

**MİKRODENETLEYİCİ DENETİMLİ ABS TEST
DÜZENEĞİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

**2013
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

Ahmet KARAOĞLU

**MİKRODENETLEYİCİ DENETİMLİ ABS TEST DÜZENEĞİNİN
GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

Ahmet KARAOĞLU

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Nisan 2013**

Ahmet KARAOĞLU tarafından hazırlanan “MİKRODENETLEYİCİ DENETİMLİ ABS TEST DÜZENEĞİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Bülent ÖZDALYAN
Tez Danışmanı, Otomotiv Eğitimi Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 12/04/2013

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan: Doç. Dr. Raif BAYIR (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Bülent ÖZDALYAN (KBÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Selami SAĞIROĞLU (KBÜ)



14.01/2014

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Mustafa BOZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Ahmet KARAOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MİKRODENETLEYİCİ DENETİMLİ ABS TEST DÜZENEĞİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Ahmet KARAOĞLU

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Bülent ÖZDALYAN

Nisan 2013, 82 sayfa

Bu çalışmada ABS (Antilock-Braking Systems) fren sisteminin testlerinin yapılabileceği bir test düzeneği gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı ABS fren sisteminin çalışma prensiplerini açıklamak ve üzerinde deneyler yapabilecek test düzeneğini gerçekleştirmektir. Test düzeneğinde tekeri döndürmek için üç fazlı asenkron elektrik motoru kullanılmaktadır. Elektrik motorunu kontrol etmek için motor sürücü kullanılmaktadır. Tekerleklerin hızlanmasını, yavaşlamasını ölçmek için devir algılayıcısı kullanılmaktadır. Fren basıncını ihtiyaca göre sabit tutmak, yükseltmek, azaltmak için hidrolik modül kullanılmaktadır. Devir algılayıcısından sinyalleri almak, değerlendirmek ve tekerlek fren silindirindeki güvenli frenleme için gerekli olan hidrolik basıncı hesaplamak ve hidrolik kumanda kontrol sistemine aktarmak için elektronik kontrol devresi kullanılmaktadır. Verilerin ve anlık durumun takip edilebilmesi, grafiksel olarak ABS test düzeneğinin ölçülen değerlerini gösterilmesi için kullanıcı arayüzlü bilgisayar yazılımı geliştirilmiştir.

Tekerin devrini kontrol etmek için PID (Proportional Integral Derivative) kontrol yöntemi kullanılmıştır. Bu sistem eğitim kurumlarında deneysel çalışmalarda rahatlıkla kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler : ABS fren sistemi, kayma, ABS test, ABS simülatör, PID kontrol.

Bilim Kodu : 702.3.020

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

IMPLEMENTATION OF MICROCONTROLLER CONTROLLED ABS TEST STAND

Ahmet KARAOĞLU

Karabuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electronic and Computer Education

Thesis Advisor:

Assoc. Prof. Dr. Bulent OZDALYAN

April 2013, 82 Pages

In this study a test mechanism is developed to test ABS break system. The aims of the study are to explain the working principles of the ABS break system and to implement the test mechanism which enables to carry test via established test mechanism. At the test mechanism, 3 phase asynchronous electric engine is used to spin the wheel. Engine driver is used to control electronic motor. Turnover(sensor) sensor is used to measure the acceleration and slowdown of the wheels. Hydraulic unit is used to decrease, to rear and hold still according to the needs. In order to get the signals from the turnover sensor and to evaluate them electronic control unit is used. It is also used to calculate the required hydraulic pressure for secure breaking at wheel breaking cylinder and to transfer this pressure to hydraulic drive control. User interfaced computer software is developed not only show the scaled values of ABS test mechanism but also to follow the instant data and situation. PID(Proportional Integral Derivative) control method is used to check

the wheel turnover. This system can be easily used at education institutions for experimental work.

Key Words : ABS brake, slip, ABS test, ABS simulator, PID control.

Science Code : 702.3.020

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, çalıőmamı bilimsel temeller ışığında Őekillendiren sayın hocam danışmanım Doç. Dr. Bülent ÖZDALYAN'a, yine her zaman desteklerini esirgemeyen hocam Doç. Dr. Raif BAYIR'a, çalıőmalarımızda değerli katkılarını esirgemeyip bizlere zaman ayırarak destek veren dostum, mesai arkadaşım Memnun DEMİR' e teşekkürlerimi sunarım.

Çalıőmalarım boyunca manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma, aileme ve her zaman yanımda olan eşim Betül KARAOĞLU' na tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	4
LİTERATÜR TARAMASI.....	4
BÖLÜM 3	8
ABS FREN SİSTEMLERİ.....	8
3.1. ABS FREN SİSTEMLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	9
3.2. ABS FREN SİSTEMİ YAPISI VE ELEMANLARI	10
3.2.1. Tekerlek Devir Algılayıcısı.....	12
3.2.2. Elektronik Kontrol Ünitesi.....	13
3.2.3. Hidrolik Modülatör	14
3.3. ABS ÇEŞİTLERİ.....	16
3.3.1. Kanal Sayılarına Göre ABS Çeşitleri.....	16
3.3.1.1. Dört Kanallı Sistem.....	17
3.3.1.2. Üç Kanallı Sistem	17
3.3.1.3. İki Kanallı Sistem.....	17

	<u>Sayfa</u>
3.4. ABS FREN SİSTEMİ ÇALIŞMA AŞAMALARI	18
3.4.1. Normal Durum Aşaması	19
3.4.2. Basınç Azaltma Aşaması.....	20
3.4.3. Basınç Tutma Aşaması.....	21
3.4.4. Basınç Arttırma Aşaması	22
3.5. ABS FREN PERFORMANSINI DEĞERLENDİRME ESASLARI	23
3.5.1. Aynı Taşıt Üzerinde ABS'li ve ABS'siz Yapılan Testler	23
3.5.2. Değişik Taşıtlar ve Yol-Yüzey Şartlarında Yapılan Testler	23
3.6. ABS FREN SİSTEMİNİN YETERSİZLİKLERİ.....	24
BÖLÜM 4	25
ABS TEST DÜZENEĞİ DENETİM YÖNTEMLERİ	25
4.1. PID DENETLEYİCİ İLE DENETİM.....	25
4.1.1. Oransal Denetim.....	26
4.1.2. Oransal İntegral Etkili Denetim	27
4.1.3. Oransal İntegral Türev Etkili Denetim.....	28
BÖLÜM 5	30
MİKRODENETLEYİCİLİ ABS TEST DÜZENEĞİNİN TASARIMI	30
5.1. TEST DÜZENEĞİ GÜÇ SİSTEMİ	32
5.1.1. AC / DC Elektrik Beslemesi	32
5.2. ABS FREN SİSTEMİ	33
5.2.1. Bosch ABS 5.3 Modülör	33
5.2.2. Elektronik Kontrol Ünitesi.....	34
5.2.3. Hidrolik Kontrol Ünitesi	35
5.2.4. Geri Dönüş Pompası Elektrik Motoru	36
5.3. TEKER TAHRİK SİSTEMİ	37
5.3.1. Elektrik Motoru	37
5.3.2. Kayış, Aks Sistemi	38
5.3.3. Fren Sistemi	38
5.3.4. Tekerlek.....	40
5.4. TEKER TAHRİK KONTROL SİSTEMİ	41

	<u>Sayfa</u>
5.4.1. Motor Sürücü	41
5.4.2. Digital Potansiyometre.....	41
5.4.3. Role	43
5.5. TEKER HIZI ÖLÇME SİSTEMİ	45
5.5.1. Endüktif Devir Sensörü.....	45
5.5.2. Frekans/Gerilim Çevirici.....	45
5.6. FREN BASINCI ÖLÇME SİSTEMİ	48
5.6.1. Fren Basınç Algılayıcısı	48
5.7. KONTROL SİSTEMİ	49
5.7.1. Kontrol Kartı	49
5.8. VALF VE HİDROLİK POMPA MOTORU KONTROL SİSTEMİ.....	51
5.8.1. Motor Sürme Devresi	51
5.9. BİLGİSAYAR VE KULLANICI ARAYÜZ YAZILIMI.....	52
5.9.1. İletişim Ayarları	53
5.9.2. Sistem Ayarları.....	54
5.9.3. Sistem Değerleri.....	55
BÖLÜM 6	59
DENEYSEL ÇALIŞMALAR	59
6.1. NORMAL FRENLEME	59
6.2. ABS DEVREDE İKEN PANİK FRENLEME	60
6.3. ABS DEVREDE YOKKEN PANİK FRENLEME	62
6.4. PID İLE HIZ KONTROLÜ	64
BÖLÜM 7	66
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	66
KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ	73
EK AÇIKLAMALAR A. ABS TEST DÜZENEGİ MİKRODENETLEYİCİ MİCRO C KODLARI	74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. ABS'li fren sistemi elemanları.....	11
Şekil 3.2. Endüktif algılayıcı.....	12
Şekil 3.3. Endüktif algılayıcı ve bilezik.....	13
Şekil 3.4. Bosch 4 kanallı ABS sistemi kontrol ünitesi.....	13
Şekil 3.5. ABS elektronik kontrol ünitesi.....	14
Şekil 3.6. ABS fren sistemi.....	15
Şekil 3.7. ABS sistemi.....	15
Şekil 3.8. ABS sistem çeşitleri.....	16
Şekil 3.9. ABS fren sistemi normal frenleme aşaması.....	19
Şekil 3.10. ABS fren sistemi fren basıncı düşürme aşaması.....	20
Şekil 3.11. ABS fren sistemi fren basıncı tutma aşaması.....	21
Şekil 3.12. ABS fren sistemi fren basıncı artırma aşaması.....	22
Şekil 4.1. Denetim sistemi genel yapısı.....	25
Şekil 4.2. Açık çevrim denetim sistemi.....	26
Şekil 4.3. Kapalı döngü denetim sistemi.....	26
Şekil 4.4. Oransal denetleyicili sistemin şematik yapısı.....	27
Şekil 4.5. Oransal integral etkili denetleyici sistemin şematik yapısı.....	28
Şekil 4.6. Oransal integral türev etkili denetleyici sistemin şematik yapısı.....	29
Şekil 5.1. Test düzeneğinin blok diyagramı.....	30
Şekil 5.2. ABS test düzeneği.....	31
Şekil 5.3. Sistem elektrik besleme panosu.....	32
Şekil 5.4. Sistemde kullanılan ABS modülatörü.....	33
Şekil 5.5. ABS elektronik kontrol ünitesi bağlantısı.....	34
Şekil 5.6. Hidrolik modülatör valf bloğu.....	35
Şekil 5.7. ABS hidrolik pompa motoru.....	37
Şekil 5.8. Elektrik motoru.....	37
Şekil 5.9. Fren diski yapısı.....	39
Şekil 5.10. Fren sistemi.....	39

Sayfa

Şekil 5.11. Sistemde kullanılan teker	40
Şekil 5.12. Delta VFD-E motor sürücü.	41
Şekil 5.13. Motor sürücü harici potansiyometre bağlantı şeması.....	42
Şekil 5.14. Dijital potansiyometre bağlantı şeması.	42
Şekil 5.15. MCP41010 dijital potansiyometre devresi.....	43
Şekil 5.16. Motor sürücü harici role bağlantı şeması.	44
Şekil 5.17. Role devresi.....	44
Şekil 5.18. Devir algılayıcısı.	45
Şekil 5.19. LM2907 frekans voltaj dönüştürücü devresi.....	46
Şekil 5.20. Sistemde kullanılan frekans / gerilim dönüştürücü devresi.	46
Şekil 5.21. Frekans / ADC değeri grafiği.	47
Şekil 5.22. Sistemde kullanılan basınç algılayıcısı.	48
Şekil 5.23. Basınç algılayıcısı bağlantısı.....	49
Şekil 5.24. Easy Avr 6 elektronik deney seti.....	50
Şekil 5.25. ABS hidrolik pompa motoru ve valf sürme devresi.....	52
Şekil 5.26. ABS bilgisayar yazılımı.	53
Şekil 5.27. ABS bilgisayar yazılımı sistem ayarları sekmesi.....	54
Şekil 5.28. ABS bilgisayar yazılımı değerler sekmesi.	55
Şekil 5.29. ABS anlık veri grafik penceresi.	56
Şekil 5.30. ABS veri dosyası örneği.....	57
Şekil 6.1. ABS olmadan yapılan normal frenlemedeki tekerlek devri / fren basıncı grafiği.	59
Şekil 6.2. ABS ile yapılan panik frenlemedeki tekerlek devri/fren basıncı grafiği.	60
Şekil 6.3. Frenleme süresince fren basıncı değişim grafiği.....	61
Şekil 6.4. Tekerlek hızı değişim grafiği.	62
Şekil 6.5. ABS olmadan yapılan panik frenlemedeki tekerlek devri / fren basıncı grafiği.	62
Şekil 6.6. Frenleme süresince fren basıncı değişim grafiği.....	63
Şekil 6.7. Tekerlek hız değişim grafiği.	64
Şekil 6.8. PID denetimli hız grafiği.....	65
Şekil 7.1. ABS fren sistemi tekerlek / fren basıncı grafiği	67
Şekil 7.2. ABS test standı tekerlek / fren basıncı grafiği.....	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. ABS li fren sistemi parçaları.....	10
Çizelge 5.1. ABS hidrolik pompası çalışma değerleri.....	32
Çizelge 5.2. Selenoid valf direnç değerleri.....	36
Çizelge 5.3. Hidrolik modülatör valf dizilişi.....	36
Çizelge 5.4. Atmega16 mikrodenetleyici özellikleri.....	51

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

Ω : ohm

τ : tork

ρ : güç

ω : açısal Hız

KISALTMALAR

ABS : kilitlenmeyi önleyici fren sistemi(antilock-braking systems)

ECU : elektronik kontrol ünitesi (electronic control unit)

LF : sol ön tekerlek (left wheel of front)

RF : sağ ön tekerlek (right wheel of front)

LR : sol arka tekerlek (left wheel of rear)

RR : sağ arka tekerlek (right wheel of rear)

EV : giriş valfi (inlet valve)

AV : çıkış valfi (outlet valve)

NO : normalde açık (normal open)

NC : normalde kapalı (normal close)

USART : evrensel senkron asenkron alıcı verici
(universal synchronous asynchronous receiver trasnmittter)

KM : kilometre (kilometer)

H : saat (hour)

USB : evrensel seri veri yolu (universal serial bus)

RISC : azaltılmış bilgisayar komut takımı seti
(reduced instruction set computer)

EEPROM : elektronik silinebilir programlanabilir salt okunur bellek
(electronically erasable programmable read-only memory)

MIPS	: indirgenmiş komut kümeli bilgisayar (microprocessor without interlocked pipeline stages)
PWM	: darbe genişliği modülasyonu (pulse width modulation)
ADC	: analog sayısal çevirici (analog digital converter)
LED	: ışık yayan diyot (light-emitting diode)
RPM	: dakikadaki dönüş sayısı (rotate per minute)
DC	: doğru akım (direct current)
PID	: oransal integral türev (proportional integral derivative)
SPI	: seri çevresel arabirim (serial peripheral interface)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde taşıt sayısı hızla artmaktadır. Trafik yoğunluğu şehir içi trafiğin yanı sıra özellikle resmi tatil günlerinde şehirlerarası yollarda da oldukça artmaktadır. Son yapılan çalışmalarla ülkemizdeki karayolu standartları arttırılmış, bununla birlikte otomobiller için şehirlerarası bölünmüş yollardaki hız sınırı 90 km/h den 110 km/h'ye yükseltilmiştir [1].

Taşıt sayısının ve trafik yoğunluğunun artması beraberinde sürüş güvenliği ile ilgili bir takım önlemler alınması gerekliliğini doğurmuştur. Çeşitli yol-zemin şartlarında aracın emniyetli bir şekilde frenleme yapması, tekerleklerin kilitlenmeden hareket etmesine bağlıdır. Fren sisteminden beklenen fonksiyon, aracın özellikle kaygan yol şartlarında uygun bir mesafede güvenli olarak durmasını sağlamasıdır. Bu anlamda motorlu araçlarda kullanılan fren sistemleri, aktif güvenlik sistemi olarak tanımlanabilir. Bu sistemi destekleyen en önemli gelişme ise, her türlü frenleme şartlarında tekerleklerin kilitlenmesini önleyen ABS'dir [2].

Aracın hızını azaltmak amacıyla frene basıldığında, eylemsizlik prensibi doğrultusunda araç ileri gitmek istemekte ve lastiklerle yol arasında ileri yönde bir kuvvet oluşmaktadır. Fren şiddeti ile doğru orantılı olarak büyüyen bu kuvvet, çok sert frenlemelerde (panik fren) yol-lastik sürtünme katsayısını aşabilmektedir. Bu durumda lastik artık dönmemekte (bloke olma hali) ve yol üzerinde kaymaya başlamaktadır [3].

ABS fren sistemi, fren esnasında sürüş güvenliğini arttırmak için geliştirilmiş bir sistemdir. Kilitlenmiş bir tekerlek yanal kuvvet taşıyamamaktadır. Kilitlenen tekerlekler de, aracın dümdüz kaymasına neden olmaktadır. Bu araç, viraja giriyor ise direksiyon hâkimiyeti ortadan kalkarak virajın dışına kaymaktadır. Kısacası;

kilitlenen arka tekerlekler aracın dengesini bozarken, kilitlenen ön tekerlekler de direksiyon hâkimiyetini ortadan kaldırmaktadır [4].

Tekerleğe bağlı bir disk üzerinde bulunan dişlilerin önünden geçişi sırasında her diş için bir sinyal üreten manyetik algılayıcılar kullanılmaktadır. Bu sinyalin frekansı, tekerlek dönme hızı ile doğru orantılıdır. Bu şekilde elde edilen sinyaller elektronik devreler aracılığıyla sayılarak tekerleklerin açısal hızı ve açısal ivmesi hesaplanmaktadır. Bütün tekerleklerin açısal hızlarının karşılaştırılmasıyla elde edilen kayma ve her bir tekerleğin ayrı ayrı açısal ivmeleri elektronik kontrol biriminin hafızasında bulunan sınır değerleri aştığında uygun elektrik sinyalleri üretilmektedir. Bu sinyaller, yukarıda ifade edildiği gibi tekerlek ivme sinyallerinde ani bir artışı göstermekte ve basıncın azaltılması gerektiğini ifade etmektedir. Bu sinyaller, hidrolik basınç modülatöründeki selenoid valflerine kumanda etmekte ve böylelikle sistemde uygun şekilde basınç azalması, artması ve basıncın sabit tutulması gerçekleştirilmektedir [5].

1950-1952 yılları arasında hava araçları için geliştirilen ABS fren sistemleri, otomobiller için ilk defa 1972 yılında İngiltere’de üretildi. Başlangıçta sadece arka tekerlek sensör kontrollü sistemler üretilirken daha sonraları dört tekerlekten hız kontrollü sistemler geliştirilerek yapılan çalışmalar 1980’lerde oldukça iyi bir seviyeye ulaştı. Sistem, 1970’lerin başlarında dijital elektronik alanındaki gelişmeler ışığında ilk defa otomobillerde 1978 yılında Robert Bosch tarafından Mercedes binek araçlar için uygulanmıştır [6].

Araç ve üreticiye bağlı olarak değişik versiyonlar şeklinde kullanılan ABS fren sistemleri birçok üretici tarafından ayrı ayrı tasarlanarak üretilmekte ve sonuçta bir sistem olarak kullanılmaktadır. Üreticiye ve araç sınıfına göre kullanılma şekilleri de değişiklikler göstermektedir. Bazı araçlarda arka tekerlekler ABS fren sistemi ile donatılmış iken (örnek olarak kamyonetler ve arazi araçlarında, spor araçlarda) birçok araçta dört tekerlekte ABS fren sistemi kullanılmaktadır.

Günümüz binek ve ticari araçlarında frenleme esnasında kilitlenmiş bir tekerleğin fren karakteristiği ve fren performansına yönelik etkileri üzerine pek çok çalışma

mevcutken, ABS'nin davranışlarının ve basınç kontrollerinin açıklanamayan yönleri, ABS'nin frenleme parametreleri üzerindeki etkileri, test edilebilme metotları ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır.

ABS sistemleri ile ilgili yapılan test çalışmaları genellikle yol testleri ve dinamik davranış testleri düzeyindedir. Laboratuvar ortamında sistemin kontrol ve çalışmasına yönelik testler yol testlerine göre daha emniyetli olmasına rağmen test edebilecek ekipman ve sistemlerin az olmasından dolayı genellikle literatürde çok karşılaşılmamaktadır.

ABS etkinliğini veya performans değerlendirmesini gerçekleştirmek için genellikle yol testlerinin tercih edilmesi sistemin en kolay bu şekilde aktif hale getirilebilmesinden kaynaklanmaktadır. Laboratuvar ortamında geliştirilen sistemler ile ABS'nin aktif hale getirilmesi yeni bir sistem tasarımı geliştirilmesini gerektirmektedir. Ayrıca sistem aktif hale gelse dahi ABS'de kontrol parametresi olan basınç değişimlerini incelemek amacı ile ayrı bir ölçüm ve veri sistemi gerekmektedir [7].

Fren testleri, yol testleri şeklinde olabileceği gibi, daha kısa sürede ve daha çok verinin alınabildiği test cihazlarında da yapılabilmektedir. Yol testlerinin uzun zaman alması, özel test alanları gerektirmesi gibi zorluklar nedeniyle, fren test cihazları üzerinde yapılan ölçümler ve elde edilen verilere göre yapılan fren analizleri daha uygun olmaktadır [8].

Test düzeneklerinin avantajı, taşıtlarda belirli hız, yol, lastik ve frenleme durumlarında çalışmaya başlayan ve çalışma süresinin saniyelerle sınırlı olduğu ABS fren sistemlerinin bu kısa süre içerisinde frenleme sisteminde meydana getirdiği değişikliklerin anlaşılması için gerekli olan gözlemlerin, hareketli taşıtlarda yapılması gerekliliğini ortadan kaldırıp bu gözlemi laboratuvar ortamına taşımasıdır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

Mesut Düzgün ve Duran Altıparmak laboratuvar ortamında oluşturulan ve farklı şartların test edilebildiği gerçek bir taşıttan oluşan bir sistem oluşturmuşlardır. Testlerin yapılacağı araca test ekipmanları adapte edilerek monte edilmiş ve aracın laboratuvarında test düzeneği vasıtası ile ABS sistemi aktif hale getirilerek frenleme verilerini almışlardır. Bağlantılar ve verilerin alınması için taşıt üzerinde mevcut bulunan ABS fren sistemi ekipmanlarından faydalanmışlardır. Taşıt üzerindeki test ekipmanlarından basınç, hız ve pedal kuvveti verileri alınarak frenleme ölçümlerini gerçekleştirmişlerdir [9].

Frese, T. and Heuser G. TUV (Technischer Überwachungs Verein) Trafik Enstitüsü'nde yaptıkları çalışmada ABS fren sistemli araçların ABS sistemlerinin üretimden sonra kontrol edilmediğinden yola çıkarak, araçların ABS sistemlerini test edecek laboratuvar ortamında bir test düzeneği hazırlamışlardır. Bu sistemle araçların büyük bir kısmının istatistiksel ABS verileriyle doğruluğunu sağlamak için test edilmesi amaçlanmıştır [10].

Yasui Y. vd. tekerlek karakteristikleri ve ABS performansının değerlendirilmesi için bir test çalışması yaparak tekerlek çeki kuvveti ile fren, süspansiyon ve güvenlik sistemleri ile ilgili bir düzenek hazırlamışlardır [11].

Snyder vd. NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration)ve USDOT (Department of Transportation)'da yaptıkları hafif taşıtlarda ABS performans testleri ile ilgili çalışmada standartlara uygun test sitemlerini oluşturarak ABS performansına etki eden bazı parametreleri incelemişlerdir [12].

Kai Zhou vd. ABS fren sisteminin performansını sınamak için gerçek çevre koşullarına yaklaşık bir sürüş simülasyonu geliştirmişlerdir. Bu sistemde test standındaki tekerlerin durumuna göre hareket eden yazılımsal bir görsel taşıt arayüzü oluşturduklar. Verileri bilgisayar ortamına aktarmak için ise bir veri kartı kullandılar. Bu çalışma ile elde edilen sonuçların gerçek bir araçla yapılan testlere yakın olduğuna ve gerçek bir aracın test koşullarını yazılımsal olarak oluşturarak ABS test maliyetleri azaltabileceğini göstermişlerdir [13].

Chu Liang vd. bilgisayar kontrollü hava basınçlı ABS fren simülasyon test standı geliştirmişlerdir. Bu sistemde fren basıncı üretmek için bir hava tankı, fren sistemi, algılayıcılar, ölçülen değerleri bilgisayar ortamına aktarmak ve değerlendirmek için bir veri toplama kartı kullanmışlardır. Oluşturdukları test standı ile hava basınçlı ABS fren sistemi geliştirilmesi için, düşük maliyetli ve etkili bir şekilde, gerçek zamanlı simülasyon yapma olanağını gerçekleştirmişlerdir [14].

Renguang Wang vd. Kontrol yöntemi ve parametreleri farklı deneyler için kolaylıkla ayarlanabilen tek teker üzerine kurulmuş verileri ölçmek ve analize etmek için bilgisayardan yararlanılan ABS geliştirme sürecinde faydalı olabilecek bir test düzeneği oluşturmuşlardır [15].

Juan A. vd. araçlarda ABS fren sisteminin davranışlarını anlamak için ve gerçek araçla oluşturulması zor olan koşulları test edip gözlemlemek için bulanık denetimli ABS sistemi test düzeneği hazırlamışlardır [16].

Ozdalyan B., and Blundell M. V. Tek tekerlek modeline üzerinden anti-blokaj sistemi (ABS) performansını simüle etmek için ADAMS porogramı ile bir model hazırlayıp dinamik simülasyonlar yapmışlardır [17].

Bu çalışmada ABS fren sisteminin laboratuvar şartlarında simülasyonunu sağlamak, panik frenleme esnasında ABS' li ve ABS' siz frenlemede tekerlek hızının ve fren basıncının nasıl değiştiğini uygulamalı olarak göstermek, ayrıca bilgisayar yardımıyla bu değişimlerin grafiksel gösterimini gerçekleştirecek sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan simülasyon düzeneğinin çalışması elektrik motoru

yardımıyla hareketlenmesi sağlanan tekerleğin frenleme yapılarak çeşitli koşullardaki anlık teker hızı ve fren basınç değişimlerinin elektronik algılayıcılar ve devreler aracılığı ile kontrol edilip bilgisayara aktarılması ile elde edilen verilerin grafiksel olarak gerçek zamanlı gösterilmesi esasına dayanmaktadır. Test sistemi temel olarak iki kısımdan oluşmaktadır.

