



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞIR VASITA FREN SİSTEMLERİ İÇİN DÖRTYOLLU EMNİYET VALFİ TEST CİHAZI TASARIMI, GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE UYGULAMASI

Ahmet ÖZÇELİK

HAZİRAN - 2021

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

AĞIR VASITA FREN SİSTEMLERİ İÇİN DÖRTYOLLU EMNİYET VALFİ TEST CİHAZI TASARIMI, GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE UYGULAMASI

Ahmet ÖZÇELİK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. İlker ÖRS

2021, 142 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Murat CİNİVİZ

Doç. Dr. İlker ÖRS

Doç. Dr. Murat DİLMEÇ

Günümüzde ağır vasıta fren sistemlerinde kullanılan dörtyollu emniyet valflerinin kontrolü ülkemizde araç muayene istasyonlarında ve yetkili servislerde manuel olarak gerçekleştirilmektedir. Manuel kontrolün, zaman, ergonomi, doğru ölçüm, iş sağlığı ve güvenliği yönünden önemli dezavantajları vardır. Bu çalışmada, manuel olarak gerçekleştirilen dörtyollu emniyet valfi kontrolünün otomatik olarak yapılabilmesi için bir test cihazı tasarlanmış ve imal edilmiştir. Test cihazı, temel olarak mikro denetleyici kart, selenoid valf, basınç transmitteri ve PC yazılımından oluşan otomatik bir sistemdir. Geliştirilen test cihazı sayesinde, dörtyollu emniyet valfinin kontrolü en az 90 saniye azaltılmış, teknisyenin test esnasındaki ergonomik olmayan

hareketleri engellenmiş, ölçüm doğruluğu ve hassasiyeti artırılmış, tankların boşaltılması esnasında atmosfere salınan hava içerisindeki zararlı maddelerin yayılması engellenerek iş sağlığı ve güvenliği de sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dörtyollu emniyet valfi, Havalı fren sistemi, Test cihazı

ABSTRACT

MS THESIS

DESIGN, REALIZATION AND APPLICATION OF THE FOUR-WAYSAFETY VALVE TESTER FOR HEAVY VEHICLE BRAKE SYSTEMS

Ahmet ÖZÇELİK

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY

THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE / DOCTOR OF PHILOSOPHY

IN AUTOMOTIVE ENGINEERING

Advisor: Doç. Dr. İlker ÖRS

2021, 142 Pages

Jury

Prof. Dr. Murat CİNİVİZ

Assoc. Prof. Dr. İlker ÖRS

Assoc. Prof. Dr. Murat DİLMEÇ

Today, the control of four-way safety valves used in the brake systems of heavy vehicles is carried out manually at vehicle inspection stations and authorized services in our country. Manual control has significant disadvantages in terms of time, ergonomics, accurate measurement, occupational health and safety. In this study, a test device was designed and manufactured to automatically control the manual four-way safety valve. The tester is an automatic system mainly consisting of microcontroller card, solenoid valve, pressure transmitter and PC software. Thanks to the developed test device, the control of the four-way safety valve

was reduced for at least 90 seconds, the non-ergonomic movements of the technician during the test were prevented, the measurement accuracy and precision were increased, and occupational health and safety was ensured by preventing the spread of harmful substances in the air released into the atmosphere during the emptying of the tanks.

Keywords: Four-way safety valve, Air brake system, Test device

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, havalı fren sistemli ağır ticari araçlarda yapılan ağır vasıta dörtyollu emniyet valfi testi için test cihazı ve yazılımı geliştirilmiştir.

Çalışmalarım süresi boyunca güven ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr.İlker ÖRS'e, test cihazının yapım aşamasında yardım ve desteğini esirgemeyen kıymetli arkadaşlarım Mehmet TOKLUCU, Osman SİLAY ve Erkan TOKLUCU'ya, yapılan deneylerde vermiş oldukları destekten dolayı TÜVTÜRK Konya-Selçuklu ve Karaman Araç Muayene İstasyonu çalışanları ve yönetici arkadaşlarıma, çalışmalarım boyunca bana olan güvenlerini ve desteklerini her zaman yanımda hissettiğim Sevgili Eşime ve Kıymetli aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

AHMET ÖZÇELİK

KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**

ABSTRACT ..... **ii**

ÖNSÖZ ..... **v**

İÇİNDEKİLER ..... **vi**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **8**

3. ARAÇ MUAYENESİ **14**

3.1. Araç Muayenesi Kapsamı ve Esasları 14

3.2. Zorunlu Olarak Teste Tabi Tutulacak Parçalar 16

3.3. Motorlu ve Motorsuz Araçların Muayenesi 19

3.3.1. Araç Tescil Belgesi ve İş Emrinin Oluşturulması 20

3.3.2. Araç Şasi ve Motor Numaraları 21

3.3.3. Araç Tip Etiketi 23

3.3.4. Araç Renk Tanımlaması 24

3.3.5.Tescil Plakaları 29

3.3.6. Motor Havuzu Kontrolleri 33

3.3.7. Fren Sistemi kontrolleri 35

3.3.8. Aydınlatma Kontrolleri 39

3.3.9. Ön, Arka ve Yan Koruma Çerçeveleri 58

3.3.10. Cam kontrolleri 66

3.3.11. Alt Kontroller 69
3.3.12. İç Kontroller 71
3.3.12. Far Ölçümü 74
3.3.13. Araç Teslimi 75
3.4. Ağır Vasıta Araçların Muayenesi 76
3.4.1. Dörtyollu Emniyet Valfi Testi 76
3.4.2. Sızdırmazlık Testi 76
3.4.3. Sarı Kaplin Koparma Testi 77
3.4.4. Kırmızı Kaplin Koparma Testi 78
3.4.5. Check Valfi Testi 78
3.4.6. Mekanik ALB Testi 79
3.4.7. Pnömatik ALB Testi 80
4. MATERYAL VE YÖNTEM 82
4.1. Dörtyollu Emniyet Valfi Testi 82
4.2. Tasarım Öncesi Hazırlıklar 84
4.3. Tasarım ve İmalat Aşaması 101
4.4. Yazılım Aşaması 108
5. TEST SONUÇLARI VE ANALİZİ 115
5.1. 1. Nolu Test Aracı 115
5.2. 2 Nolu Test Aracı 116
5.3. 3. Nolu Test aracı 117
5.4. 4 Nolu Test Aracı 118
5.5. Toplam Test Süreleri 119

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 121

6.1. Sonuçlar 121

6.2 Öneriler 123

KAYNAKLAR 124

ÖZGEÇMİŞ..... 128

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Fmax	: Aynı aksta oluşan en büyük fren kuvveti
Fmin	: Aynı aksta oluşan en küçük fren kuvveti
F1	: 1. Aksta oluşan fren kuvvetleri toplamı
F2	: 2. Aksta oluşan fren kuvvetleri toplamı
Fn	: n tane aksta oluşan fren kuvvetlerinin toplamı
n	: Aks sayısı
L	: Kurs boyu

Kısaltmalar

ALB	: Anti-lock Brake System
AİTM	: Araç İmal Tadil Montaj Yönetmeliği
AT	: Avrupa Topluluğu
CE	: Conformite European
ECE-R13	: Economic Commission For Europe (Motorlu Taşıtların Frenlerinin Onayı)
MARTOY	: Motorlu Araçlar ev Tip Onay Yönetmeliği
MOTOY	: İki veya Üç Tekerlekli Motorlu Araçların Tip Onay Yönetmeliği
TORTOY	: Tekerlekli Tarım veya Orman Traktörleri Tip Onay Yönetmeliği
TÜRKAK	: Türk Akreditasyon Kurumu
TSE	: Türk Standarlar Enstitüsü
ISO	: International Organization For Standardization

EN	: European Norm
DC	: Doğru akım
AC	: Alternatif akım
IDE	: Integrated Development Environment
V	: Volt
A	: Amper
VB.NET	: Visual Basic NET
Ma	: Mili Amper
CPU	: Central Processing Unit
RAM	: Random Access Memory
ROM	: Read Only Memory
LCD	: Liquid Crystal Display
PWM	: Pulse Width Modulation
ADC	: Analog Digital ConverterMHz
MHz	: Megahertz
KB	: Kilobayt
mm	: Milimetre
VCC	: Collector Supply Voltage
GND	: Ground
MPa	: Mega pascal
WABCO	: Westinghouse Air Brake Company
ms	: Mili saniye

1. GİRİŞ

Taşıtların fren performansı konusu aktif güvenlik araştırmalarının en önemli konularındandır. Yük ve yolcu taşıyan ağır vasıta taşıtların yol güvenliğini sağlayabilmek amacı ile havalı fren sistemleri kullanılmaktadır. Sistem üzerinde herhangi bir nedenle hava kaçağı olması durumunda taşıt üzerinde bulunan hava tanklarında depolanan havanın bir süre sonra tamamen bitmesi kaçınılmaz olacaktır. Böyle bir durumda aracın tamamen frensiz kalması trafikte can ve mal güvenliğini tehlikeye sokacaktır. Ağır vasıta havalı fren sistemlerinde bahsedilen bu riskleri ortadan kaldırmak amacı ile dörtyollu emniyet valfi adı verilen özel tasarlanmış ve imal edilmiş parçalar kullanılmaktadır. Dörtyollu emniyet valfinin görevi taşıtın ön, arka ve el freni tüplerinin birbirinden bağımsız olarak çalışmasını sağlamaktır. Herhangi bir hava tankında veya o hatta hava kaçağı olması durumunda sağlam tankların kaçak olan tanka yardımcı olması, kaçak fazla ise o hattın devre dışı bırakılarak sağlam tanklar ile fren sisteminin çalışmasını sağlamaktır. Örneğin ön hava tankı üzerinde bir hava kacağı olması durumunda o hattın arka ve el freni tanklarına etki etmesini engelleyerek frenleme esnasında arka ve el frenlerinin sağlam kalmasını sağlamaktır (Özçelik ve Örs, 2020).



Şekil 1.1. Dörtyollu emniyet valfi

Şekil 1.1'de Dörtyollu emniyet valfi görülmektedir. Araç üreticileri tarafından dörtyollu emniyet valfleri, üretilen araç fren sistemlerinde kullanılmak zorundadır. Araç üzerinde bulunan dörtyollu emniyet valflerinin çalışıp çalışmadığının yetkili ve özel muayene kuruluşlarında test edilmesi trafik ve taşıt güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde karayollarında seyir eden araçların periyodik muayenelerinin belirli periyodlarda yapılması yasal bir zorunluluktur. Traktör gurubu araçların 3 yıl, motosiklet ve otomobil gurubu araçların 2 yıl, hafif ve ağır ticari araçların ise her yıl düzenli olarak periyodik muayenesi yaptırılmak zorunludur. Ülkemizde karayolu taşımacılığında kullanılan araçların periyodik muayenesi, tadilat muayenesi, zorunlu muayene ve yola elverişlilik muayenelerini yapma yetkisi Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığına bağlı olarak faaliyet gösteren TÜVTÜRK' e verilmiştir. Çizelge 1.1.' de Türkiye' de TÜVTÜRK Araç Muayene İstasyonlarında Ocak- Kasım 2019 tarihlerinde yapılan toplam ağır vasıta araç grubunun muayene sayısı 947,747 olarak gerçekleşmiştir (Özçelik ve Örs, 2020).

Çizelge 1.1. TÜVTÜRK Araç Muayene İstasyonlarında (Ocak – Kasım 2019) muayeneye giren ağır vasıta araç sayısı (Özçelik ve Örs, 2020)

	GM	TM	ZM	Toplam
Çekici	172,375	193	12	172,580
İtfaiye Aracı (Ağır)	4,937	114	1	5.052
Kamyon	256,136	12,601	22	268,759
Minibüs	312,421	14,642	40	327,103
Motor Karavan (Ağır)	321	128		449
Otobüs	127,390	4,088	9	131,487
Özel Amaçlı Çekici	22	1		23
Özel Amaçlı Kamyon	24,912	891	2	25,805
Özel Amaçlı Otobüs	544	4		548
Tanker Kamyon	15,144	796	1	15,941
GENEL TOPLAM				**947,747**

Çizelge 1.2.' de Türkiye de TÜVTÜRK Araç Muayene İstasyonlarında Ocak-Kasım 2019 tarihlerinde yapılan 947,747 ağır vasıta araç grubunun 458,089'u ağır vasıta araç muayene tekrarına kalmış olup bu sayı toplam giren araç sayısına oranlandığında %48.3'tür. Ülkemizde ticari faaliyet gösteren yaklaşık 1 milyon ağır vasıtanın ortalama %50 si ilk muayenesinde eksiklikleri nedeniyle ağır kusurlu olarak değerlendirilmektedir. Bu oran araç yaşı ilerledikçe %70 seviyesine ulaşmaktadır (Balkanlı, 2017).

Çizelge 1.2. TÜVTÜRK Araç Muayene İstasyonlarında (Ocak – Kasım 2019) muayeneye girip herhangi bir sebepten ötürü muayene tekrarına kalan araç sayısı (Özçelik ve Örs, 2020)

	GM-MT	TM-MT	ZM-MT	TOPLAM
Çekici	67,520	102	4	67,626
İtfaiye Aracı (Ağır)	1,607	21	1	1,629
Kamyon	162,521	6,296	16	168,833
Minibüs	133,679	5,194	18	138,891
Motor Karavan (Ağır)	156	77		233
Otobüs	55,397	1,557	1	56,955
Özel Amaçlı Çekici	11			11
Özel Amaçlı Kamyon	13,925	311	2	14,238
Özel Amaçlı Otobüs	135	2		137
Tanker Kamyon	9,120	416		9,536
GENEL TOPLAM				**458,089**

Taşıtların kullanımı sonucunda bazı parçalarında hasar, aşınma, yıpranma, malzeme ömrünün sona ermesi gibi etkenler trafik güvenliği açısından risk oluşturmaktadır. Taşıtlarda kullanılan parçaların zamanla özelliğini kaybetmesi doğrudan veya dolaylı olarak trafik kazalarının oluşmasına sebep olmaktadır. Parçaların

aşınması, hasarlı olması vb. etkenler bir kaza durumunda kazanın şiddetini arttırabilmektedir.

Trafik kanunun ilgili maddeleri gereği taşıtlar belirli periyodlarla muayene edilmektedir. Taşıt parçalarındaki yıpranma, hasar aniden oluşmaz. Kullanıma bağlı olarak iki muayene arasında kademeli olarak meydana gelir.

Ülkemizde ağır vasıta taşıtların muayeneden geçme oranı ortalama %50 civarındadır. Bu durum iki muayene arasında birçok taşıtta arızalı ve hasarlı parça ve aksamların oluştuğunu göstermektedir. İki muayene periyodu arasında parça ve aksamlarda oluşabilecek bir arıza veya hasar o aracın trafikte emniyetsiz bir şekilde seyretmesine sebep olmaktadır. Tabi ki böyle bir durum trafik güvenliği açısında risk oluşturmaktadır. Kaza oluşması veya kazanın şiddetinde artış olması kaçınılmaz olmaktadır.

İster ağır vasıta ister binek, hafif ticari araç gurupları olsun araçların yaşı ilerledikçe hem teknolojik olarak hem de malzeme ömrünün yorgunluğuna bağlı olarak birçok arıza ve hasarın oluşması kaçınılmaz olmaktadır. Yaşı büyük araçların muayeneden geçememe oranları daha yüksek olmaktadır.

Tüm Türkiye'de (Ocak – Kasım 2019) muayeneye giren ve muayene tekrarına kalan 458,089 ağır vasıta araç grubunun Çizelge 1.3.' de görüldüğü üzere 11,014'ü ''Dörtyollu Emniyet Valfi: Çalışmıyor'' kusuru almıştır. Bu sayı muayene tekrarına kalan araç sayısına oranlandığında %2.4 olarak gerçekleşmiştir.

Dörtyollu Emniyet Valfi kontrolünde hava tanklarının boşaltılması sırasında; boşatma supabından tahliye olan hava ile birlikte su ve yağ gelip gelmediği de gözlemlenir. Tahliye edilen hava ile birlikte aşırı yağ ve pislik gelmesi durumunda kompresörün sisteme yağ pompaladığı sonucunu çıkarabiliriz. Ayrıca hava tanklarının doldurulması sırasında tankların kompresör tarafından doldurma süreleri kontrol edilir.

2019 yılı ilk dokuz ay verileri incelendiğinde Kompresör yağ pompalıyor ve Kompresör doldurma süresi çok uzun araç grubunda verilen kusur sayılarını görmekteyiz.

Çizelge 1.3. TÜVTÜRK Araç Muayene İstasyonlarındaki (Ocak – Kasım 2019) muayenede ‘‘Dörtyollu Emniyet Valfi: Çalışmıyor’’ kusuru alan araç sayısı (Özçelik ve Örs, 2020)

Araç Grubu	Kusur Kodu S3	Kusurlu Muayene Sayısı
Çekici	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	4,272
İtfaiye Aracı (Ağır)	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	58
Kamyon	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	4,532
Minibüs	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	7
Motor Karavan (Ağır)	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	2
Otobüs	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	1,433
Özel Amaçlı Çekici	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	1
Özel Amaçlı Kamyon	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	394
Özel Amaçlı Otobüs	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	3
Römork (Ağır)	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	1
Tanker Kamyon	DörtYollu Emniyet Valfı: çalışmıyor.	311
GENEL TOPLAM		**11,014**

Tüm Türkiye’de (Ocak – Ekim 2019) muayeneye giren ve muayene tekrarına kalan 458,089 ağır vasıta araç grubunun Çizelge 1.4.’ de görüldüğü üzere 1377’ü “Kompresör: Yağ Pompalıyor” kusuru almıştır.

Tüm Türkiye’de (Ocak – Ekim 2019) muayeneye giren ve muayene tekrarına kalan 458,089 ağır vasıta araç grubunun Çizelge 1.5.’ de görüldüğü üzere 938’i “Kompresör: Doldurma süresi çok uzun” kusuru almıştır.

Çizelge 1.4. TÜVTÜRK Araç Muayene İstasyonlarındaki (Ocak – Ekim 2019) muayenede ‘‘Kompresör Yağ pompalıyor’’ kusuru alan araç sayısı (Özçelik ve Örs, 2020)

Kusur Kodu S3: Kompresör: Yağ pompalıyor.

Araç Grubu	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**Genel Toplam**
Arazi Taşıtı Kamyon	1					1
Çekici	186	151	226	195	142	900
İtfaiye Aracı (Ağır)	18	17	11	6	4	56
Kamyon	1611	1434	1496	1170	876	6587
Minibüs	22	10	20	17	8	77
Otobüs	179	212	314	249	215	1169
Özel Amaçlı Kamyon	74	84	123	90	73	444
Özel Amaçlı Minibüs			1			1
Tanker Kamyon	126	131	111	81	59	508
Genel Toplam	**2217**	**2039**	**2302**	**1808**	**1377**	**9743**

Çizelge 1.5. TÜVTÜRK Araç Muayene İstasyonlarındaki (Ocak – Ekim 2019) muayenede ‘‘Kompresör doldurma süresi çok uzun’’ kusuru alan araç sayısı (Özçelik ve Örs, 2020)

Kusur Kodu S3: Kompresör: Doldurma süresi çok uzun

Araç Grubu	**2018**	**2019**	**Genel Toplam**
Çekici	186	148	334
İtfaiye Aracı (Ağır)	2	3	5
Kamyon	695	631	1326
Minibüs	2	4	6
Otobüs	58	51	109
Özel Amaçlı Kamyon	49	54	103
Özel Amaçlı Otobüs		1	1
Tanker Kamyon	44	46	90
Genel Toplam	**1036**	**938**	**1974**

Ağır vasıta fren sistemlerinin en önemli parçalarından olan dörtyollu emniyet valfi güvenlik açısından son derece önemlidir. Bu nedenle, dörtyollu emniyet valflerinin

kontrollerinin belirli periyotlarla yapılması gerekmektedir. Ülkemizde dörtyollu emniyet valfinin kontrolü yasal zorunluluk olarak yetkili kuruluşlarca her bir araç için yılda bir defa yapılmaktadır. Bunun haricinde, kullanıcının talebi ile faklı yetkili ve özel servislerce de doğruluğu kesin olmayan değişik yöntemlerle emniyet valfi kontrolü yapılmaktadır. Bu kontroller esnasında, kontrolü yapan operatörün uygunsuz ergonomik koşullarda çalışması, emniyet valfinin çalışma değerlerinin doğru ölçülememesi ve tanklara doldurulan havanın özellikle kış aylarında sıvılaşmaması için kullanılan katkıların tankların boşaltılması esnasında atmosfere salınarak iş sağlığı ve güvenliğini tehdit etmesi mevcut metodun önemli dezavantajlarındandır. Ayrıca, yılda yaklaşık 1 milyon ağır vasıtanın periyodik kontrolünün yapıldığı göz önünde bulundurulduğunda bu test için harcanan zamanın da çok önemli olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, dörtyollu emniyet valfi kontrolü için bir test cihazının tasarımı ve prototip üretimi gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan test cihazı sayesinde, testlerin direkt araç içerisinden yapılabiliyor olması ve teknisyenin test cihazını araç içerisinden kontrol edebiliyor olması ile ergonomik olmayan çalışma şartlarının önlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, test süresinin azaltılması ile yıllık olarak önemli bir zaman tasarrufunun sağlanması hedeflenmiştir. Test cihazının en önemli özelliklerinden birisi de tanklardan boşaltılan hava içerisindeki zararlı maddeleri filtreleyerek iş güvenliğini ve sağlığını sağlamaktır. Tüm bunların yanında, kontrol esnasında elde edilen verilerin de kaydedilerek izlenilebilir olabilmesi hem teknisyenin hata yapmasını engelleyecek hem de testin güvenilirliğini artıracaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Filikçioğlu, 1998, Thepra marka fren test cihazında toplam dokuz adet balata çeşidi ile deney gerçekleştirilmiştir. Cihazla uygulanan farklı fren pedal kuvvetlerine karşılık ortaya çıkan frenleme kuvvetleri ölçülmüştür. Ayrıca sıcaklığın frenleme kuvvetine etkisi, eski-yeni balata çiftinin ve kampanalı fren sistemi ile diskli fren sisteminin de oluşturduğu frenleme kuvvetleri incelenmiştir. Elde edilen veriler analiz edilerek sıcaklık, fren kuvveti, balatanın durumu kampana ve diskli fren sistemlerinin, fren performansına etkisi, deney sonuçları ile birlikte açıklanmıştır.

