

# Computer Controlled Brake Pads Used In Tester Mechanic And Electronic Equipment

<sup>1</sup>Mustafa Timur and <sup>\*2</sup> Hilmi Kuşçu

<sup>1</sup>Kırklareli University, Technical Sciences MYO, Kırklareli/TURKEY

<sup>\*2</sup> Trakya University, Faculty of Engineering and Architecture, Edirne/TURKEY

## Özet

Otomotiv teknolojisinin hızla ilerlemesine paralel olarak, taşıt güvenliği insan hayatının her aşamasında daha fazla önem kazanmaktadır. Daha kontrollü bir hareket ve işin her aşamasına müdahale edebilme yeteneği, tasarımların önemini ve değerini artırıcı bir özellik olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, yeni geliştirilen tasarımlarda manuel kullanım alanları gittikçe daraltılarak, kullanıcılara sadece basit ayar, yerleştirme ve başlatma-bitirme gibi bazı noktalarda ihtiyaç duyulmaktadır. Tasarlanan bilgisayar programları işlerin belirli bir algoritma çerçevesinde kendiliğinden devam etmesini sağlamaktadır.

Bu çalışmada üretimi tamamlanmış fren balatası test cihazında kullanılan elektronik ve mekanik donanımlar ve bu donanımların balatalar üzerindeki deneysel etkileri incelenmiştir. Test cihazının bilgisayar kontrollü olması ve her bir fren balatası deney setine uygun temel balata numunelerinin sürtünme katsayısını incelemenin yanı sıra, kolaylıkla sökülüp takılabilen karşı numunelerin de sürtünme katsayılarını farklı hızlarda, farklı yüklerde incelemek mümkün olmaktadır. Böylece otomobillerde fren balatası geliştirebilmenin yanında karşı sürtünme elemanı malzemesi ve bunlara yapılacak işlemlerin de sürtünme durumlarına olan etkisi incelenebilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Fren balatası, Elektronik, Mekanik, Sürtünme Katsayısı

## Abstract

In parallel with the rapid advancement of automotive technology, vehicle safety of human life at every stage is gaining more importance. A more controlled movement and the ability to intervene in every stage of the work, to increase the importance and value of design is considered as a feature. Therefore, the newly developed gradually narrowing the field of manual handling in design, users only simple settings, such as placement and the start-finish is needed at some point. Computer programs designed to work within the framework of a specific algorithm provides automatic continuation.

In this study completed the production tester used in the brake pad and the hardware of the electronic and mechanical hardware were studied experimentally on pads. Test device computer controlled, and each brake lining experimental sets suitable basic linings samples friction coefficient views as well as easily removable sample against the friction coefficients at different speeds, different load examine is possible. Besides being able to develop brake pads in the automobiles, material against the friction member and its effect on friction can be examined.

**Key words:** Brake Pads, Electronic, Mechanical, Friction Coefficient

## 1. Giriş

Gelişen teknoloji ile sanayide insan gücüne dayalı yapılan üretim, günümüzde yerini makinelere bırakmaktadır. Bu değişim süreci ile birlikte tesislerde istenilen ve planlanan biçimde üretim başlamış, buna izlenebilirlik özelliği eklenmiş, ayrıca kişilerin yapabileceği hata oranı da bu gelişim ile azalmıştır. Makineleşme ve otomasyon teknolojileri hızlı ve güvenilir üretim özelliklerini de beraberinde getirmiştir. Bu nedenle mikroişlemci tabanlı gerçekleştirilen kontrol yöntemleri ile hayata geçen makineler ve süreçler sanayinin vazgeçilmez bir parçası olmaya başlamışlardır. Bu sistemlerin insan gücünün yerine geçmesi, en çok kontrol sistemleri gibi süreçlerde kendini göstermiştir. Çünkü kontrol sistemleri gelişmiş yapı ile kontrol edildiği takdirde insan gücünün hızından daha hızlı, gücünden daha yüksek güçlü ve güvenilir sistemlere olanak sağlamaktadırlar [1].