Birinci kısım gerçek bir aracın fren sisteminden alınmış parçalardan ve hareketini bir elektrik motorundan alan tekerlekten oluşturulmuş, hareketli araçlardaki tekerlek ve fren sisteminin simülasyonunu laboratuvar ortamında gerçekleştirecek ünedir.

İkinci kısım ise elektrik motoru tekeri döndürürken yapılan panik frenleme yada normal frenleme başlangıç zamanından tekerleğin durma noktasına kadar geldiği zaman dilimi içerisindeki teker devri ile birlikte fren basıncındaki değişikliklerin gerçek zamanlı olarak okunup, değerlendirilip frenlemenin tekerde kayma oluşturacak konuma gelip gelmediğini kontrol edip ABS sistemini devreye almasını yada alınmamasını sağlayan, bu süreç içerisinde okunan verileri grafiksel ve görsel olarak bilgisayar yazılımı ile ekrana aktararak değerlendirilmesine olanak sağlayacak olan ünedir.

Birinci ve ikinci kısmının birleştirilmesiyle ABS fren sistemlerinin laboratuvar ortamında simüle edilmesini ve gözlemlenmesini sağlayan test düzeneği geliştirilmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ABS fren sistemlerinin tarihçesinden, ABS fren sistemlerinin elemanlarından, bu elemanların özelliklerinden, çeşitlerinden, çalışma aşamalarından ve ABS fren sistemlerinin performansını değerlendirme esasları açıklanmaktadır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ise ABS fren sistemi test standının gerçekleştirilme aşamalarından bahsedilmiştir. Bu bölümde çalışmada kullanılan mekanik, hidrolik ve elektronik elemanlar açıklanmaktadır.

Çalışmanın beşinci bölümünde hazırlanan ABS fren sistemi test düzeneğinin çeşitli koşullardaki çalışma durumu test edilmiş ve deneysel sonuçlar grafiksel olarak gösterilmektedir.

Çalışmanın altıncı bölümünde ise ortaya çıkan sonuçlar tartışılmakta ve çalışmayla ilgili önerilere yer verilmektedir.

BÖLÜM 3

ABS FREN SİSTEMLERİ

ABS fren sistemleri tekerlek kilitlenmesini önleyerek aracı yavaşlatmak ya da durdurmak için sürücüye yardımcı olarak çalışır. ABS tekerleklerdeki açısal hız ve ivmeleri algılamak için tekerlek hız algılayıcılarını kullanarak bir veya daha fazla tekerleğin kayma oranı denetler. ABS kontrol ünitesi, aracın hızını ölçer ve yaklaşan tekerlek kilitlenmesini hesaplamak için bu bilgileri kullanır. Gerektiğinde fren basıncını düzenler [12].

ABS fren sistemlerinde genel olarak taşıt tekerleğine yerleştirilen dişli bir bilezik ve bunun karşısına yerleştirilen sabit bir algılayıcı sisteminden faydalanılır. Tekerleğin dönüş hızı algılayıcı tarafından, bilezik üzerindeki dişli sistemi ile bağlantı yapılarak alınıp elektriksel sinyale dönüştürülür. Bu sinyal de elektronik kontrol birimine gönderilerek yorumlanır. Bu işlem sonucunda tekerleklerden herhangi birinde kayma belirtileri başlamışsa elektronik kontrol birimi devreye girerek ilgili teker yada tekerlerdeki fren basıncını düşürür. Teker tekrar hızlanınca elektronik kontrol birimi devreye girerek fren basıncını artırır. Bu işlemler fren basılı iken ve araç güvenli bir şekilde durana kadar devam eder.

ABS' nin amacı fren kuvvetlerini, tekerleklerin bloke olmasını önleyecek şekilde kontrol etmektir. ABS, her ne kadar binek taşıtlarında kullanılmakta ise de özellikle yük taşıtları için daha önemlidir. Bunun nedenleri;

- Yük taşıtlarında taşıtın boş ve yüklü ağırlıkları arasındaki fark çok fazladır. Bu da sürücünün kritik durumlarda doğru fren yapmasını zorlaştırmaktadır. Tekerleklerin yük durumu belli bir oranda değiştiğinde belirli bir frenleme ivmesini elde etmek üzere uygulanması gereken fren basıncıda aynı oranda değişmektedir. Örneğin yüklü bir taşıtın tekerleklerini bloke etmeden

frenleyebilecek bir pedal kuvveti boş taşıtın tekerleklerini bloke etmeyeyeterli olabilir. Bu da sürücü için uyum göstermesi ve doğru kontrolü oldukça güç bir durumdur.

- Yük taşıtında ortalama hız gün geçtikçe artmaktadır. Bu da ani frenlemeler sırasındaki tehlikenin daha fazla ve durumun daha kritik olması demektir.
- Çekici / Römork sistemleri göz önüne alınırsa bu taşıtlarda frenlemede bloke olma halinde birbirine bir eklemle bağlı olan bölümlerin doğru kontrolü mümkün olmamaktadır.

Bütün bu durumlar ABS' nin aktif emniyetin artırılmasında çok önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Böyle bir sistemin fonksiyonunu yerine getirebilmesi için frenleme olayı sırasında tekerleklerin bloke olmak üzere bulunduğunu fark etmesi ve fren basıncını azaltarak kilitlenmeyi önlemesi gerekmektedir.

3.1. ABS FREN SİSTEMLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

ABS fren sisteminin mazisi 1920'li yıllara kadar gitmektedir. Almanya da Voisin firması “Frenlemenin tekerlekleri kilitlemesini önleyici donanım” tanımıyla hidrolik sistemle çalışan ilk örneğini yapmışlar ve 671925 Almanya patent numarasıyla ilk patentini de almışlardır.

1950'li yıllarda bazı sivil uçaklar mekanik / pnömatik ABS'yle donatılmışlardır. 1960'lı yıllarda Alman silahlı kuvvetleri ilk transistörlü ABS'yi kullanmaya başlamışlardır.

1978 yılında Mercedes S serisinde daha sonra da BMW 7 serisinde ABS sistemini kullanmaya başlamıştır.

Elektronik endüstrisindeki gelişmeyle ABS fren sistemi daha küçük, daha ucuz ve daha kolayca doğru gelişmiştir. Örneğin Bosch firmasının ABS 5,3 kodlu 5. kuşak fren sisteminin ağırlığı sadece 2,6 kilogramdır (başta 6 kg ağırlığındaydı), bir

öncekinden yarı yarıya daha az yer kaplar aynı zamanda 1989 yılındaki sistemlerden 5 kat daha küçüktür.

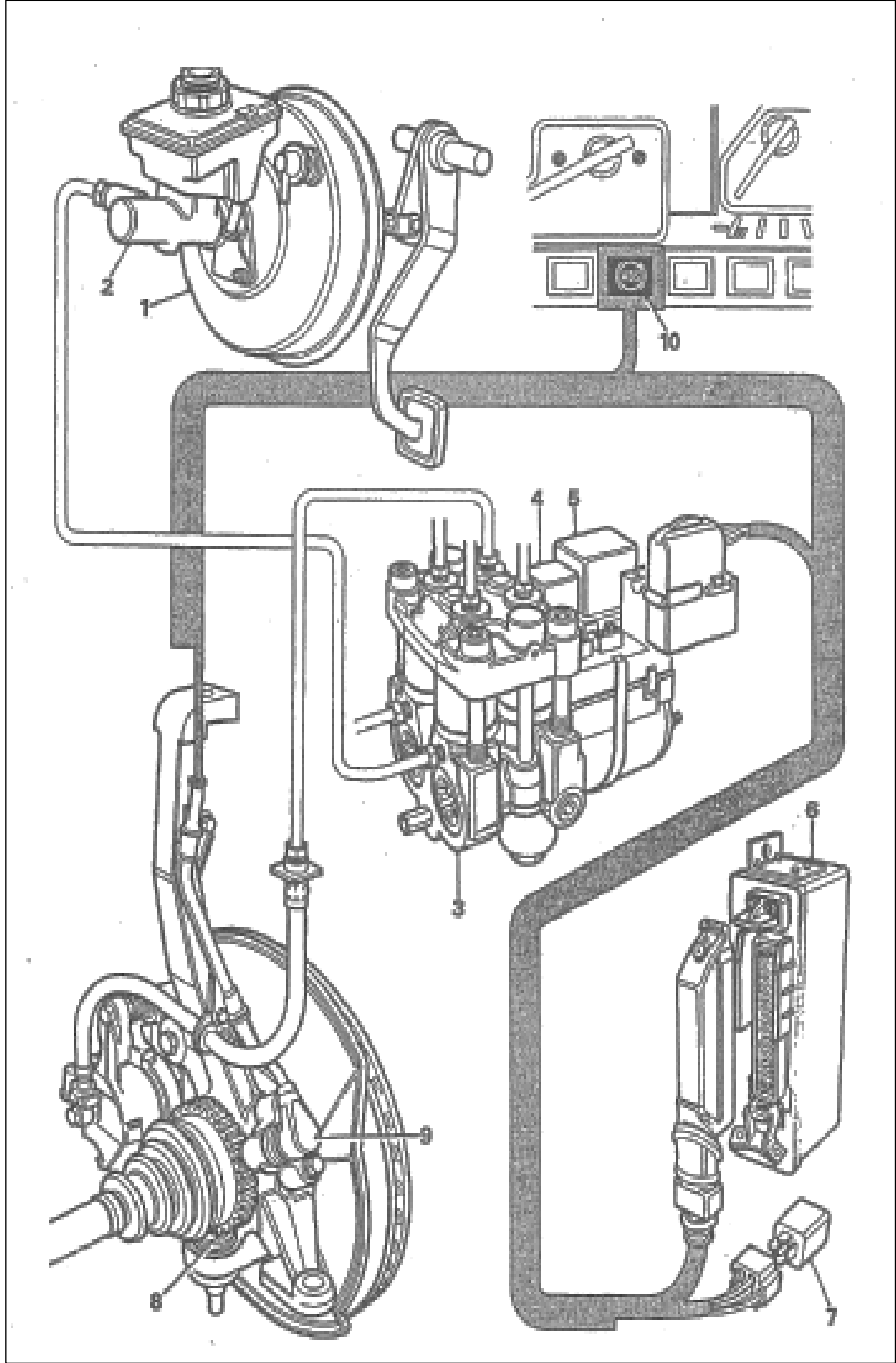
Yakalanan son teknolojiyle ABS'nin Smart firmasının ürettiği küçük otomobillerde bile kullanılabilirliği oluşmuştur [4].

3.2. ABS FREN SİSTEMİ YAPISI VE ELEMANLARI

ABS fren sisteminin parçaları tekerlek devir algılayıcıları, elektronik kontrol ünitesi (EKÜ) ve hidrolik modülatör olmak üzere üç adettir. Şekil 3.1. de ABS li fren sisteminin tüm elemanları verilmektedir. Şekil 3.1'deki numaralı parçaların listesi Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. ABS li fren sistemi parçaları.

No	Parça Adı
1	Westinghaus
2	Fren Kutusu
3	Hidrolik modülatör
4	Selonoid role
5	Ters pompalama rolesi
6	Elektronik kontrol ünitesi
7	Role
8	Tekerlek dişlileri
9	Tekerlek hız sensörü
10	İkaz lambası



Şekil 3.1. ABS'li fren sistemi elemanları [18].

3.2.1. Tekerlek Devir Algılayıcısı

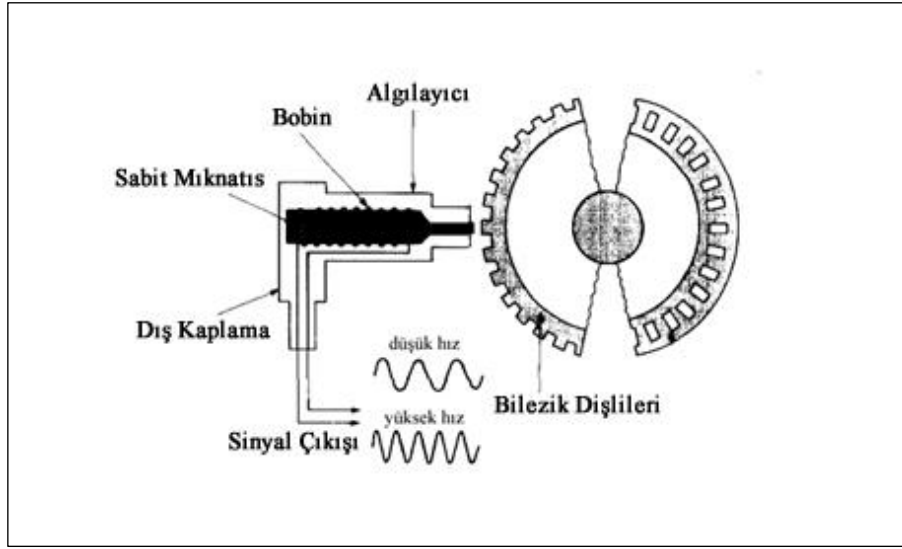
ABS fren sistemlerinde tekerlerin hızlanmasını, yavaşlamasını ölçmek için endüktif algılayıcılardan faydalanılır. Teker devrini ölçmek için dişli bilezik ve endüktif algılayıcının birlikte çalışması gerekmektedir. Endüktif algılayıcı teker poryası üzerinde bileziğe karşı gelecek şekilde monte edilmiştir. Bilezik endüktif algılayıcı üzerindeki manyetik alan değişir.

Dişin varlığına veya yokluğuna bağlı olarak, katı bir yüzeyden boşluğa geçilmesi manyetik akışta değişikliğe sebep olur. Bu değişiklik algılayıcı içerisinde bir elektromotor kuvveti ve sonuç olarak da elektronik kontrol ünitesi için bir alternatif elektrik sinyali oluşturur. Bu sinyal belirli bir süre boyunca sayılarak tekerleğin dönüş hızı hesaplanır. Bu sinyallerdeki anlık değişimler tekerleğin kitlenme durumuna geldiğini yada hızlanmaya başladığını gösterir. Bu durumlardan herhangi biri güvenli frenleme için önem teşkil eder ve bu noktalarda da ABS fren sistemi frenlemeye müdahale ederek güvenli frenlemeyi tekerleklerdeki kilitlenmeyi önleyerek gerçekleştirmeye çalışır.



Şekil 3.2. Endüktif algılayıcı.

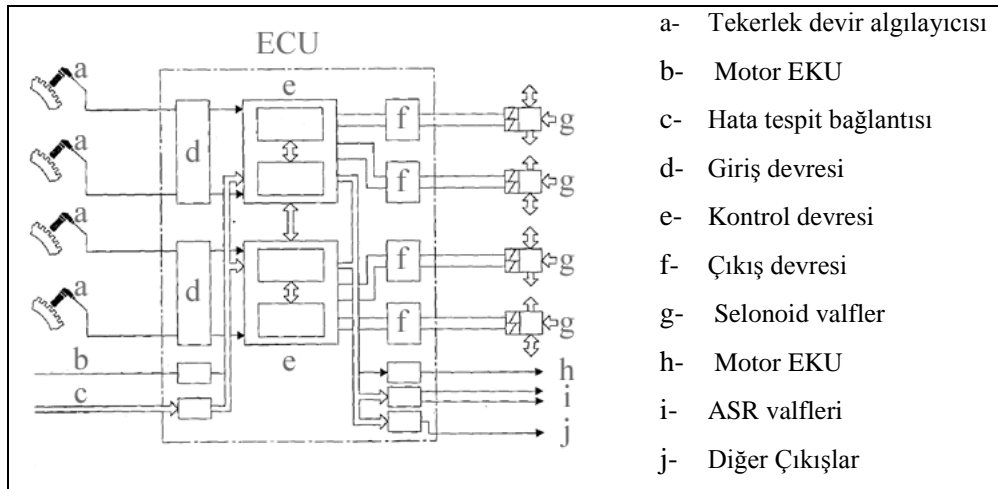
Şekil 3.2’de endüktif algılayıcı, Şekil 3.3’de endüktif algılayıcı ve bilezik verilmiştir.



Şekil 3.3. Endüktif algılayıcı ve bilezik [19].

3.2.2. Elektronik Kontrol Ünitesi

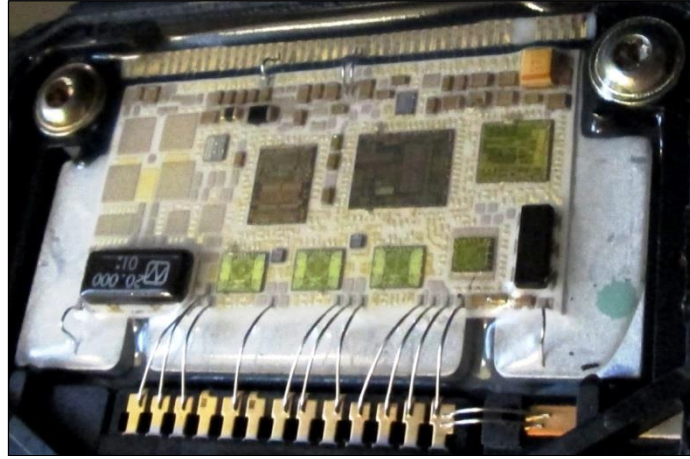
Tüm ABS elektronik kontrol ünitesi tarafından denetlenir. Elektronik kontrol ünitesi tekerlek devir algılayıcılarından gelen bilgileri yorumlayarak uygun fren basıncı için gerekli elektrik sinyallerini hidrolik modülatöre iletir. Şekil 3.4’de ABS sisteminin elektronik kontrol ünitesinin şeması verilmektedir.



Şekil 3.4. Bosch 4 kanallı ABS sistemi kontrol ünitesi [20].

Elektronik kontrol ünitesi ABS fren sisteminin beynidir. Tüm hesaplamalar ve bu hesaplamalar sonucundaki frenlemeye etki etme süreçleri elektronik kontrol ünitesi tarafından gerçekleştirilir.

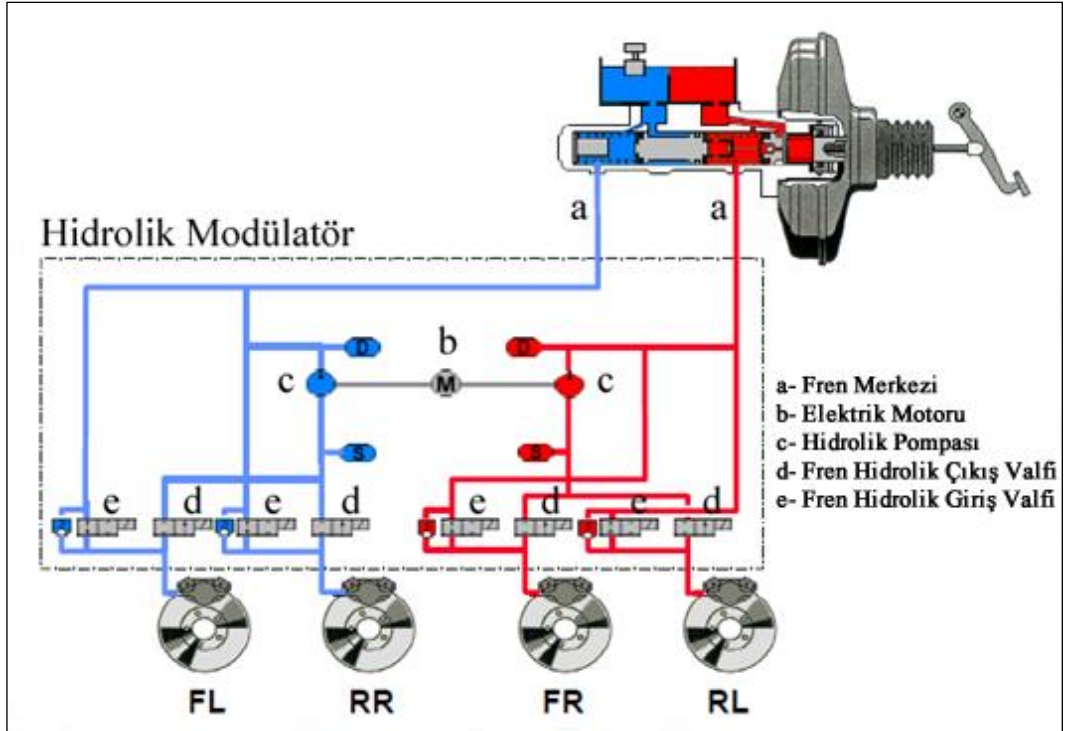
Elektronik parçaların daha fazla geliştirilmesi ile yapılan elektronik kontrol ünitelerinde parçaların sayısında azalma olmakta ve bunun sonucunda da kontrol ünitesinin ebatlarında küçülme meydana gelmektedir [5]. ABS sistemlerinin büyük bir kısmında elektronik kontrol ünitesi hidrolik kontrol ünitesi ile bütün olarak üretilmektedir. Şekil 3.5’de ABS hidrolik modülünün üstüne yerleştirilmiş elektronik kontrol ünitesi verilmektedir.



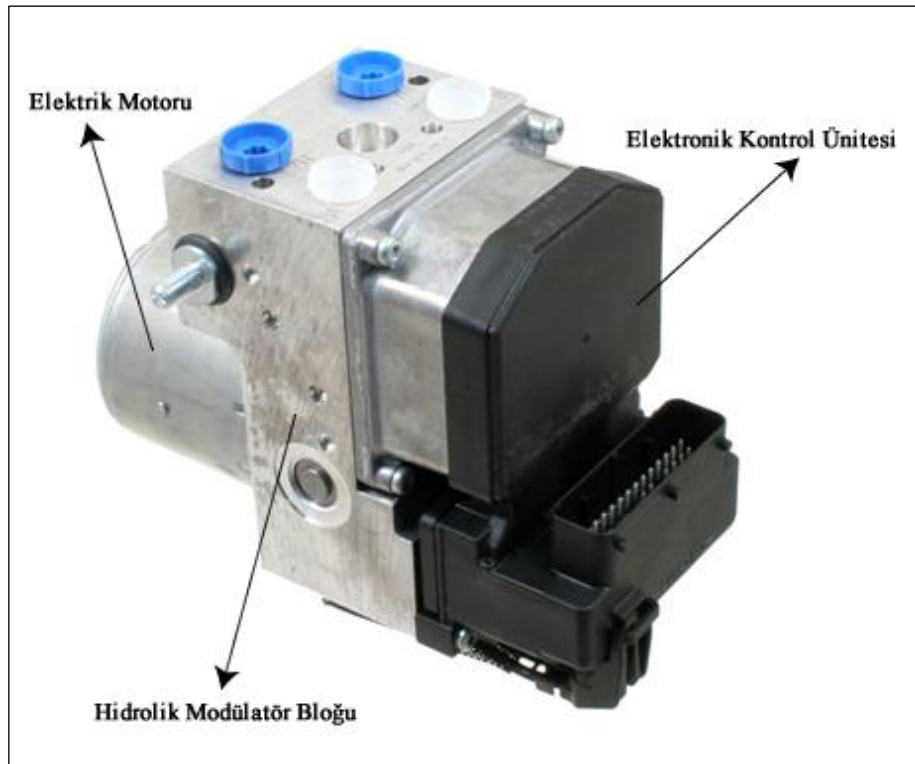
Şekil 3.5. ABS elektronik kontrol ünitesi.

3.2.3. Hidrolik Modül

Hidrolik üniteler frenleme için gerekli olan hidrolik fren basıncının düzenlenmesini sağlamak için çeşitli parçalardan oluşmaktadır. Bu parçalar elektronik kontrol ünitesinin vereceği elektrik sinyallerine göre durumlarını değiştirip güvenli frenlemeyi sağlarlar. Şekil 3.6’da ABS fren sistemi parçaları verilmektedir.



Şekil 3.6. ABS fren sistemi [21].



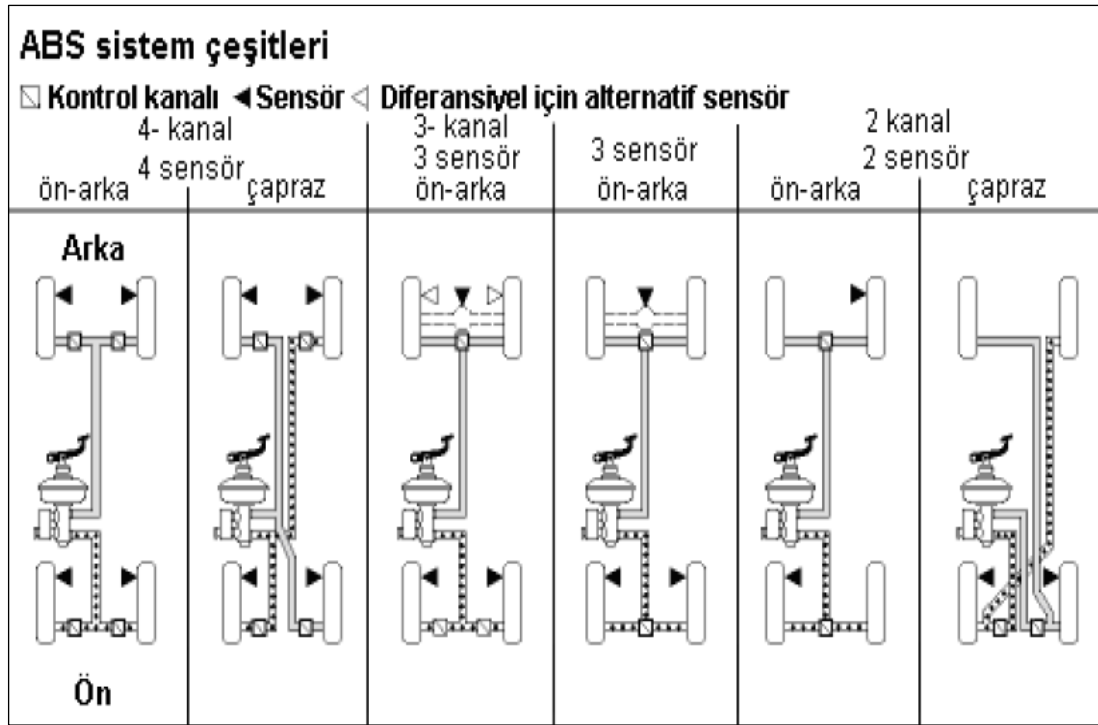
Şekil 3.7. ABS sistemi [21].

ABS fren sisteminde elektronik kontrol ünitesi, hidrolik modülatör ve elektrik motoru bir arada bulunmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte ABS modülatörleri küçük boyutlara ve daha hafif bir yapıda üretilmeye başlanılmışlardır. Şekil 3.7’de ABS modülatörü verilmektedir.

3.3. ABS ÇEŞİTLERİ

3.3.1. Kanal Sayılarına Göre ABS Çeşitleri

Fren kuvvet dağıtım farklılıklarına, araç sürüş çeşitlerine, fonksiyonel şartlara ve maliyet faktörüne bağlı olarak günümüz araçlarında birçok ABS versiyonu kullanılmaktadır. Kanal sayısı ve algılayıcılarına göre 6 sistem çeşidi yaygın kullanıma sahip sistemlerdir. Şekil 3.8’de ABS sistem çeşitleri verilmektedir.



