Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, vol. 15, no. 1, pp. 169-177, 2010.

[14] Y. Ma, G. S. Martynková, M. Valášková, V. Matějka, and Y. Lu, "Effects of ZrSiO<sub>4</sub> in non-metallic brake friction materials on friction performance," *Tribology International*, vol. 41, no. 3, pp. 166-174, 2008.

[15] W. Wannik, A. Ayob, S. Syahrullail, H. Masjuki, and M. Ahmad, "The effect of boron friction modifier on the performance of brake pads," *International Journal of Mechanical and Materials Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 31-35, 2012.

[16] G. Yi and F. Yan, "Effect of hexagonal boron nitride and calcined petroleum coke on friction and wear behavior of phenolic resin-based friction composites," *Materials Science and Engineering: A*, vol. 425, no. 1, pp. 330-338, 2006.

[17] I. Mutlu, C. Oner, and F. Findik, "Boric acid effect in phenolic composites on tribological properties in brake linings," *Materials & design*, vol. 28, no. 2, pp. 480-487, 2007.

[18] H. Öktem, İ. Uygur, G. Akıncioğlu, D. Kir, and H. Karakaş, "Evaluation of Non-Asbestos High Performance Brake Pads Produced With Organic Dusts," presented at the Metal 2015, Brno, Czech Republic, EU, 3-5 June, 2015.

[19] D. Yawas, S. Aku, and S. Amaren, "Morphology and properties of periwinkle shell asbestos-free brake pad," *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, vol. 28, no. 1, pp. 103-109, 2016.

[20] V. Aigbodion, U. Akadike, S. Hassan, F. Asuke, and J. Agunsoye, "Development of asbestos-free brake pad using bagasse," *Tribology in industry*, vol. 32, no. 1, pp. 12-17, 2010.

### **Gülşah AKINCIOĞLU\***

Öğr. Gör. Dr. / Düzce Üniversitesi

Lisans eğitimini 2005 yılında Gazi Üniversitesi Makine Resim ve Konstrüksiyon öğretmenliği Bölümü'nde tamamlamıştır. Yüksek lisansını Ankara'da, Gazi Üniversitesi Makine Eğitiminde yapmıştır. Düzce Üniversitesi Makine Mühendisliğinde doktoraasını almıştır. 2009 yılından bu yana Düzce Üniversitesi Gümüşova Meslek Yüksekokulu Makine Resim ve Konstrüksiyon Programında öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

### **Sıtkı AKINCIOĞLU**

Öğr. Gör. Dr. / Düzce Üniversitesi

İlk öğrenimini Hatay'da orta öğrenimini Adana'da bitiren Akıncioğlu, Ceyhan Teknik Lisesinin Makine bölümünde aldığı eğitimin ardından 2005 yılında Gazi Üniversitesi Makine Resim ve Konstrüksiyon öğretmenliği Bölümü'nde lisansını tamamlamıştır. Yüksek lisansını Gazi Üniversitesi, Makine Eğitiminde yapmıştır. Doktora eğitimini Karabük Üniversitesi Makine Mühendisliğinde bitirmiştir. Evli ve iki çocuk babası olan Akıncioğlu, 2008 yılından bu yana Düzce Üniversitesi Gümüşova Meslek Yüksekokulu Makine Resim ve Konstrüksiyon Programında öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

### **Hasan ÖKTEM**

Doç. Dr. / Kocaeli Üniversitesi

Lisans eğitimini 2000 yılında Marmara Üniversitesi Makine Bölümü'nde tamamlamıştır. Yüksek lisansını Kocaeli'de Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde yapmıştır. Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliğinde doktoraasını almıştır. 2004 yılından bu yana Kocaeli Üniversitesi Hereke MYO, Makine ve Metal Teknolojileri, Makine Malzemesi ve İmalat Teknolojisi bölümünde görev yapmaktadır.

### **İlyas UYGUR**

Prof. Dr. / Düzce Üniversitesi

Lisansını Gazi Üniversitesi Metal İşleri bölümünde 1990 yılında tamamlamıştır. Doktora eğitimini University of Wales, SWANSEA'de bitirmiştir. Aynı zamanda dekanı olduğu Düzce Üniversitesi mühendislik fakültesinin, Makine Mühendisliğinde Profesör olarak görev yapmaktadır.