Otomotiv teknolojisinin hızla ilerlemesine paralel olarak, otomatik kontrol bu alanda insan hayatının her aşamasında daha fazla önem kazanmaktadır. Daha kontrollü bir hareket ve işin her aşamasına müdahale edebilme yeteneği, tasarımların önemini ve değerini artırıcı bir özellik olarak değerlendirilmektedir. [2,3]. Bu nedenle, yeni geliştirilen tasarımlarda manuel kullanım alanları gittikçe daraltılarak, kullanıcılara sadece basit ayar, yerleştirme ve başlatma-bitirme gibi bazı noktalarda ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla yapılan programlarla işlerin belirli bir algoritma çerçevesinde kendiliğinden devam etmesi istenmektedir. Sistemdeki değişikliklerin, hazırlanan programlarda sunulan seçeneklerle veya programın içerisinde yapılacak değişikliklerle rahatlıkla yapılabilmesi istenmektedir. İşte bu nedenle otomatik kontrollü sistemler giderek hayatımızda daha fazla yer almaktadır [4].

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, otomobillerde kullanılan fren baltalarının sürtünme katsayısını tespit etmek için imalatı yapılmış olan test cihazının mekanik ve elektronik donanımları anlatılmaktadır. Test cihazında kullanılan hassas elektronik ve mekanik donanım başarılı bir şekilde amaca ulaşmada oldukça etkili olmuştur. Sürtünme katsayısı test cihazı malzeme, teknoloji ve teoride iyileşme sağlanması amacıyla tasarlanmıştır [5].

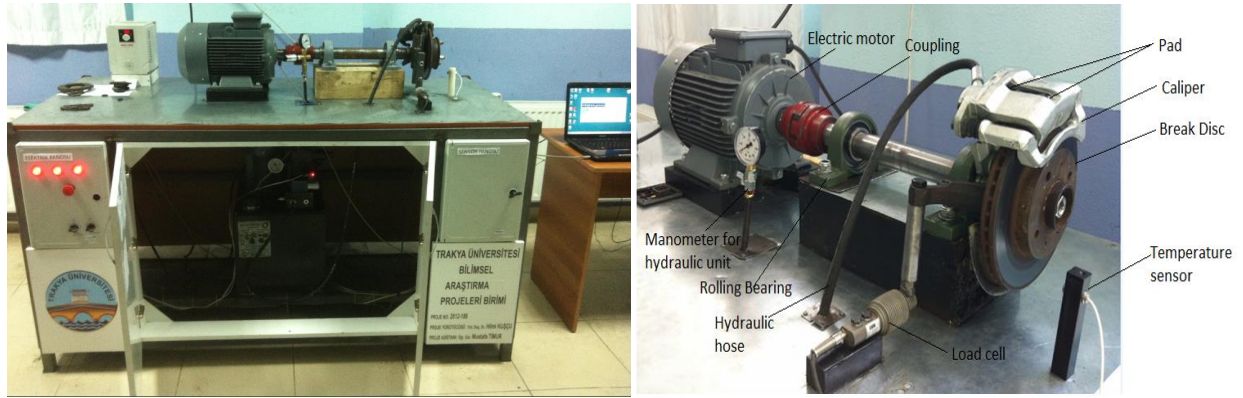
## 3 Otomotiv Fren Balatası Test cihazının Hareket Kontrolü

Sistemin imalatı için gerekli işlemler yapıldıktan sonra test cihazı kontrol amaçlı olarak çalıştırılmıştır. Şekil 1’de görülmekte olan sürtünme katsayısı test cihazında diski döndürmek için 7.5 Kw gücünde 1400 dev/dk trifaze elektrik motoru seçilmiştir. Elektrik motorundan elde edilen hareketin iletilmesi için Ø 45 mm’lik transmisyon miline ihtiyaç duyulmuştur. Bu mil üzerine iki adet UCP 210 yatak yerleştirilerek milin salınımının engellenmesi amaçlanmıştır [6].