Şekil 3.8. ABS sistem çeşitleri.

3.3.1.1. Dört Kanallı Sistem

Bu sistemler her tekerleğin tekerlek fren basıncının her birinin ayrı ayrı kontrolüne izin verir (Arka aks /ön aks (II) ve çapraz (X) fren dağıtım çeşitleri için). Bölünmüş yolda yani farklı tutunma katsayılarına sahip yol yüzeylerinde döndürme momentinin sürüş kararlılığını etkilememesini sağlamak için önlem alınmalıdır. Bu noktada çözüm ön aks üzerindeki tekerlekleri bireysel olarak kontrol etmek ve arka akslar üzerindeki tekerlekleri de düşük duyarlı kontrol tekniğine göre kontrol etmek gerekmektedir. En düşük tutunma katsayısına sahip arka tekerlek her iki arka tekerleğe uygulanan fren basıncını belirlemektedir.

3.3.1.2. Üç Kanallı Sistem

Bölünmüş yolda yani farklı tutunma katsayılarına sahip yol yüzeylerinde frenleme yapıldığı zaman döndürme momenti azaltılır. Uzun dingil aralıklarına sahip yolcu araçları ve yatay eksende üzerinde yüksek tork oluşan araçlar bu frenleme durumunu rahatlıkla kontrol edebilmektedir.

Ancak 3 ve 4 kanallı sistemlerin kullanıldığı durumlarda kısa dingil aralıklarına sahip yolcu araçları ve düşük moment oluşan araçlarda, döndürme momenti artışının elektronik bir sistem ile geciktirilmesine ihtiyaç duyulur. Bölünmüş yolda yani farklı tutunma katsayılarına sahip yol yüzeylerinde frenleme yapıldığı zaman yüksek tutunma katsayılı zemindeki ön tekerlekte frenleme torku artışında gecikme olur. Sonuç olarak sürücü düzgün direksiyon manevrası ayarlamaları yaparak döndürme momentini düzeltecek zamana sahip olur.

3.3.1.3. İki Kanallı Sistem

2 kanallı sistemler bir taraftan 3 ve 4 kanallı versiyonlara kıyasla daha az parçaya sahiptir. Bu onların daha az maliyetle üretilmesini sağlar. Diğer taraftan bu durum sistemde birçok fonksiyonların eksikliğini ortaya çıkarmaktadır.

Yüksek duyarlı kontrol ile yüksek tutunma katsayılı ön tekerlek her iki ön tekerleğe beraber uygulanan fren basıncını belirleyen versiyon 4'te sürücü her zaman frenlere sert basar yani panik frenleme yapar. Bundan dolayı ön tekerleklerden bir tanesi kilitlenir. Sonuç olarak yüksek seviyede tekerlek aşınması ve direksiyon manevra kabiliyetinde azalma meydana gelmektedir.

Versiyon 5'de hassas olmayan tekerleğe kıyasla hassas ön tekerleğin, yüksek tutunma katsayısı ile aniden karşılaştığı durumlarda bu olay her zaman olmaktadır.

Versiyon 6 sadece çapraz fren kuvvet dağıtım sistemi ile kullanılır. Bu versiyonda ön tekerleklerdeki fren basınçları tek tek kontrol edilir, arka tekerleklerdeki fren basıncı birlikte kontrol edilir. Frenleme kuvvetinin ön ve arka akslardaki dağılımı esnasında arka tekerleklerin kilitlenmemesinin sorumluluğunu üstlendiği için bu sistemde 3 veya 4 kanallı sistemlere kıyasla daha düşük yavaşlama ivmesi meydana gelmektedir.

Ön / arka bölünmüş fren devresine sahip bazı hafif kamyonet modelleri için arka tekerleklerin kilitlenmesini önleyen bir kontrol kanalı ve arka diferansiyel üzerinde bir algılayıcı içeren basit bir sistem vardır. Yüksek frenleme basıncı ile ön tekerleklerin kilitlenmesi sonucu ön tekerleklerde manevra kabiliyetinin kaybolma durumu ortaya çıkar. Bu sistem ABS fonksiyonlarından birisi değildir. Sadece bazı araçlarda kullanılan ek bir donanım sayesinde bu fonksiyon gerçekleştirilmektedir [7].

3.4. ABS FREN SİSTEMİ ÇALIŞMA AŞAMALARI

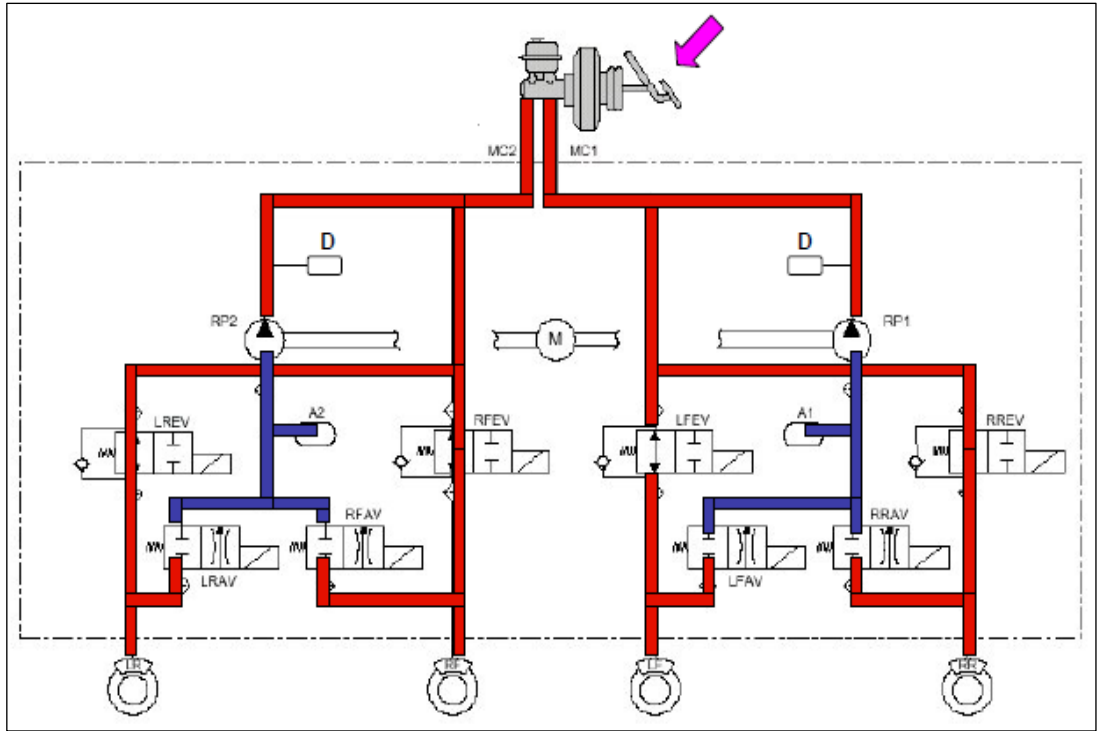
ABS fren sistemi tekerlekler hareket halindeyken frenleme esnasında tekerlek devir algılayıcılarından gelen sinyalleri yorumlar ve bu verilere göre hidrolik modülatöre ne yapması gerektiğini elektrik sinyalleri ile iletir.

Tekerlekler hareket halindeyken frenleme esnasında ABS fren sistemleri için dört adet çalışma aşaması mevcuttur. Bunlar;

- Normal Durum Aşaması
- Basınç Azaltma Aşaması
- Basınç Tutma Aşaması
- Basınç Arttırma Aşaması

3.4.1. Normal Durum Aşaması

Normal durumda tekerler hareket halinde iken yapılan frenleme sonucunda teker devir algılayıcılarından gelen sinyal elektronik kontrol ünitesinde yorumlanır ve tekerleklerin bloke olma tehlikesi bulunmadığına karar verilir ve fren basıncı doğrudan fren disklerine ulaştırılır. Şekil 3.9’ da fren basıncı kırmızı renkle, basınç olmayan alanlar ise mavi renk ile gösterilmiştir.



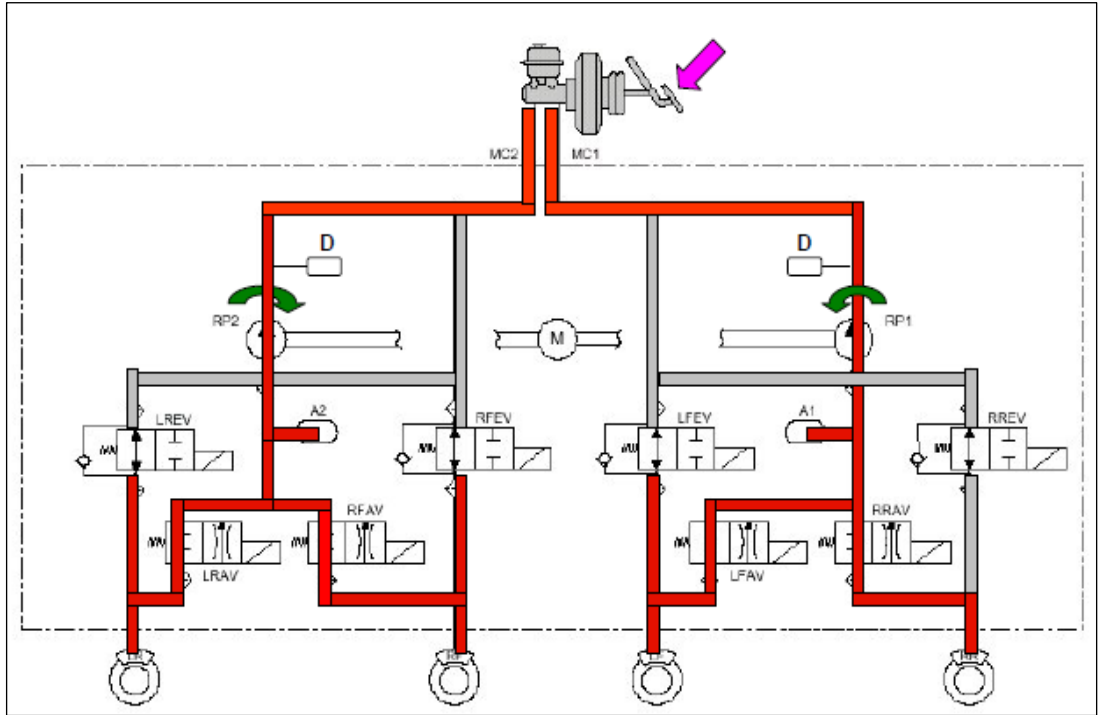
Şekil 3.9. ABS fren sistemi normal frenleme aşaması [21].

Şekil 3.9’da görüldüğü gibi frenleme esnasında ABS elektronik kontrol ünitesi tarafından tekerleklerde kilitleme belirlenmez ise ABS frenlemeye müdahale etmez. Bu durumda fren disklerine giriş valfi açık, fren disklerinden çıkış valfi kapalı ve

elektrik motoru da çalışmaz durumdadır. Bu sayede fren basıncı olduğu gibi fren disklerine aktarılır.

3.4.2. Basınç Azaltma Aşaması

Basınç azaltma aşaması, frenleme başlangıcında yada devamında ABS elektronik kontrol ünitesi tekerleklerde kilitlenme belirtisi algılandığında hemen devreye girerek fren disklerindeki fren basıncını düşürmesi için hidrolik modülatöre elektrik sinyalleri yollar. Şekil 3.10' da fren basıncı kırmızı renkle, basınç olmayan alanlar ise gri renk ile gösterilmiştir.



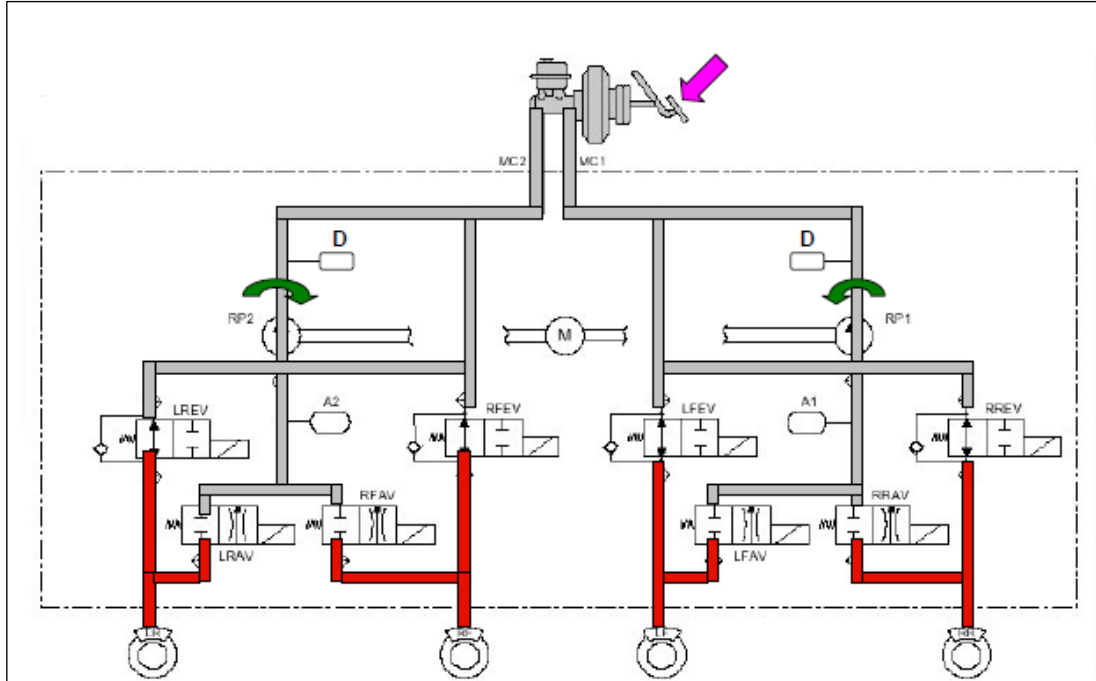
Şekil 3.10. ABS fren sistemi fren basıncı düşürme aşaması [21].

Şekil 3.10'da görüldüğü gibi frenleme esnasında ABS elektronik kontrol ünitesi tarafından tekerleklerde sert frenleme sonucu kilitlenme belirtileri görülür ise ABS frenlemeye müdahale eder. Bu durumda ABS elektronik kontrol ünitesi hidrolik modülatöre fren basıncının daha da arttırılmaması için fren disklerine giriş valfini kapatmasını, fren disklerinde kilitlenmeye yol açabilecek olan fren basıncının düşürülmesi için de fren disklerinden çıkış valfini açmasını söyler. Fren disklerinde

oluşan basıncın fren merkezine geri dönüşünü kolaylaştırmak için de elektrik motorunu çalıştırır ve bu motorun çalıştırdığı pistonlar fren basıncını fren merkezine geri iletir. Bu aşamada fren pedalında frenleme kuvvetine karşı bir kuvvet ve bunun sonucunda da bir titreşim hissedilir. Güvenli frenleme için araç durana kadar yada panik frenleme geçene kadar ayak fren pedalına sert bir şekilde basılmalıdır.

3.4.3. Basınç Tutma Aşaması

Basınç tutma aşaması, ABS devrede iken ABS elektronik kontrol ünitesi frenlemeye müdahale edip fren basıncını azaltma yada artırma aşamasını gerçekleştirdiğinde tekerlerin durumunu tekrar gözden geçirmek için, yani hızlanma yada kilitlenme belirtisi olup olmadığını görmek için ABS fren basıncını bir müddet sabit tutmaya çalışır. Şekil 3.11’de fren basıncı kırmızı renk, basınç olmayan alanlar ise gri renk ile gösterilmiştir.



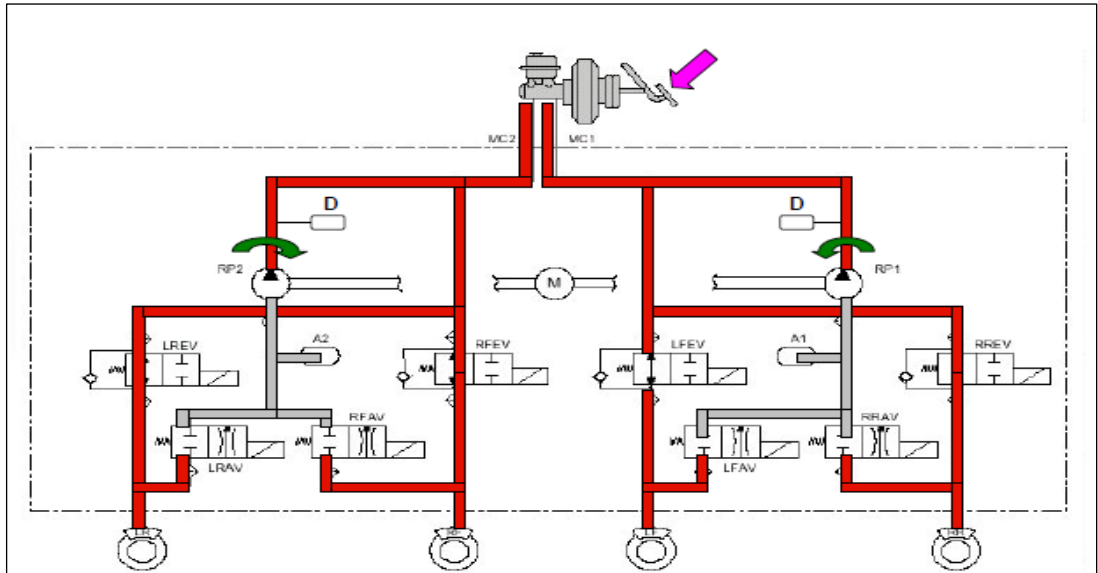
Şekil 3.11. ABS fren sistemi fren basıncı tutma aşaması [21].

Şekil 3.11’de görüldüğü gibi frenleme esnasında ABS elektronik kontrol ünitesi tarafından fren basıncını azaltma yada artırma yönünde bir müdahale söz konusu olduğunda tekerleklerin durumunu gözden geçirmek için bir müddet fren basıncını

sabit tutar. Bunun için elektronik kontrol ünitesi hidrolik üniteye fren giriş valfini ve fren çıkış valfini kapalı konuma getirmesi için sinyal gönderir. Bu sayede fren basıncı fren giriş valfi kapalı olduğundan arttırılmaz, fren çıkış valfi de kapalı olduğundan azaltılmaz. Bu süreçte ABS elektronik kontrol ünitesi tekerleklerin devir durumunu tekrar gözden geçirir. Eğer tekerleklerde kilitleme belirtisi varsa tekrar fren basıncı azaltma aşamasına girer ve fren basıncını düşürür. Eğer tekerlerde hızlanma belirtisi varsa fren basıncı arttırma aşamasına girer ve tekerlekleri yavaşlatır.

3.4.4. Basıncı Arttırma Aşaması

Basıncı arttırma aşaması, ABS devrede iken ABS elektronik kontrol ünitesi tekerleklerde kilitleme belirtileri gördüğünde frenlemeye müdahale eder. Bu müdahale sonucunda ya fren basıncı azaltılır yada sabit tutulur. Tekerleklerde tekrar hızlanma belirtileri başlarsa ABS elektronik kontrol ünitesi frenlemeye müdahale eder ve fren basıncını arttırarak tekerleklerin tekrar yavaşlamasını sağlar.



Şekil 3.12. ABS fren sistemi fren basıncı arttırma aşaması [21].

Şekil 3.12’de görüldüğü gibi frenleme esnasında ABS elektronik kontrol ünitesi tarafından fren basıncına bir müdahale söz konusu olduğunda, tekerleklerin durumunda hızlanma algılanırsa ABS elektronik kontrol ünitesi devreye girer. Fren

basıncının tekrar arttırılması için hidrolik modülatöre fren çıkış valfinin kapatılması ve fren giriş valfinin açılması için elektrik sinyalleri gönderir. Bu sayede fren basıncı fren çıkış valfi kapalı ve fren giriş valfi açık olduğundan doğrudan fren disklerine iletilir ve tekrar frenleme yapılmış olur.

Basıncı azaltma, basınç tutma ve basınç arttırma aşamaları frenleme yapılır, ABS sistemi aktif olduğu durumlarda güvenli bir frenleme yapılır araç durana kadar tekerlerin durumuna göre sırayla devam eder. Bu döngüyü ABS elektronik kontrol ünitesi kontrol eder ve yönetir.

3.5. ABS FREN PERFORMANSINI DEĞERLENDİRME ESASLARI

ABS kullanan bir taşıt ile ABS kullanmayan taşıtın frenleme performansını karşılaştırmak için başlıca iki yöntem kullanılır. Bu yöntemler aynı taşıt üzerinde yapılan ABS'li ve ABS'siz testler, bir diğeri ise Değişik taşıtlar ve yol-yüzey şartlarında yapılan testlerdir.

3.5.1. Aynı Taşıt Üzerinde ABS'li ve ABS'siz Yapılan Testler

Değişik yol şartlarında ve taşıt hızlarında yapılan bu testlerde karşılaştırma yapabilmek için iki önemli parametre dikkate alınmalıdır. Bunlardan birincisi, ABS'siz taşıtta sürücüye bağlı olarak değişen frenleme kuvveti dağılımı; ikinci parametre ise ABS verimidir. Eğer ABS performansı ABS'siz taşıta göre çok yüksek görünüyorsa bu durum, ABS'siz taşıtta gerçek frenleme kuvveti dağılımının iyi olmadığını gösterir. Bunun tersi gerçekleştiğinde ise ABS'siz taşıtta frenleme kuvveti dağılımının iyi olduğu söylenebilir. Ancak bu, ABS veriminin düşük olduğu anlamına gelmez. Sağlıklı bir değerlendirme için değişik yol şartlarında değişik test ve ölçümlere ihtiyaç duyulabilir.

3.5.2. Değişik Taşıtlar ve Yol-Yüzey Şartlarında Yapılan Testler

Bu tür testlerde ABS'li ve ABS'siz taşıtların karşılaştırılması için yine iki parametre dikkate alınır. Bunlarda ilki, tekerlekle yol yüzeyi arasında oluşan en yüksek tutunma

faktörü/kilitlenmiş tekerlekte oluşan tutunma faktörü oranıdır. Diğer parametre ise ABS verimidir. Test sonuçları, ABS kullanan taşıtın ABS'siz taşıta göre daha uzun mesafede durduğunu gösteriyorsa, bunun iki nedeni olabilir . Bunlar;

- ABS verimi düşüktür,
- ABS'siz taşıtta kilitlenmiş tekerlekler ile yol arasındaki tutunma faktörü çok yüksektir. Bu, çok pürüzlü yollarda görülebilecek bir sonuçtur.

Genellikle en yüksek/kilitlenmiş tekerlek tutunma katsayısı oranı 1/1 ile 2/1 arasında değişmektedir. Eğer ABS'siz taşıtta belirli bir yüzeyde kilitlenmiş tekerleğin tutunma faktörü ABS'li taşıt tekerleğinde meydana gelen tutunma faktörüne eşit veya daha yüksekse ABS'siz taşıt daha kısa bir mesafede durabilecektir.

Bu tür deneylerin, tecrübeli sürücülerle ve durma mesafesi ölçme standartlarına uygun olarak hazırlanmış taşıtlarla yapılması gerekmektedir. Ancak bu şekilde fren performansının bir göstergesi olan fren durma mesafesi hakkında anlamlı sonuçlar elde edilebilir [22].

3.6. ABS FREN SİSTEMİNİN YETERSİZLİKLERİ

Tüm üstünlüklerine rağmen ABS fren sisteminin de bazı yetersizlikleri vardır. Bunlar şöylece sıralanabilir.

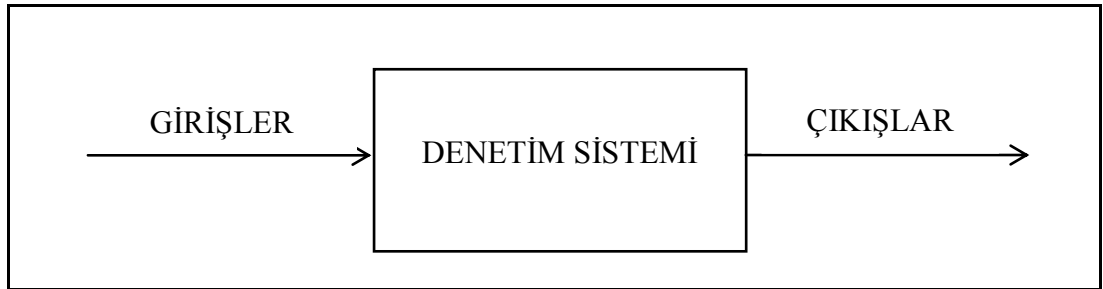
- Virajlara çok süratli girilmesinden kaynaklanan savrulma ve sürüklenmelerde normal fren sistemi gibi ABS fren sistemi de etkili olmaz.
- Çok ıslak yolda çok süratli gidilirse ABS etkisiz kalabilir.

BÖLÜM 4

ABS TEST DÜZENEĞİ DENETİM YÖNTEMLERİ

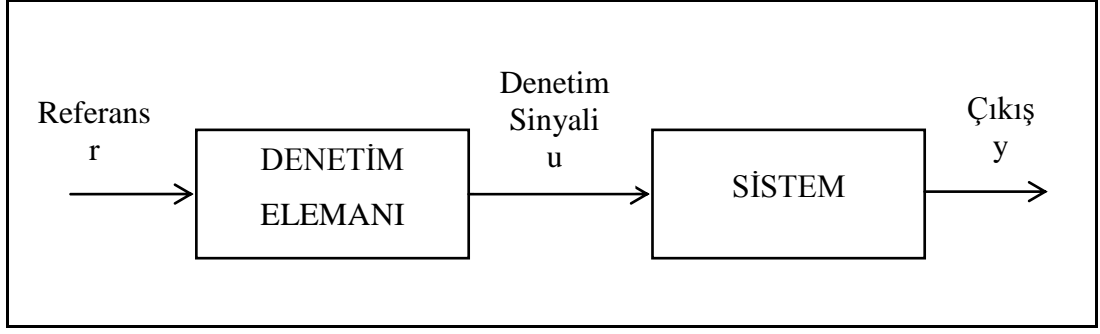
4.1. PID DENETLEYİCİ İLE DENETİM

Bir sistemin çıkışlarını istenen değerlere ulaştırmak, ya da sistemin önceden mevcut bir durumunun devamlılığını sağlayabilmek için sistem üzerinde yapılan işlemlerin tümüne “denetim” denir. Bir sistemin genel olarak çıkışlarını, bozucu etkilere rağmen istenen değerlere ulaştırmak için, gerekli denetim işlemlerini gerçekleştirmek üzere kurulan sistemlere “denetim sistemleri” denilir. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi bir denetim sistemi girişler, denetim sistemi ve çıkışlardan oluşmaktadır.