Papinniemi ve ark., 2002, fren gıcırdamasına ilişkin bir literatür incelemesi gerçekleştirildi. Müşteri memnuniyetsizliğine neden olan frenleme sırasında oluşan gürültüyü ortadan kaldırmak için araştırmalar yapmışlardır. Analitik, deneysel ve sayısal konuların gözden geçirilmesi daha sonra fren gıcırdamasını araştırmak için kullanılan yöntemler verilmiştir. Yapılacak deney çalışmaları ile gürültünün ortadan kaldırabileceği sonucuna varılmıştır.

Düzgün, 2002, fren performansına etki eden faktörler, fren deneyleri ve deneylerde kullanılan standartlar incelenmiştir. Fren performansının en önemli göstergesi olan durma mesafesi ve buna etki eden faktörler üzerinde durulmuştur. Durma ve fren mesafesinin doğru ölçülebilmesi ve en uygun deney yönteminin belirlenmesi amacı ile sistematik yol fren deneyleri yapılmıştır. Bu yöntemlerin birbirlerine göre farklı avantaj ve dezavantaja sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Daş, 2002, Otomobillerin hidrolik fren sistemlerinin tasarım analizine yönelik bir bilgisayar programı geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen program, Fren tipleri ve ölçüleri, sürtünme malzemesi tipleri, merkez pompası, fren kuvvetlendiricisi, basınç regülatörü tipleri ve ölçüleri, araç boyutları, programda veri olarak girilmekte ve çıktı olarak; aracın azami yavaşlama ivmesi, durma mesafesi, durma süresi, fren hidrolik basıncı, dinamik aks yükleri, fren torkları, optimum frenleme kuvvetleri, gerçek frenleme kuvvetleri ve fren sıcaklıkları, tek bir frenleme yapıldığı göz önünde tutularak hesaplanma yapmaktadır. Programda sayısal ve grafik çıktılar yanında, sistem elemanlarının çizimleri ve çalışma şekillerini gösteren animasyonlar da bulunmaktadır. Fren kuvvetinin tekerlekle yol arasındaki sürtünme kuvvetinden büyük olması halinde, fren sıcaklıklarının veya balata aşınma miktarlarının malzeme limitlerini aşması halinde

uyarılar ekranda belirmektedir. Programın otomobil fren sistemlerinin analizinde kullanımı örnek problemler çözülerek gösterilmiştir.

Subramanian ve ark., 2006, Ağır araç fren sistemlerinde çalışmak olası sızıntıları tespit etme yöntemleri sunulmuştur. Sızıntı deney durumunun frenleme üzerindeki etkisi üzerinde durmuşlardır. Fren sisteminde meydana gelen sızıntıyı tespit yöntemleri sunulmuştur. Yapılan deneyler ile fren pedalının kullanım ve kullanım dışı durumlarına göre hava tanklarında sızıntı olup olmadığının tespit edilmesi imkânı sağlanmıştır.

Düzgün, 2009, Laboratuvar ortamında oluşturulan, farklı şartların test edilebildiği bir test sistemi ve cihazı geliştirilmiştir. Bu sistem ile ABS donanımlı araçlarda frenleme basınç ve pedal kuvvet verileri alınarak, analizler yapılmış ve fren etkinliği bu veriler ışığında değerlendirilmiştir. Geliştiren test sisteminde 3 farklı aracın ABS performansları test edilmiştir. ABS sistemindeki teknolojik gelişmelerin frenleme mesafesi, yol tutuşu ve güvenlik konularında olumlu etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Zhang ve ark., 2009, Özel yazılımlar yardımıyla ABS'nin havalı fren sistemli araçlarda kullanımı simüle edilmiştir. 7 deneyden elden edilen simülasyon sonuçlarının doğrulanması ile bunun ABS pnömatik fren sisteminde oluşabilecek birçok sorunun çözülmesine yardımcı olacağı sonucuna ulaşmışlardı.

Karthikeyan ve ark., 2010, Elektro-pnömatik fren sistemine sahip araçların model kontrolü yapmışlardır. Elektro-pnomatik fren sisteminin matematiksel bir modeli oluşturulmuş ve deneysel verilerle desteklenmiştir. Üzerinde çalışılan modelin iyi bir performans gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kara, 2011, Balata numuneleri karbon fiber malzemeler ile hazırlanmıştır. Üç farklı uzunlukta (5, 7,5 ve 10 mm) karbon fiber kullanılmıştır. Balata numunelerine dökme demir disk üzerinde sürtünme testi uygulanmıştır. Deney sonuçlarına göre numunelerin sürtünme katsayısı ve sıcaklık grafikleri elde edilmiştir.

Kumar ve ark., 2012, Elektro-pnömatik fren sistemlerine PID kontrol uygulamaları uygulamışlardır. Frenleme sırasında geleneksel havalı fren sisteminde basınçlı hava dağıtımında bir vardır. Çalışma sonucunda elektro-pnömatik fren sistemleri ile frenleme sırasındaki gecikmeleri önemli ölçüde aşağıya çekmeyi başarmışlardır.

Ekingen, 2012, Ağır ticari taşıtlarda kullanılan kampanalı frenlerde fren titreşimlerine neden olabilecek uyarıları irdelemiş, Ağır ticari taşıtlarda kullanılan Z-cam fren sistemine sahip kampana frenli taşıt üzerinden üç eksenli ivmeölçerler yardımı ile elde edilen titreşimler dataları, teker dönme devri bazında analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda titreşim frekansları ve tahrik mertebeleri oluşturulmuş ve açıklamıştır.

Öz, 2012, aşınmış fren disklerini çeşitli maddeler ile kaplayarak yeniden kullanılabilmesini amaçlamıştır. Kaplanmış ve orijinal diskler üzerinde deneyler yapılmıştır. Çalışma sonucunda tungsten karbür kobalt ile kaplanması durumunda orijinal diskten daha yüksek frenleme performansı gösterebileceği ve ticari kullanım için ümit verici özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Juang ve Lurrr, 2013, Arduino platformunu ve yazılımını kullanılarak çeşitli sensörler kullanmışlardır. Sensör verilerini işlemek için özel filtreleme sistem geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda kendi kendini dengeleyen bir robot geliştirilmiştir.

Yüce, 2013, Otomotiv fren balatalarının farklı sıcaklık, hız ve basınç altında sürtünme katsayısını belirlemek için test cihazı tasarım ve imalatı yapılmıştır. Sürtünme katsayısı test cihazı, otomobillerin disk frenlerinde kullanılan balataların sürtünme katsayısının tespiti için geliştirilmiştir. Sürtünme katsayısını değişik faktörler etkilemektedir. Bunlar, çalışma şartları ve balata imalatında kullanılan malzeme içerikleri olarak ayrılabilir. Çalışma şartlarındaki değişiklikler; farklı devir, sıcaklık, basınç gibi faktörlerdir. Tasarım ve imalatı yapılan test cihazı, taşıtların disk frenlerinde kullanılan balataların sürtünme katsayısını etkileyecek farklı devir, sıcaklık, basınç gibi faktörleri oluşturarak sürtünme katsayısını tespit edebilmektedir. Bu cihazda, hız değerleri 0-14m/s arasında, basınç değerleri ise 0-40MPa arasında değiştirilebilmektedir. Bu değişkenlerin etkisini belirlemek için sürtünme katsayısı-sıcaklık-zaman grafikleri oluşturulmuştur. Bu çalışmada; tasarımı ve imalatı yapılan cihaz, yurt dışı imalatlı chase marka başka bir test cihazıyla karşılaştırılmış ve birbirine yakın deney sonuçları elde edilmiştir.

Selvaraj ve ark., 2014, Havalı fren sistemi araçlarda durma mesafesinin ve araç dengesinin önemine vurgu yapmışlardır. Araştırmada, ağır araçların tüm fren sistemi bileşenlerinin davranışları tahmin edilerek, aracın dinamik davranışını ve durma mesafesini tahmin etmek için bir model gerçekleştirildi. Bu yöntemle fren sisteminde kullanılan parçaların optimizasyonunun daha kolay olacağı bulunmuştur.

Every ve ark., 2014, Binek araçlarda kullanılan dinamik fren asistanı DBS sisteminin Kamyon güvenliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. DBS kullanımının arkadan çarpışmaların oluşumunu azaltabileceği sonucuna varmışlardır.

Keskin, 2015, Literatürde olan bilgi birikiminden bahsedildikten sonra kısaca fren sistemlerinden ve diskli fren sisteminin yaygınlaşmasından bahsedilmiştir. Bu aşamada diskli fren sisteminin çalışma şekli de anlatılmış, hidrolik sistemlerde kaçak olma ihtimaline karşı alınan önleme değinilmiş ve sürtünme sonucu açığa çıkan ısının atılması için oluşturulan tasarımlar anlatılmıştır. Frenleme esnasında balata ile diskin birbirine uyguladığı kuvvetler aracın bütünü göz önüne alındığında iç kuvvet olarak kalmaktadır. Bu nedenle fren balatasının diske uyguladığı basınç sonucu ortaya çıkan sürtünme kuvveti ile aracın ivmesi arasında doğrudan bir bağlantı kurulamaz. Bu nedenle balatanın diske uyguladığı basınç ile aracın ivmesi arasında bir bağıntı kurulması için otomobilde frenleme dinamiği üzerine bir model kurulmuştur. Bu model kullanılarak diske uygulanan basınç ile ivme arasında bir ilişki kurulmuştur. Fren diskinin ısıl analizi için yine birtakım kabuller altında bir model oluşturulmuş ve bu modeli oluşturan denklemler çözülerek fren sıcaklığı zamana bağlı olarak bulunmuştur. Bu modelde ısı geçişi tek boyutta modellenmiş, iletim ihmal edilmiş ve diske uygulanan basınç düzgün dağılımlı, balata ile disk arasındaki sürtünme katsayısı sabit kabul edilmiştir. Son olarak elde edilen bulgular literatürdekilerle karşılaştırılmış ve modelin doğrulaması yapılmıştır. Doğrulamanın ardından izlenen yaklaşım gerçek hayattaki şartlar için kullanılmış ve disk sıcaklıklarının yüksek sıcaklıklara çıkabileceği, bu nedenle farklı tasarımlar yapılmasının gerekliliği gösterilmiştir.

Karanfil, 2017, Binek araçlarda kullanılan fren diskleri üzerine çalışılmıştır. Bu disklerin frenleme sırasındaki davranışları, kaplamalı ve kaplamasız yüzeylerin frenleme sürecindeki aşınma performansları değerlendirilmiştir. Ticari olarak üretilen disklerin yüzeyine HVOF (High Velocity Oxy-Fuel) kaplama yöntemi ile CoNiCrAlY seramik tozu, WC-Co (88/12) seramik tozu, NiCrBSi seramik tozu ve MoNiCrBSiFe (Mo%25) seramik tozu ile yüzeyleri kaplatılmıştır. Kaplama işlemi 1 mm kalınlıkta Plazma Teknik Sert Metal ve Seramik Kaplama A.Ş tarafından yapılmıştır. Kaplamalı ve kaplamasız disklerin aşındırma işlemleri Otomotiv Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Laboratuvarında bulunan fren test cihazında 15 saniye zaman aralığı ile 20 kez tekrarlı yapılan test sonuçlarına göre değerlendirme yapılmıştır. Yapılan fren testinde, disklerin yüzey pürüzlülükleri, ağırlıkları, sıcaklıkları ve deney esnasında

disklere uygulanan fren kuvvetlerine bağlı olarak disk yüzeylerinde meydana gelen aşınma değerleri belirlenmiştir. Disklerde en çok aşınma 0,4 gr ile CoNiCrAlY seramik tozu ile kaplanmış diskte olurken, en az aşınma 0.2 gr ile NiCrBSi seramik tozu ile kaplanmış diskte meydana gelmiştir. Fren testleri bittikten sonra deneyde kullanılan disklerden CNC tezgâhı ile işleme yapılarak numuneler kesilmiş ve SEM (Scanning Electron Microscope) mikro yapı görüntüleri alınmıştır. Numunelerin mikro yapıları incelendiğinde, kullanılan seramik tozların fren diski ile iyi bir seviyede bağ oluşturduğu gözlemlenmiştir. Mikro yapı çalışmalarından sonra numunelerin her birinin termal (ısıl) iletkenlik katsayıları belirlenmiştir. Kaplanmış disklerin kaplama kalınlığının sertlik değerleri mikro sertlik yöntemi ile ölçülerek karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan disklerin korozyon davranışları araştırılarak deney sonuçları tartışılmıştır.

Al-Juboori, 2017, Arduino mikro denetleyici kartı ve elektronik röle AC voltaj regülatörü tasarlandı. Bu nedenle sistem performansı iyileştirilmiş oldu. Esnek ve etkili kontroller sağlanmış oldu. Araştırmada elektronik röleleri kullanımı sayesinde mekanik rölelerin kaybı ve gürültü minimize edilmiştir.

Akdağ, 2018, Tamburlu freni olan ağır ticari fren sisteminin titreşim karakteristikleri, fren çığlığını incelemek için Sonlu Elemanlar Yöntemi ile çalışmıştır. Sürtünmeli temasta olan tambur ve balataların doğal frekansları ve titreşim şekilleri ANSYS kullanılarak belirlenmiştir. Bu analiz için Block Lanczos çözücü tercih edilmiştir. Sonlu eleman sonuçlarını deneysel olanlarla karşılaştırmak için deneysel model testler gerçekleştirmiştir. Ardından, fren sisteminin gürültü karakteristikleri bir dizi dinamometre testi yapılarak elde edilmiştir. Bu deneylerde, gürültüyü azaltmak ve ortadan kaldırmak için dört parametre seçilmiştir. Seçilen parametreler yavaşlama hızı, basınç, sıcaklık ve sürtünme katsayılarıdır. Çalışma sonucunda seçilen parametreler ile gürültüye etkileyen bağıntılar oluşturulmuştu.

Świderski ve ark., 2019, fren sistemlerindeki arızaların erken teşhisi ve ekonomik kullanım ömrünü bozmadan sonlandıran parçaların değiştirilmesi için iki yıl disk fren sistemleri ile donatılmış ağır vasıtaların gözlemi sağlanmıştır. Yapılan iş sırasında fren sistemi parçalarının aşınma derecesine etkisi faktörleri belirlenmiştir.

Toklucu ve Neşeli, 2020, Türkiye karayollarının güvenliği için trafiğe çıkan ağır vasıta taşıtların fren sistemlerinin güvenlik maksatlı testlerinin ve bu sistemlerde yetkili

kurumlarca onaylanmış parçaların kullanılıp kullanılmadığının kontrolü yasal bir zorunluluktur. Bu maksatla sistemin sağlıklı bir şekilde çalışıp çalışmadığının kontrolü sızdırmazlık testi ile gerçekleştirilmektedir. Mevcut durumda sızdırmazlık testi, testi yapan operatöre bağlıdır. Operatörün test süresini çok iyi takip etmesi, elde edilen verilerin hesaplanması ve test sonucunun operatör tarafından değerlendirilmesi gerekmektedir. Manuel olarak gerçekleştirilen bu işlemlerde operatör tarafından sonucu doğrudan etkileyecek hataların yapılması muhtemeldir. Bu çalışmada, ağır vasıta taşıtlarının havalı fren sistemi sızdırmazlık testinin bilgisayar destekli olarak mikro denetleyici kart ve basınç sensörü kullanımı ile otomatik olarak yapılması amacıyla bir test cihazı ve test yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilecek test cihazı ile halen manuel olarak yapılan mevcut testin güvenirliğinin artırılması, operatörün test için harcadığı zamanın en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda operatör tarafından yapılabilecek hatalar tamamen ortadan kaldırılmış ve testin geçerliliği artırılmıştır. Testin otomatik yapılması operatörün test için harcadığı zamanı ortadan kaldırarak 4 dakikalık tasarruf sağlamıştır. Yıllık bir milyon aracın muayene edildiği düşünüldüğünde, yılda 4 milyon dakikalık bir iş gücü tasarrufu sağlanmış olacaktır.

Bekir ve Düzcükoğlu, 2020, Fren sistemi, hareket halindeki taşıtın hızının sabit tutulması, yavaşlatılması, durdurulması ve park halinde iken sabitlenmesi amacı ile kullanılmaktadır. Ağır vasıta taşıtlar çoğunlukla havalı fren sistemine sahiptir. Ülkemizde karayolları trafiğinde seyir eden yolcu ve yük taşıyan araçların fren sisteminde kullanılan tüm parçalar “Belirli Motorlu Araç Sınıflarının ve Römorklarının Frenleme Düzenekleri İle ilgili Tip Onayı Yönetmeliği (71/320/AT)” ne uygun olarak üretilmeli, kullanılmalı ve yetkilendirilmiş muayene kuruluşlarınca yasal periyodlarda muayene testleri gerçekleştirilmelidir. Kamyon, Çekici, Römork, Yarı Römork, Otobüs gibi ağır vasıta taşıtların fren sistemlerinde taşıtın arka fren kuvvetlerini taşıtın yüküne göre artıran veya azaltan ALB adı verilen yük ayar ventilleri kullanılmaktadır. ALB ağır vasıta taşıtlarda mekanik veya pnomatik olarak kullanılabilmektedir. Bu çalışmada pnomatik ALB testini gerçekleştiren operatörün testi yardım almadan tek başına yapabilmesi ve testin güvenilirliğinin artırılması amacı ile mikro denetleyici kart, basınç sensörü, LCD ekran kullanılarak bir test cihazı tasarımı yapılmıştır. Çalışma sonucunda Pnomatik ALB testini operatörün tek başına yapabilmesi, güvenirliğinin arttırılması, zamandan ve iş gücünden tasarruf edilebilmesi sağlanmıştır.

3. ARAÇ MUAYENESİ

3.1. Araç Muayenesi Kapsamı ve Esasları

Karayollarında, can ve mal güvenliği yönünden trafik düzenini sağlamak ve trafik güvenliğini ilgilendiren tüm konularda alınan önlemleri belirlemek amacı ile karayolları trafik kanunu yürürlüğe alınmıştır. 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu, Karayolları Trafik Yönetmeliği, Sanayi ve Ticaret Bakanlığınca yürürlüğe konulan Tip Onay Yönetmelikleri, Araçların İmal Tadil ve Montajı Hakkında Yönetmelik ile bu Yönetmelikte yapılan düzenlemeler dikkate alınarak karayollarında seyir eden araçların kontrol ve testlerinin yapılması zorunludur (Karayolları.Trafik.Kanunu, 18/10/1983).

Karayolunda seyreden motorlu ve motorsuz araçlarının teknik muayenelerini daha etkin ve sağlıklı bir şekilde yapmak, bu suretle araçlar bakımından karayolu trafik güvenliğini sağlamak amacı ile de "Araç muayene istasyonlarının açılması ve işletilmesi hakkındaki yönetmelik" devreye alınmıştır (Karayolları.Trafik.Kanunu, 18/10/1983)

Araçların muayeneleri; Bakanlığa ait araç muayene istasyonlarında veya Bakanlıkça yetkilendirilmesi halinde işletici veya alt işleticilere ait araç muayene istasyonlarında veya seyyar muayene istasyonlarında yapılır (www.resmigazete.com.tr, 23/09/2004).

Araç muayene istasyonlarının **(Değişik ibare:RG-18/08/2007-26617)** TS EN ISO/IEC 17020 "Çeşitli Tipteki Muayene Kuruluşlarının Çalıştırılmaları İçin Genel Kriterler" (A tipi muayene kuruluşu) standardına uygun olması ve işletmeye açılış tarihinden itibaren en geç 1 yıl içinde yetkili**(Değişik ibare:RG-18/08/2007-26617)** akreditasyon kurum/kuruluşu tarafından akredite edilmesi şarttır (www.resmigazete.com.tr, 23/09/2004).

