



Bu bir MMO yayınıdır

OTOMOBİL FREN SİSTEMLERİNİN HİDROLİK ÜNİTE İLE KONTROLÜ

Mustafa TİMUR¹

¹ Kırklareli Üniversitesi

OTOMOBİL FREN SİSTEMLERİNİN HİDROLİK ÜNİTE İLE KONTROLÜ

Mustafa TİMUR

Kırklareli Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Kırklareli/TÜRKİYE

Tel: +90-288-246 16 66 Fax: +90-288-246 16 50 Gsm: 0554 797 11 38 E-Posta: mustafatimur@klu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, taşıtların disk frenlerinde kullanılan balataların belirli basınç, sıcaklık, ve hız faktörleri altında sürtünmeden dolayı meydana gelen aşınma direncinin tespiti için test cihazı ve hidrolik ünite imalatı yapılmıştır. Sistemin, analog ek modülü, operatör paneli, ve bilgisayar bağlantısı ile kontrolü sağlanmaktadır. Test cihazında kullanılan farklı balata malzemeleri belirlenen sürede sürekli olarak hidrolik valfler ile frenlenme işlemine tabi tutulmaktadır. Bu sayede balataların sürtünmeden dolayı meydana gelen aşınma direnci ve sıcaklık altındaki termal etkileşimi yapılacak olan test cihazı ve bu işleme yardımcı olacak hidrolik ünite ile belirlenmiş olacaktır.

Sistemde kullanılan hidrolik ünite sayesinde sürtünme deney setine uygun temel fren balatalarının davranışlarını incelemenin yanı sıra, kolaylıkla sökülüp takılabilen karşı sürtünme elemanı numunelerinin de sürtünme davranışlarını, farklı basınç aralıklarında incelemek mümkün olacaktır. Böylece temel sürtünme elemanı malzemesi geliştirebilmenin yanında karşı sürtünme elemanı malzemesi ve bunlara yapılacak işlemlerin de sürtünmeye etkisi incelenebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Valfler, Sürtünme, Aşınma, Hidrolik ünite

ABSTRACT

In this study, vehicle disc brake pad used in the specific pressure, temperature, and speed because of friction below the factors for determining the corrosion resistance test apparatus and the hydraulic unit has been produced. System, additional analog module, operator panel, and control is provided via computer connection. Different lining materials used in the test device in the specified period is

continuously braked by the hydraulic valve is subjected to the process. In this way, the corrosion resistance due to friction of the brake linings and the temperature will be below the thermal interaction of the test device, and to assist this process will be determined by the hydraulic unit.

With hydraulic systems used in the system according to the basic set of experiments friction brake pads as well as examination of the behavior, easily removable friction element against the friction behavior of the sample, will be able to inspect different pressure ranges. So basically, besides being able to develop materials pad against friction element material elements and their effect on friction of transactions can be examined.

Keywords: Valves, Friction, Wear, Hydraulic unit

1. GİRİŞ

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 mikro işlemci 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].