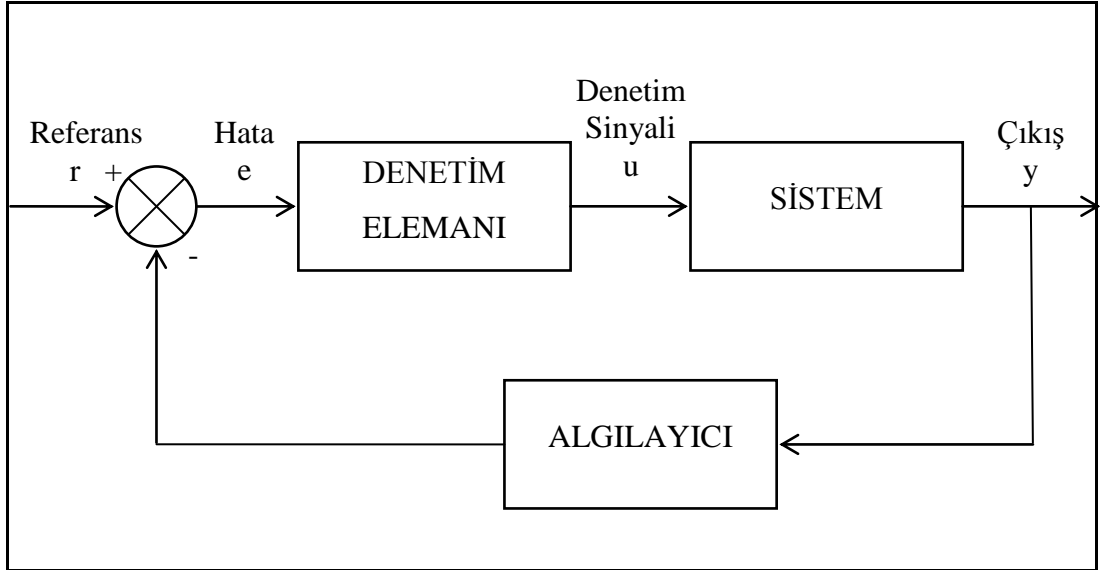
Şekil 4.1. Denetim sistemi genel yapısı.

Denetim sistemleri açık çevrimli ve kapalı çevrimli olmak üzere ikiye ayrılır. Şekil 4.2’de verilen açık çevrimli sistemde referans değerine bağlı olarak bir denetim sinyali üretilmekte ve sisteme uygulanmaktadır. Böylece sistem çıkışı önceden belirlenen seviyelerde tutulmaya çalışılmaktadır. Ancak açık çevrimli denetim sistemlerinde çıkış bilgileri tekrar işlenip denetim sistemine ulaştırılmaz. Şekil 4.3’de ise bir kapalı çevrim denetim sistemi yer almaktadır. Bu sistemde ise sistemin çıkış bilgileri geriye beslenmekte ve referans değeri ile karşılaştırılmaktadır. Aradaki farka (hata) göre denetim sinyali üretilmekte ve sisteme uygulanmaktadır. Böylece daha anlamlı ve doğru neticeler elde edilebilmektedir.



Şekil 4.2. Açık çevrim denetim sistemi.

Kapalı çevrim denetim sisteminde ölçülen çıkış bilgileri bir algılayıcı vasıtasıyla denetim elemanına ulaştırılır. Denetim elemanı, bilinen ya da amaçlanan referans değerinden ölçülen çıkış bilgisinin farkını olarak oluşan hatayı (e) hesaplar ve sistemi referans değerine ulaştırmaya çalışır [23].



Şekil 4.3. Kapalı döngü denetim sistemi.

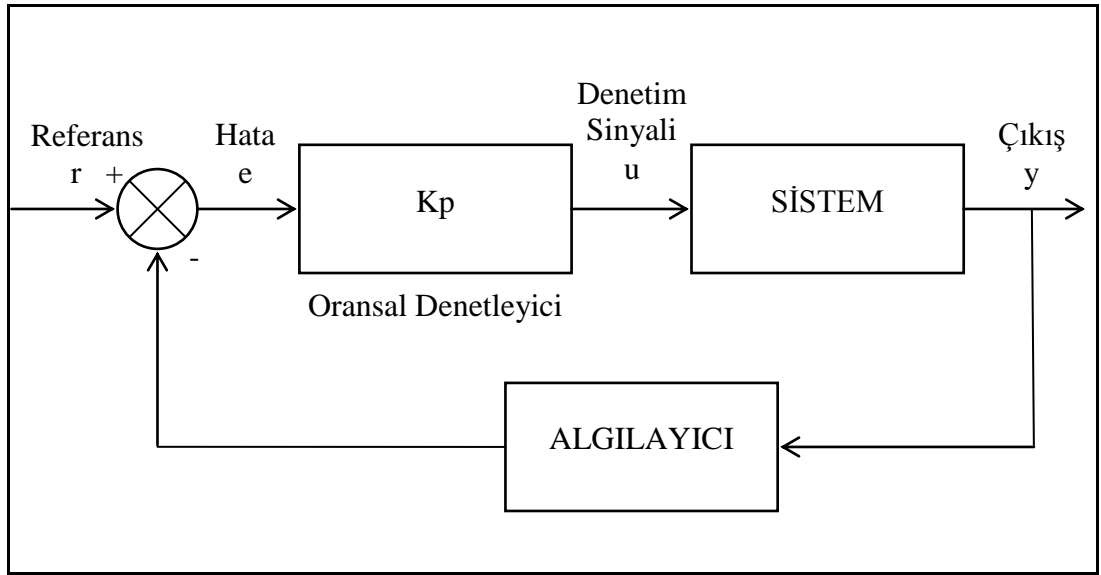
4.1.1. Oransal Denetim

Oransal kontrolcüler olarak bilinen (P Kontrol) ve basit olduğu için de endüstride çok fazla uygulama alanı bulunan bu kontrol yöntemi çıkışı, bir oransal sabit yoluyla girişe oranlar. Diğer bir ifadeyle, oluşan hatayı bir oransal sabit ile çarparak

kontrolcü sinyali (u) oluşturulur. Eşitlik 4.1’de oransal denetleyicinin denklemi verilmektedir.

$$u(t) = K_p \cdot e(t) \quad (4.1)$$

Burada K_p , oransal kazanç olarak ifade edilir ve sabit bir değerdir. Oransal kontrolcü etkisinde kontrolcü sinyalinin büyüklüğü hatanın büyüklüğüne bağlıdır. Hata çok küçük değerlerde olduğunda ise kontrolcü yeteri kadar sinyal üretemez ve bu nedenle P kontrolcülü sistemler kalıcı durum hatası verirler. K_p ’nin artırılmasıyla kalıcı durum hatasını azaltmak mümkündür. Bu yöntemin en büyük avantajı uygulanmasının basit olmasıdır. Şekil 4.4’ de oransal (P) denetleyicili bir sistemin blok diyagramı gösterilmektedir [23].



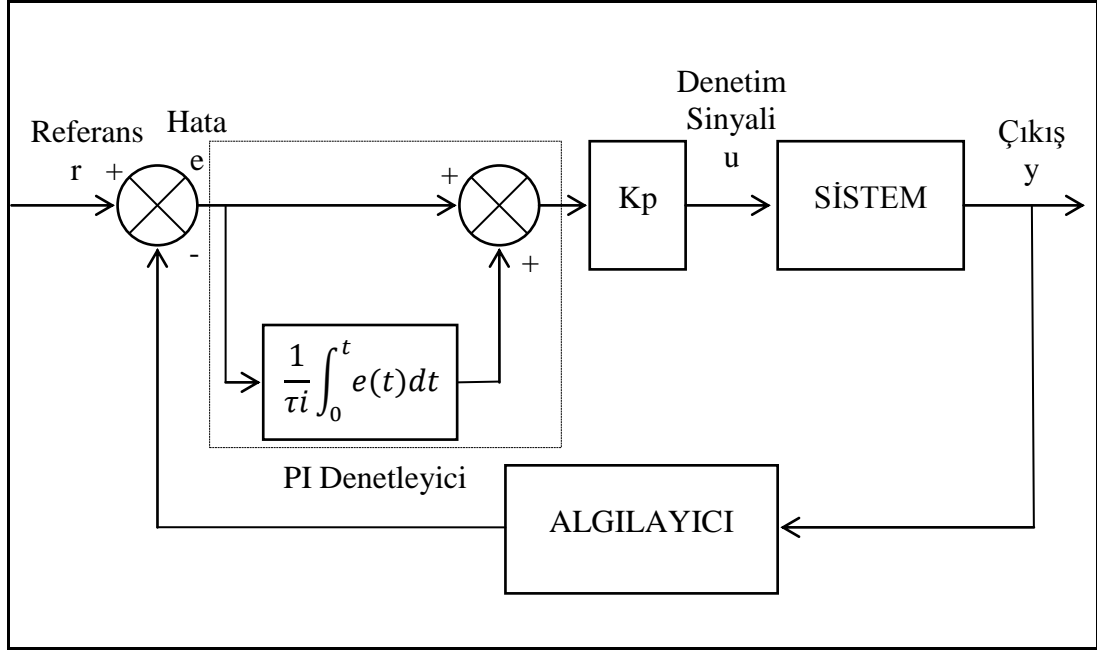
Şekil 4.4. Oransal denetleyicili sistemin şematik yapısı.

4.1.2. Oransal İntegral Etkili Denetim

Oransal etkili kontrolcülerde ortaya çıkan kalıcı durum hatasını gidermenin yolu, kontrolcüye hatanın integrali ile orantılı bir denetim etkisi ilave etmektir. PI kontrolcüler için kontrolcü sinyali eşitlik 4.2’de gösterilmektedir.

$$u(t) = K_p \left[e(t) + \frac{1}{\tau_i} \int_0^t e(t) dt \right] \quad (4.2)$$

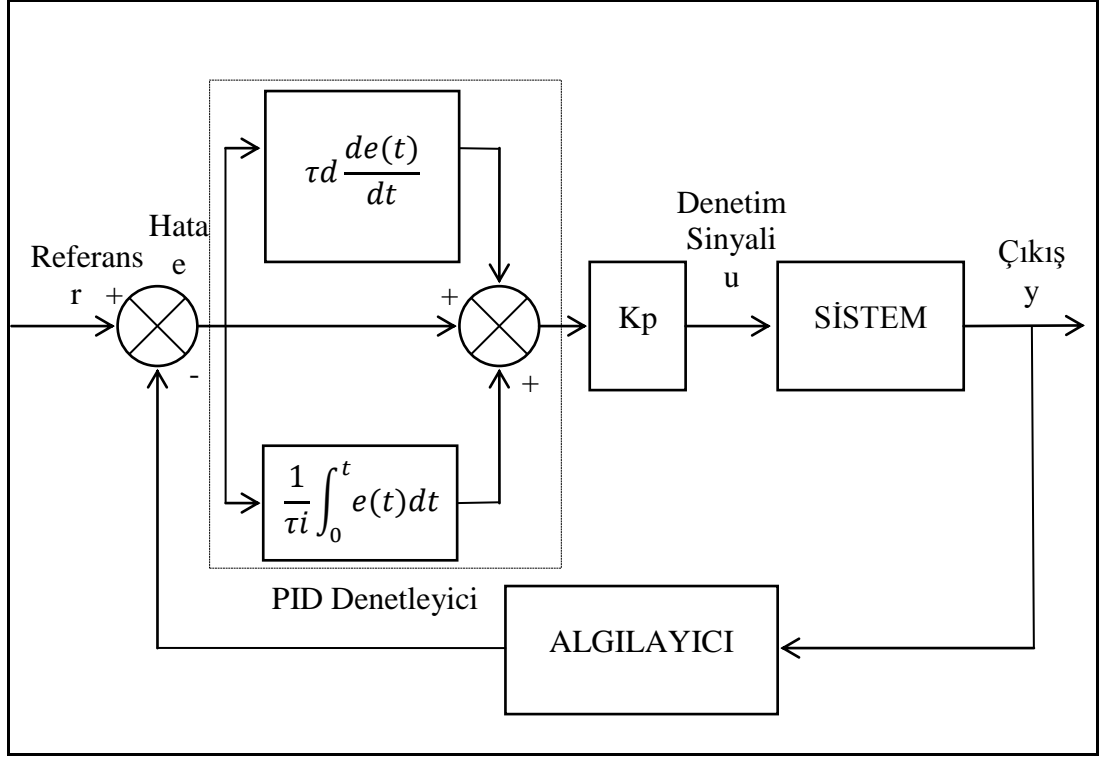
İntegral etkinin çıkışı hatanın birikimi ile orantılıdır ve herhangi bir anda hatanın integrali büyük olursa büyük bir düzeltme etkisi etki eder. Uygulamalarda integral kontrolcüler genelde yalnız başlarına kullanılmazlar, daha çok oransal etki ile birlikte kullanılırlar. Şekil 4.5’ de oransal integral etkili (PI) denetleyicili bir sistemin blok diyagramı gösterilmektedir [23].



Şekil 4.5. Oransal integral etkili denetleyici sistemin şematik yapısı.

4.1.3. Oransal İntegral Türev Etkili Denetim

Oransal-integral-türev etkili kontrolcüler olarak adlandırılan modern endüstride çok geniş bir kullanım alanı olan, lineer olduğu gibi non lineer de tüm sistemler için de uygulanabilen, en çok bilinen ve en yaygın olarak kullanılan bir kontrol metodudur. Üç temel kontrol etkisinin üstünlüklerini tek bir birim altında birleştiren bir kontrol etkisidir. İntegral etkide sistemde ortaya çıkabilecek kalıcı durum hatası sıfırlanırken, türev etkide sistemin kararlılığı ve cevap hızı artmaktadır. Buna göre PID kontrol metodu, sistemde sıfır kalıcı durum hatası barındıran, sistemin hızlı ve kararlı cevap vermesini sağlayan P, PI ve PD kontrol etkilerinin üçünün de üstünlüklerini bir arada barındıran etkin ve en çok tercih edilen kontrol uygulamasıdır. PID denetleyicili bir sistemin blok diyagramı Şekil 4.6’da verilmektedir.



Şekil 4.6. Oransal integral türev etkili denetleyici sistemin şematik yapısı.

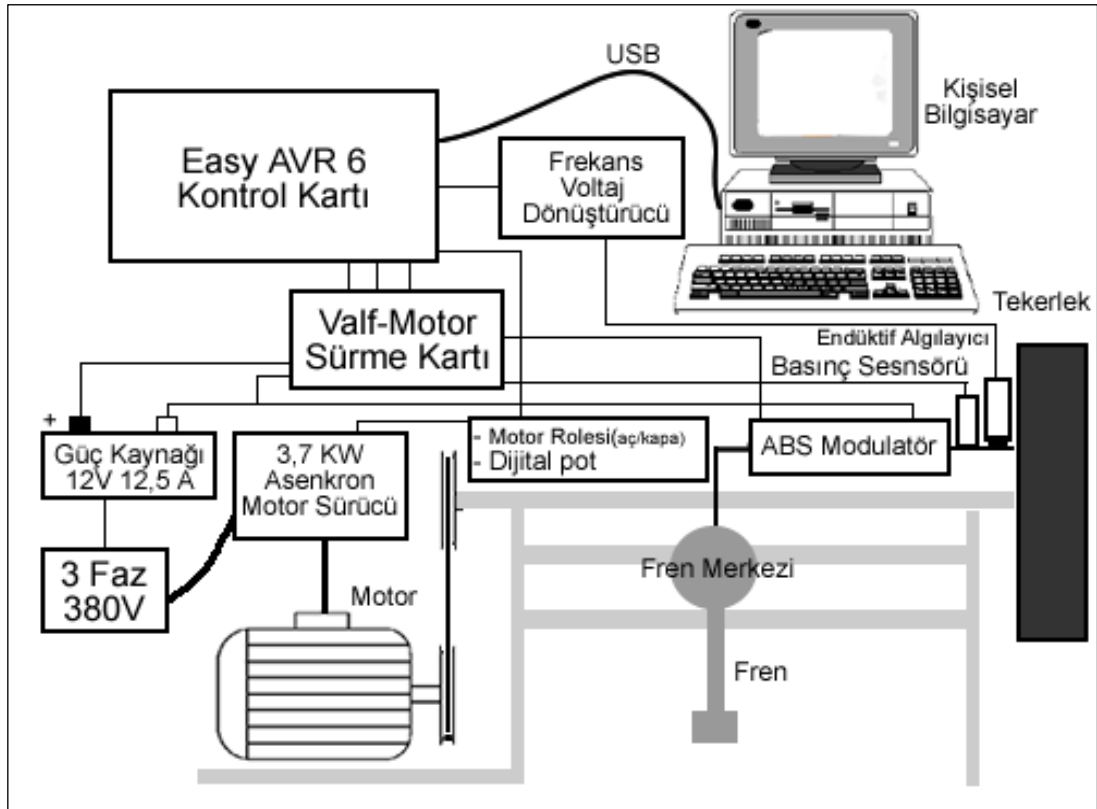
İstatistiklere göre günümüz endüstrisinde kontrolcülerin %90 dan fazlasının PID Kontrolcülerden oluştuğu, geri kalanının da programlanabilir mantık kontrolcülerini (PLC) olduğu ifade edilmektedir. Hata fonksiyonu olarak tanımlanan $e(t)$ fonksiyonu, referans olarak alınan değer ile kontrol edilen gerçek değer arasındaki fark olup, zamana bağlı değişim göstermektedir. Kontrolcünün ürettiği kuvvet $u(t)$ zamana bağlıdır. PI kontrolcüler için kontrolcü sinyali eşitlik 4.3'de gösterilmektedir [23].

$$u(t) = Kp \left[e(t) + \frac{1}{\tau i} \int_0^t e(t) dt + \tau d \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (4.3)$$

BÖLÜM 5

MİKRODENETLEYİCİLİ ABS TEST DÜZENEĞİNİN TASARIMI

ABS fren sistemi testi için bir ABS test düzeneği gerçekleştirilmiştir. Bu test düzeneğinde 380 V asenkron motor, Easy Avr deney seti, Bosch ABS 5.3 abs modülatörü, ABS modülatöründeki valfleri ve hidrolik pompasının elektrik motorunu sürmek için sürücü devresi ve asenkron motor sürücü yer almaktadır. Oluşturulan ABS test düzeneğinin blok diyagramı Şekil 5.1’de verilmektedir.

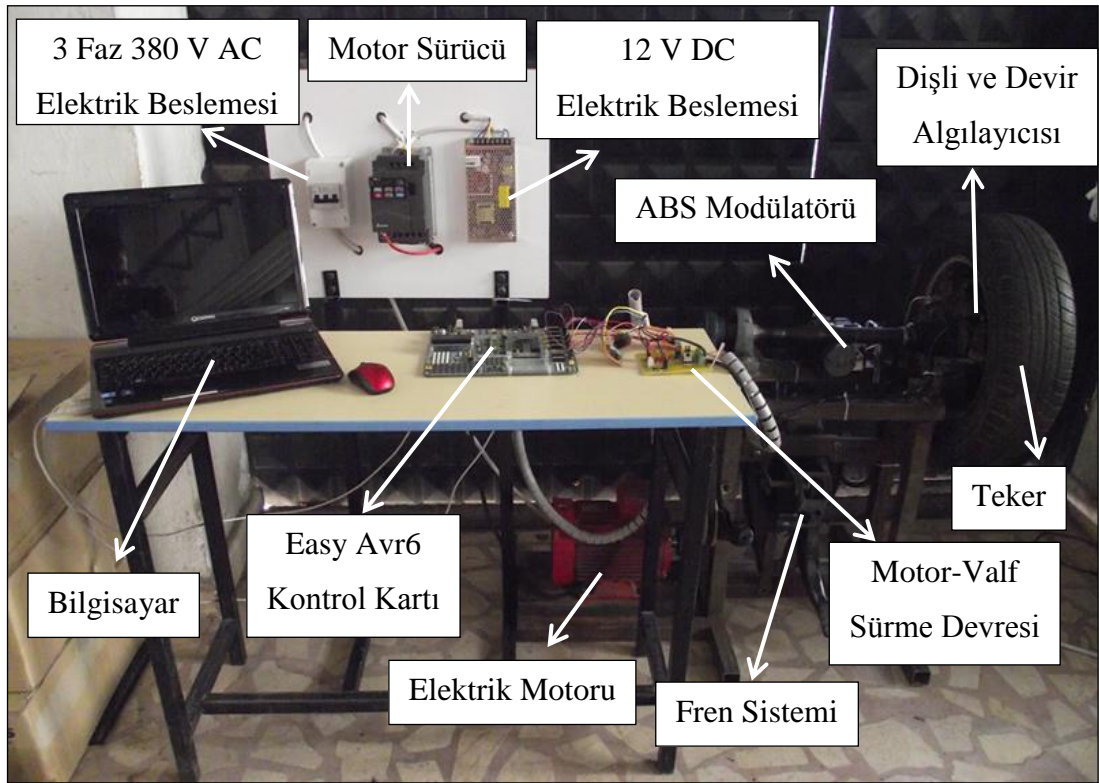


Şekil 5.1. Test düzeneğinin blok diyagramı.

Fren basıncı, tekerlek devri ölçülmekte ve sistemde giriş parametresi olarak kullanılmaktadır. Devir ölçmede endüktif algılayıcı, basınç ölçmede ise basınç algılayıcısı kullanılmaktadır. Giriş parametrelerinin gerilim değerleri 0-12 volt dc

aralığında olduğundan Easy Avr 6 deney seti üzerindeki mikrodenetleyiciye doğrudan vermek, mikrodenetleyicinin giriş portlarının yanmasına sebep olabilir. Bu yüzden algılayıcıdan gelen gerilim değerleri ilk önce valf-motor sürme devresinin üzerindeki gerilim bölücülerle 0-5 volt dc aralığına düşürülüp ardından kontrol katına giriş parametresi olarak verilmiştir. Bu veriler daha sonra kontrol kartı üzerinden bilgisayara aktarılmakta, bilgisayar üzerinde hazırlanmış yazılım ile grafiksel olarak gösterilmektedir.

ABS test sisteminin kontrolü Easy Avr 6 deney seti üzerindeki Atmega16 mikrodenetleyici ile sağlanmaktadır. Tekerlekler hız kazandırmak için elektrik motoru, tekerlekler ile elektrik motorunun bağlantısını sağlamak için kayış düzeneği kullanılmaktadır. Şekil 5.2’de ABS test düzeneği bileşenleri gösterilmektedir.



Şekil 5.2. ABS test düzeneği.

5.1. TEST DÜZENEGİ GÜÇ SİSTEMİ

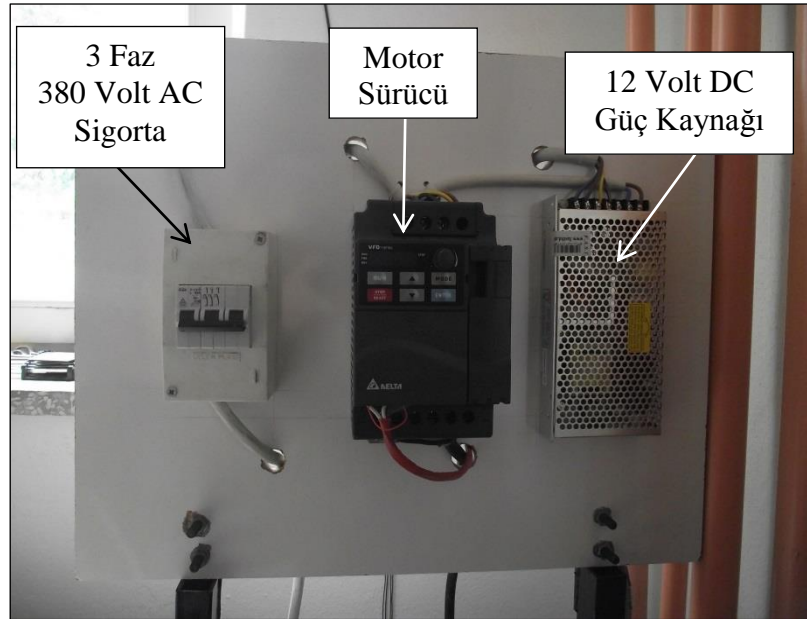
5.1.1. AC / DC Elektrik Beslemesi

Sistemde kullanılan ABS modülatörünün içerisindeki hidrolik pompasını çalıştıran elektrik motoru sistem üzerinde normal çalışmada 5 amper akım çekmektedir. ABS modülatörünün taşıt üzerindeki çalışma değerleri Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. ABS hidrolik pompası çalışma değerleri [21].

Çalışma Gerilimi	10.5 Volt \pm 0.5 Volt
Çalışma Akımı	45 Amper
Tepe Gerilimi	16 Volt \pm 0.1 Volt
Tepe Akımı	145 Amper

Sistemde kullanılan elektrik motoru ise 3 faz 380 volt gerilim ile çalışmaktadır. Görüldüğü üzere sistemde farklı gerilim türlerinde ve farklı değerlerde elektrik kaynağı gerekmektedir. Bu sebeple sistemde farklı elektrik kaynağı isteklerine cevap verebilecek bir güç sistemi tasarlanmıştır.



Şekil 5.3. Sistem elektrik besleme panosu.

Şekil 5.3’de görüldüğü gibi sistemin elektrik ihtiyacı 3 faz üzerinden 380 volt AC şebeke gerilimi ile karşılanmaktadır. Bu gerilim ilk önce ana sigortaya ulaştırılır. Sisteme ilk elektrik bu sigortanın açılması ile verilir. Sigortadan sonra 3 faz iletim kablosu 3,7 kW motor sürme kapasitesine sahip motor sürücüyü besler. Sistemdeki 12 volt DC elektrik gerilimi ile çalışan donanımların beslenmesi için ise 12 volt DC 12,5 amper değerinde güç kaynağından yararlanılmıştır. Bu güç kaynağının giriş beslemesi olan 220 Volt AC gerilimi ise 3 faz sigorta çıkışından tek faz ve nötr uçları ile elde edilmiştir. Bu sayede sistem sadece 3 faz 380 volt ile beslenip farklı ihtiyaçlara göre istenilen gerilim türleri ve değerleri elde edilmiştir.