Araç Muayene İstasyonlarında ve/veya seyyar muayene istasyonlardaki araç muayenelerinde kullanılacak kontrol cihazları devamlı hizmet verecek şekilde faal bulundurulur, cihazlardan herhangi birinin arızalanması halinde, bu arıza giderilmeden muayeneye cihazsız devam edilmez.

Araç muayene sonuçları dört grupta değerlendirilir.

1- KUSURSUZ: Muayene edilen araçta herhangi bir eksikliğin bulunmaması halidir. Bu durumda Araç Trafik Belgesinin ilgili kısmına bir sonraki muayene tarihi yazılarak istasyon amiri veya yardımcısı tarafından imzalanmak ve mühürlenmek suretiyle onaylanır.

2- HAFİF KUSUR: Aracın yapılan muayenesi sonrasında yeniden muayenesine gerek duyulmayan bir eksikliğin bulunması halinde, eksiklikler Araç Muayene Raporunda gösterilip raporun bir örneği araç sahibine veya aracı muayeneye getirene, söz konusu eksikliklerin giderilmesi için verilir. Araç Trafik Belgesinin ilgili kısmına bir sonraki muayene tarihi yazılarak istasyon amiri veya yardımcısı tarafından imzalanmak ve mühürlenmek suretiyle onaylanarak muayenesi bitirilir.

3- (Değişik: RG-16/4/2016-29686) AĞIR KUSUR: Aracın muayenesi sonucunda tamirine ihtiyaç duyulacak derecede eksiklikler tespit olunması halinde, söz konusu eksiklikler Araç Muayene Raporuna, ağır kusur olarak işlenir. Bu eksikliklerin giderilerek aracın yeniden muayeneye tekrarına gelmesi amacıyla, muayenenin yapıldığı tarihten itibaren Araç Muayene Raporunda bir aylık süre tanındığı belirtilerek aracın muayenesi ve Araç Trafik Belgesi onaylanmaz. Söz konusu Raporun bir örneği aracı getirene verilir ve verilen rapordaki eksikliklerin giderilip giderilmediği muayene tekrarı esnasında kontrol edilir. Bir aylık süre içinde muayenenin yapıldığı istasyona veya aynı ilde yer alan diğer sabit muayene istasyonlarına gelinen muayene tekrarından muayene ücreti alınmaz. Muayenenin yapıldığı tarihten itibaren, bir aylık sürenin dolmasından sonra gelinen muayeneden veya bir aylık süre dolmadan gelinen muayene tekrarından sonraki muayeneden muayene ücreti tam olarak alınır. Eksiklikler tamamlanmadığı sürece muayene işlemi tamamlanmış sayılmaz.

4- (Değişik: RG-16/4/2016-29686) EMNİYETSİZ: Aracın, can ve mal emniyeti ile trafik güvenliği açısından tehlikeli olacak derecede kusurlarının/eksikliklerinin tespiti halinde muayenesi onaylanmaz. Emniyetsiz araçların muayene tekrarı ve muayene ücretleri hakkında ağır kusurlu araçlar için bu maddenin altıncı fıkrasının (3) numaralı bendinde belirtilen hükümler uygulanır.

Araçlar cinslerine, kullanma amaç ve şekillerine uygun olarak periyodik muayeneye tabidir. Buna göre;

a) Hususi otomobiller ile bunların her türlü römorkları ilk üç yaş sonunda ve devamında her iki yılda bir,

b) Resmi otomobiller ile bunların her türlü römorkları **(Değişik ibare: RG-7/1/2010-27455)** ilk üç yaş sonunda ve devamında iki yılda bir,

c) Lastik tekerlekli traktörler ile bunların her türlü römorkları ilk üç yaş sonunda ve devamında üç yılda bir,

d) İki veya üç tekerlekli araçlar ve bunların her türlü römorkları, ilk üç yaş sonunda ve devamında iki yılda bir,

e) Diğer bütün motorlu araçlar ile bunların her türlü römorkları ilk bir yaş sonunda ve devamında yılda bir, periyodik muayeneye tabi tutulur.

3.2. Zorunlu Olarak Teste Tabi Tutulacak Parçalar

Motorlu ve motoruz araçların periyodik muayenelerinde zorunlu olarak teste tabi tutulacak parçalar araç sınıflarına göre ilgili yönetmeliklerde belirlenmiştir. Araç sınıfları azami yüklü ağırlık, taşıtın yolcu sayısı, yolcu veya yük taşıma durumu gibi kriterlere göre belirlenmiş olup, aşağıda listelenmiştir.

1) **(Değişik: RG-16/4/2016-29686)** Yolcu taşımacılığında kullanılan, sürücüsü dâhil dokuzdan fazla oturma yeri olan motorlu taşıtlar, (Sürücüsü dâhil oturma yeri on yediyi aşmayan otobüslere minibüs denir.)

2) Yük taşımak için kullanılan ve azami müsaade edilebilir ağırlığı 3500 kg'dan fazla olan motorlu taşıtlar,

3) Azami müsaade edilebilir ağırlığı 3500 kg'dan fazla olan römorklar ve yarı römorklar,

4) Taksiler ve ambulanslar,

5) **(Değişik: RG-16/4/2016-29686)** Normal olarak karayolunda yük taşımak için kullanılan ve azami yüklü ağırlığı 3500 kilogramı geçmeyen tarım ve orman traktörleri haricindeki en az dört tekerlekli motorlu taşıtlar ve tarım traktörleri haricindeki en az iki tekerlekli motorsuz taşıtlar,

6) **(Değişik: RG-16/4/2016-29686)** Yapısı itibarıyla, Sürücüsü dâhil en fazla dokuz oturma yeri olan ve insan taşımak için imal edilmiş bulunan motorlu taşıtlar,

7) Traktörler,

8) Motosikletler, Motorlu Bisikletler,

Çizelge 3.1'de araç sınıflarına göre zorunlu olarak teste tabi tutulacak aksamlar (www.resmigazete.com.tr, 23/09/2004)

Fren sistemleri	**Şasi ve şasi bağlantıları**	**Lambalar, Yansıtıcılar ve Elektrik Teçhizatı**
Mekanik Durum ve Çalışma	Şasi veya çerçeve ve bağlantıları	Uzun ve kısa hüzmeli farlar **(Sınıf 3 hariç)**
Ayak freni pedal mili **(Sınıf 3 hariç)**	Genel durum	Durum ve çalışma **(Sınıf 3 hariç)**
Pedal durumu ve fren çalıştırma cihazı hareketi	Egzoz boruları ve susturucular **(Sınıf 3 hariç)**	Ayar **(Sınıf 3 hariç)**
Vakum pompası veya kompresör ve rezervuar	Yakıt tankı ve borular **(Sınıf 3 hariç)**	Düğmeler **(Sınıf 3 hariç)**
Düşük basınç ikaz göstergesi veya ölçme aygıtı	Ağır kamyonlardaki arka koruyucular tertibatın geometrik özellikleri ve Durumu **(Sınıf 4, 5, 6, 7, 8 hariç)**	Görüş yeterliliği **(Sınıf 3 hariç)**
El freni kontrol/kumanda valfi/elektrikli kumanda devresi	Yedek tekerlek taşıyıcısı **(Sınıf 7 ve 8 hariç)**	Yan lambalar ve dış hat uç işaret lambaları
El freni, kumanda levyesi, el freni mandalı **(Sınıf 8 hariç)**	Çekici taşıtlar, römorklar ve yarı römorklar üzerindeki bağlantı mekanizması **(Sınıf 4, 5, 6, 7, 8hariç)**	Renk ve görüş yeterliliği
Fren Valfleri (Ayak valfleri, boşaltıcılar, düzenleyiciler,vs.)	Kabin ve karoser	Stop (fren) lambaları
Römork frenleri için bağlantılar **(Sınıf 8 hariç)**	Genel durum	Yön belirtme lambaları
Basınç tankı enerji depolama rezervuarı**(Sınıf 8 hariç)**	Montaj	Yanıp sönme sıklığı
Fren yardımcı üniteleri ana silindir (Hidrolik sistemlerde)	Kapılar ve kilitler **(Sınıf 7 ve 8 hariç)**	Ön ve arka sis lambaları
Katı/sert fren boruları	Taban	Konum
Esnek fren hortumları	Sürücü koltuğu **(Sınıf 3 hariç)**	Geri vites lambası **(Sınıf 7 ve 8 hariç)**
Fren baskı pabuçları	Kumanda panelleri **(Sınıf 3 hariç)**	Plaka lambaları
Fren kampanaları, fren diskleri	**Diğer teçhizat**	Geri yansıtıcılar
Fren kabloları, rotları, levye bağlantıları	Emniyet kemerleri **(Sınıf 3, 7 ve 8 hariç)**	İkaz düzenleri
Fren tahrik birimleri (Körükleri), (Yaylı frenler veya hidrolik tekerlek frenleri dahil olmak üzere)	Yangın söndürücü **(Sınıf 3, 7ve 8 hariç)**	Çekici taşıt römork veya yarı römork arasındaki elektrik bağlantıları **(Sınıf 1,2,3 için)**
Fren kuvveti algılayıcı valf **(Sınıf 7 ve 8 hariç)**	Kilitler ve hırsızlığa karşı tertibatlar	Elektrik kabloları
Otomatik gevşeklikayarının gösterimi**(Sınıf 7 ve 8 hariç)**	İkaz üçgeni (reflökter)	**Taşıt tanıtımı**
Yavaşlatıcı sistemler (takılmış veya gerekli ise) **(Sınıf 7 ve 8 hariç)**	İlkyardım çantası **(Sınıf 3, 7 ve 8 hariç)**	Tescil plakası
Servis freni etkinliği ve verimi	İlkyardım çantası montajının güvenliği (Sınıf 3, 7 ve 8 hariç)	Şasi numarası

Etkinlik (Azami güce kademeli olarak ulaşma)	İlkyardım çantasının kullanılabilirlik Durumu (Sınıf 3, 7 ve 8 hariç)	Motor numarası
Verim	Tekerlek takozu	Dingiller, tekerlekler, lastikler, süspansiyon
İkincil (acil durum) fren etkinliği ve verimliliği (farklı bir sistem kullanılıyorsa)	Sesli ikaz cihazı (Sınıf 3 hariç)	Dingiller
Etkinlik	Hız göstergesi (Sınıf 3 hariç)	Tekerlekler, lastikler
Verim	Takograf (Mühürlerin varlığı ve bütünlüğü) (Sınıf 4, 5, 6, 7, 8 hariç)	Süspansiyon
El freni etkinliği ve verimliliği	Takograf plakasının uygunluğunun kontrolü **(Sınıf 4, 5, 6, 7, 8 hariç)**	**TAŞIT SINIFLARI**
Etkinlik (Sınıf 8 hariç)	Şüphe varsa, takograf plakasının üzerinde bulunan verilerin tekerleğin anma çevresi veya büyüklüğü ile aynı olup olmadığının kontrolü **(Sınıf 4, 5, 6, 7, 8 hariç)**	1. SINIF: Yolcu taşımak için kullanılan ve sürücü koltuğu haricinde 8'den fazla koltuğu olan motorlu taşıtlar.
Verim (Sınıf 8 hariç)	Mümkünse takograf mühürlerinin veya varsa bağlantıları yanıltıcı müdahalelere karşı koruyan diğer başka araçların olup olmadığının kontrolü **(Sınıf 4, 5, 6, 7, 8 hariç)**	2. SINIF: Yük taşımak için kullanılan ve azami müsaade edilebilir ağırlığı 3500 kg'dan fazla olan motorlu taşıtlar.
Yavaşlatıcı veya egzoz freni sistemi etkinliği	**Gürültü Kirliliği (Sınıf 3 hariç)**	3. SINIF: Azami müsaade edilebilir ağırlığı 3500 kg'dan Fazla olan römorklar ve yarı römorklar.
Anti-Blokaj (ABS) frenleme (Kilitlemeyen frenleme)	Egzoz gürültüsü	4. SINIF: Taksiler ve ambulanslar.
Direksiyon ve Direksiyon Simidi (Sınıf 3 hariç)	**Sınıf 1'deki taşıtlar için ilave kontroller**	5. SINIF: Normal olarak karayolunda yük taşımak için kullanılan ve azami müsaade edilebilir ağırlığı 3500 kg'dan az olan tarım ve orman traktörleri haricindeki en az dört tekerlekli motorlu ve motorsuz taşıtlar.
Mekanik durum	Acil çıkış (çıkışlar) cam kırmaya yarayan çekiçler, acil çıkış (çıkışları) gösteren işaretler	6. SINIF: Yolcu taşımak için kullanılan ve sürücü koltuğu haricinde 8'den az koltuğu olan en az dört tekerlekli motorlu taşıtlar.
Direksiyon simidi	Isıtma sistemi	7.SINIF: Traktörler.
Direksiyon boşluğu	Havalandırma sistemi	8.SINIF: Motosikletler, Motorlu Bisikletler.
Direksiyon simidi yatağı	Koltuk düzeni	
Görüş Özellikleri	İç aydınlatma	
Görüş alanı **(Sınıf 3 ve 8 hariç)**		
Camın durumu **(Sınıf 3, 7 ve 8 hariç)**		
Dikiz aynası **(Sınıf 3 hariç)**		
Ön cam silecekleri **(Sınıf 3, 7 ve 8 hariç)**		
Cam yıkayıcılar **(Sınıf 3, 7 ve 8 hariç)**		

1, 2 ve 3 numarada yer alan taşıtlar ağır araçlar, 4, 5, 6, 7 ve 8 numarada yer alan taşıtlar hafif araçlar sınıfına girer.

Çizelge 3.1'de araç sınıflarına göre zorunlu olarak teste tabi tutulacak aksamlar, fren sistemi, şasi ve şasi bağlantıları, Lambalar, yansıtıcılar ve elektrik teçhizatı, direksiyon ve direksiyon simidi, görüş özellikleri, gürültü kirliliği, taşıt tanımı, dingiller, tekerlekler, lastikler, süspansiyon gibi başlıklar altında listelenmiştir.

3.3. Motorlu ve Motorsuz Araçların Muayenesi

Türkiye'de karayolları güvenliği için uluslararası normlara uygun kapsamda araç muayenesinin yapılması, uluslararası standartlarda eğitim almış, nitelikli eleman yetiştirilmesi, araç kaynaklı trafik kazalarının azaltılması, trafik güvenliğinin sağlanması, yeni standart muayene anlayışının oluşturulması için "Araç Muayene İstasyonlarının Açılması ve İşletilmesi Hakkında Yönetmelik" (Karayolları.Trafik.Kanunu, 18/10/1983) yürürlüğe girmiş ve Araç Muayene İstasyonlarının açılması sağlanmıştır. 2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanunu ve Karayolları Trafik yönetmeliğinin 35. Maddesinde "Tescile kayıtlı araçların muayenelerini yapmak veya yaptırmak, muayene istasyonlarını denetlemek" kararı yer almaktadır (www.resmigazete.com.tr, 23/09/2004). Bu karar gereği karayollarında seyir halinde bulunan taşıtların can ve mal güvenliği açısından tehlike oluşturmayacak şekilde üretilmesi ve periyodik muayenelerinin yapılması gerekmektedir.

Trafik kanunun ilgili maddesi gereği birçok mevzuat oluşturulmuş olup, karayolu taşımacılığında kullanılan taşıtlar ile ilgili yasal mevzuatlar aşağıda listelenmiştir (Toklucu ve Neşeli, 2020).

- 2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanunu ve Karayolları Trafik Yönetmeliği
- Araç Muayene İstasyonlarının Açılması ve İşletilmesi Hakkında Yönetmelik
- TS EN ISO 17020 Standardı
- Okul Servis Araçları Hizmet Yönetmeliği
- Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik
- Ticari Araçlarda Reklam Bulundurulması Hakkında Yönetmelik

- Ticari Plakaların Verilmesinde Uygulanacak Usul ve Esaslar Hakkında Karar
- Araçların İmal Tadil ve Montajı Hakkında Yönetmelik (AİTM)
- Motorlu Araçlar ve Römorkları Tip Onayı Yönetmeliği (MARTOY)
- İki veya Üç Tekerlekli Motorlu Araçların Tip Onay Yönetmeliği (MOTOY)
- Tekerlekli Tarım veya Orman Traktörleri Tip Onayı Yönetmeliği (TORTOY)
- Motorlu Taşıtların Frenlerinin Onayı (ECE-R13)
- Belirli Motorlu Araç Sınıflarının ve Römorklarının Frenleme Düzenekleri İle ilgili Tip Onayı Yönetmeliği (71/320/AT)

Araç muayenesi genel olarak araç tanımı, diğer donanımlar, görüş şartları, yolcu taşıma araçları, fren sistemi, direksiyon sistemi, şase ve aksamları, Akslar, Lastikler, süspansiyon, çevre ve emisyon, aydınlatma sistemi kontrolleri şeklinde yapılmaktadır.

3.3.1. Araç Tescil Belgesi ve İş Emrinin Oluşturulması

İlgili yönetmeliklerde belirtilen şartları sağlayan motorlu ve motorsuz araç sahiplerinin 2918 Sayılı trafik kanununa göre araçlarını yetkili tescil kuruluşlarına tescil ettirmek ve tescil belgesi almak mecburiyetindedirler. Şekil 3.1.' de görüldüğü üzere, bir araç tescil belgesinde, aracın teknik özellikler, kayıtlı olduğu trafik tescil kuruluşu ve araç sahibine ilişkin bilgiler bulunmaktadır.



Şekil 3.1. Tescil belgesi (Tüvtürk, 2019a)

Bakanlık tarafından yetkilendirilmiş muayene kuruluşu araç tescil belgesi üzerindeki Plaka ve Belge seri numarası ile sorgulama yaparak Emniyet Genel Müdürlüğüne ait bilgilere online erişim sağlar ve bu bilgiler doğrultusunda araç muayenesi için iş emri oluşturur. Şekil 3.2.' de görüldüğü gibi iş emri üzerinde aracın tescil bilgileri mevcuttur.



Hizmet Türü	: Kamyonet PM			S-MATİK	1451
Plaka No	: 81 NE811			Sipariş No	: 58010580102
Şasi No	: NM0TXXTTPT NM0TXX			Tarih Saat	: 17.09.2015 08:00
Motor No	: 4G354G3!			MKG	: ERKAL ERKAL
Sahibi	: KAMİL KAMİL				
Markası	: FORD	Model Yılı	: 2004	Tespit	: -
Tipi	: TRANSİT CONNECT	Tescil Şekli	: Hususi	Motor Gücü	: 66.1 BG
Ticari Adı	: TRANSİT CONNECT	Kull. Amacı	: Yük Nakli	AYA	: 2255
Yakıt Cinsi	: Dizel	Trafiğe Çıkış	: 19.04.2004	Net Ağırlık	: 1505
Araç Grubu	: Kamyonet	Tescil Tarihi	: 19.04.2004	Koltuk Sayısı	: 5
Araç Sınıfı	: N1	Önceki KM	: 130.543	Tescil Belgesi	: AG
Rengi	: BEYAZ (İNCİ)	Gövde Tipi	:		
Men Tarihi	: -	Traf.Çek.Tar.	: -	İspatlanan ZMT	: 16.09.2015
Men Bit. Tar.	: -			Hesaplanan ZMT	: -
Tescil Açıklaması : YANDAN CAMLI ÇİFT SIRA KOLTUKLU KAMYONET--					

Şekil 3.2. İş emri – Araç bilgileri (Tüvtürk, 2019a)

İş emri üzerindeki plaka, şasi numarası, motor numarası ile araç üzerindeki bilgiler kontrol edilir. Araca ait diğer bilgiler marka, model, araç gurubu, rengi, kullanım amacı, trafiğe çıkış tarihi, tescil tarihi, araç sınıfı, azami yüklü ağırlık, net ağırlık, koltuk sayısı gibi bilgiler kontrol edilir. Araç muayene teknisyeni tescil belgesi ile iş emri bilgilerini kontrol ederek bilgilerin uyumlu olması halinde muayene edilecek aracı tanımlı muayene alanı içerisine alarak muayeneye başlar.

3.3.2. Araç Şasi ve Motor Numaraları

Araç tanımı şasi ve motor numarası ile yapılmaktadır. Şasi ve motor numarası tescil belgesi ile uyumlu olmalı ve okunaklı olmalıdır. Şasi numarasının, ana şasi üzerinde çakılı olan hali geçerlidir. Ana şasi üzerinde çakılı olan numaranın birebir tescil kayıtlarında yer alması gerekmektedir. Eksik veya fazla olamaz. Şasi üzerinde çakılı şasi numarasının başı ve sonu " * " , " Δ" vb. bir güvenlik sembolü ile kapatılmış olmalıdır.

Araç şasi numaraları çoğunlukla araç gövdesi üzerine çakılıdır. Şekil 3.3.' te gövdeye çakılı bir şasi numarası görülmektedir.



Şekil 3.3. Araç şasi numarası (Tüvtürk, 2019a)

Bazı üretici firmalar şasi numarasının bir kısmı etikette, bir kısmı gövdeye çakılı olarak üretim yapabilmektedirler. Şekil 3.4.' te görülmektedir.



Şekil 3.4. Şasi numarası bir kısmı etiket, bir kısmı gövdeye çakılı (Tüvtürk, 2019a)

Bazı üreticiler ise şasi numarasının tamamını etiket üzerine çakmayı tercih edebilmektedirler. Şekil 3.5.' te sadece etiket üzerinde şasi numarası örneği görülebilmektedir.