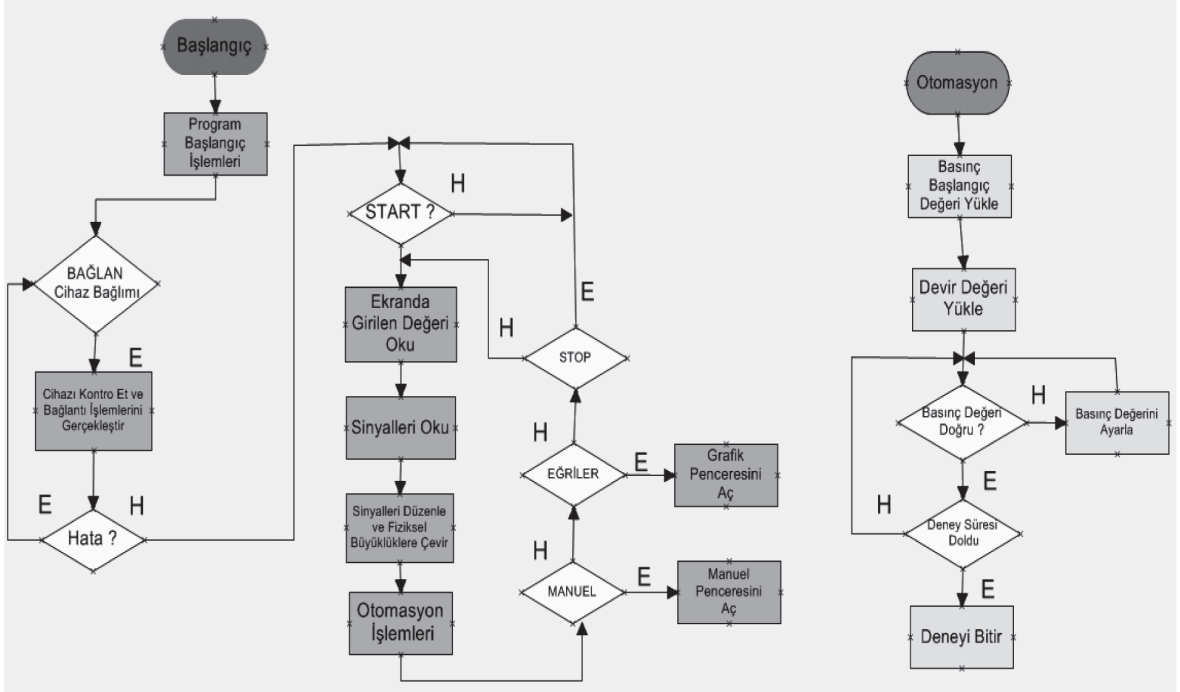
2. MATERYAL VE METOT

İyi bir tasarımcı, tasarım görevini yerine getirirken, belli başlı üç etkinlikte bulunur. Bunlar; hayal gücü, karar verme ve modellemedir. Hayal gücü, sanıldığı gibi doğuştan gelen bir yetenek değildir. İnsanın kendisini geliştirmesi ve eğitmesine de bağlıdır. Karar verme tasarımcının zaman silahıdır. Tasarımcı kısıtlı zamanda en doğru kararı vermek zorundadır. Bunun için kısıtlı zamanda uzun hesaplamalardan kaçınır, sezgilerine ve deneyimlerine güvenir. Modelleme ise tasarımcının tasarımını ve hesaplama işlemlerini gerçekleştirdikten sonra yapılan işin prototipini çıkarma işlemidir [3].

2.1. Sürtünme Katsayısı Test Cihazı

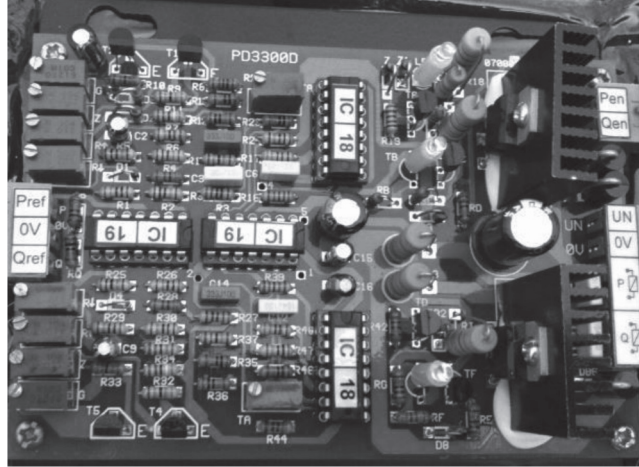
Fren balatasının test cihazının tasarımında Türk standartlarında belirtilen deney şartlarını sağlama-

olduğu elektrik motorundan hareket alarak dönmekte ve yağ haznesinde statik durumda bulunan yağı vakumlayarak çeker ve sisteme gönderir. Elektrik motoruna bağlı olan hidrolik pompa, elektrik motorundan aldığı hareketle depo içerisindeki yağı emerek hidrolik on/off valfe gönderir. On/off valften sistemin basınç kontrolü için elektro hidrolik oransal valfe (basınç kontrol valfi) gönderir. On/off valf ve oransal valf kontrol panosundaki elektronik kartlarla kumanda edilmektedir. Elde edilen basınçlı akışkan hareket ve kuvvet üretme özelliğine sahip olduğundan piston disk üzerinde istenilen oranlarda kontak basıncını oluşturur. Sistem üzerinde kullanılan elektronik kontrollü oransal valfin kontrolü için otomasyon sistemi geliştirilmiştir. Otomasyon sisteminin blok diyagramı şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Blok Diyagramı [2]