5.2. ABS FREN SİSTEMİ

5.2.1. Bosch ABS 5.3 Modülâtör

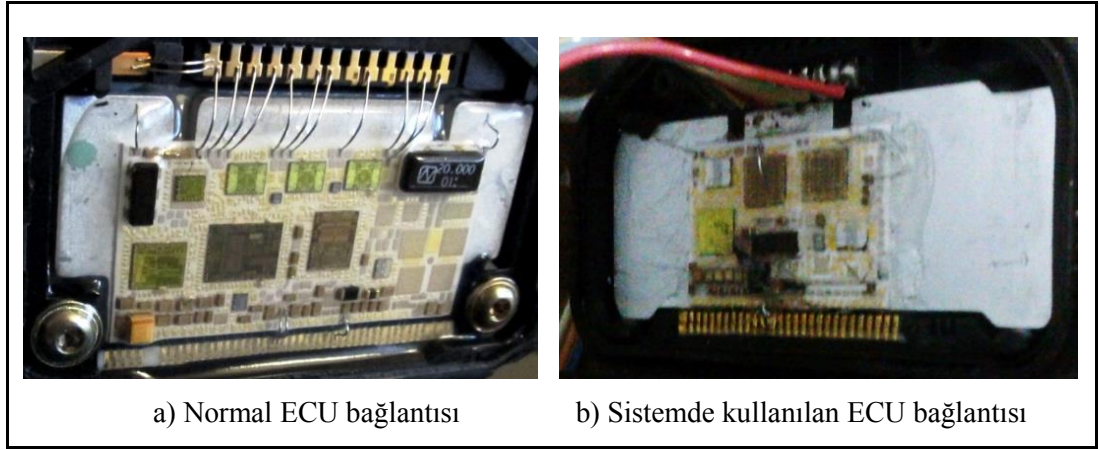
Sistemde Bosch firmasının ürettiği ABS 5.3 isimli modülâtör kullanılmıştır. Bu modülâtör elektronik kontrol ünitesi, hidrolik valflerin bulunduğu hidrolik kontrol ünitesi ve elektrik motoru olmak üzere temelde üç kısımdan oluşur. Şekil 5.4’de sistemde kullanılan Bosch ABS 5.3 modülâtörü verilmektedir.



Şekil 5.4. Sistemde kullanılan ABS modülâtörü.

5.2.2. Elektronik Kontrol Ünitesi

Bosch firmasının ürettiği ABS 5.3 sistemlerinde elektronik kontrol ünitesi modülatöre entegre bir şekilde konumlandırılmıştır. Modülatörün bağlantı kısmından gelen tekerlek devir bilgileri bu kontrol ünitesi tarafından yorumlanır ve hidrolik modülatöre ilgili sinyaller yollanarak ABS fren sisteminin çalışması sağlanır.



Şekil 5.5. ABS elektronik kontrol ünitesi bağlantısı.

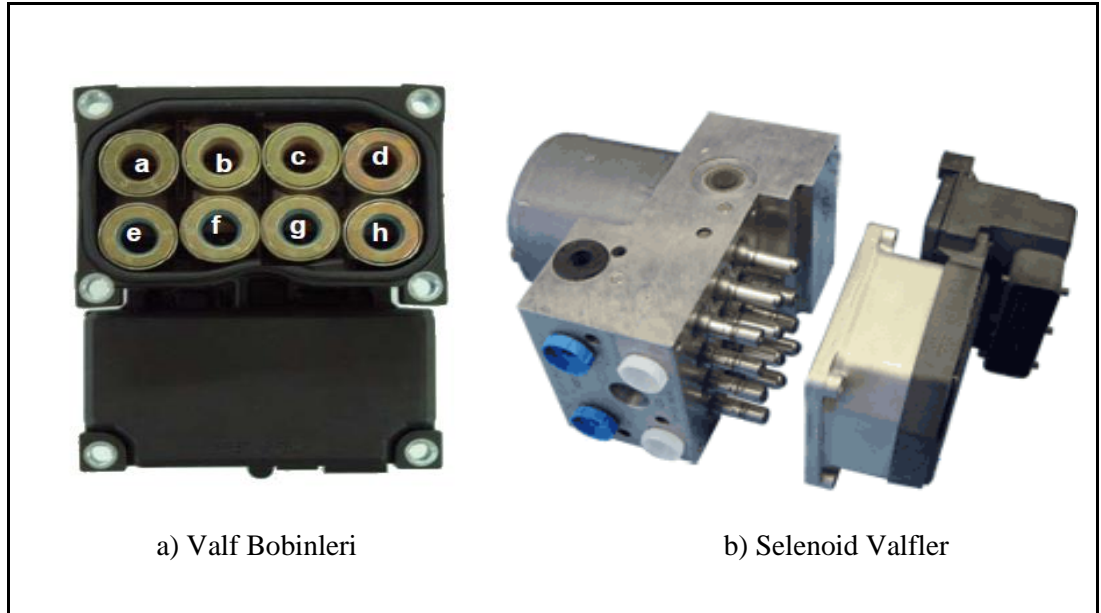
Şekil 5.5 a'da gösterildiği gibi elektronik kontrol ünitesi hidrolik modülatördeki valfleri ve elektrik motorunu teller vasıtasıyla gönderdiği elektrikselsinyallerle yönetmektedir.

Gerçekleştirilen test düzeneğinde ABS modülatörünü devreye alabilmek için araç motor elektronik kontrol ünitesinden gelen elektrik sinyallerine de ihtiyaç vardır. Hazırlanan düzenek motor elektronik kontrol ünitesine sahip olmadığı için ABS modülatörünü devreye alabilmek için Şekil 5.5 b'de gösterildiği gibi hidrolik modülatör ile ABS elektronik kontrol ünitesinin bağlantısı kesilip yerine harici olarak hazırlanan bir kontrol birimine bağlantı sağlamak için kablolar bağlanmıştır. Bu kablolar kontrol ünitesinin yönettiği valf-motor sürücü devresinin çıkışına bağlanmıştır. Bu sayede hazırlanan kontrol ünitesi valf-motor sürücü devresi üzerinden ABS modülatöründeki valfleri ve motoru kontrol edebilmektedir.

5.2.3. Hidrolik Kontrol Ünitesi

Hidrolik kontrol ünitesi valflerden, basınç odalarından, hidrolik pompalayan pistonlardan oluşan kısımdır. Sistemde kullanılan selenoid valfler fren basıncını düzenlemek için kullanılan giriş ve çıkış valfleridir.

Her bir teker için bir giriş ve bir çıkış valfi olmak üzere ABS modülatöründe toplam sekiz adet selenoid valf kullanılmıştır. Hazırlanan sistemde bir adet tekerlek olduğu için bir adet giriş ve bir adet çıkış valfi kullanılmıştır.



Şekil 5.6. Hidrolik modülatör valf bloğu.

Şekil 5.6 da görüldüğü gibi selenoid valfler hidrolik modülatör içerisinde sıralanmıştır. Şekil 5.6 a'da bu valflerin manyetik alan ile açılıp kapanmasını sağlayan bobin bloğu gösterilmektedir.

Selenoid valfler elektrik enerjisi ile çalışır ve akışkanın otomatik olarak kontrol edilmesi gerektiği yerlerde kullanılır. Selenoid valfler elektrik enerjisinin bir bobin yardımıyla oluşturduğu manyetik alanın bir takım parçaları hareket ettirmesi prensibinden yararlanılarak geliştirilmişlerdir. Çizelge 5.2'de selenoid valflerin bobinlerinin direnç değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.2. Selenoid valf direnç değerleri.

Selenoid Valf	Direnç Değeri
Inlet Valve (EV)	$8,54\Omega \pm 0,5\Omega$
Outlet Valve (AV)	$4,29\Omega \pm 0,25\Omega$

Selenoid valfler elektrik varken açık ya da kapalı olarak tasarlanabilirler. Bu valfin konumları normalde açık (NA) ya da normalde kapalı (NK) durumu olarak adlandırılır [24].

Çizelge 5.3. Hidrolik modülatör valf dizilişi.

a	Inlet Valfe (RR)
b	Inlet Valfe (FL)
c	Inlet Valfe (FR)
d	Inlet Valfe (RL)
e	Outlet Valfe (RR)
f	Outlet Valfe (FL)
g	Outlet Valfe (FR)
h	Outlet Valfe (RL)

Çizelge 5.3' de hidrolik modülatör valf bobinlerinin ilgili oldukları tekerleklerin listesi verilmiştir.

5.2.4. Geri Dönüş Pompası Elektrik Motoru

Elektrik motoru ABS fren sisteminde fren disklerindeki basıncı azaltma aşamasında fren basıncının fren merkezinde doğru yönlendirilmesi için hidrolik modülatörde bulunan iki adet pistonu çalıştırmak için kullanılır. Şekil 5.7'de sistemde kullanılan elektrik motoru gösterilmektedir.



Şekil 5.7. ABS hidrolik pompa motoru.

5.3. TEKER TAHRİK SİSTEMİ

5.3.1. Elektrik Motoru

Sistemde tekerleğe hareketini vermesi için 380 V üç fazlı elektrik gerilimi ile çalışan 1430 devir/dakika hızına sahip, 3Kw gücünde Türk Elektrik Endüstrisi A.Ş. üretimi elektrik motoru kullanılmıştır. Elektrik motorunun hareketini aks miline ve oradan da tekerleğe aktarmak için kayış sistemi, elektrik motorunu dönüş kuvvetini aks milinden ve dolayısıyla tekerlekten çekmek yada aktarmak için gerdirme sistemi kullanılmıştır. Şekil 5.8’de sistemde kullanılan elektrik motoru gösterilmektedir.



Şekil 5.8. Elektrik motoru.

Elektrik motorunun torku motor gücünün, motor açısal hızına bölünmesi ile bulunur. Açısal hız Eşitlik 5.1'deki formülle hesaplanmıştır.

$$\omega = (2 \times 3.14 \times \text{Dakikadaki Motor Devri})/60 \quad (5.1)$$

Eşitlikteki ilgili yerlere değerleri koyduğumuzda Açısal hız,

$$\omega = (2 \times 3.14 \times 1430)/60 = 149.67 \text{ olarak bulunur.}$$

Motor Torku ise Eşitlik 4.2'deki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Tork } (\tau) = \text{Motor Gücü } (\rho) / \text{Açısal Hız } (\omega) \quad (5.2)$$

Eşitlik 5.1'deki formülle hesaplanan açısal hız değeri ve motorun gücü Eşitlik 5.2'de yerine konulduğunda motorun torku,

$$\text{Tork } (\tau) = 3000/149.67 = 20.04 \text{ nM olarak bulunur.}$$

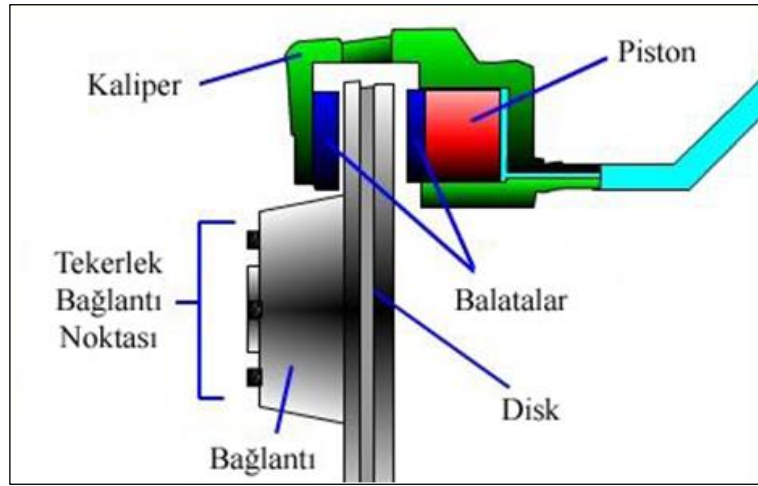
5.3.2. Kayış, Aks Sistemi

Sistemde elektrik motorunun ürettiği hareketi tekere aktarmak için aks kullanılmış, aks ile elektrik motorunun bağlantısını ise kayış ve bu bağlantıyı gerekli taktirde kesmek için ise gerdirme mekanizmasından yararlanılmıştır.

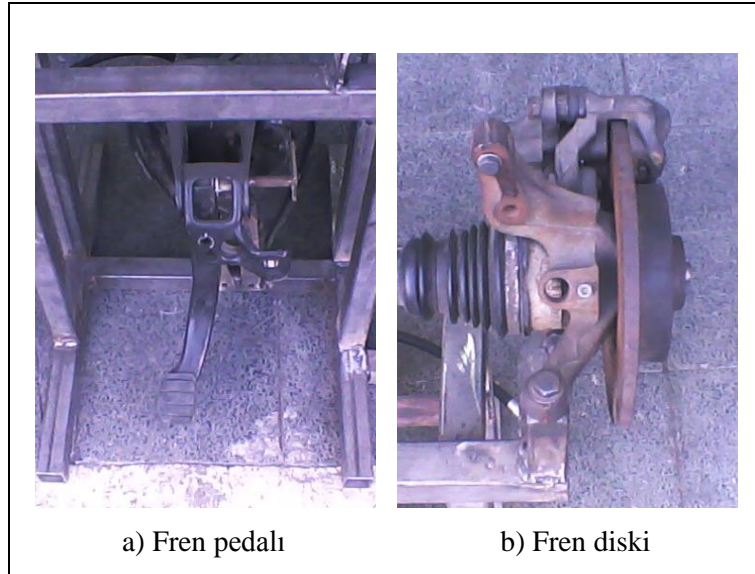
5.3.3. Fren Sistemi

Sistemde kullanılan disk fren standart bir otomobilin üzerinde bulunan fren sisteminin bir parçasıdır. Fren pedalına basıldığında sistemdeki hidrolik sıvı boruya itilir. Sıvıların sıkıştırılmaz oluşu ve buldukları kabın her noktasına aynı basıncı uygulamaları prensibinden yararlanılarak, boru içerisindeki sıvı ince bir geçitten kaliperlerin arasındaki balata pistonuna iletilir.

Ayakla fren pedalına uygulanan 2kg'lık bir kuvvet ile, daracık kesitli olan kanal ağzından sıvının pistonu genişleterek iletilmesini sağlar ve bunun neticesinde 2 tonluk bir basınç oluşturulabilir. Çünkü uygulanan kuvvet piston üzerinde çok daha geniş bir alana yayıldığından ve sıvılar üzerine uygulanan basıncı her noktaya eşit iletildiğinden kat be kat fazla bir kuvvet ile piston yer değiştirmeye zorlanır. Şekil 5.9'de fren disk yapısı gösterilmektedir.



Şekil 5.9. Fren disk yapısı.



Şekil 5.10. Fren sistemi.

Pistonun ucunda ve diskin arka tarafında bulunan balatalar ile disk sanki mengene ile sıkılıyormuş gibi basınca maruz kalır. Bu disk balataların arasında tekerlekle beraber dönmekte olduğundan frenleme ile birlikte inanılmaz bir sürtünme ve buna bağlı ısı enerjisi oluşur. Şekil 5.10’da sistemde kullanılan fren ve fren diski gösterilmektedir.

5.3.4. Tekerlek

Sistemde ABS fren sisteminin çalışmasını gerçeğe yakın test edebilmek için gerçek teker kullanılmıştır. Kullanılan teker standart olarak otomobillerde kullanılan tekerlerle aynı özelliklerde olup lastik taban genişliği 165 mm, yanak boyutu 65 mm, jant büyüklüğü 17 inch olarak kullanılmıştır.

Sistemde tekerleğin saatteki hızını hesaplamak için eşitlik 4.2’den yararlanılmıştır.

$$\text{Hız} = \text{Tekerlek Çevresi} \times \text{Tekerleğe Aktarılan Devir} \times 60 \quad (5.3)$$

Eşitlik 5.3’deki denklemde Tekerlek Çevresi sistemde kullanılan tekerleğin bir tam turunda aldığı yolu vermektedir. Tekerleğe Aktarılan Devir, devir algılayıcısının okuduğu, tekerleğin bir dakikadaki devrini ifade etmektedir. Bu iki değer çarpımı tekerleğin bir dakikada aldığı yolu, bu sonucun da 60 ile çarpımı tekerleğin saatteki hızını vermektedir.

Şekil 5.11’de tekerin sisteme bağlanmış görünümü verilmektedir.



Şekil 5.11. Sistemde kullanılan teker.

5.4. TEKER TAHRİK KONTROL SİSTEMİ

5.4.1. Motor Sürücü

Sistemde tekere hareket vermek için kullanılan 3 KW gücünde 3 faz 380 volt gerilim ile çalışan Delta firmasının ürettiği VFD-E serisi motor sürücü kullanılmıştır.



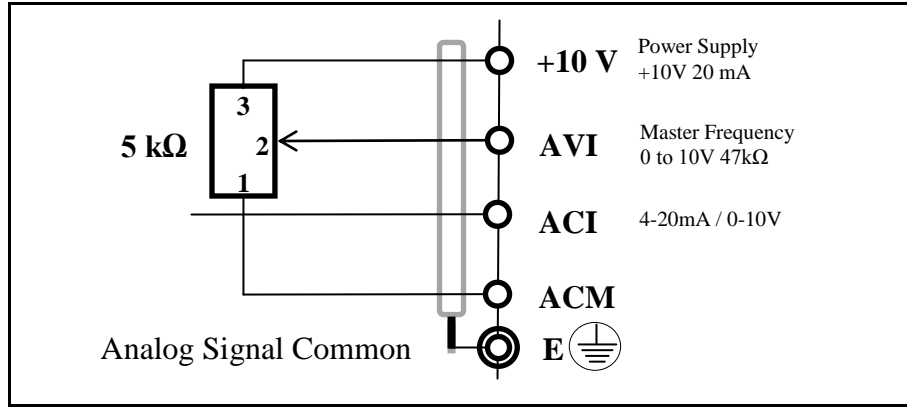
Şekil 5.12. Delta VFD-E motor sürücü.

Motor sürücü Modbus RTU protokolü ile RS485 seri iletişim, PC/dizüstü bilgisayar için Windows tabanlı yapılandırma aracı, kontrol için gerekli menüler ve esnekliğe sahiptir. 10 bit analog giriş çözünürlüğü, ayarlanabilir analog ve dijital giriş çıkış portları, dâhili, bağımsız oransal integral türev (proportional integral derivative - PID) kontrol özelliklerine sahiptir. Şekil 5.12''de testlerde kullanılan motor sürücü verilmektedir [25].

5.4.2. Digital Potansiyometre

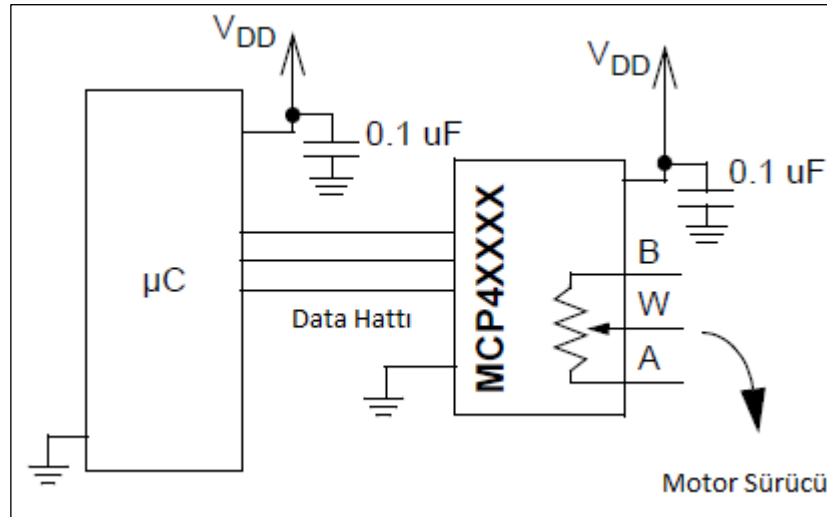
Sistemde teker hızını kontrol etmek için motor sürücü kullanılmaktadır. Motor sürücü seçilebilir hız kaynağı ayarına sahiptir. Yani ister sürücünün panelinden, ister harici bir potansiyometreden hız bilgisi sürücüye aktarılabilir. Bunu gerçekleştirmek

için motor sürücünün ayar kısmından 02 numaralı menünün 00 numaralı alt menüsünün değeri "1" olarak değiştirilmiştir. Motor sürücüye harici potansiyometrenin bağlantısı şekil 5.13'de verilmektedir.



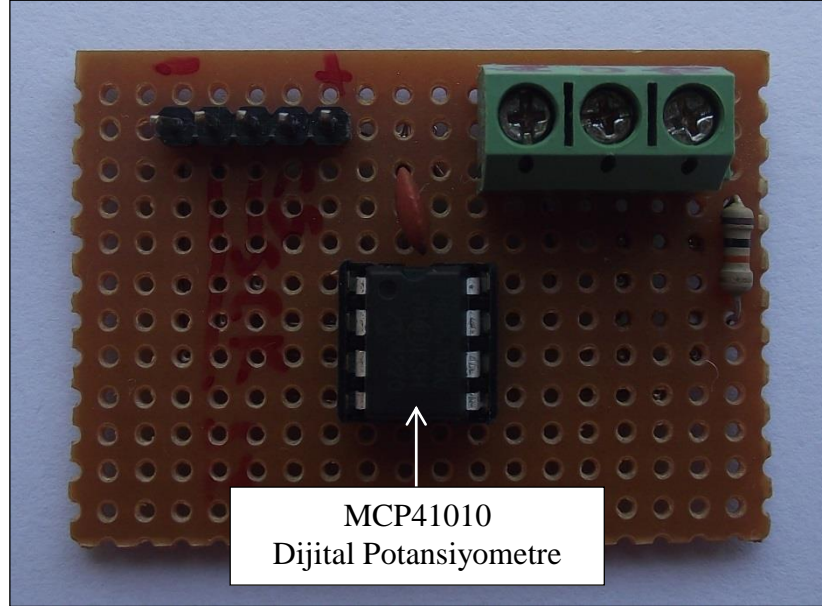
Şekil 5.13. Motor sürücü harici potansiyometre bağlantı şeması [25].

Potansiyometreyi mikrodenetleyici ile kontrol edebilmek için MCP41010 modelinde 10 kΩ dijital potansiyometre kullanılmıştır. Potansiyometrenin bağlantı şeması şekil 5.14'te gösterilmektedir.



Şekil 5.14. Dijital potansiyometre bağlantı şeması.

Bu potansiyometre 256 adım ile direnç değerini değiştirmektedir. Mikrodenetleyicinin SPI arayüzü ile seri olarak iletişime geçmektedir. Devrenin gerçekleştirilmiş hali şekil 5.15'te gösterilmektedir.



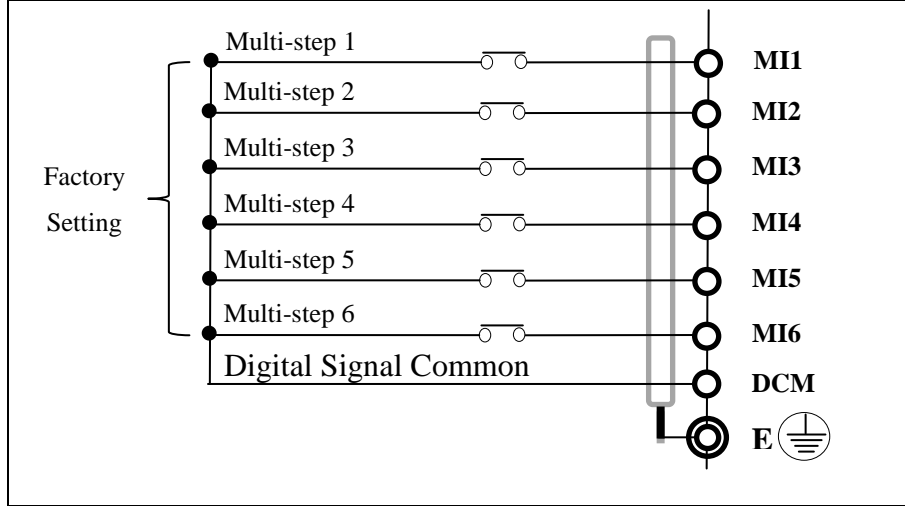
Şekil 5.15. MCP41010 dijital potansiyometre devresi.

Dijital potansiyometreye değer göndermek için aşağıdaki kod bloğu çalıştırılmalıdır. Örnek olarak potansiyometreye mikrodenetleyicinin SPI arayüzü kullanılarak “125” değeri gönderilerek direnç değerini yaklaşık 5 k Ω seviyesine ayarlaması sağlanmıştır.

```
DigPot_CS = 0;  
SPI_Write(0b00010001);  
SPI_Write(125);  
DigPot_CS = 1;
```

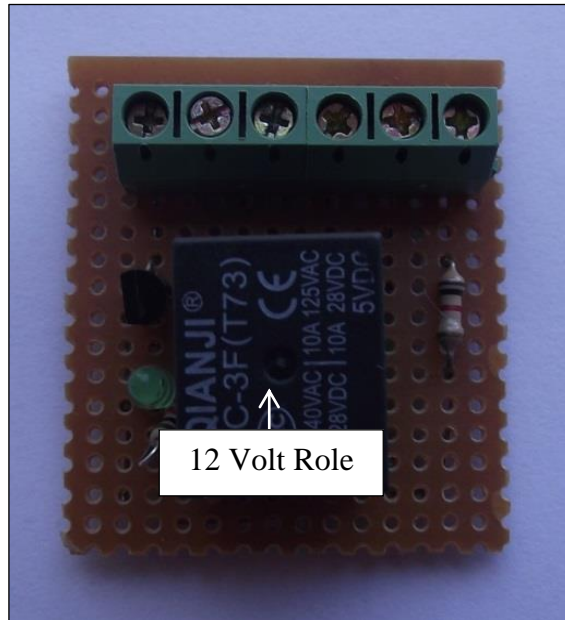
5.4.3. Role

Sistemde motor sürücüyü çalıştırıp durdurmak için röleden faydalanılmıştır. Motor sürücüyü başlama yada durma komutunu isten sürücü panelinden yada harici bir düğme yada role ile vermek mümkündür. Bunu gerçekleştirmek için motor sürücünün ayar kısmından 02 numaralı menünün 01 numaralı alt menüsünün değeri “1” olarak değiştirilmiştir. Motor sürücüyü harici rolenin bağlantısı şekil 5.16’da verilmektedir.



Şekil 5.16. Motor sürücü harici role bağlantı şeması [25].

Sisteme takılan role ile mikrodenetleyicinin herhangi bir bacağı çıkış yapıp '1' değeri verilirse role aktif olacak ve motor sürücüyü harekete başlaması için gerekli komutu iletecektir. Bu sayede motorun başlatılması yada durdurulması işlemi kullanıcı arayüzünden yapılabilir. Devrenin gerçekleştirilmiş hali Şekil 5.17'te gösterilmektedir.