Şekil 3.5 Şasi numrası etiket örneği (Tüvtürk, 2019a)

Korozyon, tahribat vb. nedenlerden dolayı bir veya birden fazla karakteri okunamayan tahrip olmuş numaralar var ise bu numaraların Makine Mühendisleri Odası, TSE gibi yetkili kuruluşlar tarafından orijinallik raporu düzenlenerek, yetkili tescil kuruluşlarının bilgisi dâhilinde yeniden çaktırılması gerekmektedir. Motor numarası motor bloku üzerinde çakılı veya etiket üzerinde tanımlı olarak üreticiler tarafından verilirler. Motor numarasının bulundurulması yasal bir zorunluluk olup, tescil belgesi ile uyumlu olmak zorundadır. Aracın motorunun orijinal tipi ile değişip değiştirilmediği sınırlı tadilat bildirimine ek olarak verilen "Motor Mukayese Raporu" ile belirlenir. Motor mukayese raporundaki bilgilerle, araç bilgileri arasında fark varsa (silindir hacmi, yakıt cinsi motor gücü) tadilat sınırlı tadilat bildirimi ile yapılamaz. Tadilat projesi talep edilir. Varsa, yetkili servis faturası veya gümrük şahadetnamesindeki bilgilerden de faydalanılır. Orijinal tipteki motor ile yapılan motor değişikliklerinde, proje ve hesapları yerine sadece zorunlu belge olarak SINIRLI TADİLAT BİLDİRİMİ ile tadilat muayenesi yapılabilecektir. Ancak, sınırlı tadilat bildirimi yerine proje ve hesapları ile başvuran araçların da tadilat muayenesi yapılabilir. Orijinal tipin haricindeki tüm motor değişikliklerinde, SINIRLI TADİLAT BİLDİRİMİ GEÇERSİZDİR. Orijinal tipin haricindeki motor değişikliklerinde proje ve hesaplarının tam olarak talep edilmesi ve ibrazı gerekmektedir.

3.3.3. Araç Tip Etiketi

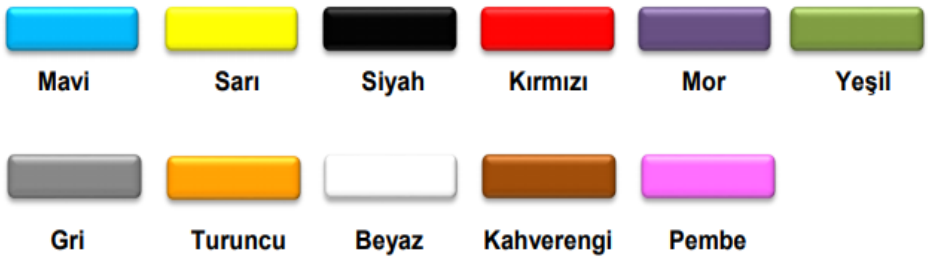
Araç üreticileri tarafından tip etiketi adı verilen imalatçı levhalarının araç üzerinde bulunması gereklidir. Tip etiketi üzerinde İmalatçının adı, AT Tip onay numarası, Araç şasi numarası, Azami yüklü ağırlık, Römorklu azami ağırlık, Aks ağırlıkları belirtilmiş olmalıdır. Şekil 3.6.' da örnek tip etiketi görülmektedir.



Şekil 3.6. Tip etiketi (Tüvtürk, 2019a)

3.3.4. Araç Renk Tanımlaması

Araçların ana renginin tescil belgesine yazılması ve tescil belgesi ile uyumlu olması yasal bir zorunluluktur. Şayet araçta tescil belgesinden farklı bir veya birkaç renk mevcut ise renk değişikliği yapıldığında dair fatura ile yetkili muayene kuruluşuna başvuru yapılıp, renk değişikliği ile ilgili renk tespitinin yapılması ve tescil belgesine ilgili tescil kuruluşunca işlenmesi gerekmektedir. Şekil 3.7.' de araçlarda kullanılan ana renk gurupları görülmektedir.



Şekil 3.7. Ana renk gurupları (Tüvtürk, 2019a)

Alt renk tanımı, üreticiler tarafından araç satışlarında reklam ve dikkat çekmek maksadıyla kullanılmaktadır. ANA RENK ile renk kontrolü doğru ve tam olarak yapılması ve ANA RENGİN araç ile uyumlu olması şartıyla, varsa alt renk grubu, tescil kayıtlarındaki, uygunluk belgesindeki üretici firmanın yazılı beyanı veya araç satış/boya faturasındaki ifade ile tespit edilir ve yazılı olduğu hali ile aynen kayıtlara aktarılabilir. ANA RENK tespit edildiği sürece, alt rengin tanımlaması veya kontrolü yapılması gerekmez.

Örnek: MAVİ (Okyanus), Sarı (Güneş), Beyaz (Fildişi) vb. Renk bilgisi değişikliğinde veya renk tanımlaması yapılması sırasında ANA RENK ile birlikte alt renk grubu belirtilmiş ise kayıtlar bu bilgiler doğrultusunda oluşturulur.

Renk Tanımlama Tablosu yardımı ile ANA RENGİ tanımlanamayan, bir başka anlatım ile sadece alt renk tanımı olan ve bu alt renk tanımının hangi ANA RENGİ ifade ettiği bilinemeyen/bulunamayan araçların muayenelerinde aracın renginin tescil kayıtlarındaki tanıma göre farklı yazıldığı kabul edilir ve ilgili kusur verilir. Benzer şekilde alt renk tanımı birden çok ana renk tanımını ifade ediyorsa bu durumda renk

farklılığı olarak kabul edilir ve ilgili kusur verilir. Örneğin tescil kayıtlarında veya tescil kaydı sorgulamasına ulaşılamadığı durumlarda Tescil belgesinde, alt rengi sadece Metalik yazılı olan bir araç (alt renk tanımı bir kaç farklı Ana Renk Grubu altında tanımlı olması sebebi ile) kusurlu olarak değerlendirilir. Araç sahibinden aracın uygunluk belgesi talep edilir veya araç üreticisinden aracın ana rengini ve varsa alt renk bilgisini içeren bir yazı talep edilir. Aracın gerçek rengi, uygunluk belgesinde veya üreticiden alınan yazıda belirtilen ana renk ile karşılaştırılır. Ana renk grubu ile aracın gerçek rengi uyumlu ise araç kusurlu olarak değerlendirilmez.

Araç üzerinde bulunan (büyük ölçekli) farklı renk kaplamalar, tescil kayıtlarında bu kaplama üzerinde yer alan baskın renk veya renkler belirtilmiyorsa bu araçların rengi farklıdır ve kusur olarak değerlendirilir.

Bu kaplamalar üzerindeki baskın renklerin fatura ile beyan etmesi durumunda sipariş fatura esas alınarak oluşturulur ve fatura ile araç uyumlu ise renk kusuru verilmez. Muayene raporu faturadaki bu renkler ile tamamlanır.

Seyir esnasında karşıdan gelebilecek taş parçacıkları, kum taneleri vs. gibi cisimlerin kaputa zarar vermemesi adına taktırılan deri, kumaş vb. gibi takıp sökülebilen ilave uygulamalar ikinci bir renk olarak değerlendirilmez. Bu şekilde olan araçlara kusur değerlendirmesi yapılmaz.

Araçların ön kaput, tavan vb. bazı parçalarının münferit olarak aracın ana renginden farklı renklerde ve çeşitli materyaller ile kaplanması renk değişikliği olarak kabul edilmelidir. Örneğin Şekil 3.8.’ de ana rengi beyaz bir aracın ön kaputunun siyah bir folyo ile kaplanması aracın çift ana renk olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Örneğin Şekil 3.9.’ da ana rengi gri olan bir aracın tavanın siyah folyo ile kaplanması aracın çift ana renk olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu tür araçların tescil kayıtlarında renkleri beyaz-siyah, gri-siyah olarak işli olmalıdır.



Şekil 3.8. Ön kaputa kaplama yapılması (Tüvtürk, 2019a)



Şekil 3.9. Tavan kaplaması (Tüvtürk, 2019a)

Araçta LOGO var ve tescil kayıtlarında kayıtlı ise kapı eşikleri ve motor havuzundaki renk LOGO rengi ile farklı olabilir. Bu gibi durumlarda tescil kayıtlarındaki renk ile kapı eşikleri ve motor havuzundaki renk bire bir uyumlu ise kusur verilmez. Logonun tescil belgesine işlenmemiş olması hem kusur değildir hem de logonun tescil belgesine işlenmesi hizmeti müşterinin isteğine bağlıdır. Araç üzerindeki logo/reklam uygulamaları için müşteriden reklam bulundurma izni, vergi makbuzu vb. herhangi bir kanıtlayıcı veya ilişkilendirici belge resim yazı istenmez. Camlarında, tavan, ön, ön kaput ve arka kısımda logo bulunan araçlarda logo tespiti yapılmaz. Logonun bir parçasın niteliğindeki zemin rengi de LOGO olarak değerlendirilir.

Logonun bir parçasın niteliğindeki zemin logo olarak kabul edildiğinden aracın renginin değerlendirilmesinde esas alınmaz.

Şekil 3.10.' da aynı araç ve aynı çamurluğa ait, ama farklı açılardan bakıldığında farklı görülen renk ile ilgili örnek bulunmaktadır. Farklı bir açıdan veya gölgede bakıldığında araç mor olarak görünmekte, yakın pozisyonda ve güneş ışığında bakıldığında ise yeşil olarak görülebilmektedir. Muayenelerde bu tür araçlarla karşılaşıldığında tescil kayıtlarında her iki rengin birlikte yazılması veya görünen renklerden herhangi birisinin tek yazılması durumu kusur olarak değerlendirilmemelidir. Ayna gibi geri yansıtıcılı özelliği olmayan sadece ışığa göre renk değiştiren bu canlı renkler tescil kayıtları ile uyumlu olduğu sürece kusur değildir.



Şekil 3.10. Işığa duyarlı renk değişteren boya uygulaması (Tüvtürk, 2019a)

Araçların üzerine kaplama yapılarak veya boya ile ayna özellikli parlak geri yansıtıcılı özellikli uygulamalar yapılmaktadır. Parlak renkli bu uygulamalar, trafik ve yol güvenliğini tehdit etmesi nedeniyle, Şekil 3.11.' de görülen parlak kaplama kusur metni ile ağır kusurlu değerlendirilmelidir.



Şekil 3.11. Parlak görünümlü kaplama (Tüvtürk, 2019b)

Mat renkli veya fabrika çıkışlı metalik, sedefli vb. veya uygulama ile sadece canlı görünen, parlak ve trafik güvenliğini tehdit edecek nitelikte yansıtıcı özelliği olmayan renk uygulamaları bu kapsamda değildir. Bu araçlar için tescil kayıtlarındaki renk tanımı ile aracın uyumu kontrol edilir fark varsa kusur verilmelidir.

Şekil 3.12.' de görülen kamyon türü araçlarda esas olan kupa rengidir. Ancak tescil kaydında kupa rengi ile birlikte kasa rengi de yazıyorsa ve araçla uyumluysa kabul edilebilir. Kusur verilmez.



Şekil 3.12. Kupa ve Kasa renkleri farklı araç (Tüvtürk, 2019b)

Römork ve Yarı römorklarda aracın şasisinin siyah, kasasının sarı renk olması durumunda tescil kaydında veya tescil kayıtlarında araç rengi Siyah - Sarı olarak görülebilmektedir. Bu gibi durumlar, araç renginin tanımlanması nedeni ile kusur olarak değerlendirilmemelidir.

Güneş nedeni ile boyalarda oluşan deformasyonlara yanık lekelerine sahip araçlar için renk kusuru verilmemelidir. Ancak, tavan, kaput ve arka bagaj kapağında

aracın ana rengi tamamen kaybolacak şekilde bir yanma durumu söz konusu ise bu durum kusur olarak değerlendirilir. Kusur giderilirken aynı renk folyo kaplama yapılabilir veya boya ile işlem yapılabilir. Şekil 3.13.' te farklı tipte güneş yanığı oluşmuş araçlardaki kusur değerlendirmelerine örnekler verilmiştir.



Şekil 3.13. Güneş yanığı kusur değerlendirmesi (Tüvtürk, 2019b)

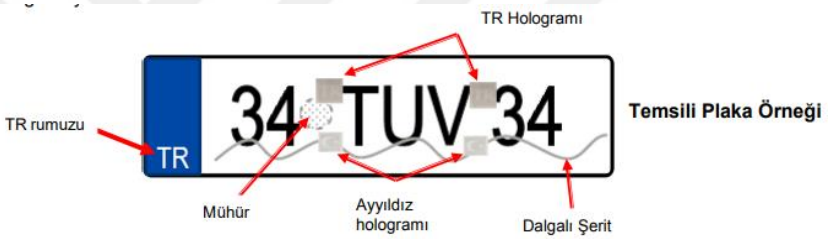
3.3.5.Tescil Plakaları

- Araç tanımı açısından önemli unsurlardan biri de araçların üzerine takılı olan tescil plakalarıdır. Tescil plakaları araçlara aşağıda gösterildiği şekilde ve sayıda takılır.
- Motorlu bisiklet ve motosikletlere; yerden 20 ila 150 santimetre yükseklikte araç arka kısmında ve araç boyuna eksenine dik olacak şekilde bir adet,
- Römork ve yarı römorklara arkada yerden 30 ila 120 santimetre yükseklikte römork boyuna eksenine dik olacak şekilde bir adet,
- Yük motosikletleri, otomobil, kamyonet, kamyon, minibüs, otobüs, çekici vb. tüm motorlu araçlara; bir ön, diğeri arkada yerden 30 ila 120 santimetre yükseklikte araç boyuna eksenine dik olacak şekilde iki adet,
- Traktörlerde; biri ön, diğeri arkada yerden 30 ila 400 santimetre yükseklikte araç boyuna eksenine dik olacak şekilde iki adet,

Tescil plakaları, aracın boyuna ekseninde veya sol tarafında, alt kenarı aracın tampon alt seviyesinin üstünde kalacak, yanlarından taşmayacak, sallanmayacak,

düşmeyecek ve kolayca okunabilecek şekilde takılır. Ayrıca yapısı itibari ile takılacak yerlerin uygun olmaması halinde arka plakaların üst kenarı en çok 200 santimetre seviyesinde olacak şekilde araç arka kısmına takılabilir.

Tescil plakaları dikdörtgen biçiminde alüminyumdan yapılır. Harf ve rakamlar ile plaka çerçevesi (siyah dikdörtgen çerçeve) preste en az 1 mm en çok 3 mm kabartılır ve köşeleri 1 cm yarıçapla yuvarlatılır. Plaka kenarları (bordürü) çerçevesi olmalıdır ve genişliği 5 mm' dir. Plaka beyaz zemini üzerinde TR işareti, dalgalı şerit ve Ay-yıldız güvenlik hologramları (işaretleri) bulunur. Güvenlik işaretleri 45 derecelik açıdan fazla bir açı ile sağdan ve soldan bakıldığında görünmemelidir. Güvenlik işaretleri plakaya direk olarak 300 derecelik bir açı ile 180 cm mesafeden karşıdan (yukarıdan aşağıya doğru) bakıldığında görünür. Mavi zemin üzerine TR rumuzu bulunur. TR rumuzunun olduğu kısım kırmızı veya başka bir renge boyanmaz. Şekil 3.14.' de Tescil Plakası görülmektedir.

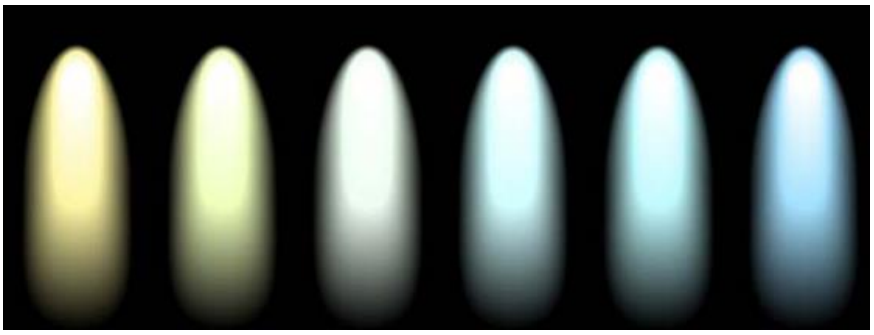


Şekil 3.14. Tescil plakası (Tüvtürk, 2019a)

Mavi TR rumuzu, Ayyıldız ve TR hologramları 18.07.1997 tarihinden itibaren ilk kez tescil edilen veya model yaşı 1998 ve sonrası olan tüm araçlarda zorunludur.

Plaka aydınlatma lambaları beyaz olmalı ve aydınlatmanın sağlandığı ışık kaynağı arkadan gelen bir araca doğru yönelmemelidir. Amacı sadece plakayı aydınlatmak olmalıdır.

Beyaz renk dışında farklı bir renk plaka aydınlatma lambası kullanılması kusur olarak değerlendirilir. Halojen veya beyaz ışığa yakın renkte kullanılan aydınlatma lambaları kusur olarak değerlendirilmez. Şekil 3.15.' te beyaz renk tonları görülmektedir. Plaka aydınlatmalarında bu renkler kullanılabilir.

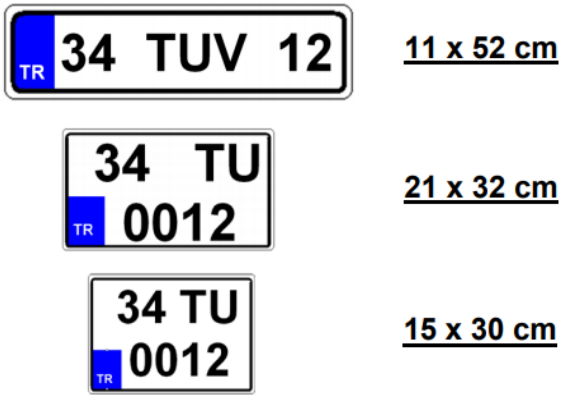


Şekil 3.15. Beyaz renk tonları (Tüvtürk, 2019a)

Otomobil, kamyonet, minibüs, kamyon, çekici, otobüs vb. araçlarda ön plaka 11x52 cm, arka plaka 11x52 cm veya 21x32 cm; plaka yerlerinin bu ölçülere uymaması halinde ölçüler 15x30 cm olabilmektedir.

Araçların arka plaka ölçüleri;

Şekil 3.16.' da Araçlarda kullanılabilecek arka plaka ölçüleri görülmektedir.



Şekil 3.16. Araçlarda kullanılabilecek arka plaka ölçüleri (Tüvtürk, 2019a)

Motorlu bisiklet, motosiklet sınıfı araçlarda sadece arka plaka olur ve arka plaka 15 x 24 cm ölçülerinde olur. Lastik tekerlekli traktörlerde ve yük motosikletlerinde ön ve arka plaka 15 x 24 cm ölçülerinde olur. Şekil 3.17.' de Motosikletlerin plaka ölçüleri görülmektedir.



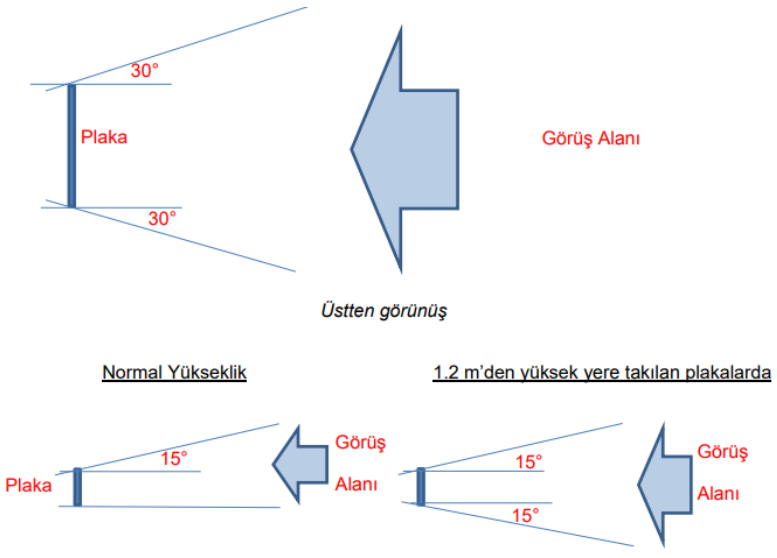
Şekil 3.17. Motosikletlerin plaka ölçüleri (Tüvtürk, 2019b)

09.09.2011 tarihinden sonra verilen veya bu tarihten sonra yeniden bastırılan engelli plaklarında Şekil 3.18.' de görülen sembol yer almaz. Genel plaka özelliklerini taşımalıdır.