Elektronik karta verilen sinyaller 4-20 mA'lik çıkış sağlayarak oransal basınç değerlerini bilgisayara aktarmaktadır. Test cihazı üzerinde bulunan hidrolik ünitenin oransal basınç kontrol kartı Şekil 3.2'de görüldüğü gibidir. Elektronik oransal basınç kontrol kartı sayesinde yeni yazılım ve kontrol üniteleri ile üretim ve kalite kontrolünde en üst seviyede hâkimiyet sağlanmaktadır. Kartın özellikleri; fren balatası test cihazına monte edilerek otomatik prosesleri algılamakta ve merkezi bilgisayar sistemine bildirmektedir. Sistemde meydana gelen durum değişikliklerini algılar ve operatöre veri girişi için hazırlar. Sistem üzerinde bulunan yazılım ile biriken bilgiler istenilen şekilde raporlanmaktadır. Test esnasında deneyleri aksatan, kaliteyi düşüren ve zamanı uzatan etkenlerin tespit edilmesine ve giderilmesini sağlamaktadır.

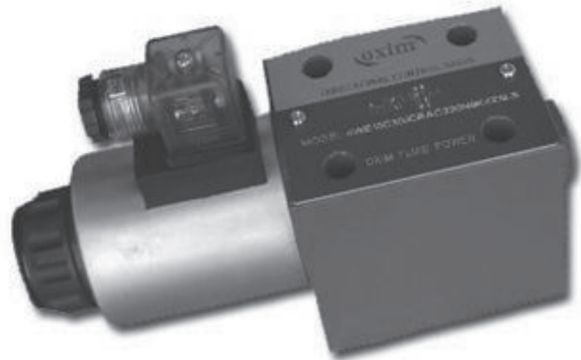


Şekil 3.2 Elektronik Oransal Basınç Kontrol Kartı [2]

Tanktan çıkan yağın pistonu hareket ettirmesi ve hareket halinde olan fren diskini yavaşlatması valfler sayesinde olmaktadır. Şekil 3.3' de görüldüğü gibi yağ basıncının pistonu ulaşabilmesi ve tekrar tanka geri dönebilmesi için pistonun ileri hareketini sağlayabilecek oransal basınç kontrol valfi, ve yön kontrol valfi kullanılmıştır. Oransal basınç kontrol valfinin teknik özellikleri; geçirgenliği litrede / dk 1-160, maksimum akım 750 mA, maksimum basınç 350 bar, basınç esnasında gecikme %2'dir. Yön kontrol valfi teknik özellikleri ise; valfin yağ geçirgenliği litrede / dk 1-95, maksimum basınç 315 bar, basınç esnasında gecikme %0-5, tekrarlama % 0-5'dir.



(a)