Elektrik motorundan çıkan dairesel hareketin mil üzerinden diske istenilen devirlerde aktarılması

invertör sayesinde gerçekleşmektedir. Bu devirler 0–1400 dev/dk arasındadır. Elektrik motorunun devir sayısını bilgisayar programında kolaylıkla kontrol edilebilmektedir. Balatalar bütün frenleme durumlarında sabit kalan bir sürtünme katsayısına ( $\mu$ ) sahip olmalıdır. Ancak uygulamada hız ve basıncın artmasıyla sıcaklığın yükselmesi sonucu sürtünme katsayısında düşme görülmektedir.

Şekil 1’de Sürtünme malzemelerinin sürtünme katsayısını tespit etmek amacıyla üretilen test cihazının resmi görülmektedir.



Şekil 1. Fren Balatası Test Cihazı

#### 4. Test Cihazında Kullanılan Donanımlar ve Özellikleri

##### 4.1 Sıcaklık Ölçme Aleti

Deneyler sırasında balatanın fren diskine sürtünmesi sonucunda sürtünme yüzeyi sıcaklığı artmaktadır. Sıcaklık artışının sürtünme katsayısı üzerindeki etkisini incelemek amacıyla balatanın diske sürtünme yüzeyinden 10 cm ilerisinden sıcaklık ölçümü yapılmıştır. Şekil 2’de gösterilen sıcaklık ölçümünde her saniye veri alabilen -40 ile 1030 °C aralıklarında çalışabilen İnfrared termometre kullanılmıştır. Bu sayede sıcaklık değerleri bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Sıcaklık değerleri RS232 veri aktarma yolu ile bilgisayara aktarılabilmektedir.



Şekil 2. İnfrared termometre

##### 4.2 Loadcell (Yük Hücresi)

Sürtünme kuvveti  $F_s$ 'i belirlemek için kullanılan yük hücresi (loadcell) elektronikte strain gage olarak adlandırılan manyetoelastik cihazlardır. Bu cihazlar gelen yükü, milivolt cinsinden

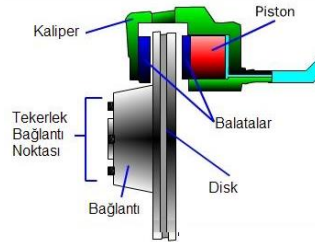
algılayarak ekrana yansıtmaktadırlar. Direnç köprüsü mantığı ile çalışmaktadırlar. Deney setinde kullanılan yük hücresi şekil 3’de gösterilmekte ve 100 kg kapasitelidir. Yük hücresinin bir ucu belirli bir noktaya sabitlenir. Diğer ucuna bir noktadan kuvvet uygulandığında oluşan gerilim wheatstone köprüsü üzerinden 0-20 milivolt arasında algılanır ve değer ekrana yansıtılır.



Şekil 3. Loadcell ve Transmitteri

#### 4.3 Fren Diski ve Balatalar

Fren diskinin mekanik ve ısı zorlanmalara karşı mukavim olması istenir. Fren sistemlerinde, sürtünmeden dolayı kısa zamanda meydana gelen sıcaklık artışının, en kısa zamanda sistemden uzaklaştırılabilmesi için karşı malzemenin yüksek ısı iletim katsayısı ile özgül ısıya sahip olması gerekir. Sürtünmeye bağlı sıcaklık artışı nedeniyle disk veya kampananın bozulmadan, minimum deformasyon göstermesi için ısı genleşme katsayısının büyük olması istenir. Genelde disk ve kampana üretiminde perlitik yapıya sahip dökme demir kullanılır. Kullanılan dökme demirde % 3,4 civarında karbon bulunur [7]. Şekil 4’de test cihazında kullanılan fren diskinin elemanları yer almaktadır.