Şekil 3.18. Engelli plaka işareti (Tüvtürk, 2019b)

Tüm araçların plakaları, görünür ve okunur bir şekilde araç üzerinde konumlandırılması gerekmektedir. Şekil 3.19.' da Plaka görüş açıları görülmektedir. Basamak, koruma demiri, paçalık vb. ekipmanlar plakaların görünürlüğünü ve okunmasını engellememelidir. Plakanın görünürlüğü bakımından; - Plakanın iki kenarına dik ve aracın boyuna düzlemine sağa ve sola dışa doğru 30° açı ile bakıldığında, Plakanın üst kenarına ve aracın boyuna düzlemindeki yatayla yukarı doğru 15° ölçülen bir açı ile bakıldığında ve asgari plakanın alt kenarı sınırına dik bir açı ile bakıldığında Plakanın tüm karakterleri ve rakamları okunmalıdır. Plakanın yerden yüksekliği aracın yapısı itibari ile zorunlu olarak 1.2 m'den fazla olan bir yerde ise Plakanın alt kenarına ve aracın boyuna düzlemindeki yatayla aşağı doğru 15° ölçülen bir açı ile bakıldığında plakanın tüm karakterleri ve rakamları okunmalıdır.



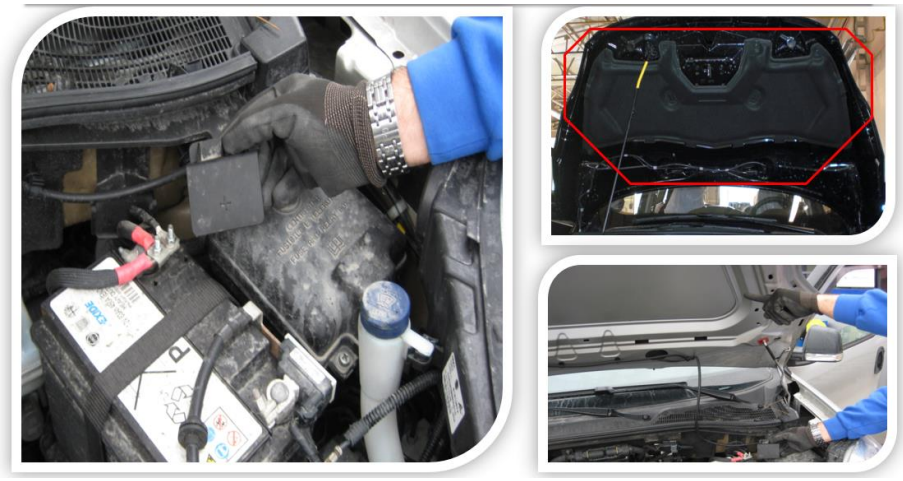
Şekil 3.19. Plaka görüş açıları (Tüvtürk, 2019a)

Nakil, yeni kayıt, yeniden trafiğe çıkarma, icra satışı gibi pek çok nedenle üzerinde plakası olmayan ve istasyonun yapacağı işlemden sonra plaka sahibi olacak araçlara “Plaka yok” kusuru verilmemelidir.

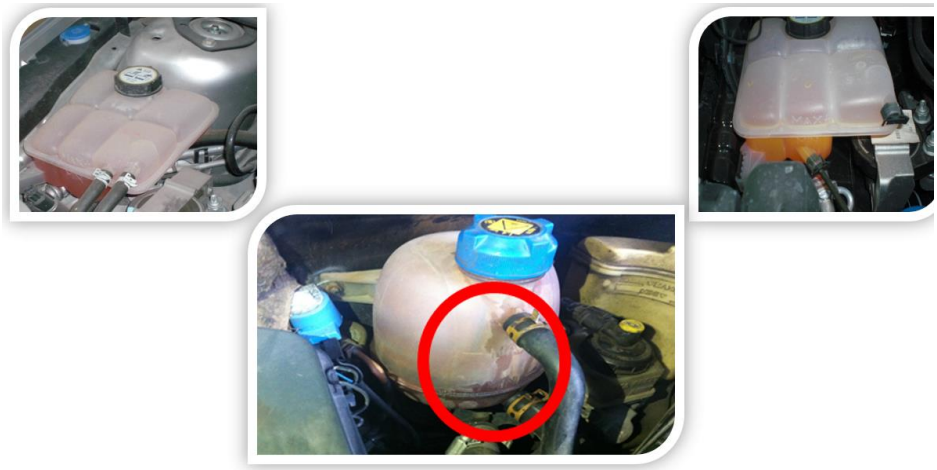
3.3.6. Motor Havuzu Kontrolleri

Motor havuzunda bulunan aksamların sabitlik, fonksiyonellik, sızdırmazlık, yalıtım, sıvı seviyeleri, yağ kaçakları, yakıt kaçakları ve amortisör kule bağlantıları gibi kontrolleri yapılır. Şekil 3.20.’ de motor havuzu kaput ve akü kontrolleri görülmektedir.

Motor kaputu birinci ve ikinci kilit kontrolleri yapılır. Şasi numarası motor havuzunda ise şasi numarası kontrol edilir. Motor numarası kontrol edilir. Akü bağlantılarının sabitliği, + kutup başı yalıtımının olup olmaması, kaput alt sac izolasyonu, motor soğutma suyu seviyesi ve sızıntı olup olmadığı, Fren hidrolik deposu sızdırmazlığı, hidrolik seviyesi, Fren ana merkezi bağlantılarının sızdırmazlığı, fren sisteminde uygun olmayan tadilat gibi noktalar kontrol edilir. Şekil 3.21.’ de motor havuzu sıvı kaçağı kontrolleri ve Şekil 3.22.’ de motor havuzu sıvı seviye kontrolleri görülmektedir. Motor kulakları ve bağlantıları, şasi bağlantıları, Amortisör üst bağlantıları, far ve aydınlatma bağlantıları ve kablo tesisatı, far, sinyal gibi aydınlatma tertibatlarının camlarının sağlamlığı kontrol edilen noktalar arasındadır. Şekil 3.23.’ de bağlantı takozları kontrolleri, Şekil 3.24.’ de amortisör kulesi kontrolleri ve Şekil 3.25.’ de far bağlantıları kontrolleri görülmektedir.



Şekil 3.20. Motor havuzu kaput, akü kontrolleri (Tüvtürk, 2019a)



Şekil 3.21. Motor havuzu sıvı kaçağı kontrolleri (Tüvtürk, 2019a)



Şekil 3.22. Motor havuzu sıvı seviye kontrolleri (Tüvtürk, 2019a)



Şekil 3.23. Bağlantı takozları kontolleri (Tüvtürk, 2019a)



Şekil 3.24. Amortisör kulesi kontrolleri (Tüvtürk, 2019a)



Şekil 3.25. Far bağlantıları kontrolleri (Tüvtürk, 2019a)

3.3.7. Fren Sistemi kontrolleri

Aracın el ve servis fren sisteminden elde edilen fren kuvvetleri, fren verimi, aynı aks üzerindeki fren sapması, kademelendirme, sıkılık, ovalite, salgı gibi kontroller fren test cihazı ile yapılır. Önce aracın ön aksı fren test cihazına alınır ve boşta 2-3 saniye kadar beklenir. Fren pedalına kuvvet uygulanmadan fren kuvveti test cihazı üzerinde oluşuyor ise ön aks frenlerinde sıkılık veya aks rulmanlarının bozuk olduğu sonucuna varılır. Fren sistemindeki sapma, ovalite ve/veya salgı gibi uygunsuzluklar cihaz üzerindeki analog göstergeden gözlemlenebilir. Şekil 3.26.' da fren testi görülmektedir.



Şekil 3.26. Fren testi (Tüvtürk, 2019a)

Ovalite kontrolü maksimumum fren kuvvetinin yarısı kadar fren pedalına kuvvet uygulandığında cihaz analog göstergesinde orantılı olmayan fren ölçüm değerleri gözlemlenmesi ile mümkün olmaktadır. Şekil 3.27.' de göstergeler ile farklı fren kuvvetlerinde de bu orantılı olmayan fren değerleri elde ediliyor ise bu da salgı olduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 3.27. Fren test cihazı analog gösterge

Aracın ön aks, arka aksı ve el freni için ölçümler yapılarak elde edilen veriler aşağıdaki formüller ile hesaplanarak, aracın fren sapması, fren verimi gibi verilerine ulaşılabilmektedir. Mevzuat tarafından belirtilen ölçüm sınır değerleri çizelge 3.2.' de araç sınıflarına göre fren sağma ve verim sınır değerlerinde verilmiştir.

Çizelge 3.2. Araç sınıflarına göre fren sapma ve verim sınır değerleri (Toklucu ve Neşeli, 2020)

Taşıt Sınıfı	**Taşıt Sınıfının Açıklaması**	**Servis Freni Sapma Değeri**	**Servis Freni Verim Değeri**	**Park Freni Sapma Değeri**	**Park Freni Verim Değeri**
		Maksimum	**Minimum**	**Maksimum**	**Minimum**
1	Yolcu taşımak için kullanılan ve sürücü koltuğu haricinde 8'den fazla koltuğu olan motorlu taşıtlar	%30	%50 ABS ile donatılmamış Sınıf 1 araçlar veya tip onayı 01.10.1991'den önce onaylanan taşıtlar %48	%70	%16
2	Yük taşımak için kullanılan ve azami müsaade edilebilir ağırlığı 3500 kg'dan fazla olan motorlu taşıtlar	%30	%43 1988 yılından sonra tescil edilmiş taşıtlar için %45	%70	%16
3	Azami müsaade edilebilir ağırlığı 3500 kg'dan fazla olan römork ve yarı römorklar	%30	%40 1988 yılından sonra tescil edilmiş yarı römorklar ve çekme çubuklu römorklar %43	%70	%16
4	Taksiler ve Ambulanslar	%30	%50		
5	Normal olarak karayolunda yük taşımak için kullanılan ve azami müsaade edilebilir ağırlığı 3500 kg'dan az olan tarım ve orman traktörleri haricindeki en az dört tekerlekli motorlu ve motorsuz taşıtlar	%30	%45 1988 yılından sonra tescil edilmiş Sınıf 5 taşıtlar için %50	%70	%16
6	Yolcu taşımak için kullanılan ve sürücü koltuğu haricinde 8'den az koltuğu olan en az dört tekerlekli motorlu taşıtlar	%30	%50	%70	%16

4x4 Araçların muayenesinde ön ve arka akslar ayrılamıyor ise fren testi destek aparatı yardımı ile yapılır. 4x4 araçların yol testi yapılabilmesi amacı ile seyyar fren test

cihazları da mevcut olup, seyyar fren test cihazı ile de fren testleri yapılabilmektedir. Şekil 3.28.' de MAHA VZM 300 seyyar fren test cihazı görülmektedir.



Şekil 3.28. MAHA VZM 300 Seyyar fren test cihazı (Toklucu ve Neşeli, 2020)

Çizelge 3.3.' de Seyyar fren ölçüm sınır değerleri yer almaktadır.

Çizelge 3.3. Seyyar fren ölçüm sınır değer tablosu (Bekir ve Düzcükoğlu, 2020)

Araç Sınıfı	**Araç Sınıfı**	
Sınıf 1	5 m/s²	(1)
Sınıf 2	4.3 m/s²	(2)
Sınıf 3	4 m/s²	(3)
Sınıf 4	5 m/s²	
Sınıf 5	4.5 m/s²	(4)
Sınıf 6	5 m/s²	
Sınıf 7	Fren testi yol testi olarak yapılır.	
Sınıf 8	Fren testi yol testi olarak yapılır.	

(1) ABS ile donatılmamış Sınıf 1 araçları veya tip onayı 1 Ekim 1991 tarihinden önce onaylanan taşıtlar için 4.8 m/s²

(2) 1988 tarihinden sonra tescil edilmiş taşıtlar için 4.5 m/s²

(3) 1988 tarihinden sonra tescil edilmiş yarı römorklar ve çekme çubuklu römorklar için 4.3 m/s²

(4) 1988 tarihinden sonra tescil edilmiş Sınıf 5 taşıtlar için 5 m/s²

** El freni için bu değer tüm sınıflar için en az 1.6 m/s² olmalıdır.

Ağır vasıta fren sisteminde yapılan standart diğer testler aşağıda listelenmiştir.

- Dörtyollu Emniyet Valfi Testi
- Sızdırmazlık Testi
- Sarı Kaplin Kopartma Testi
- Kırmızı Kaplin Kopartma Testi
- Check Valf Kontrolü
- ALB Kontrolü

3.3.8. Aydınlatma Kontrolleri

Araçlar üzerinde park lambası, kısa farlar, uzun farlar, yön belirtme lambaları, Çamurluk sinyalleri, dörtlü ikaz, sis lambaları, fren lambaları, 3. Fren lambası, geri vites lambaları, arka sis lambaları ve plaka lambası gibi aydınlatma cihazları mevcuttur.

Uzun far, araçlarda 2 veya 4 adet olabilir.

Kısa far, tüm araçlarda (motosikletler hariç) 2 adet olması zorunludur.

Arka ve ön park lambası, aracın arkadan bakıldığında varlığını ve genişliğini göstermeye yarar. Arka park lambası zeminden 350 mm den az 1500 mm den fazla yükseklikte olmamalıdır. Araç gövdesi uygun değil ise maksimum 2100 mm yükseklikte olabilir. Rengi kırmızı olmalıdır. Ön park lambası ise 21.04.2005 tarihinden sonra beyaz renkli olmalıdır. Bu tarihten önce üretilen araçlarda Açık sarı renk kullanılabilir.

Fren lambaları, Tüm araçlarda 2 veya 4 adet bulundurulması zorunludur. M1 sınıfı araçlarda ilave olarak aracın arkasında 3. Fren lambası var ise çalışmalıdır. 02.10.2001 tarihinden itibaren 3. Fren lambası M1 sınıfı araçlarda zorunludur.

Sinyal Lambaları, önde 2 adet, arkada 2 adet olmalıdır. Yan kısımlarda 1 er adet ilave sinyal lambası olabilir. Sinyal lambaları amber renginde olmalıdır.

Dörtlü ikaz lambaları, Motorlu ve motorsuz araçlarda bulundurulması zorunludur. Sayısı ve montaj pozisyonu sinyal lambaları ile aynıdır.

Sis lambası, motorlu araçlarda zorunludur. Arka 1 veya 2 adet olabilir. Arka da tek ise solda veya ortada olmalıdır. Rengi kırmızı olmalıdır. Ön sis farı beyaz veya sarı renkli olmalıdır.

Geri vites lambası, 76/756 AT yönetmeliğine göre belirlenmiş olup beyaz renkte olması zorunludur. Zeminden yüksekliği 25 cm den az, 120 cm den fazla olmamalıdır. 1 veya 2 adet olabilir.

Plaka lambaları;

Arka plaka bölgesini aydınlatacak sayıda olmalıdır. Park ve konum lambası ile birlikte çalışmalıdır. Rengi beyaz olmalıdır.

Xenon Farlar, far yıkama ve temizleme mekanizması ve otomatik olarak çalışan far seviye ayarı bulundurulması zorunludur. 02.10.2001 tarihinden sonra M1 sınıfı araçlarda, 01.01.2003 tarihinden sonra diğer sınıf araçlarda Xenon far takılmış ise otomatik far yükseklik ayarlayıcı bulundurulması zorunludur.

Taksi otomobillerde, 105X320 ebadında ışık geçiren 3 mm kalınlığında, krom sarısı renginde TAKSİ levhası bulunmalıdır. Ücretle yolcu taşıyan motorlu araçlarda taşıtın içini aydınlatacak, sürücünün gözünü almayacak beyaz renkli aydınlatma düzeneği bulunmalıdır. Ayrıca ticari taksilerde taksimetre bulundurulmalı, kalibrasyonu ve mühürleri uygun olmalıdır. Taksimetre geçerlilik süresi 3 yıldır.

Yan iz lambaları, 6 metreyi geçen N,M ve O kategori araçlarda 01.01.2003 tarihinden itibaren yan iz lambası bulundurulması zorunludur.

İlave uyarı ve ikaz düzeneklerine sahip araçlar (Sarı uyarı lambaları), Kar mücadelesi, yol bakım, kurtarma araçlarında, tamir bakım araçlarında, ağırlık ve boyutları bakımından özel izinle karayoluna çıkan ve bunlara eskortluk eden özel maksatlı araçlarda, tarım orman traktörlerinde yanıp sönen uyarı düzenekleri (flaşörlü, yanıp sönen, sarı ışıklı, dönerli, uyarı lambası) bulunmalıdır.

Dolmuş otomobiller, Ön cam hariç olmak üzere camların hemen altından çevreleyen numunesine uygun zıt renklerde ve 10 cm genişliğinde düz bir kuşak bulundurulmalıdır. Ayrıca tavan kısmında numunesine uygun çalıştığı hattı belirtir bir levha bulundurulmalıdır. Çizelge 3.4.'de araçlarda bulundurulması zorunlu aydınlatma düzenekleri yer almaktadır.

Çizelge 3.4. Araçlarda bulundurulması zorunlu aydınlatma düzenekleri (Tüvtürk, 2020a)

M, N, O Sınıfı Araçların Işık Sinyal Cihazlarının Renkleri ve Sayıları M, N, sınıfı ve O sınıfı taşıtlarda bulundurulması gereken aydınlatma ve ışıklı sinyal cihazları		
Lamba/Işık Sinyal Cihazı Tanımı	Renk	Sayı
Uzun far 	BEYAZ	• Motorlu araçlarda zorunlu, römorklarda kullanılması yasaktır. • Önde en fazla 2 veya 4 adet olur. 1 veya 3 adet olarak takılamaz ve yanamaz. • N3 kategorisi taşıtlarda (4 adede ilave olarak) 2 ilave uzun huzmeli far daha takılabilir. • Taşıt, gizlenebilir 4 adet farla donatıldığında, gün ışığında kısa aralıklarla fasılalı aydınlatma yapan 2 ilave farın takılmasına sadece ışıklı sinyal amacıyla izin verilmelidir. • Uzun farın yandığını sürücüye ikaz eden uyarı lambası zorunludur. • Konum lambaları çalıştırılmadan, uyarı amacı ile yakılan uzun farlar (selektör) hariç, tek başına yakılmamalıdır. • Uyarı amacı ile yakılan uzun farlar (selektör) tüm lambalardan bağımsız olarak çalışır. • Taşıtın her bir tarafında birden fazla olmayan uzun huzme farı viraj aydınlatması sağlamak üzere dönebilir.

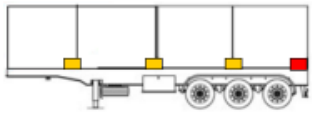
		• Toplam 4 adet olarak bulundurulan uzun farların aynı anda en az 2 veya 4 adedi yanmalıdır. Bu farların aynı anda sadece 3 veya 1 adedi çalışmamalıdır. • Uzun huzmeli farlar yandığında gösterge paneli üzerinde aktif olduğunu gösteren bir ikaz işareti yanmalıdır. • Max. genişliği 1300 mm'yi geçen üç tekerlekli mopedler ve motosikletlerde iki uzun huzmeli far gereklidir.(21.12.2012 resmi gazete)

M, N, O Sınıfı Araçların Işık Sinyal Cihazlarının Renkleri ve Sayıları M, N, sınıfı ve O sınıfı taşıtlarda bulundurulması gereken aydınlatma ve ışıklı sinyal cihazları		
Lamba/Işık Sinyal Cihazı Tanımı	Renk	Sayı
Kısa far 	BEYAZ	• Tüm motorlu araçlarda zorunlu, römorklarda kullanılması yasaktır. • Önde 2 adet olur. Farlar çalıştırıldığında gösterge paneli aydınlanıyorsa gösterge panelindeki kontrol (ikaz) lambası isteğe bağlıdır. • Farın referans noktası yerden yüksekliği en az 50 cm ile en fazla 120 cm arasında olmalıdır. N3G sınıfı araçlarda yükseklik 150 cm olabilir. • Farın üzerindeki işaretinin (farın referans noktası) yerden yüksekliği far yüksekliğidir. Kısa ve uzun farlar birlikte yanabilir. Uzun

		huzmeler yanarken, kısa huzmeler yanık olarak kalabilir. • Konum lambaları çalıştırılmadan, tek başına yakılmamalıdır. • Kısa huzmeli farlar otomatik olarak (çevre karanlığına göre) devreye alınıp çıkarılabilir. Kısa huzmeli farları el ile devreye alıp çıkarmak her zaman mümkün olmalıdır. • Max. genişliği 1300 mm'yi geçen üç tekerlekli mopedler ve motosikletlerde iki kısa huzmeli far gereklidir. (21.12.2012 resmi gazete)

M, N, O Sınıfı Araçların Işık Sinyal Cihazlarının Renkleri ve Sayıları M, N, sınıfı ve O sınıfı taşıtlarda bulundurulması gereken aydınlatma ve ışıklı sinyal cihazları		
Lamba/Işık Sinyal Cihazı Tanımı	Renk	Sayı
Ön sis lambası 	BEYAZ veya BELİRGİN SARI	• Motorlu araçlarda opsiyonel, römorklarda kullanılması yasaktır. • Önde 2 adet olur. • Yerden yüksekliği 25 cm' den fazla olmalıdır ancak kısa farların üstünde bir seviyeye takılamaz. • Kısa ve uzun farlardan bağımsız olarak yakılıp söndürülebilir. • Konum lambalarından ayrı olarak yanmamalıdır. • Kontrol (ikaz) lambası zorunludur. Ön sis

		farları devrede iken gösterge panelinde veya kumanda tertibatında yanıp sönmeyen bağımsız bir ikaz ışığı olmalıdır.
Geri vites lambası 	BEYAZ	• Motorlu taşıtlarda ve O2, O3 ve O4 kategorisi römorklarda zorunludur. O1 kategorisi römorklarda isteğe bağlıdır. • Araçların arka kısmında en az 1 adet geri vites lambası zorunludur, Araçlarda 2'inci bir geri vites lambası da bulunabilir. • Zeminden yüksekliği 25 cm'den az 120 cm'den fazla olmamalıdır. • Elektrik bağlantıları, yalnızca, geri vites takılı olduğunda ve taşıtın motorunu çalışmasına ve durmasına kumanda eden cihaz, motoru çalıştıracak konumda olduğunda (araç marşa hazır pozisyonda iken veya kontak anahtarı marş- I konumunda iken) geri vites lambası yanacak şekilde olmalıdır. Bu şartlar sağlanmadıkça geri vites lambası yanmamalı veya yanık kalmamalıdır.