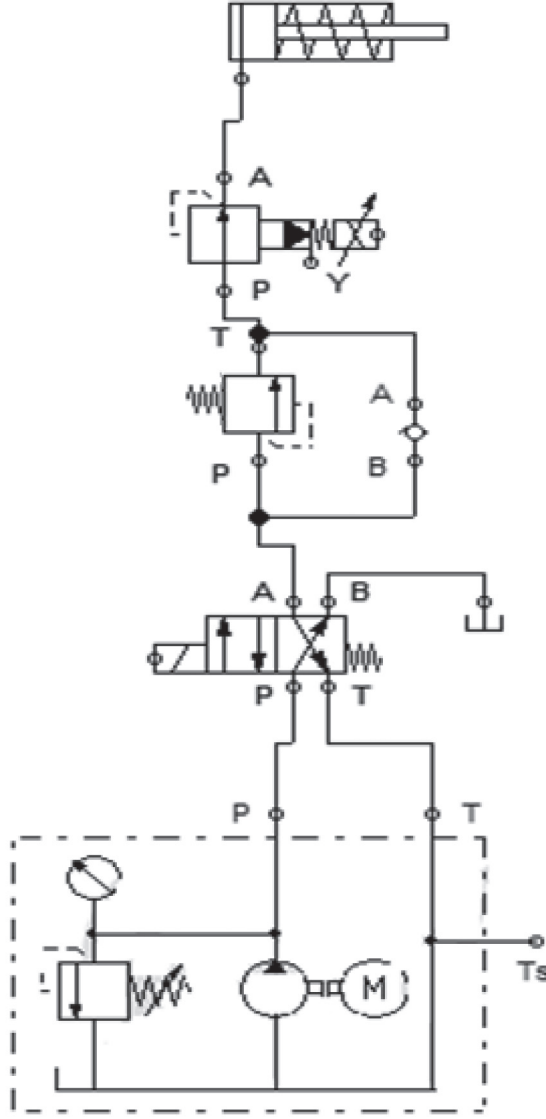


(b)

Şekil 3.3 Oransal basınç kontrol valfi (a) – Yön kontrol valfi (b) [2]

Şekil 3.4'de hidrolik ünitenin devre şeması gözükmemektedir. Sistemde elektrik motorunun emniyet valfini tetiklemesi ile birlikte yön valfi harekete geçmektedir. Yön valfinden çıkan yağ regülatör üzerinde deney için üretilen basınç aralıklarında manuel olarak ayarlanmaktadır. Regülatörde istenilen basınç aralıklarında ayarlanan yağ piston üzerinde 0-1.05 Mpa arasında basınç oluşturması istenmektedir.

Oransal valf pistonu tetikleyerek pistonun ileri ve geri hareketini orantısız olarak yapmasını sağlamıştır.

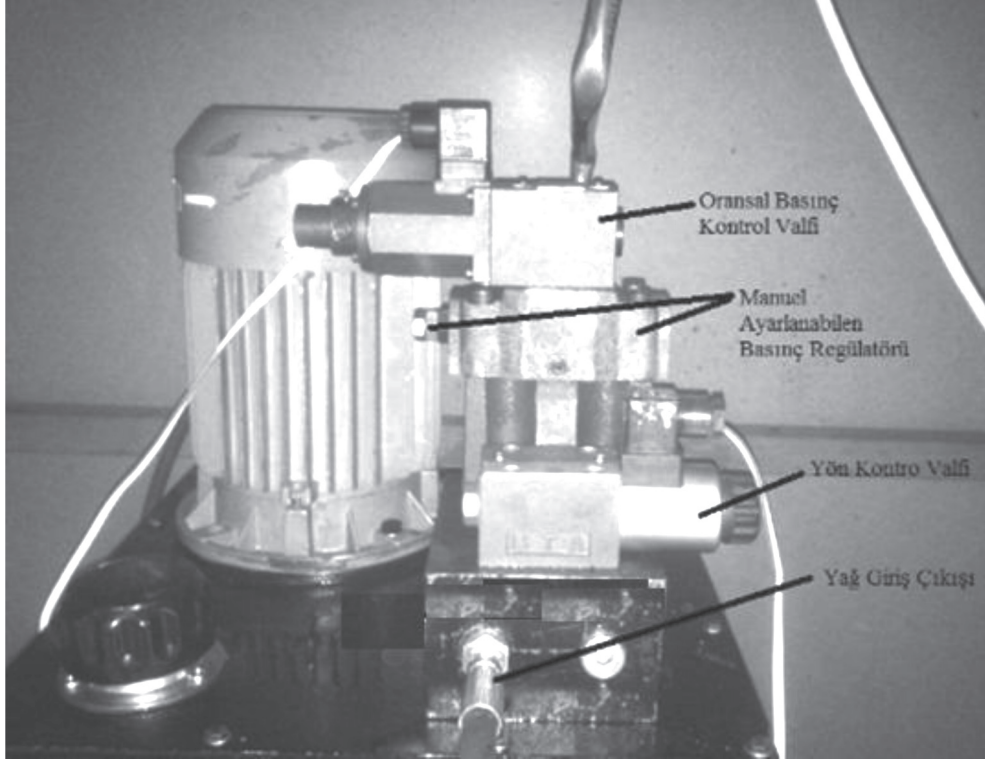


Şekil 3.4 Hidrolik Ünite Devre Şeması [2]