Şekil 4. Fren Diski Görünüşü

#### 4.4 Endüstriyel tip I/O Kart

Test cihazında yer alan öğelerin bilgisayar ile iletişim kurmak ve bu aygıtları birbirinden ayırt edebilmek için kullandığı Giriş/Çıkış (Input/Output) adreslerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu adresleri tanımlayacağımız kartlarda şu şekilde sıralanmaktadır. Şekil 5’de gösterilen (a) 4024 kodlu kart; 24 Volt DC güç sağlayıcılı, 1.6sn. İçerisinde sistemle iletişim kurabilen 4 terminalli ve analog çıkışlıdır. Sinyal çıkış aralığı ise 4-20 mA’dır. Şekil 5’de gösterilen (b) 4117 kodlu kart; 24 Volt DC güç sağlayıcılı, 1.6sn. İçerisinde sistemle iletişim kurabilen 2 terminalli ve analog girişlidir. Sinyal giriş aralığı ise 0-10 Volt ’dur. Şekil 5’de gösterilen (c) 4561 kodlu kart;

win.2000/xp (32-64 bit) ile uyumlu bir karttır. 2,0 USB mevcuttur. RS232 bağlantısını RS485'e dönüştürmek için kullanılmaktadır.



(a) 4024 (b) 4117 (c) 4561

Şekil 5. Endüstriyel tip IO kartlar

#### 4.5 İnvörtör

Test cihazında İnvörtör 7.5 Kw 0-1400 dv/dk aralıklarında çalışmaktadır. İnvörtör 200-230volt enerji ile çalışabilmektedir, ayrıca 6,6 Amper akım çekebilme ve frekansı 50-60 Hz aralığında değişmektedir. Çalışma sistemi şu şekildedir; elektrik panosundaki pako şartel 1 numaralı konuma getirilerek elektrik motoruna elektrik verilir. İnvörtöre enerji girişi yapıldıktan sonra bilgisayar programından invörtör ayarlarına girilerek motor devri otomatik veya manuel olarak artırılıp azaltılabilir.

Şekil 6'da sistemin bir bütün halde çalışabilmesi ve istenilen devirlere ulaşabilmesi için 7,5 kw elektrik motoru, diskin dönmesini belirli aralıklarda ki hızlara dönüştüren invörtör bağlantıları gösterilmektedir.

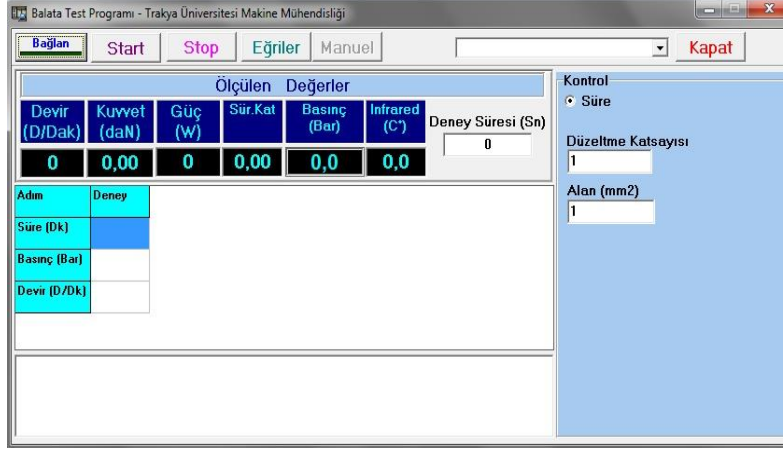


Şekil 6. İnvörtör ve bağlantı şekli

#### 4.6 Bilgisayar Yazılımı

Test cihazında verilerin bilgisayar ortamında analizinin yapılabilmesi için yazılım programı geliştirilmiştir. Yazılım programında üzerinde çalıştığımız konunun her bir sistemi için ayrı bir detay mevcuttur. Programı delphi yazılım dilinde hazırlanmıştır. Delphi programlama dili, temeli

Pascal olan bir programlama dilidir. Özellikle nesne yönelimli programlama anlayışıyla yapılandırılmış Turbo Pascal dilinin görsel sürümü denilebilir. Nesne, sınıf, kalıtım, fonksiyon aşırı yükleme (overloading) gibi temel programlama tekniklerini içeren güçlü ve esnek bir programlama dilidir. Borland firması tarafından geliştirilmiştir. Microsoft Windows platformları üzerinde yazılım geliştirmeye olanak sağlar. Şekil 7’de yazılım programının arayüzü gösterilmektedir. Bu arayüzde kullanılan işlemler sayesinde otomotiv fren balatalarının standartlara uygun olarak sürtünme katsayısı hesaplanmaktadır. Program sayesinde fren balatalarının frenleme karakteristiği grafiksel olarak öğrenilebilmektedir.