M, N, O Sınıfı Araçların Işık Sinyal Cihazlarının Renkleri ve Sayıları M, N, sınıfı ve O sınıfı taşıtlarda bulundurulması gereken aydınlatma ve ışıklı sinyal cihazları		
Lamba/Işık Sinyal Cihazı Tanımı	Renk	Sayı
Sinyal lambası  Yön belirleme sinyal lambası, yaz iz lambası bulunan araçlarda, yan iz lambaları ile birlikte (kısmen veya tamamen) yanıp sönebilir.  	BEYAZ veya BELİRGİN SARI	• Motorlu araçlarda önde 2 adet, arkada 2 adet ve yanlarda ilave 1'er adet bulunmalıdır. • Römorklarda arkada 2 adet bulunmalıdır. • Zeminden yüksekliği, 350 mm'den az 1500 mm'den fazla olmamalıdır. Araç gövdesinin şekli, 1500 mm içinde kalmasını mümkün kılmıyorsa, yükseklik 2100 mm olabilir. • Yön belirleme lambaları, diğer lambalardan bağımsız olarak kumanda edilebilmelidir. Aracın bir tarafı üzerindeki bütün yön belirtme lambaları, tek bir kumanda vasıtası ile yakılmalı ve söndürülmeli, aynı anda aynı aralıklarda yanıp sönmelidir. Yön belirleme sinyal lambası, yaz iz lambası bulunan araçlarda, yan iz lambaları ile birlikte (kısmen veya tamamen) yanıp sönebilir. • Yan işaret (yön belirleme) lambaları yandığında gösterge paneli üzerinde aktif olduğunu gösteren bir ikaz işareti yanmalıdır. Bu ikaz işareti sağ veya sol işaret lambaları için ayrı ayrı veya tek bir ikaz olabilir.

		• Ön ve arka yön belirtme lâmbalarının çalıştığını gösteren ikaz düzeni zorunludur. Görsel veya sesli veya her ikisi birden olabilir. Düzen görsel bir işaret veriyorsa, yanıp sönen bir ışık olmalı, ön ve arka yön belirtme lâmbalarının herhangi birinde bir arıza halinde, ya sönmeli ya da sürekli yanık kalmalı veya frekansında belirgin bir değişiklik meydana gelmelidir. Düzen tamamen sesli bir işaret veriyorsa, açıkça duyulabilmeli, ön ve arka yön belirtme lâmbalarının herhangi birinde bir arıza halinde, frekansında belirgin bir değişiklik meydana gelmelidir. • Motorlu araç, bir römork çekecek şekilde donatılmış ise, çeken aracın üzerindeki yön belirtme lâmbaların kumandası, römorkun yön belirtme lâmbalarını da çalıştırmalıdır. Bir yön belirtme lâmbasının, kısa devre haricinde arızalandığında, diğerleri, yanıp sönmeye devem etmeli,
Tehlike İkaz İşareti (dörtlü flaşör) 	AMBER (KEHRİBAR)	• Motorlu ve motorsuz araçlarda bulundurulması zorunludur. • Sayısı ve montaj pozisyonu sinyal lambaları ile aynıdır. • Aracın, motorun çalıştırılması mümkün olmadığı bir konum veya durumda olması halinde de

		çalıştırılabilmelidir. • Tehlike ikaz işareti (dörtlü flaşör), aynı aralıklarda bütün yön belirtme lambalarının yanıp sönmesini sağlayan ayrı bir kumanda vasıtası ile çalıştırılmalıdır. • Dörtlü ikaz lambasının devrede olduğunu belirten ikaz cihazı zorunludur. Yön belirtme (sinyal) lambalarının ikaz cihazı/cihazları ile birlikte çalışabilecek şekilde ikaz ışığı yanıp sönmelidir. Gösterge panelinde veya kumandasına
Stop (fren) lambası 	KIRMIZI	• Tüm araçlarda en az 2 veya 4 adet bulundurulması zorunludur. • Zeminden yüksekliği, 350 mm'den az 1500 mm'den fazla olmamalıdır. Araç gövdesinin şekli, 1500 mm içinde kalmasını mümkün kılmıyorsa, yükseklik 2100 mm olabilir. • M1 sınıfı araçlarda ilave olarak aracın arkasında 3.fren lambası zorunludur. • Fren pedalına basıldığında, araç kontak anahtarı açık veya araç çalışır durumdayken yanmalıdır.

Arka tescil plaka lambası 	BEYAZ	• Tüm araçlarda bulundurulması zorunludur. • Arka plaka bölgesini aydınlatacak sayıda olmalıdır. • Park ve konum lambalarına bağlı olarak çalışmalıdır. • Plaka aydınlatma lambasının yönü arkadan gelen araca doğru olmamalıdır. • İkaz düzeni, isteğe bağlıdır. İkaz düzeni varsa, bu düzenin işlevi, ön ve arka konum lâmbaları için gerekli olan ikaz düzeni ile yerine getirilmelidir
Ön konum lambası (park lambası olarak bilinir) 	BEYAZ, 21.04.2005 tarihinden önce trafiğe çıkan araçlarda AÇIK SARI da olabilir.	•Tüm motorlu araçlarda ve genişliği 160 cm den fazla olan römorklarda bulundurulması zorunlu, 160 cm'den fazla olmayan römorklarda isteğe bağlıdır. • Önden bakıldığında, aracın varlığını ve genişliğini göstermek için kullanılan lambadır. • Önde 2 adet bulundurulur. • Zeminden yüksekliği, 350 mm'den az 1500 mm'den fazla olmamalıdır. Araç gövdesinin şekli, 1500 mm içinde kalmasını mümkün kılmıyorsa, yükseklik 2100 mm olabilir. • Devrede olduğunu gösteren kontrol

		(ikaz) lambası zorunludur, eğer gösterge paneli aydınlatma sistemi var ve paralel çalışıyorsa ayrıca kontrol (ikaz) lambasına gerek yoktur.
Arka konum lambası (park lambası olarak bilinir) 	KIRMIZI	• Tüm araçlarda bulundurulması zorunludur. • Arkadan bakıldığında, aracın varlığını ve genişliğini göstermek için kullanılan lambadır. • Arkada 2 adet bulundurulur. • Zeminden yüksekliği, 350 mm'den az 1500 mm'den fazla olmamalıdır. Araç gövdesinin şekli, 1500 mm içinde kalmasını mümkün kılmıyorsa, yükseklik 2100 mm olabilir. • Kontrol (ikaz) lambası ön konum lambalarıyla ortak kullanılır ve aynı anda yanmalıdır. •Konum lambaları yandığında gösterge paneli aydınlanmalı veya gösterge üzerinde aydınlatmanın aktif olduğunu gösteren bir ikaz işareti yanmalıdır.
Arka sis lambası 	KIRMIZI	• Motorlu araçlarda zorunludur. • Arkada 1 veya 2 adet bulundurulur. Arka sis lambası tek ise solda veya ortada olmalı, sağda olmamalıdır. Sis lambası çift ise sağda ve solda bulunur.

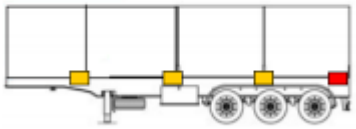
		• Zeminden yüksekliği 250 mm'de az veya 1000 mm'den daha fazla olmamalıdır. • Ön sis lambaları veya farlar (uzun-kısa) kapalıyken yanmamalıdır. • Devrede olduğunu gösteren kontrol (ikaz) lambası zorunludur. • Arka sis lâmbası (lâmbaları), diğer herhangi bir lambadan bağımsız olarak söndürülebilmelidir. • Bütün durumlarda, arka sis lâmbası ile her bir stop lâmbası arasındaki mesafe 100 mm'den daha büyük olmalıdır
Park lambası 	Önde beyaz, arkada kırmızı. Karşılıklı olarak birleştirilmiş ise; Yan yön belirtme lambalarında veya yan işaret lambalarında, amber.	• Uzunluğu 6 m'yi ve genişliği 2 m'yi geçmeyen motorlu araçlarda, isteğe bağlıdır. • Diğer bütün araçlarda kullanılması yasaktır. • Duran bir aracın ayrılmış bir alanda bulunduğuna dikkat çekmek için kullanılan bir lambadır • Ön ve arka konum lambaları ve yan işaret (sinyal) lambaları park lambası olarak da kullanılabilir. • Önde iki lamba ve arkada iki lamba veya her bir tarafta birer lamba olarak bulunur.

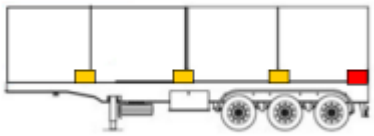
		• Zeminden yüksekliği, 350 mm'den az, 1500 mm'den fazla olmamalıdır (Gövdenin şekli, 1500 mm içinde kalmasını mümkün kılmıyorsa, yükseklik 2100 mm). • Aracın motorunu çalıştıran ve/veya durduran cihaz, motorun çalışmasını mümkün kılmayan konumda olsa dahi, park lâmbası (lâmbaları) yanabilmelidir. • Taşıtın aynı tarafında bulunan park lambasının/lambalarının diğer lambalardan bağımsız olarak yanmasını sağlamalıdır. • Devrede olduğunu gösteren kontrol (ikaz) lambası isteğe bağlıdır.
 	Önde BEYAZ, arkada KIRMIZI	• Aracın bir uçtan bir uca, tam olarak genişliğini göstermek maksadıyla aracın dış çıkıntı noktaları yanına ve mümkün olduğunca aracın üst kısmına yakın olarak takılan lambadır. • Önde görülebilir 2 adet, arkada görülebilir 2 adet olmalıdır. Bu lamba üst yapı üzerine veya aracın kupasına takılabilir. Bazı araçlarda bu lamba aracın genellikle arka kısmında boynuz lambası olarak da bilinen tek bir lamba ile birleştirilerek de araca takılabilir. Böyle bir durumda ön tarafı beyaz arka tarafı kırmızı olur.

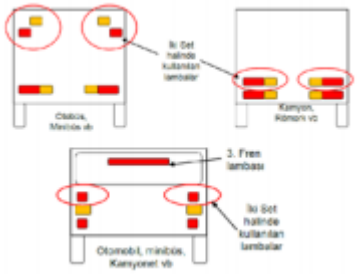
		Uç hat işaret lambaları, boynuz lambası olarak da bilinen tek bir lamba ile birleştirilerek araca takıldığında, aracın önünde üst kısımda uç hat işaret lambası kullanılması gerekmez. • Genişliği 210 cm'yi geçen araçlarda zorunludur. Genişliği 180 – 210 cm olan araçlarda opsiyoneldir. • Şase kabinli araçlarda arka Uç Hat İşaret Lambası opsiyoneldir. • İkaz kontrol (ikaz) lamba düzeneği opsiyoneldir. • Aracın genişlik, tasarım, çalışma şartları ve lambaların simetrisi ile ilgili şartlara uygun olan maksimum yüksekliğe takılmalıdır. Ancak, tenteli araçlarda tente üzerine, bu lambalar aracın yapısı sebebiyle takılamayabilir. • İkaz cihazı isteğe bağlıdır. Uç hat işaret lambaları varsa, bu lambaların yanması, ön ve arka konum lambaları için istenilen ikaz cihazı ile sağlanmalıdır.
Gündüz sürüş lambası 	BEYAZ	• Motorlu araçlarda bulundurulması opsiyonel, römorklarda yasaktır. • Motorlu araçlarda 2 adet olur.

		• Zeminden yüksekliği, 250 mm'den az veya 1500 mm'den daha fazla olmamalıdır. • Kontak anahtarı aracın çalıştırılmasını sağlayacak (kontak açıkken) pozisyondayken veya arka konum lambaları ile birlikte yanmalıdır. Ancak, el freni çekiliyken veya araç çalıştırıldıktan sonra ilk hareketini yapmadan yanmayacak şekilde de bağlanabilir. • Otomatik vitesli araçlarda, vites boşta (N) veya park (P) park pozisyonundayken lambalar çalışmayabilir. • İkaz kontrol (ikaz) lambası opsiyoneldir.
Dönüş (köşe) lambası 	BEYAZ	• Motorlu araçlarda bulundurulması opsiyonel, römorklarda yasaktır. Motorlu araçlarda 2 adet olur. • Zeminden yüksekliği, 250 mm'den az veya 900 mm'den daha fazla olmamalıdır. Aracın en ön kısmından geriye doğru en fazla 100 cm mesafeye yerleştirilebilir. Kısa farlardan daha yüksek bir yere takılamaz. • Farlar çalıştırılmadan yanmamalı ve dönülecek yöne ait sinyal lambası çalıştırıldıktan sonra veya direksiyon

		dönülecek yöne çevrildikten sonra yanmalıdır. • Geri vites lambası çalıştırıldığında otomatik olarak yanabilir
Üçgen olmayan arka geri yansıtıcı 	KIRMIZI	• Aracın arka kısmında 2 adet bulunur ve motorlu araçlarda bulundurulması zorunludur. Üçgen olmayan arka reflektörler (geri yansıtıcılar) diğer arka ışıklı sinyal cihazları ile birlikte gruplandırıldığı durumda (gurup halinde üretilmiş olan komple arka ışık sinyal cihazında), römorklarda isteğe bağlıdır. • Reflektörler, diğer arka lambalar ile birlikte grup halinde kullanılıyorsa ayrıca takılmasına gerek yoktur.
Üçgen arka geri yansıtıcı  **Römorkta reflektör, arka lamba grubu ile** **birlikte veya ayrı olarak da bulunabilir**	KIRMIZI	• Tüm römorklarda bulundurulması zorunlu, motorlu araçlarda yasaktır. • Arkada 2 adet bulundurulur ve üçgenin tepesi yukarı bakmalıdır. • İlave reflektörlere müsaade edilir. Yerden en az 25 cm en fazla 150 cm yükseklikte olur. • Üçgenin içerisine hiçbir lamba yerleştirilemez. • Diğer arka ışıklı sinyal cihazları ile birlikte gruplandırılmış (komple lamba gurubu içinde) olabilir

Üçgen olmayan ön geri yansıtıcı  **Römorkun ön kısmında şeffaf (renksiz) reflektördür.**	ŞEFFAF ve RENKSİZ (Üzerine gelen ışığın rengini geri yansıtır)	• Römorklarda bulundurulması zorunlu, motorlu araçlarda opsiyoneldir. • 2 adet bulundurulur. Yerden en az 25 cm en fazla 150 cm yükseklikte olur
Üçgen olmayan yan geri yansıtıcı 	AMBER, bununla birlikte, aracın arkasındaki fren lambası ve arka konum lambası aracın arkasında birleşik grup halinde birlikte kullanılıyorsa en arkadaki geri yansıtıcı kırmızı olabilir.	• Uzunluğu 6 m'yi geçen tüm motorlu araçlar ve römorklarda zorunludur. Uzunluğu 6 m'yi geçmeyen motorlu araçlarda opsiyoneldir. • İlk ön reflektörün yeri aracın önünden geriye doğru 3 m'yi geçmemelidir. • İlk arka reflektörün yeri aracın arkasından öne doğru 1 m'yi geçmemelidir. • Komşu iki reflektör arası en fazla 3 m olmalıdır. Eğer aracın yapısı buna müsait değilse 4 m olabilir. • Uzunluğu 6 m' yi geçmeyen araçlarda kullanılması halinde önde üçte bir veya arkada üçte bir bölüm içine yerleştirilen 1 adet reflektör yeterlidir. • Reflektörün yerden yüksekliği 25 cm'den az 90 cm'den fazla olamaz. Aracın yapısı itibari ile bu yükseklik en fazla 150 cm'ye kadar artırılabilir.

		• Yan iz lambası reflektörlü ise ayrıca reflektör aranmaz.
Yan işaret (iz) lambası 	AMBER, bununla birlikte, aracın arkasındaki fren lambası ve arka konum lambası aracın arkasında birleşik grup halinde birlikte kullanılıyorsa en arkadaki yan iz lambası isteğe bağlı olarak kırmızı renkli de olabilir	• Şasi kabinli araçlar hariç uzunluğu 6 m'yi geçen motorlu araçlar ve römorklarda zorunludur. Diğer araçlarda opsiyoneldir. • İlk yan iz lambasının yeri aracın önünden geriye doğru 3 m yi geçmemelidir. • İlk yan iz lambasının yeri aracın arkasından öne doğru 1 m'yi geçmemelidir. • Komşu iki yan pozisyon lambası arası 3 m olmalıdır. Eğer aracın yapısı buna müsait değilse 4 m olabilir. • Uzunluğu 6 m' yi geçmeyen araçlarda kullanılması halinde önde üçte bir veya arkada üçte bir bölüm içine yerleştirilen en az 1 adet yan pozisyon lambası yeterlidir. • Yan iz lambasının yerden yüksekliği 25 cm'den az en fazla 150 cm'den fazla olamaz. Aracın yapısı itibari ile bu yükseklik en fazla 210 cm'ye kadar artırılabilir. • Aracın arkasındaki fren lambası ve arka konum lambası aracın arkasında birleşik grup halinde birlikte kullanılıyorsa en arkadaki yan iz

		lambası isteğe bağlı olarak kırmızı renkli de olabilir. • İkaz gösterge kontrol (ikaz) lamba düzeneği opsiyoneldir.
Reflektif şeritler **(ECE-R48 teknik düzenlemesine uygun)**  	2011 model ve öncesi römork, yarı römorklar ile traktör römorklarında (trafiğe çıkış tarihine bakılmaksızın) yanlarda sarı veya Beyaz renkte	Detaylar için Araçlarda Reflektif Şerit Uygulama Esasları Teknik Bülten ve Direktifine bakınız.
Reflektif şeritler **(ECE-R48 teknik düzenlemesine uygun)** 	Yanlarda beyaz veya sarı Arkada kırmızı veya sarı	Detaylar için Araçlarda Reflektif Şerit Uygulama Esasları Teknik Bülten ve Direktifine bakınız.
		Sinyal, konum, fren lambaları veya arka lamba grubu aracın arkasında ikişer set halinde simetrik olarak da bulunabilir. Bu tür ikişer set takılan arka ışık sinyal cihazlarının sayısı yukarıda belirtilen adetlerden iki kat artabilir.

3.3.9. Ön, Arka ve Yan Koruma Çerçeveleri

M1G, N1, N1G kategorisi araçlara ön koruma demiri takılabilir. Aracın, görüş alanı, aydınlatma, plaka alanı, çeki tertibatı ve benzeri sistem ve aksamların onaylarını geçersiz kılmayacak veya çalışmalarını engellemeyecek şekilde montajı yapılmalıdır. Üzerinde keskin köşe, sivri uç ve benzeri hasar verici veya çarpma anında kişiyi yaralayıcı çıkıntıların olmaması gerekir. Ön koruma sistemi araca takıldığında yüksekliği, aracın far merceklerinin en üst noktalarını birleştiren hattın oluşturduğu düzlemden 100 mm den fazla olmamalıdır. Tüm dışa dönük esnek olmayan yüzeyler en az 5 mm yarıçaplı bir kavise sahip olacak şekilde tasarlanmış olmalıdır. Koruyucu sistemin toplam kütlesi, her türlü bağlantı ve sabitleme elemanları dâhil olmak üzere, koruyucu olarak tasarlandığı taşıtın kütlesinin % 1.2 sinden fazla olamaz ve bu kütle ayrıca 18 kg dan çok olamaz. Ön koruyucu sistemler ile araç yüzeyi arasındaki mesafe 80 mm'yi geçmemelidir. Ön koruma sistemi aracın genişliğini artırmamalıdır. Aracın genişliğinin % 75 ini aşan sistemlerde uçlar içeri doğru dönük olmalıdır. Aracın gövdesine gömülü olanlar, entegre sistemler veya uçların 100 mm çapında kürenin temas edemediği ve gövde ile arasındaki boşluk 20 mm' yi aşmayan sistemleri bu şartı yerine getirmiş kabul edilir. Ön koruma sisteminin en ön ucu ile tamponun en ön ucu arasındaki mesafe 50 mm'yi aşmamalıdır. Ancak basma mukavemeti 0,35 Mpa dan daha az olan malzemelerden yapılanlarda bu şart aranmaz.