3.2 Hidrolik Ünitenin Montajı

Mekanik sistemde frenleme sağlanabilmesi için balata üzerinde oluşacak olan pedal kuvvetini oluşturan basınç hidrolik sistemle sağlanmıştır. Hidrolik sistem tezgâhın alt kısmına yerleştirilmiştir. Hidrolik sistem belirli bir hızda dönmekte olan fren diskini 0-1.05 MPa basınç aralığında yavaşlatmaya çalışmaktadır. Diski durdurmak için disk dönme ekseninde kısmi olarak hareket edebilen kaliper frenleme sırasında fren kuvvetinin algılandığı Loadcell'e dayanmaktadır. Loadcell üzerinden alınan değerler yazılım üzerinden bilgisayara kaydedilmektedir.

Fren diski istenilen devir aralıklarında dönerken hidrolik üniteden gelen basıncın kaç bar olduğunu anlamak için pleytin üzerine basınç sensörü takılmıştır. Basınç sensörü 0-60 bar aralığında çalışma basıncına sahiptir basınç sensörü 4-20 mA çıkış sinyali üretmektedir. Bu sayede yazılım programında hidrolik ünitenin yapmış olduğu basınç rahatlıkla kaydedilebilmekte ve sonuçlar grafik haline dönüştürülmektedir. Fren balatasının farklı basınçlardaki performansı da yapılan bu sistem sayesinde deneysel olarak incelenebilmektedir.



Şekil 3.5 Hidrolik Ünite [2].

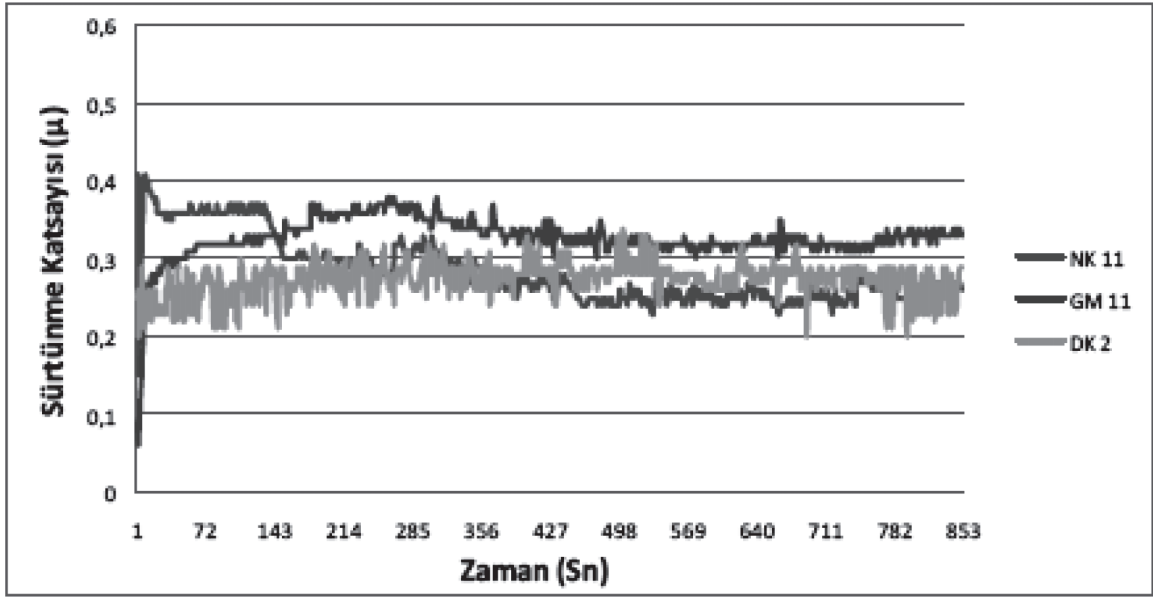
Test cihazında Kaliper loadcell'e dayanana kadar disk dönme ekseninde hareket edebilir. Hidrolik sistemin uyguladığı fren kuvveti kaliper üzerinde bulunan iki taraflı fren balatası ile diske iletilir. Durdurma esnasında meydana gelen hidrolik sistem basıncı, sisteme yerleştirilmiş olan on-off ve oransal elektro-hidrolik valfler vasıtasıyla program kontrolü ile sağlanmakta ve basınç göstergesiyle takip edilmektedir.