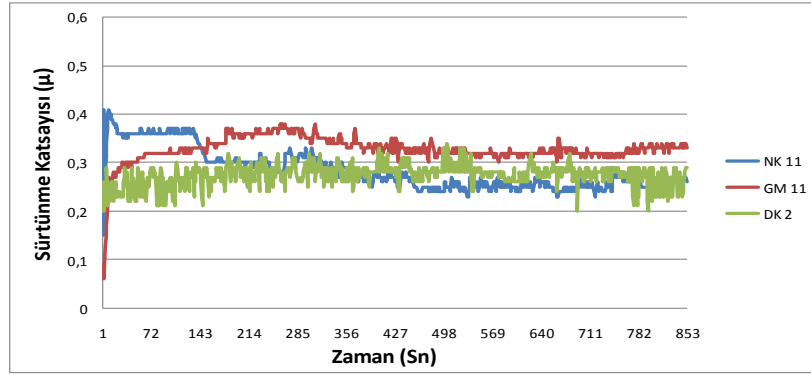


Şekil 7. Program Ara Yüzü

## 5. Deneysel Çalışmalar

### 5.1 Fren Balataları İçin Türk Standartlarında Belirlenen Deney Şartları

Mart 1992 tarihli Türk Standartları TS 555’ te sürtünme katsayısı, “Disk veya kampana ile disk fren veya kampana fren arasındaki sürtünme kuvvetinin normal kuvvete oranıdır” şeklinde ifade edilmiştir (TS 555,1992). Nisan 1991 tarihli TS 9076“da, fren balataları için sürtünme katsayısının belirlenmesinde uygulanacak deney şartları açıklanmıştır [8,9]. Şekil 8’de görülen NK 11, GM 11 ve DK 2 nolu üç farklı otomobil fren balatası üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda yapılan incelemeler neticesinde sürtünme katsayılarının farklı olması balataların içeriğinde meydana gelen farklı madde oranlarından kaynaklanmaktadır. Bu grafikte yapılan farklı numuneler için deneysel çalışmaların farklı sonuçlarını göstermektedir. Bu durum tasarım ve imalatı yapılan test cihazında kullanılan mekanik, elektronik ve elektriksel donanımların amaca uygun olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. Program Ara Yüzü

Tablo 1 Balata numunelerinin deney sonrası özellikleri

Numune Kod Adı	Yoğunluk değeri (g/cm <sup>3</sup> )	Aşınma Oranları (cm <sup>3</sup> .daN. m )	Aşınma Direnci	Ortalama Sürtünme Katsayısı (μ)	Ortalama Sıcaklık (°C)
GM 11	2,30	0,09	11,10	0,35	294
DK 2	2,17	0,06	16,60	0,27	280
NK 11	2,42	0,04	25	0,36	240

Tablo 2’de sürtünme katsayısına göre balataların sınıflandırılması görülmektedir. Burada gösterilen harflendirmeler standartlarda belirtilmiş olup test cihazından alınan sürtünme katsayısı değerleri standartlara uygun olduğunu ispatlamıştır.