Şekil 3.29. Ön koruma demiri (Tüvtürk, 2007)

M1G, N1, N1G kategorisi araçlar Bull-Bar olarak da adlandırılan ön koruyucu sistemleri kullanabilirler. Şekil 3.29'da ön koruma demiri görülmektedir.

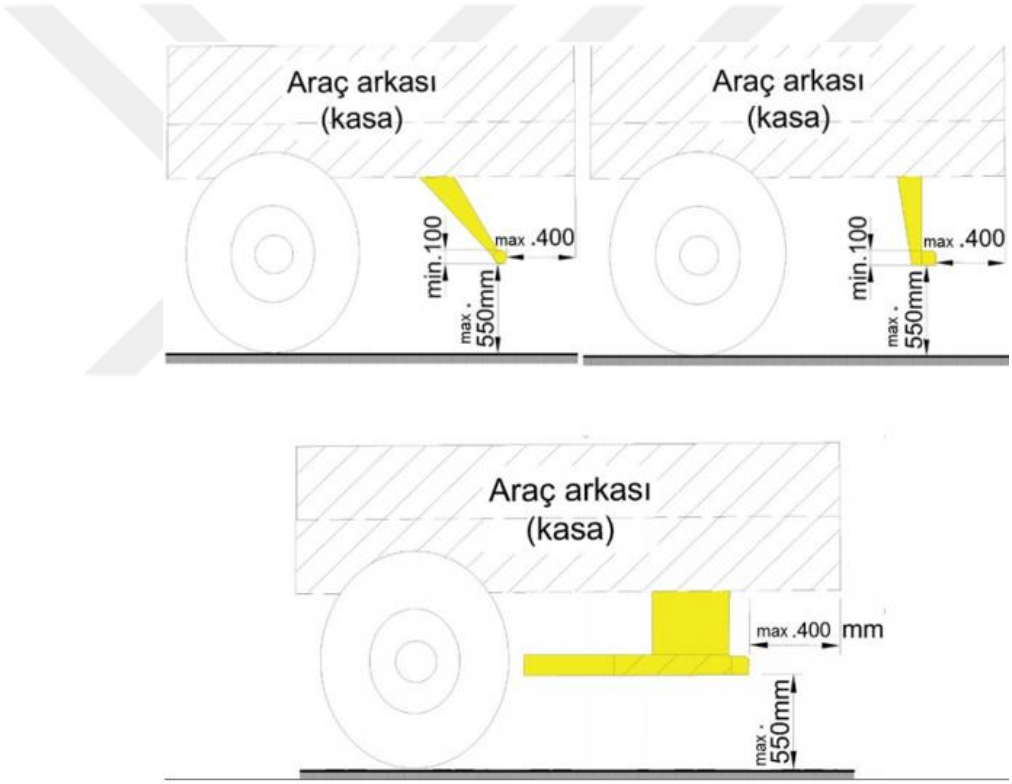
Aracın görüş alanı, aydınlatma, plaka alanı, çeki tertibatı ve benzeri sistem ve aksamların onaylarını geçersiz kılmayacak şekilde monte edilebilir. Üzerinde keskin köşe, sivri uç ve benzeri hasar verici veya yaralama ihtimali olan çıkıntılar bulunmamalıdır.

Arkadan Çarpmaya Karşı Koruma Donanımı, Karayolları Trafik Yönetmeliği'nde hususiyetlerine göre araçlarda bulundurulacak teçhizat kapsamında aşağıda belirtilen araç sınıfları için zorunludur. (Kapsam 3 numaralı madde de açıklanmaktadır.) Kamyon (N Kategorisi), Römork, Yarı Römork (O Kategorisi) sınıfındaki araçlar, trafiğe çıkış tarihine ve model yaşına bakılmaksızın arka kısmı yerden 55 cm (550 mm) veya daha yüksek olan tüm araçlarda bulunmalıdır. Zorunlu olmamasına rağmen arka kısmının yerden yüksekliği 55 cm'nin altındaki araçlar bu donanımı takarsa ilgili tüm şartları sağlamalıdır. N1 Kategorisi olup, arka kısmı yerden 55 cm veya daha yüksek olan araçlarda arka koruma donanımı bulundurulmalıdır. Arka kısmının yerden yüksekliği 55 cm (550 mm) altında olan N1 sınıfı araçlar zorunlu olmamasına rağmen bu donanımı takarsa ilgili şartları sağlamalıdır. N1 kategorisindeki ve MARTOY (2007/46/AT) yönetmeliğine göre tip onayı almış ve imalatçısı tarafından arkadan çarpmaya karşı koruma donanımı bulunmayan ancak, aracın üzerindeki diğer donanımlar ile arkadan çarpmaya karşı koruma donanımının görevinin yerine getirilmesi halinde, söz konusu araçlarda ayrıca arkadan çarpmaya karşı koruma donanımı bulundurulması şartı aranmaz. Detaylar ilerleyen bölümlerde açıklanmaktadır. Bu araçlarda diğer araçların kaza anında arkadan girişine karşı etkin koruma sağlayacak şekilde arka koruma donanımı bulundurulmalıdır.

Yapısı ve ölçüleri itibari ile arkadan çarpmaya karşı koruma donanımı görevini yerine getirebilecek diğer üst yapı aksamları da arkadan çarpmaya karşı koruma donanımı olarak değerlendirilebilir. Diğer donanımlar ile arkadan çarpmaya karşı koruma donanımının görevinin yerine getirildiği araçlarda da aracın arka bölümünün (donanımlar dâhil) yerden yüksekliği 55 cm'den (550 mm) daha fazla olmamalıdır. Söz konusu diğer donanımlar, tıpkı bir arkadan çarpmaya karşı koruma donanımı gibi kaza anında bir aracın altına girmesini önlemelidir. Süs ve aksesuar olarak kullanılan herhangi bir mukavemeti olmayan yapılar bu görevi yerine getiremez.

Arkadan çarpmaya karşı koruma donanımının aracın dış tarafına doğru olan bütün dış kenar ve köşeleri en az 2,5 mm yarıçapla kavislendirilmiş olmalıdır. Traversin

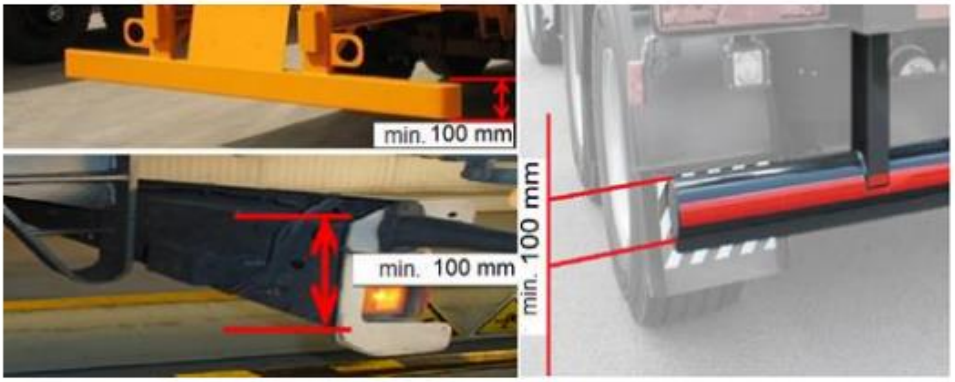
yan uçları arkaya eğilmemeli ya da keskin bir dış uca sahip olmamalıdır. Bunun amacı arkadan çarpmaya karşı koruma donanımının keskin köşelere sahip olmasını engellemektir. Arkadan çarpmaya karşı koruma donanımı aracın arka kısmının bitim noktasına mümkün olduğunca yakın olarak takılmalıdır. Bu donanım aracın arka ucundan başlayarak geriye doğru ölçülen ve 40 cm'den (400 mm) daha fazla olmayan (N1 araçlarda bu ölçü 45 cm'dir. [450 mm]) bir uzaklıkta bulunmalıdır. Arka koruma donanımları sabit, katlanır ve uzar tipte imal edilebilmektedir. (Şekil 3.30 da örnek donanımlar aracın şasisine bağlanmıştır. Koruma donanımları mukavemet esaslarına göre kasaya bağlanamaz.) Şekil 3.30.' da arka koruma demiri standart ölçüleri yer almaktadır.



Şekil 3.30. Arka koruma demiri standart ölçüleri (Tüvtürk, 2016a)

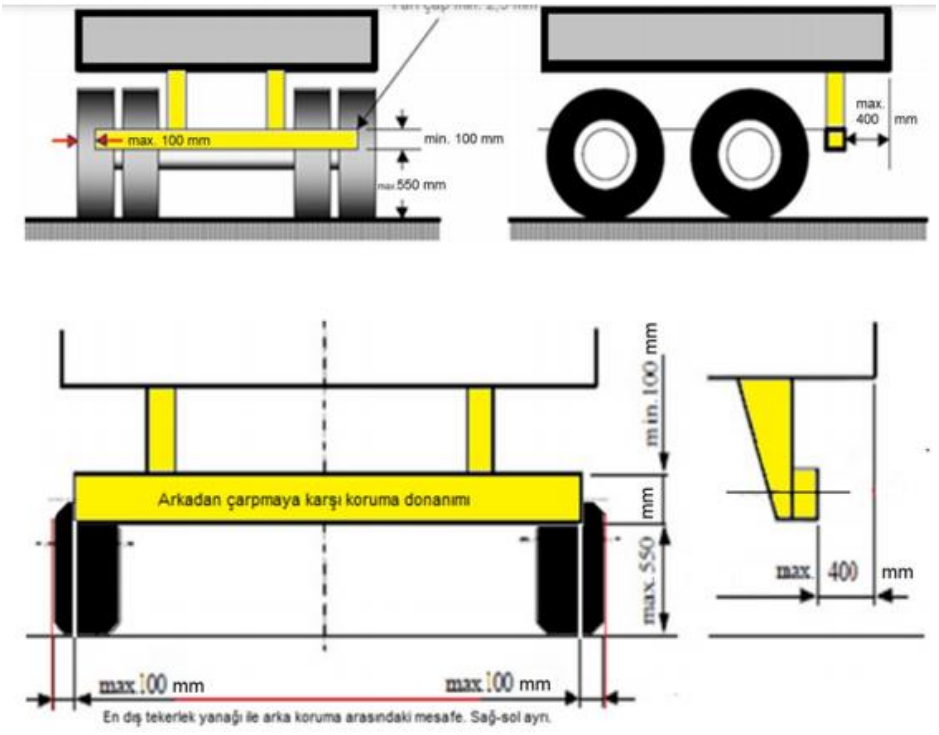
Sabit, uzar tip ve katlanır tip arka koruma donanımlarının ölçüleri arasında hiçbir fark bulunmamaktadır. Tüm bu tiplerdeki koruma donanımları aynı azami ve asgari ölçü şartlarını sağlamalıdır. Bu şartları sağlamayan donanımlara uygun kusur verilmelidir. Arka koruma donanımının yatay düzlemde ölçüleri, en geniş arka dingilin azami olarak sağdan 10 cm (100 mm) ve soldan 10 cm (100 mm) içerisine kadar olan kısımda kesintisiz (istisnalar ilerleyen bölümlerde işlenmiştir.) olarak sağlanmalıdır.

Ölçüm noktası olarak en geniş dingildeki en dış tekerlek yanağı ile arka koruma bitiş noktaları arasındaki mesafe ölçülmelidir. Şekil 3.31.' de arka koruma çerçevesi standart ölçüleri yer almaktadır.



Şekil 3.31. Arka koruma çerçevesi standant ölçüleri (Tüvtürk, 2016b)

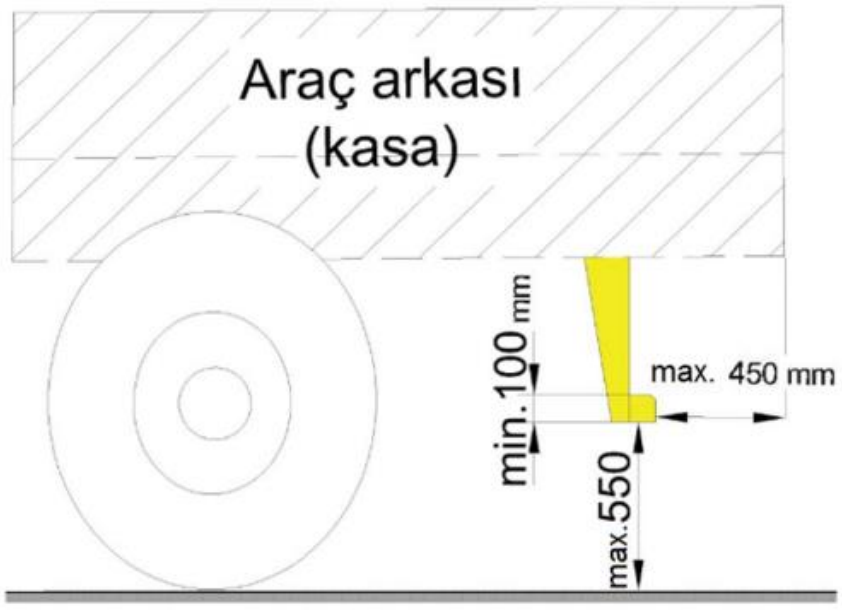
Arkadan Çarpmaya Karşı Koruma Donanımının traversi kesiti 10 cm'den (100 mm) az olmamalıdır. Traversin yan uçları arkaya eğilmemeli ya da keskin bir dış uca sahip olmamalıdır. Şekil 3.32.' de koruma çerçevesinin standart ölçüleri yer almaktadır.



Şekil 3.32. Arka koruma çerçevesi standant ölçüleri (Tüvtürk, 2016b)

Araç yapısı itibariyle tek parça olarak imal edilemeyen arka koruma donanımları parçalı olarak yapılabilir. (arka koruma donanımı olarak imal edilen parçalar arasındaki boşluk en fazla 2,5 cm olabilir.) T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı envanterinde bulunan, orman koruma ve yangınla mücadele hizmetlerinde kullanılan tescil kaydında ve/veya tip onay belgesinde "G" özelliği belirtilmiş olan araçlarda arkadan çarpmaya karşı koruma donanımı aranmaz. Bakınız Şekil 3.29.

N1 kategorisi araçlarda arkadan çarpmaya karşı koruma donanımı (Arka koruma çerçevesi) yerden 55 cm den daha yüksek olmamalıdır. Sabit ve güvenli bir şekilde monte edilmiş olmalıdır. N1 kategorisi araçlarda arka koruma çerçevesi aracın en arka noktasından maksimum 45 cm içeride olabilir. Şekil 3.33.' de N1 kategorisi araçlarda arka koruma çerçevesi standart ölçüleri yer almaktadır.

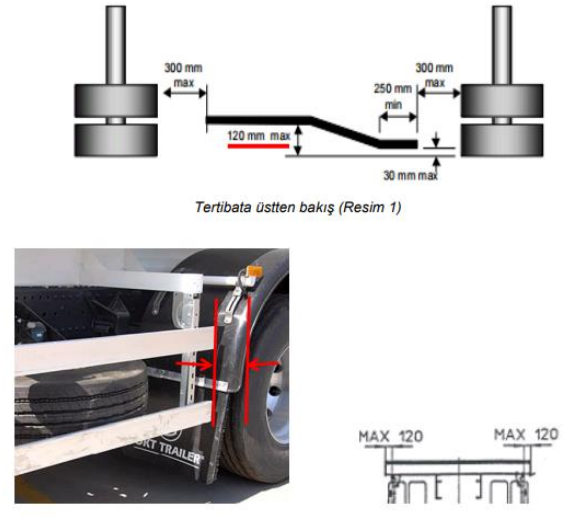


Şekil 3.33. N1 kategorisi araçlarda arka koruma çerçevesi standant ölçüleri (Tüvtürk, 2016b)

Yan koruma çerçevesi ile ilgili muayeneler ve kusur değerlendirilmesi, Motorlu Araçların ve Römorklarının Yan Koruması (Yan koruyucular) ile İlgili Tip Onayı Yönetmeliği ve Kusurlar Tablosunda belirtilen esaslara göre yapılır. Bu Teknik Bültende belirtilen şartları taşımayan, farklı veya uygun olmayan şekilde üretilmiş ya da araca takılmış olan yan koruma çerçeveleri kusurlu olarak değerlendirilmelidir. Yan koruyucuların kontrollerinde, ilgili ekipmanın gerekli ölçü ve yapım özelliklerine

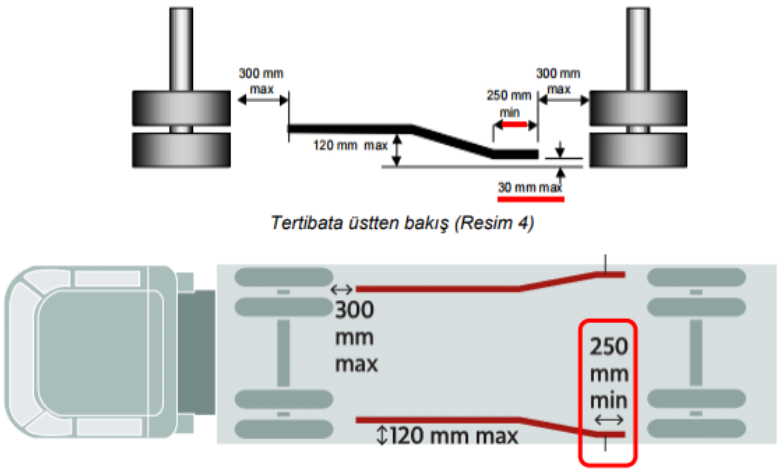
uygunluğuna ve araca doğru ölçü ve konumda takılıp takılmadığına dikkat edilmelidir. 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu hükümleri uyarınca, araçların yapım ve kullanım bakımından karayolu yapısına ve trafik güvenliğine uyma zorunluluğunu yerine getirmeleri gerekir. Bu nedenle yayalar, bisikletliler, motosikletliler gibi korunması olmayan yol kullanıcılarının ağır tonaj sınıfına giren N2 ve N3 sınıfı motorlu araçların ve O3 ve O4 sınıfı römorklarının (muafiyeti bulunan araçlar hariç olmak üzere) yanından geçerken altlarına düşme tehlikesine karşı etkin korunmasını sağlayacak şekilde yan koruyucularla donatılması gerekmektedir. Motorlu Araçların ve Römorklarının Yan Koruması (Yan Koruyucular) İle İlgili Tip Onayı Yönetmeliği, bu araçların yan korumaları konusunda araçlara AT Araç Tip Onayı Belgesi verilmesine ilişkin hükümleri ve bunların uygulanmasına ait usul ve esasları belirler. 13 Ekim 2002 (Dâhil) tarihinden itibaren üretilen ve bu tarihten itibaren yeni tadil edilen, üst yapı değişikliği yapılan N2 ve N3 sınıfı motorlu araçlarda ve O3 ve O4 sınıfı römorklarda (üretim tarihine bakılmaksızın), Yan koruma çerçevesi bulundurulması zorunludur. Ancak, 13 Ekim 2002 (Dâhil) tarihinden önce üretilen ve bu tarihten önce tadil edilen, üst yapı değişikliği yapılan N2 ve N3 sınıfı motorlu araçlarda ve O3 ve O4 sınıfı römorklarda zorunlu olmamasına rağmen yan koruma çerçevesi var ise, söz konusu yan koruma çerçeveleri bu bültende bahsedilen fiziki şartları sağlamalıdır.

Yan koruma çerçevesi, aracın toplam genişliğini artırmamalı ve yan koruma çerçevesinin dış yüzeyinin ana parçası, aracın en dış düzleminden (azami genişlik) 120 mm'den daha içerde olmamalıdır. Şekil 3.34.' de yan koruma çerçevesi ölçüleri yer almaktadır.



Şekil 3.34. Yan koruma çerçevesi ölçüleri (Tüvtürk, 2016a)

Yan koruyucunun arka tekerlekten sonraki ucu, en azından 250 mm boyunca arka lastiklerin en dış kenarlarına göre (lastiklerin zemine yakın kısımlarındaki şişkinlikler hariç) 30 mm' den daha fazla içeride olmamalıdır. Şekil 3.35.' de yan koruma çerçevesi ölçüleri yer almaktadır.



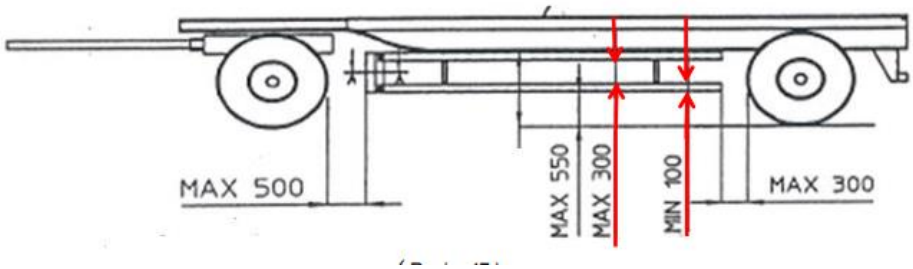
Şekil 3.35. Yan koruma çerçevesi ölçüleri (Tüvtürk, 2016a)

Yan koruma çerçevesinin dış yüzeyi, pürüzsüz, önemli derecede düzgün veya yatay olarak kıvrımlı ve mümkün olduğu kadar önden arkaya kadar devam edecek şekilde olmalıdır. Komşu parçalar üst üste gelebilir. Arkaya ve aşağıya doğru bakan üst üste gelen kenarlar veya boylamasına 25 mm' den daha fazla olmayan boşluk kalacak şekilde, ancak bununla birlikte, koruyucu tertibatın bitişik parçaları üst üste gelebilir. Cıvata veya perçinlerin şişirilmiş başları 10 mm'yi geçmeyen bir mesafeye kadar yüzeyin ilerisine veya yüzeyin dışına çıkabilir ve diğer parçalar pürüzsüz ve benzer olarak kavislendirilmesi kaydıyla aynı uzunluğa kadar dışarı çıkabilir. Aracın ön tarafına doğru olan bütün dış kenar ve köşeler, en az 2,5 mm yarıçapla kavislendirilmelidir. Şekil 3.36.' da yan koruma çerçevesi kavis resmi görülmektedir.