Şekil 3.5'de gösterilen hidrolik ünite tertibatı ile fren balatası testlerinden yararlanarak;

- Malzeme seçiminde, teknoloji ve teoride iyileştirme veya ilerleme imkânı sağlanabilmesi,
- Sistemin gerçek zamanlı (real-time) olarak çalışması,
- Ekonomik olarak yeterli hız ve doğruluk oranına ulaşılması,
- Günümüz şartlarında hidrolik, elektronik ve mekanik malzemelerin hassaslığı sayesinde ulaşılması istenilen değerlere doğru bir biçimde ulaşılması
- Hidrolik ünite de parametreler bilgisayar yardımıyla kontrol edilmesi ve sonuçların daha güvenilir olması,

- Otomotiv fren balata malzemelerinin durumu hakkında bilgi elde edilmesi,
- Fren balata malzemesinin hidrolik ünitenin oluşturduğu kontak basıncı sayesinde oluşan sıcaklık dağılımı ve sıcaklık değişiminin incelenmesi,
- Fren sisteminde temas basıncının oluşturduğu sürtünme nedeniyle dinamik kararsızlıktan dolayı kaynaklanan gürültü ve titreşim oluşumunun incelenmesi,
- Isı oluşumundan kaynaklanan termoelastik dayanıksızlık, sıcaklık ve frenleme modu altında termal deformasyon değişimi ve balata-disk yüzeyleri arasında basınç dağılımının düzgün olmamasından dolayı balatada oluşan aşınma konuları hakkında detaylı bilgi elde edilmektedir.

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR



Şekil 3.5 NK11-GM 11-DK 2 Nolu Fren Balatalarının Hidrolik Ünite İle Oluşturduğu Sürtünme Katsayı Değerleri

Şekil 3.6'da 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 hidrolik ünitenin amaca uygun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.1'de deney numunelerinin birbirlerine göre aşınma ve sürtünme durumları belirlenmiştir. Aşınma direnci çok yüksek sürtünme malzemeleri karşı malzemenin aşınmasına sebep olur.

Bu nedenle sürtünme malzemelerinde aşınma sürecinden ziyade sürtünme katsayısının sıcaklıkla değişimi önemli görülür.

Çizelge 3.1 Balata Numunelerinin Deney Sonucu Karakteristik Özellikleri

Numune Kod Adı	Yoğunluk değeri (g/cm ³)	Aşınma Oranları (cm ³ .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

Çizelgede görüldüğü gibi balataların yoğunluk değerleri artmış, aşınmaya karşı dayanımları da artmıştır. Aşınmada, sıcaklık artışı sürtünme sebebiyle oluşmaktadır. Sıcaklık düştükçe balataların aşınma direnci artmaktadır.

Çizelge de GM 11 balatasının aşınma direncinin düşük olduğu görülmektedir. Bu durum numuneleri oluşturan komponentin içeriği ile ilgilidir. NK 11'in aşınma direnci değerinin yüksek çıkması, sürtünme esnasında disk yüzeyinde balata bünyesinde parçacıkların kopmamasından ve balata içeriğinde bulunan bağlayıcı özelliğinde malzemelerin iyi bir tutunma göstermesindedir. İyi bir balatanın özellikleri yüksek sıcaklığa karşı iyi aşınma direnci olmalıdır. Bu özellikleri sağlayacak balatanın bileşimine bağlayıcı, güçlendirme elemanı elyaflar, aşındırıcı elemanlar, dolgu maddeleri, yağlayıcılar ve yanma önleyicilerden oluşan maddeler katılmaktadır.

GM 11 ve NK 11 fren balatalarının ortalama sürtünme katsayısı, birbirine yakın değerler göstermektedir. Ortalama sürtünme katsayısı yüksek olan numunelerin sürtünme sırasında zorlanmanın etkisiyle balata bünyesinden büyük parçacıkların kopmalarının önemli bir etkisi vardır. DK 2 numunesinin yoğunluğu diğer numunelerden düşük seviyededir bu durum şu şekilde açıklanmaktadır. Yoğunlukların düşmesi ise, fırınlama esnasında düşük buharlaşma sıcaklığına sahip malzemelerin bünyeden uzaklaşarak bünyede mikro ölçülerde gözeneklilik oluşturması ve kararlı bir sürtünme performansı sergilerken yoğunluğun düşmesine de sebep olmaktadır [6].