Tablo 2 SAE-J661 ve TSE 555 Standartlarına Göre Balataların Sınıflandırılması [8,10]

Sınıf	Sürtünme katsayısı
C	0,15’e kadar
D	0,15-0,25
E	0,25-0,35
F	0,35-0,45
G	0,45-0,55
H	0,55’ten yukarı

## 6. Sonuç

Bilgisayar kontrollü otomotiv fren balatası test cihazında kullanılan mekanik, elektronik ve elektriksel donanımların fren balatalarının karakteristik özelliklerini belirlemede oldukça önemlidir. İmalatı yapılan otomatik kontrollü test cihazı, otomobil fren balatasının seçimine yön vermekte ve karakteristik özellikleri deneysel olarak incelemektedir. Test cihazı, deneysel çalışmaların verilerinde SAE-J661 ve TSE 555-9076'da yer alan standartlar doğrultusunda güvenilir sonuçlar alınabilecek şekilde hassas donanımlar kullanılarak imal edilmiştir. Fren balatasının disk ile sürtünmesi sonucu oluşacak değerler istenilen aralıklarda algılanarak bilgisayara kaydedilebilmekte daha sonra sürtünme katsayısı-zaman grafiği oluşturulabilmektedir.

Kapsamlı ve entegre bir Veri Tabanlı Kontrol Sistemi sayesinde kontrol ve deneysel çalışmalar bilgisayar yardımı ile yapılmaktadır. Bilgisayar programı kontrollü ve sistemdeki elektronik geri besleme donanımları ile kapalı çevrim oluşturulmuştur. Sistem ilk çalıştırılırken istenilen sistem basıncı elektronik kontrol kartı tarafından algılanarak elektro-hidrolik on/off ve oransal valfe yol vermektedir. Sistemin çalıştırılması ile birlikte oluşturulan kapalı çevrim sayesinde geri besleme bilgileri ile sistem basıncı sabit tutulmaya çalışılmaktadır.

Otomotiv sektöründe güvenli bir sürüş için taşıtlarda kullanılan ekipmanların hassasiyetleri ve etki kabiliyetleri iyileştikçe elde edilen değerler de bir o kadar güvenilirlik içermelidir. Bu nedenle üretimini tamamladığımız test cihazında kullanılan mekanik-hidrolik-elektronik donanım, fren balatasının karakteristik özelliklerinin tespitinde yeterli olmuştur. Standartlara uygun deneyler yapılabilmektedir.

## 7.Kaynaklar

- [1] T. Yücelen, "SIMATIC S7-400 PLC İle Otomasyon ve Buna İlişkin SCADA Yazılımının Gerçekleştirilmesi ", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Kontrol Mühendisliği Programı Elektrik-Elektronik Fakültesi, İstanbul, 2005.
- [2] A. Çilek, "PLC (Programlanabilir Lojik Kontrol Cihazı) ve SCADA (Yönetmel Denetim ve Veri Toplama) ile Endüstriyel Otomasyon Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2005.
- [3] İ. Ünlü, "Tarımsal Ürünlerin Bazı Mekanik Özelliklerini Belirlemede Kullanılacak Otomatik Kontrollü Test Cihazı Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2009.
- [4] H.Kuşçu, Otomatik Kontrol. [http://hilmi.trakya.edu.tr/ders\\_notlari/](http://hilmi.trakya.edu.tr/ders_notlari/) Otomatik Kontrol/Otomatik Kontrol 2.pdf., 2008.
- [5] M.Timur, "Otomobillerde Kullanılan Sürtünme Malzemelerinin sürtünme katsayısını tespit eden test cihazı tasarımı ve imalatı" Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, Aralık 2007, s.2-51
- [6] M Timur, H Kuşçu, Fren balatalarının sürtünme katsayısını tespit eden test cihazı tasarımı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 12. Otomotiv ve Üretim Teknolojileri Sempozyumu,13-14 Mayıs 2011, Bursa.
- [7] D.Altıparmak, "Şasi Donanımları-Fren Sistemleri", Ders notları, Ankara, 1998.
- [8] TSE 9076, "Fren balataları-malzeme sürtünme özelliklerinin küçük deney parçaları ile değerlendirilmesi", T.S.E., 1. Baskı, Ankara 1991.



[9] TSE 555, “Karayolu Taşıtları-Fren Sistemleri-Balatalar-Sürtünmeli Frenler İçin”, T.S.E., 1. Baskı, Ankara 1992.

[10] [http://standards.sae.org/j661\\_199702/](http://standards.sae.org/j661_199702/)