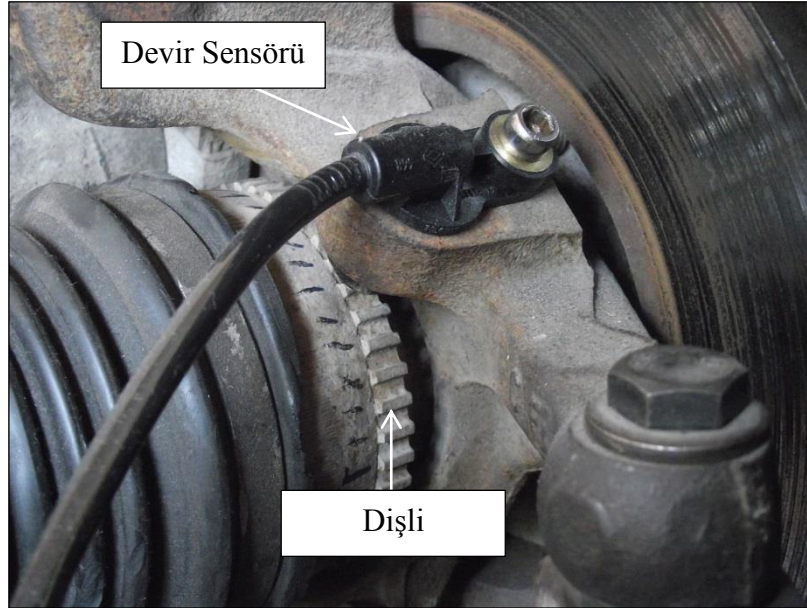


Şekil 5.17. Role devresi.

5.5. TEKER HIZI ÖLÇME SİSTEMİ

5.5.1. Endüktif Devir Sensörü

Sistemde tekerleklerin hızını ölçmek için araçlarda kullanılan iki yollu, harici beslemeye gerek duymayan endüktif algılayıcı kullanılmıştır. Sensör porya üzerindeki dişlilere bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu dişlileri her gördüğünde bir elektrik akımı üretir. Dişlinin bir tam turunda 45 adet diş bulunmaktadır. Yani teker bir tam tur döndüğünde 45 adet gerilim yükselmesi olacaktır. Bu gerilim yükselmelerini saydırıp tekerin dönüş hızı hesaplanmıştır. Şekil 5.18' de sistemde kullanılan devir algılayıcısı gösterilmektedir.

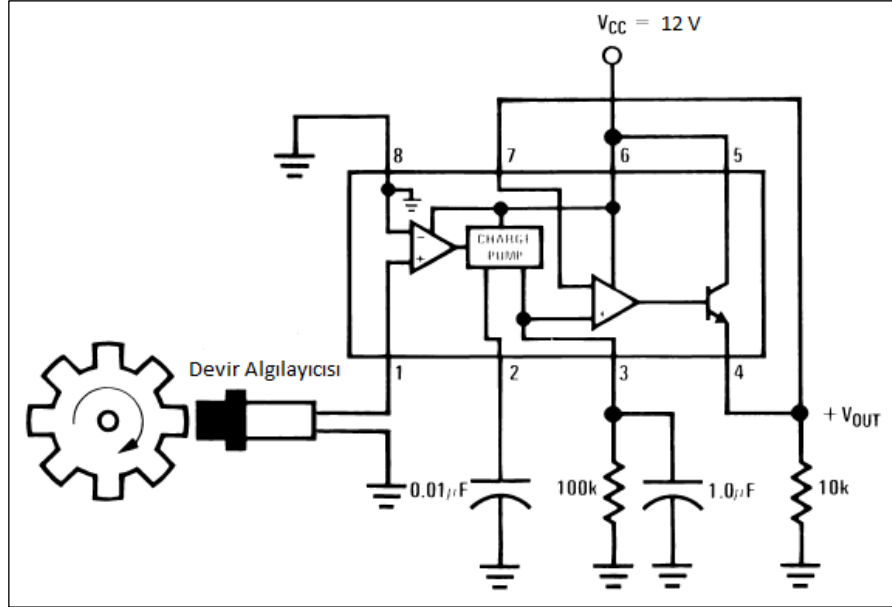


Şekil 5.18. Devir algılayıcısı.

5.5.2. Frekans/Gerilim Çevirici

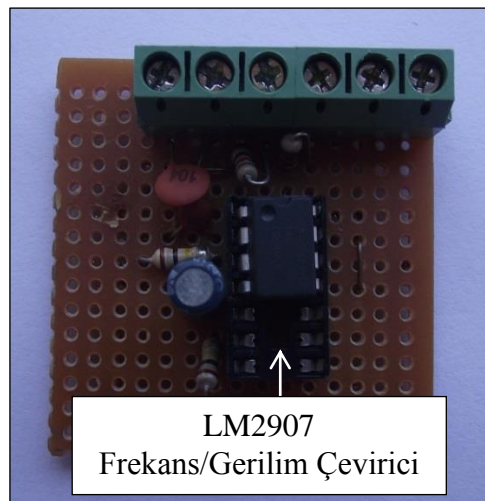
Sistemde tekerlek devir algılayıcısından gelen sinyalleri ölçerek tekerin devri hesaplanmıştır. Elektrik motoru tam devir döndüğünde yaklaşık 1.15 kHz lik bir frekans üretmektedir. Bu frekans 1430 devir/dakika hızına eşittir. Sistemde teker devir algılayıcısından gelen frekans bilgisini gerilime dönüştürmek için LM2907

frekans voltaj çevirici entegresinden faydalanılmıştır. Oluşturulan devrenin şematik görüntüsü ekil 5.19’da verilmektedir.



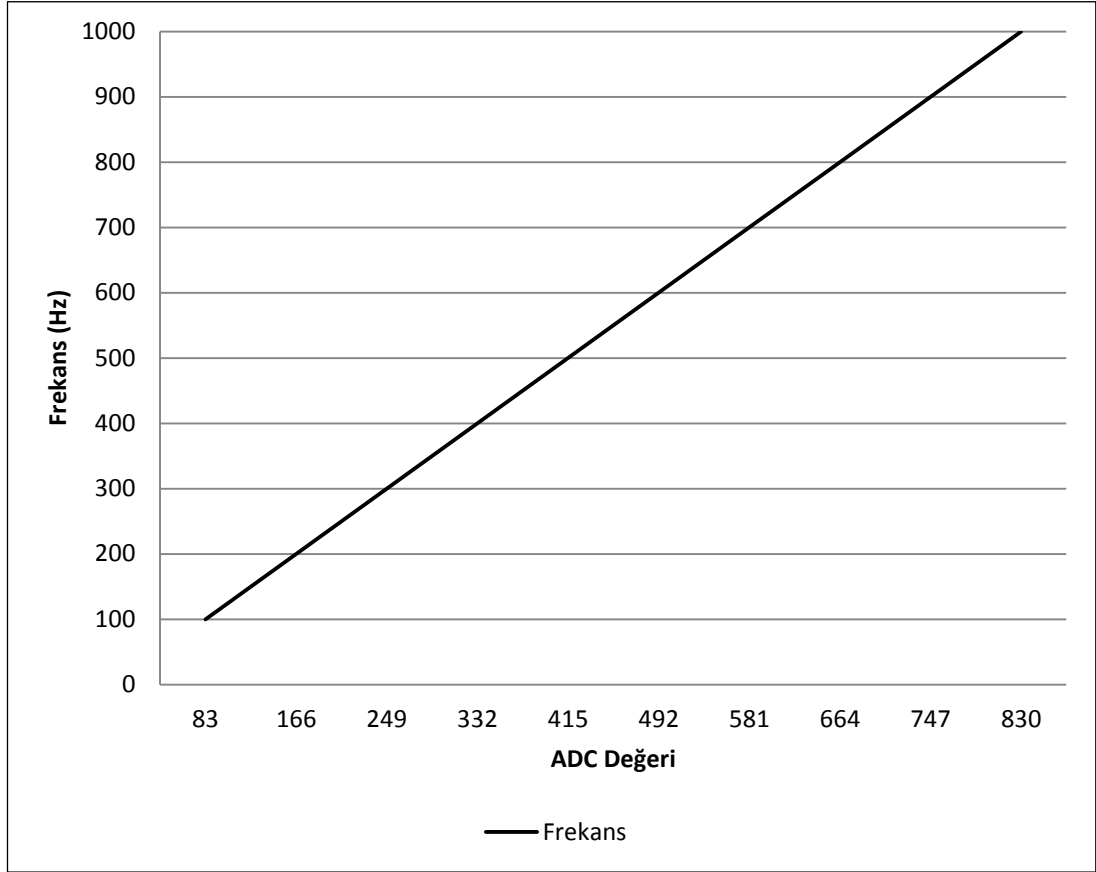
Şekil 5.19. LM2907 frekans voltaj dönüştürücü devresi.

Devrenin çıkışında ise 0-10 volt gerilim elde edilmektedir. Bu gerilim ise gerilim bölücü ile 0-5 volt aralığına düşürülerek mikrodenetleyicinin ADC girişine verilerek sinyalin mikrodenetleyici tarafından okunması sağlanmıştır. Devrenin gerçekleştirilmiş hali Şekil 5.20’de gösterilmektedir.



Şekil 5.20. Sistemde kullanılan frekans / gerilim dönüştürücü devresi.

Mikrodenetleyicinin ADC girişi devir algılayıcısından gelen her 100 Hz frekans bilgisine karşılık 83 değerini okumaktadır. Şekil 5.21’de mikrodenetleyicinin adc girişinin okuduğu adc değer grafiği gsterilmektedir.



Şekil 5.21. Frekans / ADC değeri grafiği.

Okunan adc değerine karşılık tekerin ddnüş hızı ise eşitlik 5.4’deki denklem ile hesaplanmaktadır.

$$Hız Rpm = Okunan ADC \times \left(\frac{Dişli Sayısı \times 830}{1000} \right) \times 60 \quad (5.4)$$

Hesaplanan bu değer tekerin bir dakikadaki ddnüş hızıdır. Eğer hızı kilemotre cinsinden hesaplamak istenirse eşitlik 5.5’deki denklemden faydalanılır.

$$Hz Km = (Hız Rpm \times Teker Çevresi \times 60) / 100000 \quad (5.5)$$

5.6. FREN BASINCI ÖLÇME SİSTEMİ

5.6.1. Fren Basınç Algılayıcısı

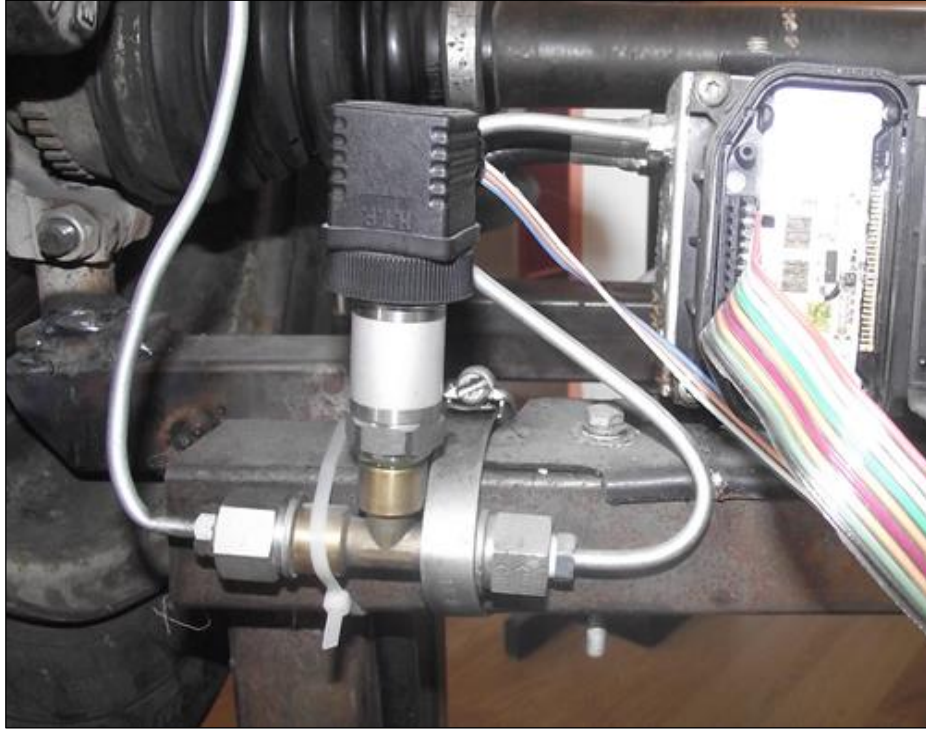
ABS fren sistemi test düzeneğinde fren basıncını ölçüp ABS elektronik kontrol ünitesine giriş parametresi olarak vermek ve bilgisayar yazılımı sayesinde ölçülen değerlerdeki değişimin grafiğini eş zamanlı olarak göstermek için algılayıcılardan yararlanılmıştır. Kullanılan algılayıcı şekil 5.22’de gösterilmektedir.



Şekil 5.22. Sistemde kullanılan basınç algılayıcısı.

Sistemde Nagano SML-20.0 basınç algılayıcısı kullanılmıştır. Bu algılayıcının besleme gerilimi 12-32 Volt DC dir. 25 bar basınca kadar ölçüm yapıp 0-10 Volt DC çıkış vermektedir.

Basınç algılayıcısı sisteme bağlantısı Şekil 5.23’de gösterildiği gibi yapılmıştır. Sistemde basınç algılayıcısı fren disklerine giden fren hidroliği borusuna seri bağlanmıştır. Bu sayede fren disklerindeki basıncın ölçülmesi amaçlanmıştır. Ölçülen basınç değerinde karşılık 0-10 volt dc çıkış üretmiştir. Bu gerilim mikro denetleyicinin adc girişine gerilim bölücü yardımı ile 0-5 volt dc ye düşürülerek bağlanmıştır. Bu sayede basınç değeri 0-5 volt aralığında adc ile okunması sağlanmıştır.



Şekil 5.23. Basınç algılayıcısı bağlantısı.

Sistemdeki fren basıncı Eşitlik 5.6'daki denklem ile hesaplanmıştır.

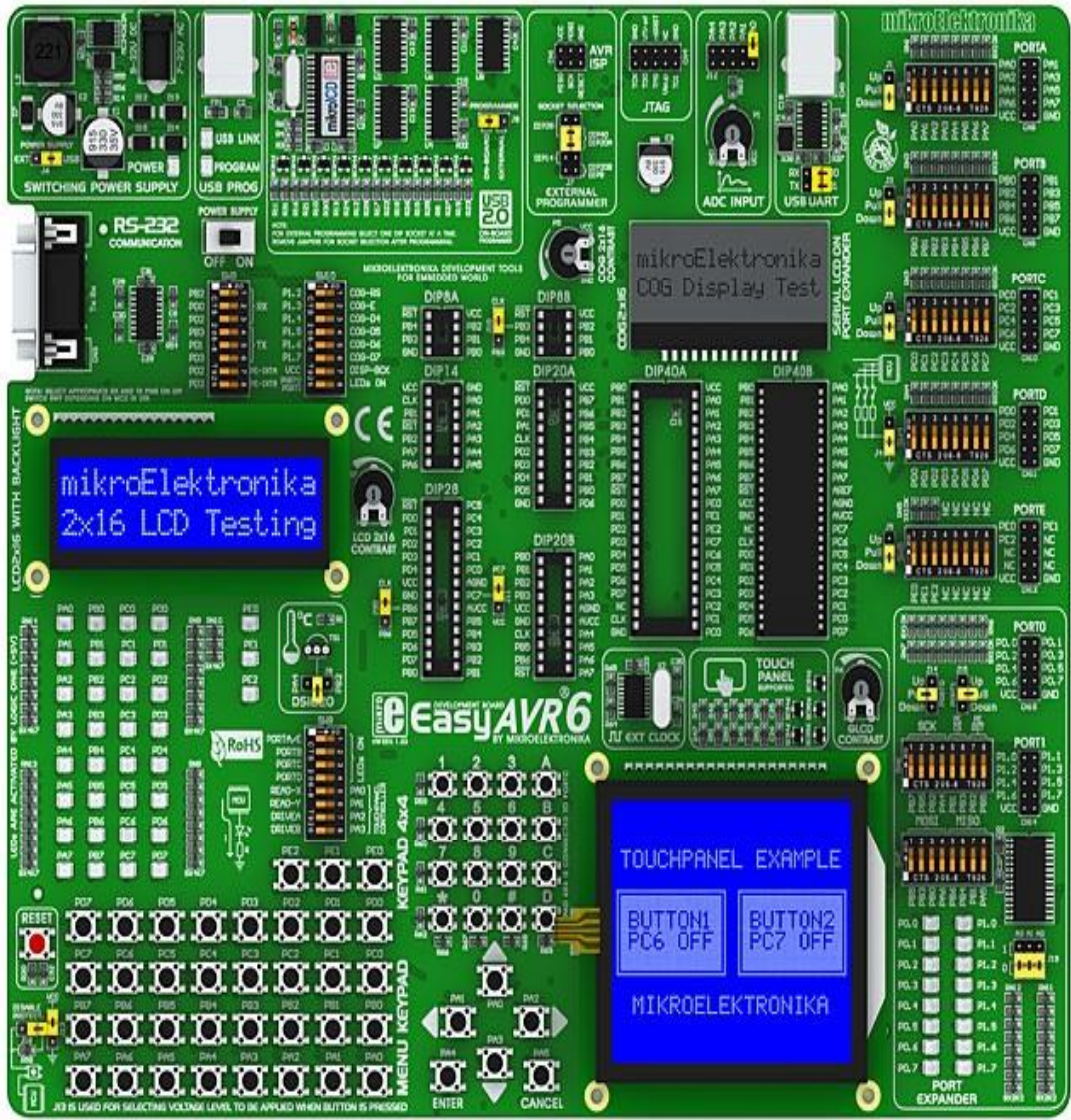
$$\text{Basınç (Bar)} = \text{Okunan Avc} / 1000 \times 25 \quad (5.6)$$

5.7. KONTROL SİSTEMİ

5.7.1. Kontrol Kartı

Sistemin kontrolünü sağlamak, sistemden gelen verileri yorumlayıp sisteme müdahale etmek, gelen verilere göre bilgisayar yazılımı ile iletişim halinde olup bu verileri yazılıma göndermek için kontrol kartı kullanılmıştır. Şekil 5.24'de sistemde kontrol kartı amaçlı kullanılan Easy Avr 6 elektronik deney seti verilmektedir.

Easy Avr 6 elektronik sistem geliştirme kartı 8, 14, 20, 28 ve 40 bacaklı Avr işlemcilere destek verebilmektedir. Üzerine entegre edilmiş USB 2.0 programlayıcı ile harici bir programlama devresine gerek kalmadan, mikrodenetleyiciyi sistemden söküp çıkarmadan programlama imkanı sunmaktadır.



Şekil 5.24. Easy Avr 6 elektronik deney seti [26].

Bilgisayar ve diğer elektronik cihazlarla haberleşmeyi sağlayacak seri iletişim kısmı ve USART entegresi bulunmaktadır. ABS fren test düzeneğinde bilgisayar ile iletişimi USART arabiriminden gerçekleştirilmiştir.

Kontrol kartında Atmel firmasının ürettiği AVR serisi Atmega16 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Çizelge 5.4'de Atmega 16 mikrodenetleyici temel özellikleri verilmektedir.

Çizelge 5.4. Atmega16 mikrodeneleyici özellikleri [27].

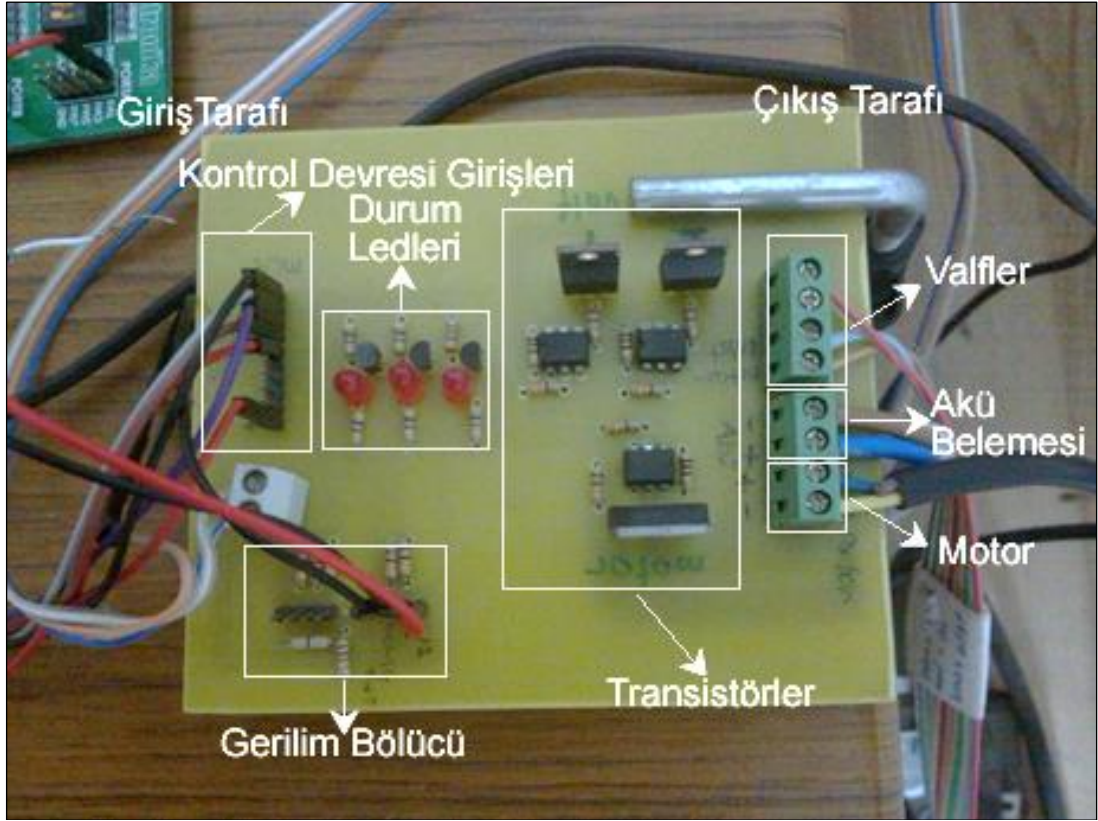
RISC mimarisi
16K Byte Flash Program Belleği
512 Byte EEPROM
32 x 8 Genel Amaçlı Çalışan Yazmaçlar (Kütükler-Registers)
16 MHz de 16 MIPS'e Kadar Çıkabilme
20 yıl 85°C'de/100 yıl 25°C' veri saklayabilme
10,000 Flash/100,000 EEPROM yazılıp silme
2 Adet 8-bit Zamanlayıcı/Sayıcı (Timer/Counters)
Bir adet 16-bit Zamanlayıcı/Sayıcı (Timer/Counter)
Ayrık osilatör ile gerçek zamanlı sayaç
4 PWM Kanalı
8 Kanallı, 10-bit ADC
Programlanabilir USART

5.8. VALF VE HİDROLİK POMPA MOTORU KONTROL SİSTEMİ

5.8.1. Motor Sürme Devresi

Valf ve hidrolik pompa motoru sürme devresi sistemde bulunan bir adet elektrik motorunu ve 2 adet selenoid valfi sürmek için tasarlanmıştır. Tasarımda üç adet transistör kullanılmıştır.

Valflerin ve elektrik motorunun durumunu kolay gözlemleyebilmek için üç adet led kullanılmıştır. Kontrol devresinden gelen sinyalleri almak ve valflere ile elektrik motoruna akım sağlamak için ise bağlantı noktaları yerleştirilmiştir. Şekil 5.25'de motor ve valf sürme devresi gösterilmektedir.



Şekil 5.25. ABS hidrolik pompa motoru ve valf sürme devresi.

Şekil 5.25’de gösterildiği gibi devrenin giriş tarafı kısmında kontrol devresindeki mikrodenetleyiciden gelen transistör tetikleme sinyalleri ilgili kısma ulaştırmak için bağlantı soketleri bulunmaktadır.

Tetikleme işlemi sonucunda hangi transistör aktif olacaksa ilgili transistör için de görsel kontrol amaçlı led kullanılmıştır. Ayrıca sistem üzerindeki algılayıcılardan gelen sinyalleri mikrodenetleyicinin çalışma gerilimi olan 0-5volt dc ye düşüren gerilim bölücüleri kullanılmıştır. Çıkış tarafında ise ilgili valfe yada motora giden çıkışlar bulunmaktadır.

5.9. BİLGİSAYAR VE KULLANICI ARAYÜZ YAZILIMI

Sistemde kontrol kartı ile haberleşip verileri anlık olarak okumak, okunan verileri ve sistemin durumunu grafiksel olarak göstermek, analizleri yapmak, sistemi kontrol edip ABS yi açma ve kapatmak, bağlantı ayarları gibi özellikleri düzenlemek için

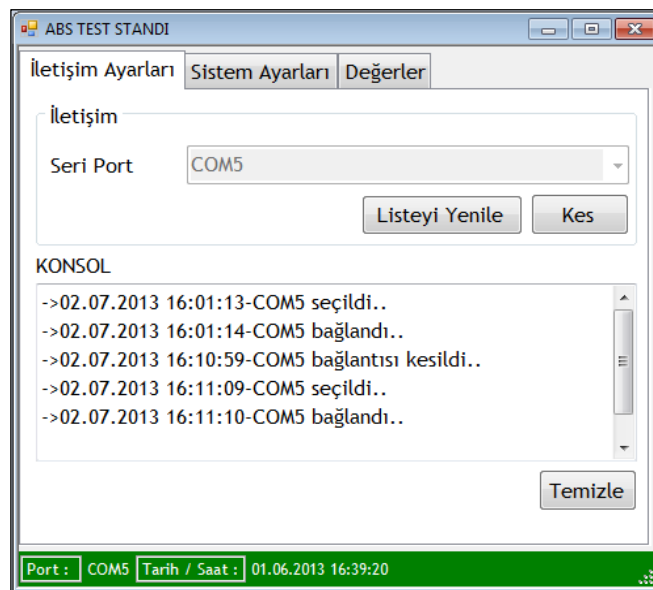
bilgisayar ve bu bilgisayar üzerine yazılıp kurulmuş bir yazılımdan faydalanılmaktadır.

Yazılımın giriş ekranında üç adet sekme bulunmaktadır. Bunlardan birincisi iletişim ayarları, ikincisi sistem ayarları ve üçüncüsü değerler sekmeleridir. Yazılımda anlık tekerlek devrini, km/h, rpm cinsinden, fren basıncını bar cinsinden gösteren alanlar bulunmaktadır. Bunlara ilave olarak frene basıldığı zaman görsel olarak frenin basıldığını gösteren fren ikaz kısmı bulunmaktadır.

5.9.1. İletişim Ayarları

İletişim ayarları sekmesinde bilgisayar yazılımı ile test düzeneği arasındaki bağlantıyı sağlayacak kısım bulunmaktadır. Bu bağlantı bir USB kablosu ile sağlandığından yazılımdan bu kablonun bilgisayarın hangi USB portuna bağlandığının belirtilmesi gerekmektedir.