5. SONUÇ

Bu çalışmanın amacı yeni bir yaklaşımla otomotiv fren balatalarını sürtünmeye maruz bırakarak sürtünme katsayısını tespit eden hidrolik ünite tasarım ve imalatıdır. İmalatı yapılan sistemde taşıttaki fren sistem basıncını ve TS 555'te belirtilen sürtünme katsayısı deney basınçlarını sağlayabilecek elektro-hidrolik sistem mevcuttur. Bilgisayar programı kontrolü 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 valflere yol vermektedir. Sistemin çalıştırılması ile birlikte oluşturulan kapalı çevrim sayesinde geri besleme bilgileri ile sistem basıncı sabit tutulmaya çalışılmaktadır. Deneysel çalışmaların verilerinde SAE-J661 ve TSE 555-9076'da yer alan standartlar doğrultusunda güvenilir sonuçlar alınmaktadır.

Hidrolik sistemde yağ deposu ile hidrolik pompa arasındaki akış hattı ve hidrolik pompadan çıkan ve basınçlı akışkanın taşındığı akış hattı üzerindeki oransal valfin istenilen basınç aralıklarında çalışması fren balatalarının disk üzerinde %95 oranında kontak basıncı oluşturmasını sağlamaktadır. Fren balatasının disk üzerinde oluşturduğu bu basınç balatanın sürtünmesi sonucu oluşan ısı akışını homojen hale getirmektedir. Isı akışının balata üzerinde homojen olması frenlerin performansındaki azalma, hatalı çalışma, hızlı balata aşınması ve ses gibi olumsuz özellikleri ortadan kaldırır.

Hidrolik ünitelerde kullanılan kontrol sistemi ve yazılım programı otomobil fren balatasının karakteristik özelliklerini belirlemede kullanılan yeni ve farklı bir yöntemdir. Tüm bu deneysel çalışma sonuçları ışığında sürtünme malzemelerinin sürtünme katsayılarını belirlemede hidrolik ünitenin amacına uygun olduğu belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Mutlu, I., "Seramik Katkılı Asbestsiz Otomotiv Fren Balatası Üretimi Ve Frenleme Karakteristiğinin Deneysel İncelenmesi", Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Kasım 2002.
- [2] Timur, M., "Otomotiv Fren Balatalarının Sürtünme Sonucu Oluşan Aşınma Direncinin ve Termal Etkileşiminin Otomatik Test Sistemi İle Tespit Edilmesi", Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Haziran 2014.
- [3] Parr, E.A., "Endüstriyel Kontrol El Kitabı", MEB, İstanbul, 1997.
- [4] Timur, M., Kuşçu, H., Sürtünme Malzemelerindeki Sürtünme Katsayısını Test Eden Test Cihazı" TMMOB Makina Mühendisleri Odası 12. Otomotiv ve Üretim Teknolojileri Sempozyumu 13-14 Mayıs 2011
- [5] Timur, M., "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.
- [6] İ.Sugözü, "Bor katkılı asbestiz fren balatası üretimi ve frenleme karakteristiğinin incelenmesi" Fırat Üniversitesi, Makine Eğitimi, Doktora tezi, Elazığ 2009.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa TİMUR

1982 yılında Kayseri'de doğdum. Lise eğitimimi Kayseri Anadolu Teknik Lise Makine bölümünde tamamladım. Lisans eğitimimi 2000–2005 yılları arasında Afyon Kocatepe üniversitesi Makine Eğitiminde tamamladım ve yine aynı üniversitede Yüksek Lisans eğitimime devam ettim. Yüksek lisans eğitimim devam ederken Makine firmalarında AR-GE yöneticisi olarak çalıştım. 2009 yılında başladığım Doktora çalışmalarımı 2014 haziran ayı itibari ile tamamlamış bulunmaktayım. Halen akademik çalışmalarına Kırklareli Üniversitesinde devam etmekteyim.