İlgili port seçilip bağlan tuşuna basıldığında bir hata oluşmadığı sürece sisteme bağlanılır. Yine sistem ile bağlantı bu kısımdan sonlandırılır. Sistem ile bağlantı kurulmadan diğer sekmelere geçilemez. Şekil 5.26'da kullanıcı arayüz giriş ekranı gösterilmektedir.

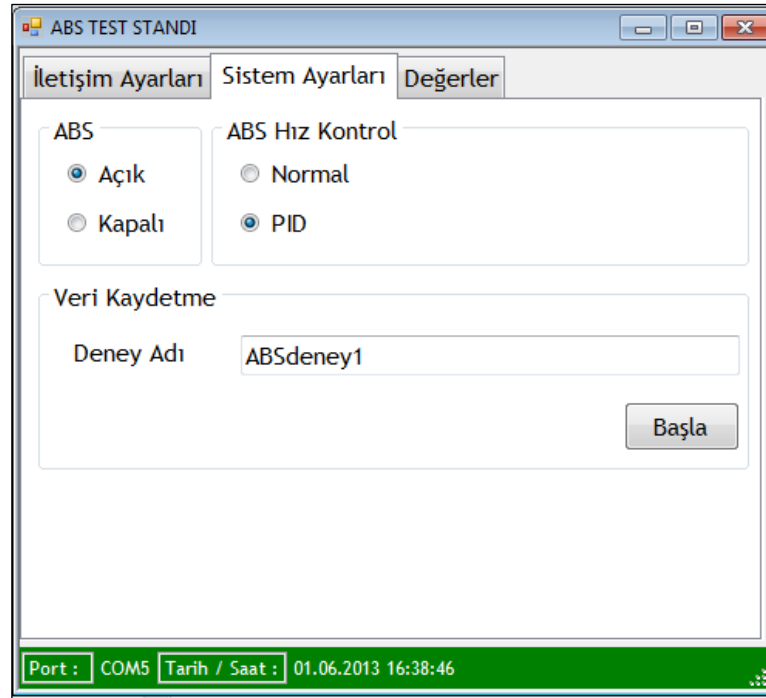


Şekil 5.26. ABS bilgisayar yazılımı.

5.9.2. Sistem Ayarları

Şekil 5.18’da ABS bilgisayar yazılımı sistem ayarları sekmesi gösterilmektedir. Bu sekmede ABS kontrolü açık yada kapalı olarak seçilebilir. Bu sayede sistem ABS kontrolü olmadan yada ABS kontrolü ile çalıştırılarak arasındaki farklılıklar kolaylıkla gösterilebilir. ABS hız kontrol kısmında ise normal ve PID olarak iki seçenek mevcuttur. Bu seçeneklerden normal olan seçildiği takdirde hız el ile arttırma ve azaltma düğmeleri sayesinde istediğimiz değere ayarlanır.

PID seçeneği seçildiği takdirde ise istediğimiz hız değerini seçtiğimizde sistemin denetleyicisi içerisindeki PID ile hız kontrol yazılımı tekerlek hızını otomatik olarak istediğimiz değere getirir ve orada sabit tutar. Bu sayede istenilen hız değerlerine çabuk bir şekilde otomatik olarak ulaşılması sağlanır. Şekil 5.27’de kullanıcı arayüzü sistem ayarları ekranı gösterilmektedir.



Şekil 5.27. ABS bilgisayar yazılımı sistem ayarları sekmesi.

Veri kaydetme kısmındaki deney adı alanı ise yapacağımız deneylerin verilerinin tutulacağı dosya ismini gireceğimiz alandır. Bu alan değer girilmez ise yapacağımız testlerin sonuçları bilgisayara kaydedilmez.

5.9.3. Sistem Değerleri

Şekil 5.19’da ABS bilgisayar yazılımı değerler sekmesi gösterilmektedir. Bu sekmede sistemimizin kontrolünü ve sistemden gelen verilerin gösterilmesinin sağlandığı bölümler mevcuttur. Şekil 5.28’de kullanıcı arayüz değerler ekranı gösterilmektedir.



Şekil 5.28. ABS bilgisayar yazılımı değerler sekmesi.

Motor bölümü sistemdeki tekerleğimize hareketi veren elektrik motorunun çalıştırılıp, durdurulmasını sağlayan düğmelerin bulunduğu yerdir. Bu bölümden motor harekete geçirilebilir yada durdurulabilir.

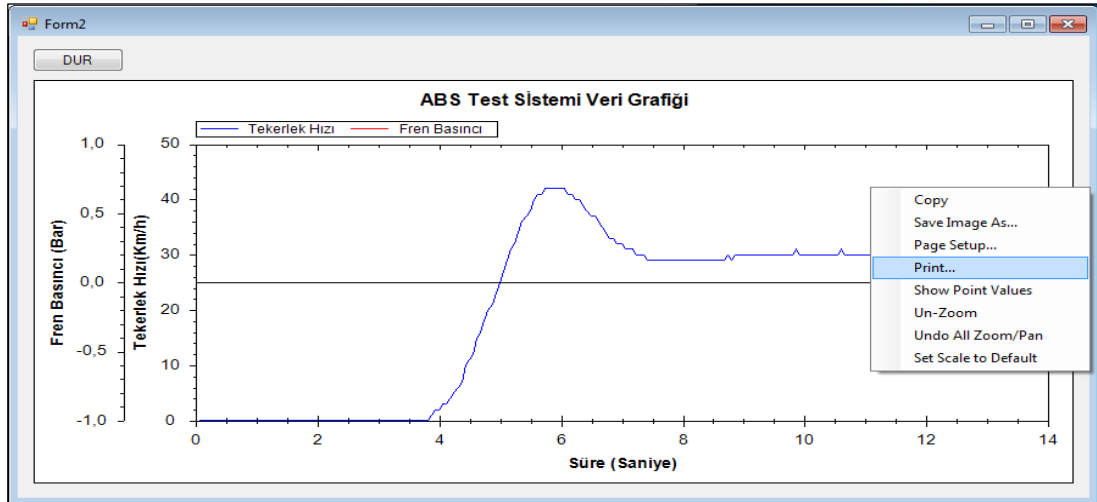
Motor hız ayarı (PID) bölümü sistem ayarları sekmesindeki ABS hız kontrol bölümündeki PID kısmı seçildiği takdirde aktif olur. Buradaki hız seçimi yukarı arttır/azalt şeklinde bir değer giriş kısmı ile sağlanır. Seçilen hız değeri sisteme gönder düğmesi ile iletilir ve eğer motor açık durumda ise yolladığımız değere PID kontrolcü tekerleğin hızını sabitler. Eğer hız ayarı manuel yapılmak istenirse sistem ayarları sekmesindeki ABS hız kontrol bölümündeki normal seçeneği seçilmelidir.

Bu takdirde Motor hız ayarı (PID) bölümü seçilemez duruma gelir. Motor hız ayarı artık el ile arttır/azalt şeklinde manuel kısmındaki düğmeler ile yapılır.

Hız bilgisi bölümü sistem çalışırken teker hızını km ve rpm cinsinden görsel olarak görüntülendiği kısımdır. Burada maksimum hız 140 km olarak gösterilmektedir.

Frenleme bilgisi bölümünde sistem çalışırken frenleme yapıldığında oluşan fren basıncının bar cinsinden gösterildiği kısımdır. Maksimum basınç 25 bar olarak gösterilmektedir. Yine bu kısımda frenleme yapıldığında görsel olarak frene basıldığının gösterilmesi için ikaz kısmı tasarlanmıştır. Bu ikaz frenleme sırasında kırmızı zemine beyaz renkli "F" harfi ile görselleştirilerek kullanıcının dikkatinin çekilmesi amaçlanmıştır. Yine frenleme esnasında eğer ABS sistemi devreye girerse ABS ikazı için kırmızı zeminde beyaz olarak "ABS" yazısı gösterilerek kullanıcı ABS sisteminin devreye girdiği konusunda uyarılmaktadır.

Anlık grafik bölümünde aracın tekerlek hızını ve fren basıncını sistemle eş zamanlı olarak grafik kısmında gösterilmesi sağlanmıştır. Tekerlekler hareket etmeye başladığı andan itibaren grafik kısmı da eş zamanla olarak verilen grafiğini ekrana çıkarmaya başlamaktadır. Bu kısımdaki göster düğmesine basıldığında grafik penceresi açılmaktadır. Şekil 5.29'da ABS anlık veri grafik penceresi gösterilmektedir.

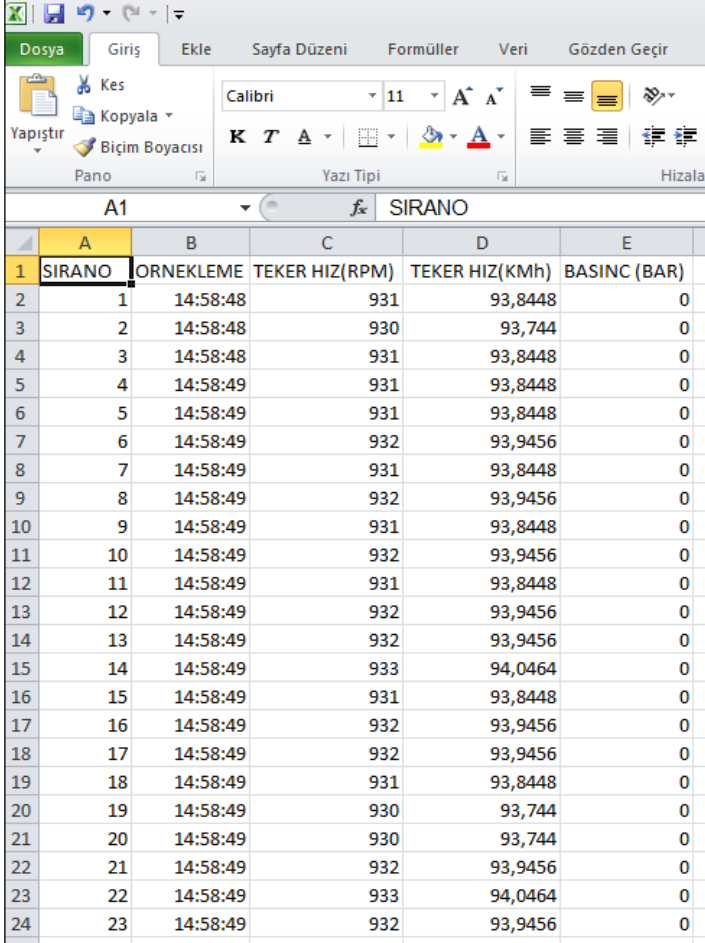


Şekil 5.29. ABS anlık veri grafik penceresi.

Veriler ekranda grafiksel olarak gösterilirken sürenin (x ekseninin) ekranı aşması halinde grafik alanı sağdan sola doğru kaymaya başlar ve bu sayede test sonlandırılana kadar grafik işlemi devam ettirilir.

Test işlemi bittikten sonra verilerin grafik oluşturma süreci tamamlandığında fare ile grafik ekranına sağ tıklanıldığı zaman açılan menüden grafiği resim olarak kaydedebilir, yine fare yardımıyla grafiğin istenilen bir süresi yaklaştırılıp grafik sonuçları daha detaylı incelenebilir.

Veri kaydı bölümünde ise ABS bilgisayar yazılımı sistem ayarları sekmesindeki veri kaydetme kısmındaki dosya adı alanına veri girilmiş ise bu dosyaya csv formatıyla okunan verilerin sıra ile kaydedilmesini sağlamak için başla ve dur düğmeleri yerleştirilmiştir.



	A	B	C	D	E
1	SIRANO	ORNEKLEME	TEKER HIZ(RPM)	TEKER HIZ(KMh)	BASINC (BAR)
2	1	14:58:48	931	93,8448	0
3	2	14:58:48	930	93,744	0
4	3	14:58:48	931	93,8448	0
5	4	14:58:49	931	93,8448	0
6	5	14:58:49	931	93,8448	0
7	6	14:58:49	932	93,9456	0
8	7	14:58:49	931	93,8448	0
9	8	14:58:49	932	93,9456	0
10	9	14:58:49	931	93,8448	0
11	10	14:58:49	932	93,9456	0
12	11	14:58:49	931	93,8448	0
13	12	14:58:49	932	93,9456	0
14	13	14:58:49	932	93,9456	0
15	14	14:58:49	933	94,0464	0
16	15	14:58:49	931	93,8448	0
17	16	14:58:49	932	93,9456	0
18	17	14:58:49	932	93,9456	0
19	18	14:58:49	931	93,8448	0
20	19	14:58:49	930	93,744	0
21	20	14:58:49	930	93,744	0
22	21	14:58:49	932	93,9456	0
23	22	14:58:49	933	94,0464	0
24	23	14:58:49	932	93,9456	0

Şekil 5.30. ABS veri dosyası örneği.

Bu düğmelerden başla düğmesi veri kaydını başlatır, dur düğmesi ise veri kaydını durdurur. Dur düğmesine basıldığı anda verilerin kaydedildiği cvs dosyası Microsoft Excell programı ile birlikte otomatik olarak açılır. Cvs bir Microsoft Excell dosya uzantısıdır. Yani Microsoft Office yada diğer ofis yazılımları ile kolayca açılır ve istenilen yere taşınır. Şekil 5.30’da ABS veri dosyası örneği gösterilmektedir.

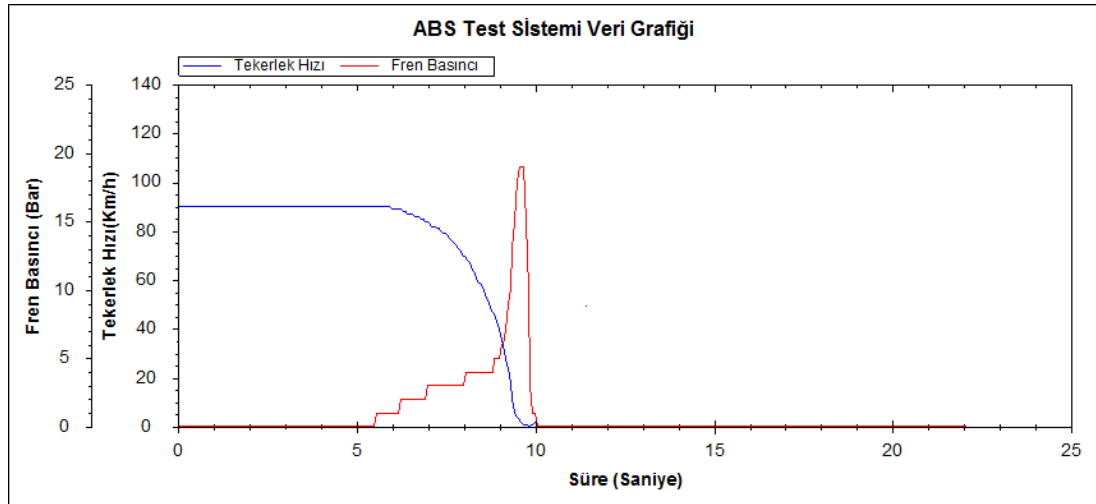
BÖLÜM 6

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Gerçekleştirilen sistem ile ABS fren sisteminin çalışması taşıta bağımlı olmaktan çıkarılmıştır. Testlerde çeşitli senaryolar uygulanıp ABS fren sisteminin tepkisi, fren basıncının değişimi, tekerlek hızının değişimi izlenmiştir.

6.1. NORMAL FRENLEME

Elektrik motoru çalıştırılıp tekerlek hızının 90 km/h değerine ulaşması beklenmiştir. Daha sonra fren pedalı az kuvvetle basılıp tekerleklerin tamamen durması gözlenmiştir.



Şekil 6.1. ABS olmadan yapılan normal frenlemedeki tekerlek devri / fren basıncı grafiği.

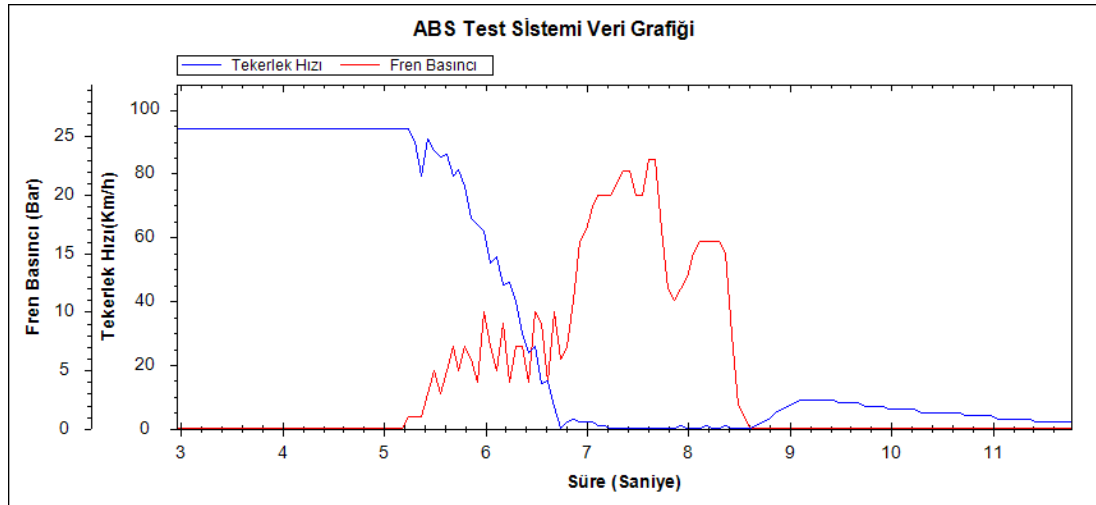
Yapılan test sonucu Şekil 6.1'de gösterilen tekerlek devri / fren basıncı grafiği ortaya çıkmıştır. Grafikten de anlaşılacağı gibi tekerlek hızı 90 km/h'de sabit hızla hareket ederken fren pedalına normal bir şekilde basılarak fren basıncının kademeli

olarak arttırıldığı ve ABS elektronik kontrol ünitesi tekerleklerde kilitleme algılamadığından frenlemeye müdahale etmemiştir.

Frenleme süresi fren şiddetine, aracın hızına bağlı olarak değişecektir. Laboratuvar ortamında lastikleri üzerinde kendi hızından kaynaklanan ataletinden dolayı bir ters kuvvet oluşacaktır. Bu kuvveti de en ufak fren basıncında yenmek mümkün olduğundan frenleme süresi kısa sürmektedir.

6.2. ABS DEVREDE İKEN PANİK FRENLEME

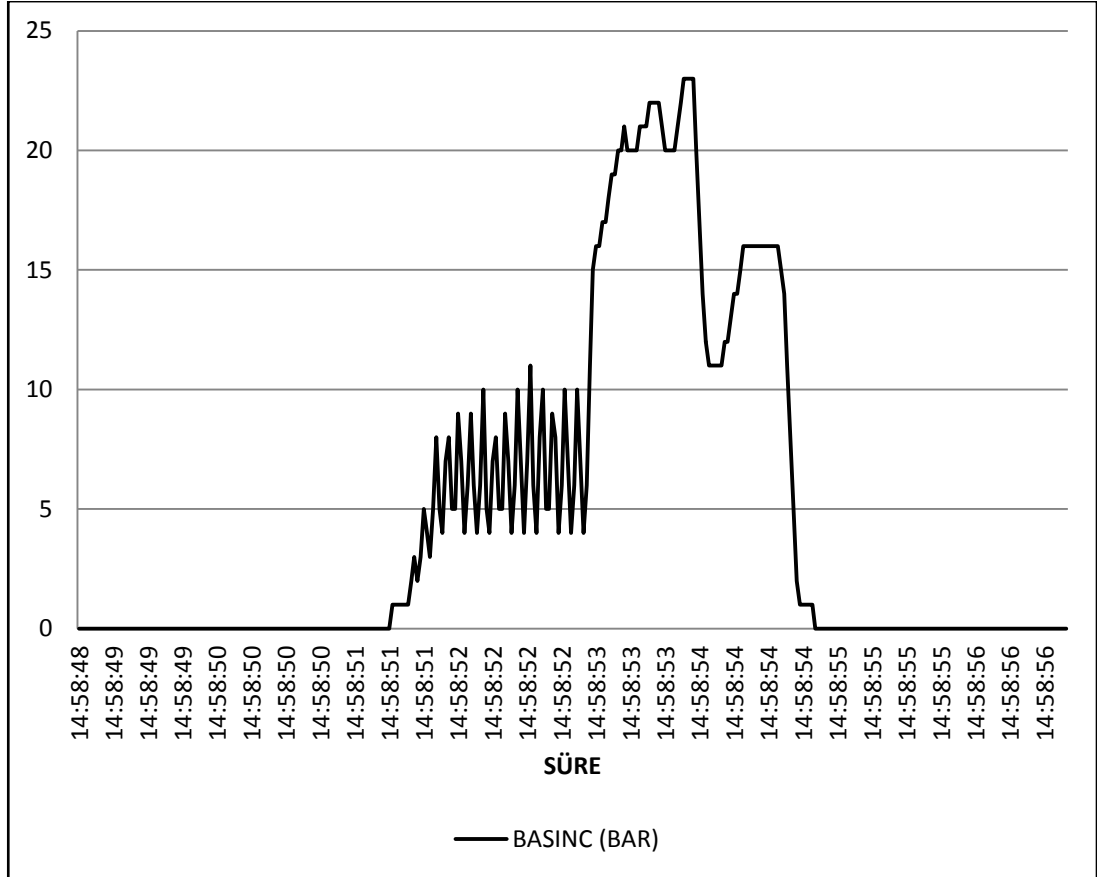
İkinci deneysel çalışmada elektrik motoru çalıştırılıp tekerlek hızı 95 km/h değerine ulaşması beklenmiştir. Daha sonra fren pedalına sert kuvvetle basıp panik frenleme olayı gerçekleştirilmiştir. Frenleme süresince fren pedalı basılı tutularak ABS fren sisteminin tekerlekler tamamen durana kadar çalışması gözlenmiş ve bilgisayar yazılımı ile anlık veriler grafiksel olarak gösterilmiş ve kaydedilmiştir.



Şekil 6.2. ABS ile yapılan panik frenlemedeki tekerlek devri / fren basıncı grafiği.

Yapılan test sonucu Şekil 6.2’de gösterilen tekerlek devri / fren basıncı grafiği test düzeneğinin bilgisayar yazılımı tarafından gerçek zamanlı olarak oluşturulmuştur. Grafikten de anlaşılacağı gibi tekerlek hızı 95 km/h’de sabit hızla hareket ederken fren pedalına sert bir şekilde basılarak fren basıncının tekerlekleri aniden kilitleyecek seviyeye ulaşması istenmiş fakat ABS elektronik kontrol ünitesi tekerleklerde

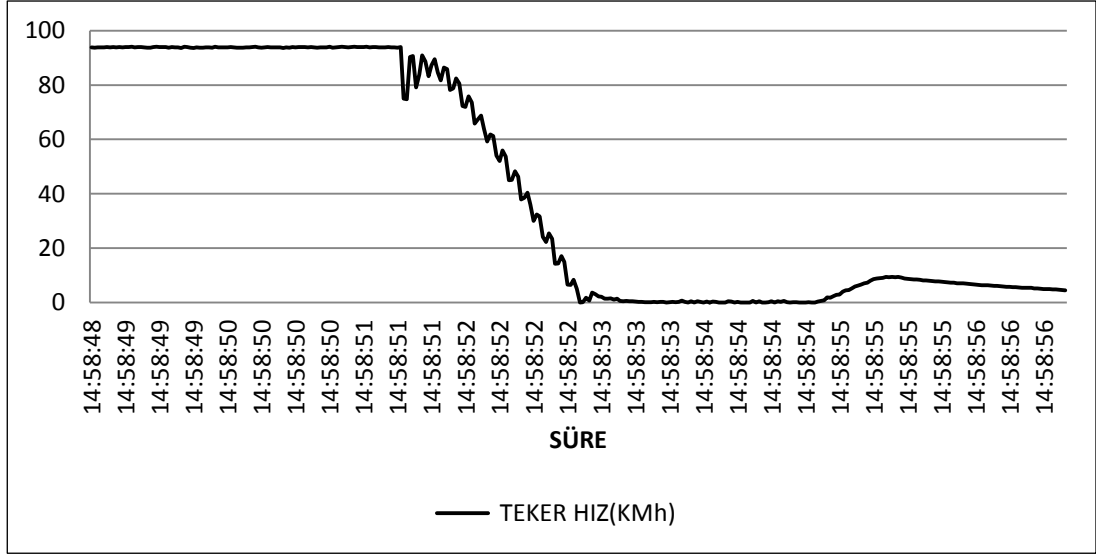
kilitlenme algıladığından frenlemeye müdahale edip fren basıncını hemen düşürmüştür. Ardından frenlemenin devam edebilmesi için fren basıncı tekrardan artırılarak tekerleklerin yavaşlaması amaçlanmıştır. Şekil 6.3’de frenleme süresince fren basıncı değişim grafiği gösterilmektedir.



Şekil 6.3. Frenleme süresince fren basıncı değişim grafiği.

Bu kontrol döngüsü tekerlekler tekerlek kilitlenmeden durana kadar devam etmiştir. Tekerlek durunca ABS kontrolü devreden çıkmış ve frenlemedeki basınç tamamen fren disklerine yansıtılmıştır. Ardından fren pedalından ayak çekildiğinde basıncın düştüğü görülmektedir.

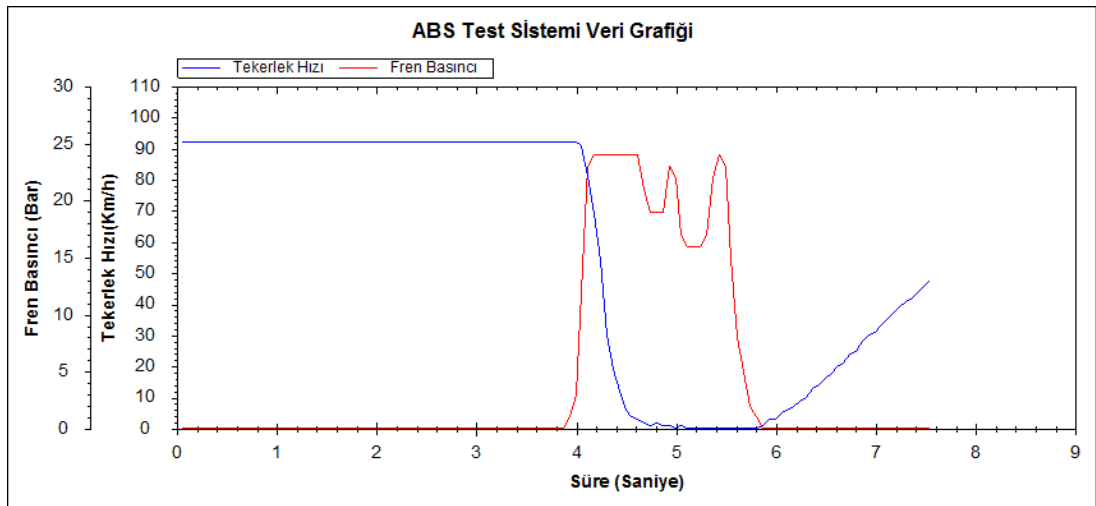
Tekerleklerdeki hız ise ABS kontrol sisteminin anlık olarak değiştirdiği frenlemedeki basıncın durumu ile ters orantılı olarak frenleme süresince değişim göstermiştir. Şekil 6.4’ de tekerlek hızı değişim grafiği gösterilmektedir.



Şekil 6.4. Tekerlek hızı değişim grafiği.

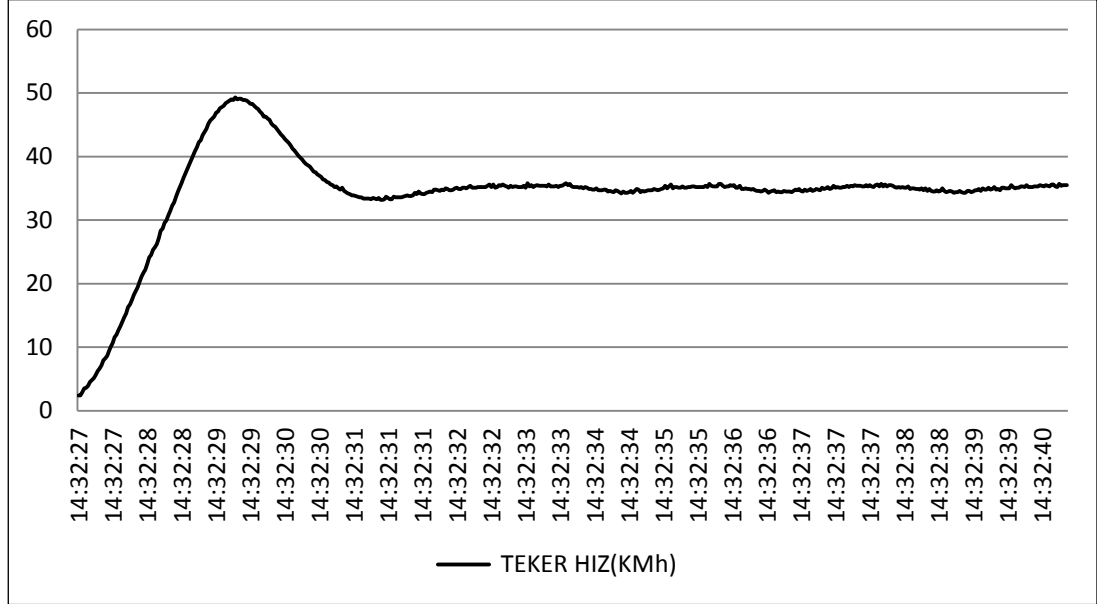
6.3. ABS DEVREDE YOKKEN PANİK FRENLEME

Üçüncü deneysel çalışmada elektrik motoru çalıştırılıp tekerlek hızının 65 km/h değerine ulaşması beklenmiştir. Daha sonra fren pedalına sert kuvvetle basıp panik frenleme olayı gerçekleştirilmiştir. Frenleme süresince fren pedalı basılı tutularak ABS fren sistemi olmadan tekerlekler tamamen durana kadar çalışması gözlenmiş ve bilgisayar yazılımı ile anlık veriler grafiksel olarak gösterilmiş ve kaydedilmiştir.



Şekil 6.5. ABS olmadan yapılan panik frenlemedeki tekerlek devri / fren basıncı grafiği.

mikrodenetleyicinin SPI çıkışına bağlı olan dijital potansiyometre ile ayarlanmaktadır.



Şekil 6.8. PID denetimli hız grafiği.

PID yazılımında denemeler sonucunda en uygun parametreler bulunmuştur. $K_i = 0,01$; $K_p = 0,2$; $K_d = 0,3$ ve istenen hız şekil 6.8'de 35 kmh olarak ayarlanmaktadır.

BÖLÜM 7

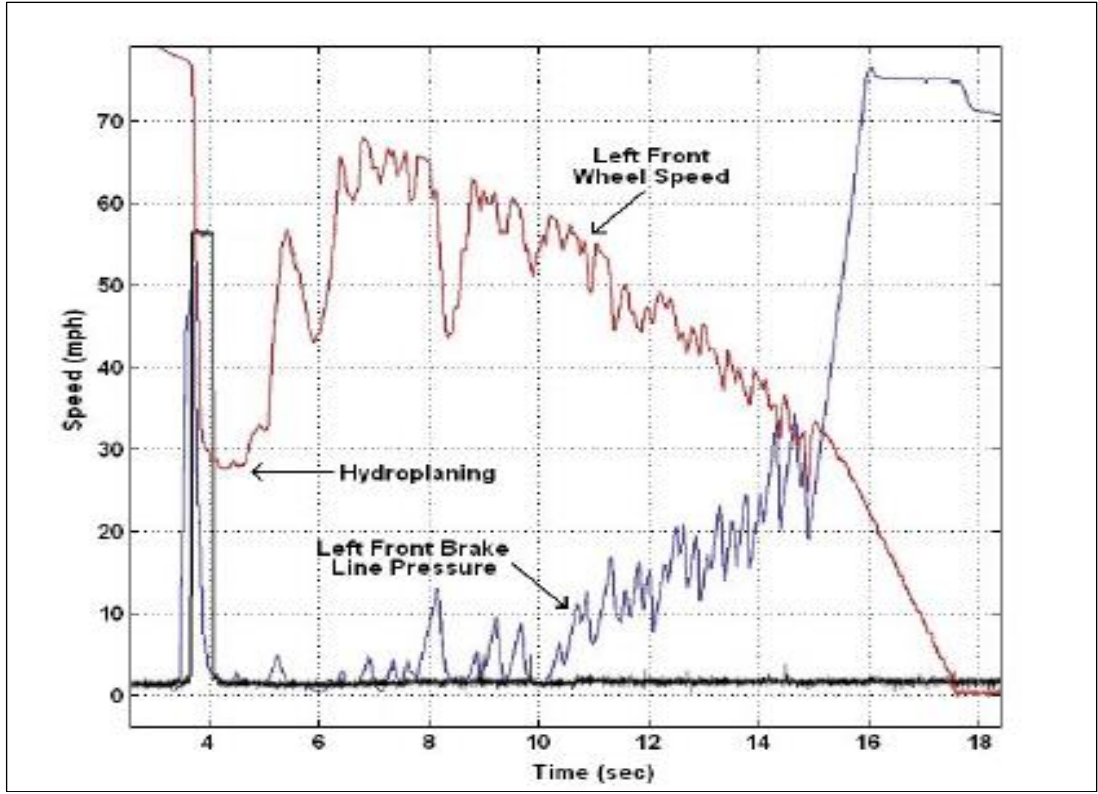
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

ABS fren sisteminin taşıt hareket halindeyken belirli koşullar altında devreye giriyor olması, ABS fren sisteminin çalışması sırasındaki fren basıncı, araç ve tekerlek hızlarının ölçümünü zorlaştırmaktadır. Bu ölçümleri yapabilmek için araç elektronik sistemine entegre edilmiş bir takım elektronik ölçüm ve veri kaydetme cihazlarına gerek duyulmaktadır. Bu testleri gerçekleştirebilmek normal trafikte diğer taşıtların ve insanların seyir güvenliğini tehlikeye atmamak için ise trafiğe kapalı bir pist gerekmekte ya da taşıtı oluşturulan bir laboratuvar içinde çalıştırmak gerekmektedir.

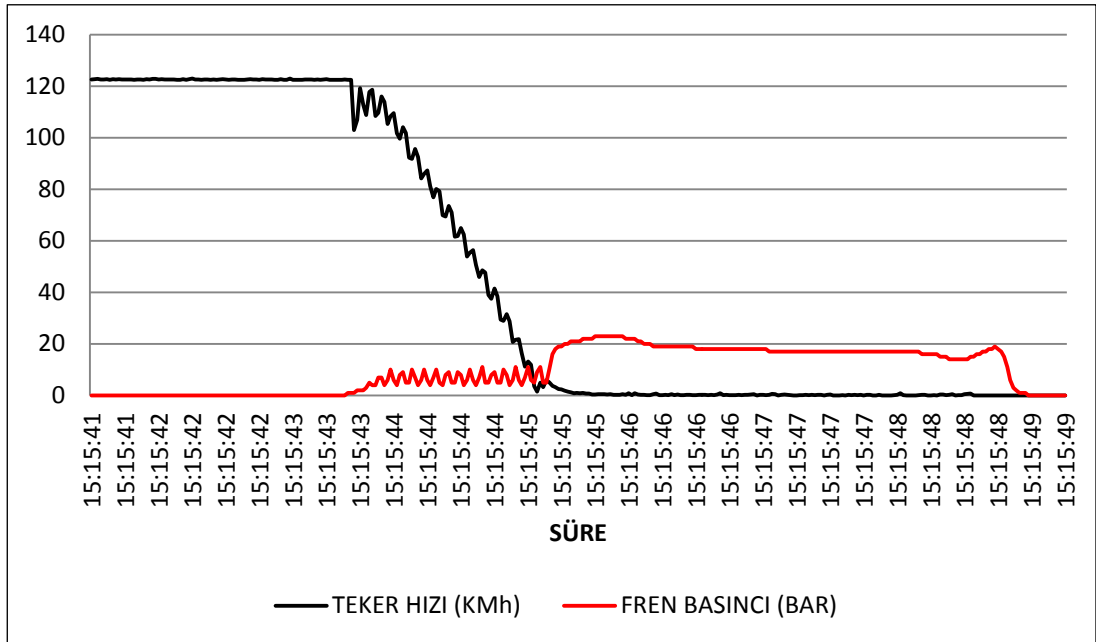
Laboratuvar ortamında taşıtlarla yapılan testlerde ise aracın 90 km/h değeri gibi yüksek hızlara ulaşması tehlike oluşturmaktadır. Taşıtın üzerinde hareket ettiği düzende araç belirli bir hıza ulaşmış aniden frenleme yapıldığında araç düzende durmayıp hareketini devam ettirmek isteyecektir. Bu durum deneyler sırasında tehlike ortaya çıkaracaktır.

Gerçekleştirilen sistemde araçtan bağımsız olarak, ABS fren sistemi laboratuvar ortamında çalıştırılmıştır. Sistemin tasarımında gerçek fren ve ABS parçaları kullanıldığından, ABS fren sistemi gerçek bir taşıtta nasıl tepki veriyorsa bu durum gerçekleştirilen sistem üzerinde de gözlemlenmiştir.

Gerçek hayatta ABS'li bir araçta trafikte ilerlerken panik frenleme esnasında ABS'nin devreye girip girmediği, fren pedalındaki titreşimlerden anlaşılmaktadır. Bu durum test düzeneğinde de aslıyla bire bir gerçeklikte gözlemlenmiştir. Şekil 7.1' de gerçek taşıt üzerinde yapılmış ABS testinin tekerlek /fren basıncı grafiği, Şekil 7.2'de hazırlanan ABS test düzeneğinde yapılan testin tekerlek /fren basıncı grafiği verilmektedir.



Şekil 7.1. ABS fren sistemi tekerlek / fren basıncı grafiği [12].



Şekil 7.2. ABS test standı tekerlek / fren basıncı grafiği.

Günümüzde ABS Test Standı olarak eğitim kurumları için üretilmiş düzenekler genellikle gerçek fren ve ABS parçaları kullanılmadan yapılmaktadır. Tekerlekler ve fren sistemi gerçek hayatta olduğundan oldukça küçük ebatlardadır. Hazırlanan sistemde ise bu parçalar gerçek bir taşıttan alınarak kullanılmıştır. Bu sayede taşıtlarda kullanılan ABS sistemleri taşıt üzerinde olmadan çalıştırılmış ve çalışması gözlemlenmiştir. Taşıtlarda kullanılan ABS modülatörünün elektronik kontrol ünitesi devre dışı bırakılmış yeniden hazırlanmış bir yazılımla sistem gerçeğine yakın bir doğrulukta çalıştırılmıştır. Bunun sonucunda yazılımdaki parametrelerle istenildiği gibi değişiklik yapma olanağı doğmuştur.

Gerçekleştirilen düzenek sayesinde ABS sistemleri taşıt üzerine bağlanmadan test edilebilir, farklı türdeki sistemler aynı koşullar altında test edilip karşılaştırılabilir. Aynı zamanda taşıt üzerindeki sistemler arıza vermesi durumunda taşıttan sökülmeden sisteme bağlanıp arızaları tespit edilebilir.

Mesleki eğitim veren kurumlardaki otomotiv ile ilgili bölümlerdeki öğrencilere ABS fren sisteminin çalışmasını, sistemin yapısını ve donanımsal özelliklerini, sistem devrede iken yada devrede değilken sistemde gerçekleşen değişimleri teorik bilgiler ile anlatılmakta, öğrenciler ABS çalışması sürecindeki bir-iki saniye içerisinde gerçekleşen değişimleri gözlemleyememektedir. ABS fren sisteminin çalışmasını, meydana gelen değişiklikleri öğrenciye görerek bire bir uygulama şansı vermek için gerçek bir taşıt üzerinde ABS sisteminin devreye gireceği koşulları oluşturarak tecrübe etmeleri sağlanmalıdır. Bu durum ise tehlikeli olabilecek sonuçlara yol açabileceğinden çok tercih edilen bir yöntem değildir.

Gerçekleştirilen bu düzenekte tekerlek belirli bir hıza ulaştırıldığında yapılan panik frenleme sonucunda istenirse ABS fren sistemi devreye sokulup, bir iki saniye içerisinde normal şartlarda gözlemlenemeyecek değişimleri gözlemleyip grafiksel olarak da analizlerini süreç içerisinde anlık olarak hangi değişimlerin olduğu görüntülenebilmektedir.

Düzenek daha da geliştirilip bir tambur düzeneği eklenip gerçeğe yakın zemin koşulları oluşturulup farklı tekerlek çeşitlerinde ABS sisteminin testinin yapılması

sağlanabilir. Sistemdeki tekerleklere değişken ağırlık uygulaması eklendiğinde tekerlek ile tambur arasındaki sũrtũnme değiştirilerek ABS fren sisteminin farklı yũk değerlerindeki testinin yapılması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. T.C. Resmi Gazete, "Karayolları trafik yönetmeliğinde değişiklik", *T.C. Resmi Gazete*, 27689: 109 (2010).
2. Altıparmak, D., "Fren Sistemleri", *Dizayn Matbaacılık*, Ankara, 117-127 (2001).
3. Çavdar, A., ve Bayrakçeken, H., "Otomobillerde kullanılan frenleme yardımcı sistemlerinin incelenmesi", *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1: 50-59 (2006).
4. Şay, S., "Abs fren sistemi' nin kazalara etkisinin istatistiksel analizi", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 3 (2007),.
5. Çınar, A., Uçar, M., Özdalyan, B., ve Köylü, H., "Pürüzlü yollarda süspansiyon dinamisinin abs fren sisteminin performansına etkilerinin analizi", *Tübitak*, Ankara, Proje Yer Numarası: 2008-640 (2008).
6. Limpert. R., "Brake Design and Safety, 2nd Edition", Society of Automotive Engineers Inc., USA, 425-469 (1999).
7. Düzgün, M., "Farklı ABS (Anti-Lock Brake System) fren sistemlerinin performansının belirlenmesine yönelik test metodolojisinin geliştirilmesi", Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 30 (2009).
8. Bayrakçeken, H. ve Altıparmak, D., "Fren test cihazı tasarımı ve frenleme kuvveti ölçüm ve modellenmesi" *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22 (1): 21-26 (2007).
9. Düzgün, M. ve Altıparmak, D., "ABS performansının belirlenmesine yönelik test metodolojisinin geliştirilmesi", *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, Karabük (2009).
10. Frese, T. and Heuser, G., "Testing of existing Antilock Braking System (ABS)," *CITA Research Study Programme TÜV Institute of Traffic Safety Report*, 02: 946, Germany (2002).
11. Yasui, Y., Nitta, H., Yoshida, T., Hosome, T. and Kawamura, K., "Experimental approach for evaluating tire characteristics and ABS performance", *SAE 2000 World Congress*, Detroit, US (2000).
12. Snyder, A., Jones, B., Grygier P. and Garrot, R., "NHTSA light vehicle ABS performance test development", *US Department of Transportation*, Virginia, US (2005).

13. Kai, Z., Xudong, W., Chao Z. and Jian, L., "Data acquisition system based on labview for abs dynamic simulation test stand", *International Conference on Information and Automation*, Harbin, China, 2214-2218 (2010).
14. Chu, L., Hou, Y., Liu, M., Li, J., Gao, Y. and Ehsani, M. S., "Development of Air-ABS-HIL-Simulation test bench", *Vehicle Power and Propulsion Conference*, Arlington, TX, US, 691-694 (2007).
15. Renguang, W., Bin, W. and Hanwen, S., "Development of a single wheel test bench for Anti-lock Brake system", *2010 International Conference on Optoelectronics and Image Processing*, Haiko, China, 429-431 (2010).
16. Cabrera, J. A., Ortiz, A., Castillo, J. J. and Simon, A., "A fuzzy logic control for Antilock Braking System integrated in the IMM tire test bench", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 54 (6): 1937-1950 (2005).
17. Ozdalyan, B. and Blundell, M.V., "Anti-Lock Braking system simulation and modelling in Adams," *IEEE International Conference on Simulation*, 140-144 (1998).
18. Yurtkulu, İ., "Oto Elektrik Teknolojisi", *Yüce Yayınları*, İstanbul, 141-147 (2004).
19. Chowanietz, E. G., "Automobile Electronics In the 1990s", *Electronics & Communication Engineering Journal*, 7 (1): 23-36 (1995).
20. Emig, R., Goebels, H. and Schramm, H. J., "Antilock Braking Systems (ABS) for commercial vehicles - status 1990 and future prospects", *SAE Technical Paper*, 901177 (1991).
21. Hyundai, "System description of BL ABS", *Hyundai*, South Korea (1997).
22. Altıparmak, D. ve Koca, A., "Taşıtlarda tekerlek kilitlemesi ve kaymasının durma mesafesi ve kararlılığa etkisi" *Teknoloji*, 1-2: 47-58 (2001).
23. Çelikel, K. H., "Taşıt süspansiyon sistemlerinin bulanık mantık ayarlı PID kontrolü", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 17-22 (2006).
24. İnternet: Proses Vana Donanım San. ve Tic. Ltd. Şti., "Solenoid Valfler Ürün Kataloğu", http://www.pvd.com.tr/imagess/ori_b8a19f50-2585-4b19-8cc0-13ae681e951b.pdf (2012).
25. İnternet: Delta Electronics Inc., "VFD-E User Manual", http://www.delta.com.tw/product/em/drive/ac_motor/download/manual/VFD-E_M_EN_20120118.pdf (2013).
26. İnternet: Mikroelektronika, "EasyAVR6 Development System", <http://www.mikroe.com/easyavr/v6/> (2013).

27. Internet: Atmel, "Atmega16 Datasheet", <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>. 2013 (2013).

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Karaoğlu 1984 yılında Karabük'te doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2003 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Meslek Yüksekokulu'na girdi. 2005 yılında bu okuldan birincilikle mezun olduktan sonra aynı yıl Dikey Geçiş Sınavı İle Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü Bilgisayar Öğretmenliği Programında lisans öğrenimine başladı. Buradan 2009 yılında mezun oldu ve aynı yıl Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı ve halen; devam etmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Sinop Üniversitesi
Gerze Meslek Yüksekokulu
Sinop Samsun Karayolu Atatürk Mah. No:69
57600 Gerze / SİNOP

Tel: (0368) 718 23 80 – 140

E-posta: karaogluahmet@gmail.com

EK AÇIKLAMALAR A.

ABS TEST DÜZENEĞİ MİKRODENETLEYİCİ MICRO C KODLARI

```

#include <built_in.h>
//adc veri okuma değişkenleri
float okunanBasinc=0;
float okunanDevir=0;
float okunanKm=0;
float okunanDevirTemp=0;
float okunanBasincTemp=0;
unsigned int aa=0;
unsigned char uartOku;

//gidecek veri değişkenleri
unsigned char veriYolla='0';
unsigned char absDurum='0';
unsigned char gidecekVeri[20];
unsigned char veriTemp[20];

unsigned char MotorHizi=0;
//gelen veri değişkenleri
unsigned char gelenVeri[4];
int gelenVeriSira=0;

//digital pot değişkenleri
sbit DigPot_CS at PORTB0_bit;
sbit DigPot_CS_Direction at DDB0_bit;

//timer değişkenleri
const char _THRESHOLD = 5;
char counter;

//abs kontrol değişkenleri
char absKontrol='0';
unsigned int eskiHiz=0;
unsigned int yeniHiz=0;

```

```

int hizFark=0;
char hizFarkTemp;

//pid değişkenleri

char pidDurum='0';
float setKm=0;

float hata=0;
float onceki_hata=0;
float integral=0;
float derivative=0;

float dPot=0;
float dt=10;
float kp=0.2;
float kd=0.3;
float ki=0.01;

void digiPotKur() {
DigPot_CS_Direction = 1;    // Set RB0 pin as output
DDRD = 0xFF;               // PORTD is output
SPI1_Init();               // Initialize SPI module
delay_ms(100);

DigPot_CS = 0;             // Potansiyometre Seçimi
SPI1_Write(0b00010001);    // Komutu İşle
SPI1_Write(0);             // Veri Yolla
DigPot_CS = 1;             // Potansiyometre Seçimi İptal
}

```

```

void uartKur(){
UART1_Init(9600);          // Initialize UART module at 38400 bps
Delay_ms(100);           // Wait for UART module to stabilize
}

void portKur(){
DDRA = 0x00;   //A portu giriş basınç,devir okuma için
DDRD = 0xff;   //D portu çıkış valfler, motor için
DDRB = 0xFF;
}

void timerKur()
{
SREG_I_bit = 1;          // Interrupt enable
TOIE1_bit = 1;          // Timer1 overflow interrupt enable
TCCR1B = 1;             // Start timer with 8 prescaler
}

void basincDusur(){
PORTD4_bit=0;//motor pompa
PORTD2_bit=1;//çıkış valf
PORTD3_bit=1;//giriş valf
}

void basincArttir(){
PORTD4_bit=1;//motor pompa
PORTD2_bit=0;//çıkış valf
PORTD3_bit=0;//giriş valf
}

void absKapat(){
PORTD4_bit=0;
PORTD2_bit=0;
PORTD3_bit=0;
}

void Timer1Overflow_ISR() org IVT_ADDR_TIMER1_OVF

```

```

{
if (counter >= _THRESHOLD)
{
counter = 0;
yeniHiz=okunanKm;
hizFark=eskiHiz-yeniHiz;
if (absKontrol=='1')
{
if ((okunanBasinc>1) && (eskiHiz>5))
{
absDurum='1';
if (okunanKm<10) PORTB1_bit=0;
}
else
{
absDurum='0';
absKapat();
}
if (absDurum=='1')
{
if (hizFark>0) basincDusur();
if (hizFark<=0) basincArttir();
}
}
eskiHiz=yeniHiz;
if (pidDurum=='1')
{
hata= setKm - okunanKm;
integral=integral+hata*dt;
derivative=(hata-onceki_hata)/dt;
dPot=(kp*hata)+(ki*integral)+(kd*derivative);
if(dPot>255) dPot=255;
if(dPot<0) dPot=0;
}
}
}

```

```

DigPot_CS = 0;
SPI1_Write(0b00010001);
SPI1_Write(dPot);
DigPot_CS = 1;
onceki_hata=hata;
}
}
else
counter++;
}

```

```

void main()
{
portKur();
uartKur();
digiPotKur();
timerKur();
Delay_ms(100);
while(1)
{
for (aa=0;aa<30;aa++)
{
okunanDevirTemp+= ADC_Read(1); //Devir Oku
okunanBasincTemp+= ADC_Read(0); //Fren basincini oku
}
okunanDevir=((okunanDevirTemp/30)/37.35)*60;
okunanKm((((okunanDevir*60)*168)/100000);
okunanBasinc=(okunanBasincTemp/30)/1024*25;
okunanDevirTemp=0;
okunanBasincTemp=0;

if (UART1_Data_Ready()==1)//Eğer uarta veri gelirse

```



```

{
uartOku=UART1_Read();//veri geldiğinde
gelenVeri[gelenVeriSira]=uartOku;
gelenVeriSira++;
if (gelenVeriSira>1) gelenVeriSira=0;

if(gelenVeri[0]=='0')//ABS kontrol durumu
{
if(gelenVeri[1]=='0')absDurum='0';
if(gelenVeri[1]=='1')absDurum='1';
}

if(gelenVeri[0]=='5')//PID kontrol durumu
{
if(gelenVeri[1]=='0')pidDurum='0';
if(gelenVeri[1]=='1')pidDurum='1';
}

if(gelenVeri[0]=='3')//Devir Ayarlama Bilgisi
{
if( pidDurum=='0'){
DigPot_CS = 0;
SPI1_Write(0b00010001);
SPI1_Write(gelenVeri[1]);
DigPot_CS = 1;
}
if(pidDurum=='1')setKm = gelenVeri[1];
}

if(gelenVeri[0]=='4') //Devir Ayarlama Bilgisi
{
if( pidDurum=='0'){
DigPot_CS = 0;
SPI1_Write(0b00010001);
SPI1_Write(128+(gelenVeri[1]));
}
}

```

```

DigPot_CS = 1;
}
if(pidDurum=='1')setKm = 128+(gelenVeri[1]);
}

if(gelenVeri[0]=='2') //motor bilgisi alınıyor
{
if(gelenVeri[1]=='0')
{
PORTB1_bit=0;
setKm=0;
dPot=0;
}
if(gelenVeri[1]=='1')
{
PORTB1_bit=1;
hata=0;
onceki_hata=0;
integral=0;
derivative=0;
dPot=0;
}
}
if(gelenVeri[0]=='1')//veri yollama bilgisi alınıyor
{
if(gelenVeri[1]=='1')veriYolla='1';
if(gelenVeri[1]=='0')veriYolla='0';
}
}
if (veriYolla=='1') //veri yollama
{
gidecekVeri[0]=absDurum;
gidecekVeri[1]='*';
}

```

```
gidecekVeri[2]=0;
IntToStr(okunanBasinc,veriTemp);
strcat(gidecekVeri,ltrim(veriTemp));
strcat(gidecekVeri,"*");
IntToStr(okunanDevir,veriTemp);
strcat(gidecekVeri,ltrim(veriTemp));

UART1_Write_Text(gidecekVeri);
UART1_Write(13);
UART1_Write(10);
}
}
}
```