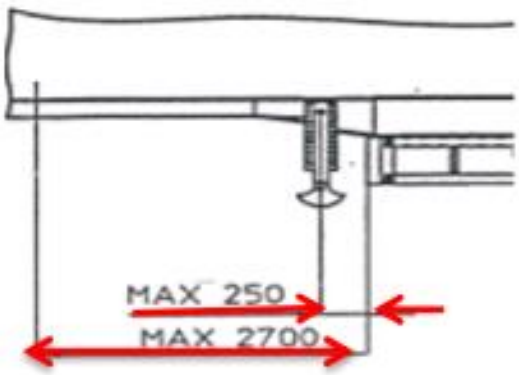
Şekil 3.36. Yan koruma çerçevesi kavis (Tüvtürk, 2016a)

Çeki Demirli (Tam Römork) Römorkta: Koruyucunun, hemen önünde yer alan tekerlek lastiğinin en dış kısmına teğet olan enine düşey yüzeyin arkasına, 500 mm' den daha fazla mesafede olmamalıdır. Özetle aracın ön tekerleğinin en dış kısmı ile yan koruyucunun arasında en fazla 500 mm mesafe olmalıdır. 3.37.' de tam römork yan koruma çerçevesi standart ölçüleri yer almaktadır.

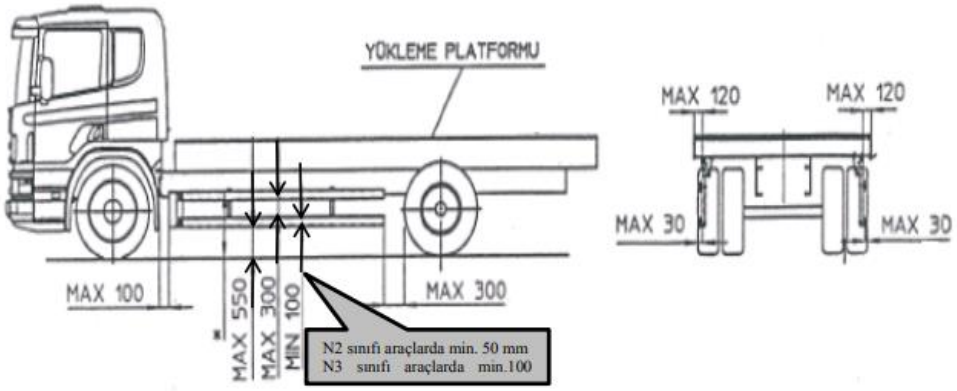


Şekil 3.37. Tam römork yan koruma çerçevesi standant ölçüleri (Tüvtürk, 2016a)

Yarı Römorkta: Destek ayakları takılmışsa, destek ayaklarının enine orta düzleminin arkasına, 250 mm' den daha fazla uzakta olmamalı, ancak hiçbir durumda, en arka konumundaki king-pim (beşinci teker) merkezinden geçen enine düzlem ile tertibatın en uç noktası 2,7 m' yi geçemez. Şekil 3.38.' de Yarı Römork yan koruma çerçevesi standart ölçüleri ve 3.39.' da Kamyon yan koruma çerçevesi standart ölçüleri görülmektedir.



Şekil 3.38. Yarı Römork yan koruma çerçevesi standant ölçüleri (Tüvtürk, 2016a)



Şekil 3.39. Kamyon yan koruma çerçevesi sıtandant ölçüleri (Tüvtürk, 2016a)

3.3.10. Cam kontrolleri

01.01.2003 tarihinden itibaren trafiğe çıkan araçlarda emniyet camlarının kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Ön camların ve diğer camların sahip olması gereken özellikler ve işaretlemeler Şekil 3.40 ön cam işaretlemesinde açıklandığı gibi olmalıdır.



Şekil 3.40. Ön cam işaretlemesi (Tüvtürk, 2020b)

Camlarda “E” ve “TSE” işareti olmalıdır. ECE-R43 teknik düzenlemesine göre tip onayı alan camlar hariç olmak üzere, içeriyi göstermeyecek şekilde cam kullanılamaz. 01.01.2003 tarihinden itibaren trafiğe çıkan araçlarda emniyet camları zorunlu hale getirilmiştir.

Ön camlar için ilave semboller:

• II: ADİ LAMİNE ÖN CAMLAR

• III: İŞLENMİŞ LAMİNE ÖN CAMLAR

• Ön camda ilave sembol bulunması zorunludur.

Ön yan camlar için ilave semboller:

% 70 saydam veya %70' ten daha fazla saydam olan yan ön camlarda (açık renkli) ilave sembol bulunmayabilir.

Ön ve ön yan camlar haricindeki diğer camlar için ilave semboller

• V: %70 DEN AZ SAYDAM CAMLAR (KOYU RENKLİ)

• VI: ÖN CAM HARİCİNDEKİ ÇİFT CAMLAR

• % 70 saydam veya daha saydam olan diğer camlarda (açık renkli) ilave sembol bulunmayabilir.

Ön camlar:

01.01.2003' ten sonra trafiğe çıkan araçlarda;

Ön cam üzerinde ilave sembol işaretinin bulunması zorunludur

●II: ADİ LAMİNE CAM ● III: İŞLENMİŞ LAMİNE CAM

Şekil 3.41.' de koyuluk işaretlemeleri görülmektedir.



Şekil 3.41. Koyuluk işaretlemesi (Tüvtürk, 2020b)

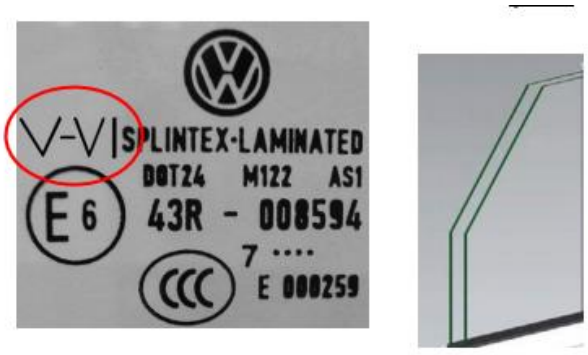
Şekil 3.42.’ de Ön ve yan cam haricindeki camların işaretlemesi görülmektedir.



Şekil 3.42. Ön ve yan cam haricindeki camların işaretlemesi (Tüvtürk, 2020b)

Saydamlık %70 den az ise motorlu araçta sağ geri görüş (sağ dikiz) aynasının bulundurulması zorunludur.

• VI: ÖN CAM HARİCİNDEKİ ÇİFT CAMLAR Işık Geçirgenliği (Koyuluk) - Sürücünün görüş alanında olmayan camlar için sınırlama yoktur. Saydamlık %70 den azdır. - Tamamen siyah olarak da kullanılabilir. Çift camdan kastedilen iki parça halinde olan camlar değil çift katlı ısı izolasyonu için kullanılan camlardır. Genellikle şehirlerarası yolcu taşıyan otobüslerde kullanılır. Saydamlık %70 den az ise, motorlu araçta sağ geri görüş (sağ dikiz) aynasının bulundurulması zorunludur. Saydamlık %70 den fazla veya tamamen saydam ise V ilave sembolü kullanılmaz. Sadece VI (çift cam) ilave sembolü kullanılır. Şekil 3.43.’ de çift cam işaretlemeleri görülmektedir.



Şekil 3.43. çift cam işaretlemesi (Tüvtürk, 2020b)

ÖN VE ÖN YAN CAMLAR HARİCİNDEKİ CAMLAR (AÇIK RENKLİ) Işık Geçirgenliği (Koyuluk) - Saydamlık %70 den fazladır. - Tamamen saydam da olabilir. Sürücünün görüş alanı dışındaki camlardır. İlave sembol kullanılmaz. Şekil 3.44.' de sürücü görüş alanı dışındaki camların işaretlemesi görülmektedir.



Şekil 3.44. sürücü görüş alanı dışındaki camların işaretlemesi (Tüvtürk, 2020b)

01.01.2003'den önce trafiğe çıkan araçlarda; • R43 onayı ve "e", "E" işareti aranmaz. • ECE-R43 teknik düzenlemesine göre tip onayı alan camlar hariç olmak üzere, içeriyi göstermeyecek şekilde renkli kullanılan camlar kusurlar tablosundaki kusur karşılığına göre değerlendirilir. • Camlarda özel bir işaretleme veya standart bir onay yer almaz. • TSE, TS917 vb. işaretlerin bulunması zorunlu değildir.

3.3.11. Alt Kontroller

Direksiyon sistemi; Direksiyon dişli kutusu bağlantıları sağlam olmalıdır. Körükleri yırtık ve yağ kaçağı olmamalıdır. Rot kolları ve rot başları bağlantıları sağlam olmalıdır. Rot başı toz körükleri çatlak, yırtık olmamalıdır.

Süspansiyon sistem kontrolleri; Helezon yaylarda kırık olmamalı, çanaklarına tam oturmuş olmalıdır. Amortisör bağlantılarında boşluk, kırık olmamalıdır. Amortisörlerde yağ kaçağı olmamalıdır. Salıncak bağlantılarında boşluk, kırık, çatlak olmamalıdır. Rotillerde boşluk olmamalı ve toz körükleri sağlam olmalıdır. Viraj denge çubukları bağlantıları gevşek olmamalıdır. Çubuklarda kırık ve eğiklik olmamalıdır. Lastik takozları sağlam olmalıdır.

Süspansiyon sisteminde onaysız tadilat yapılmamalıdır.

Lastik kontrolleri; Lastik ve jantın birbiri ile uyumsuz olması, lastik üzerinde balon, çatlak, kesik olması, lastik yönünün ters takılması, aynı aks üzerinde kullanılan lastik ebatlarının birbirinden farklı olması, Araca uygun olmayan yük endeksine sahip lastik kullanılması, Lastik diş derinliğinin motosikletlerde 1 mm, diğer araç guruplarında 1.6 mm' nin altında olması, lastiklerin hatalı kaplanması gibi kontroller yapılmaktadır.

Tekerlek kontrolleri; Tekerlekler sağ ve sol noktalarından ileri geri hareket ettirilerek rot başı boşlukları tespit edilebilir. Tekerleğin yere bastığı dikey ekseninden yaklaşık 30 derece açı ile lastik iler geri hareket ettirilerek rulman (bilya) boşluğu olup olmadığı kontrol edilir.

Alt kontrol fren sistemi; Fren hortumlarında yırtık, çatlak ve fren hidrolik kaçağı olup olmadığı, hortum ve rekor bağlantılarında kaçak olup olmadığı, fren kaliperlerinin sağlamlığı ve sabit olup olmadığı, fren disk ve kampanalarda kırık, çatlak, çizik, aşınma ve ovalite olup olmadığı fiziksel olarak kontrol edilir. Aracın fren sisteminde varsa limitör kontrolü yapılır. Limitör bağlantılarında sızıntı olup olmadığı, bağlantılarının uygunluğu, limitör kol ve çubuklarının sağlamlığı, toz körüğünün sağlamlığı gibi kontrol yapılır.

Aks mili, Aks mili toz körükleri kontrol edilir. Kardan mili, Boşluk olup olmadığı ve ıstavroz mafsallarının sağlamlığı kontrol edilir. Difransiyel kutusu kontrolleri, Yağ kaçağı olup olmadığı, bağlantılarının uygun olup olmadığı kontrol edilir.

Şasi ve karoseri kontrolleri; Sistemde korozyon, aşınma, çatlama ve kırılma, eğilme ve burulmalar sık sık karşılaşılan arızalardır.

Egzoz sistemi kontrolleri; Egzoz sisteminde kırık çatlak olup olmadığı, askılarının sağlam olup olmadığı, susturucu sayısı, yönetmeliğe aykırı tadilat, aşırı sesli ve gürültülü çalışması, ısı yalıtımı saclarının olmaması, gibi kontrol yapılmalıdır.

Yakıt sistemi kontrolleri; Yakıt deposunun sağlamlığı, sızıntı olup olmadığı, bağlantılarında kaçak olup olmadığı, yakıt borularında hasar olup olmadığı, egzoz sistemine çok yakın geçip geçmediği gibi kontroller yapılır. Eğer araç LPG'li ise, LPG gaz borularının egzoz yakın geçip geçmediği, LPG gaz borularının dikişsiz tek parça monte edilip edilmediği, Depo havalandırmasının uygun olup olmadığı, LPG tank

bağlantılarının uygun yapılıp yapılmadığı, depo donanım kapaklarının olup olmadığı, varsa sağlam olup olmadığı kontrol edilir.

3.3.12. İç Kontroller

Aydınlatma ikaz kontrolleri, Airbag, ABS, Dörtlü ikaz, Uzun far, Sinyal, Sis lambası gibi göstergelerin ikaz verip vermediği gibi kontroller yapılmalıdır.

Odometre saati, Araçlar üzerinde üç tip mesafe göstergesi bulunmaktadır. Kilometre/saat, Mil/Saat, çalışma saati (Traktörlerde kullanılır). Ülkemizde km/s olarak kullanılmaktadır. Araç üzerindeki hız göstergesinin ve kilometre sayacının çalışır durumda olması gerekmektedir.

Debriyaj ve fren pedal lastiklerinin sağlam olması gerekmektedir. Aşınma, yırtılma gibi kontrolleri yapılmalıdır.

Emniyet kemeri kontrolleri; M1 sınıfı araçlarda 18.06.1986 dan sonra ön koltuklarda emniyet kemeri bulundurulma zorunluluğu vardır. Arka koltuklarda ise 01.01.1995 sonrası üretilen araçlarda zorunluluk vardır. M2 ve M3 sınıfı araçlarda 13.02.2009 tarihinden sonra tüm koltuklarda emniyet kemeri zorunluluğu getirilmiştir. N1,N2 ve N3 sınıfı Kamyon, Kamyonet, çekici türü araçlarda 01.01.2009’ dan sonra emniyet kemeri zorunluluğu vardır. Emniyet kemerleri E onaylı olmadır. Uygun monte edilmiş olmalıdır.

Kalorifer ve Havalandırma sistemi kontrolleri; Ön camın buğu yapmaması için gerekli olan havalandırma tesisatı kontrol edilmelidir. Kaloriferin çalışıp çalışmadığı ve çalışmadığı kontrol edilmelidir.

Koltuk kontrolleri; Ön ve arka koltukların sabitliği, dayama mesnetleri, kilit mekanizmaları, koltuk kafalıkları ve koltuk sırtlarının sabitliği ve sağlamlığı kontrol edilmelidir.

Cam yıkama sistemi kontrolleri; Cam silecek lastikleri sağlam olmalıdır. Silecekler uygun frekansta çalışmalıdır. Doğru yönde ve miktarda su atmalıdır. Varsa arka cam silecek ve yıkama sistemi kontrol edilmelidir.

Kapı kontrolleri; Kapıların ikinci kilitleri çalışmalıdır. Kapılar içeriden ve dışardan rahatlıkla açılıp kapatılabilmelidir. Cam krikoları ve düğmelerinin sağlamlığı ve çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.

Korna çalışır durumda olmalıdır. Ses ahengi kontrol edilmelidir.

İç dikiz aynası ile geri görüşü mümkün olmayan otobüs, kamyon ve çekici grubu araçlarda her iki yanında en az birer adet dış dikiz aynası bulunmalıdır. Bu durumda iç geriyi görme aynası bulunmayabilir. Otobüs, Kamyon ve Çekici gibi iç dikiz aynası ile geri görüşü mümkün olmayan araçların dışında kalan ve 03.05.1993 tarihinden itibaren trafiğe çıkan bütün motorlu araçlarda en az bir iç ve iki adet dış dikiz aynası bulunmalıdır. 03.05.1993 tarihinden önce üretilen otobüs, kamyon ve çekici gibi araçların dışındaki araçlarda en az bir adet dış dikiz aynası (aracın sol kısmında) bulunmalıdır.

Direksiyon Kilidi Kontrolleri; Kontak anahtarı kilit mekanizmasından çıkarıldığında direksiyon sağa ve sola çevrilerek direksiyon kilit mekanizması kontrol edilmelidir. Direksiyon sağ ve sol yönlerde en uç noktalara kadar çevrilerek dayama noktaları kontrol edilmelidir. 09.10.2001 tarihinden sonra imal veya ithal edilen M1 ve N1 sınıfı araçlar 74/61/AT yönetmeliğine göre 09.10.2001 dâhil tarihinden itibaren tip onayı alarak direksiyon kilidinin bulundurulması zorunludur.

Yangın tüpünün araç ile uygunluğu (kapasite ve sayısı) kontrol edilmelidir.

Motosiklet ve Motorlu Bisikletler hariç normal hava şartlarında en 150 metren net olarak görülebilecek ve kırmızı ışık yansıtan veya veren numunesine uygun en az 2 adet ikaz üçgen reflektör bulundurulmalıdır. Çizelge 3.5.’ de yangın söndürme cihazı adet ve nitelikleri yer almaktadır.

Motosiklet, Motorlu Bisiklet ve Traktör hariç tüm motorlu araçlarda ilk yardım çantası zorunludur. İlk yardım çantası malzemeyi nem ve kirden koruyan özellikte olmalıdır. Çizelge 3.6.’ de ilk yardım çantası içerik listesi yer almaktadır.

Çizelge 3.5. Yangın söndürme cihazı adet ve nitelikleri (Tüvtürk, 2015)

YANGIN SÖNDÜRME CİHAZI ADETLERİ ve NİTELİKLERİ		
Araçlar	**Doldurma Kapasitesi**	**Bulunması Zorunlu Adet (EN AZ)**
Tehlikeli madde taşıyan araçlarda	Toplam doldurma kapasiteleri en az 6 Kg	2 adet
Otobüs ve mafsallı otobüslerde	Toplam doldurma kapasiteleri en az 6 Kg	1 adet veya toplam doldurma kapasitesini sağlayacak adette
Yolcu sayısı 26 kişiye kadar olan otobüslerde	Doldurma kapasitesi 2 Kg	2 adet
Azami Yüklü Ağırlığı 12.000 kg'dan fazla olan kamyon ve çekicilerde	Toplam doldurma kapasiteleri en az 6 Kg	1 adet veya toplam doldurma kapasitesini sağlayacak adette
Azami Yüklü Ağırlığı 12.000 kg'dan küçük olan kamyonlarda	Toplam doldurma kapasiteleri en az 4 Kg	1 adet veya toplam doldurma kapasitesini sağlayacak adette
Otomobil, Minibüs ve Kamyonetlerde	Toplam doldurma kapasitesi en az 1 Kg	1 adet
Ambulanslarda	Doldurma kapasitesi 2 Kg	2 adet

Stepne Kontrolü; Kendini onaran lastikler, kendiliğinden şişen lastikler, kendini destekleyen lastikler, patlamaz lastikler, Run Flat Lastikler gibi sürüş devamlılığını sağlayacak alternatif bir sistem olması halinde stepne bulundurma zorunluluğu yoktur. Tamir kitleri veya geçici yama vb. donanımlar stepne olarak kabul edilemez.

Çizelge 3.6. İlk yardım çantası içerik listesi (Tüvtürk, 2015)

İLK YARDIM ÇANTASI İÇERİK LİSTESİ	
CİNSİ	**MİKTARI**
Büyük sargı bezi (10cm X3-5 m)	2 adet
Hidrofil gaz steril (10X10cm 50'lik kutu)	1 kutu
Üçgen sargı	3 adet
Antiseptik solüsyon (50 ml)	1 adet
Flaster (2cmX5m)	1 adet
Çengelli iğne	10 adet
Küçük makas (Paslanmaz çelik)	1 adet
Esmark bandajı	1 adet
Turnike (En az 50 cm örgü tekstil malzemeden)	1 adet
Yara bandı	10 adet
Alüminyum yanık örtüsü	1 adet
Tıbbi eldiven	2 çift
El feneri	1 adet

3.3.12. Far Ölçümü

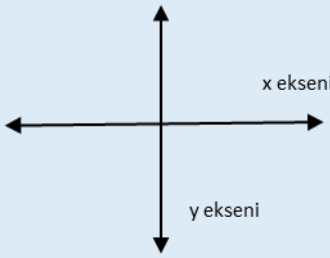
Cihaz ön yüzeyi ile far arasında ki mesafe cihaz üreticisinin belirlemiş olduğu aralıkta olmalıdır. Far cihazı aracın ön tarafındaki iki simetrik referans noktası alınarak test aracına paralel bir şekilde konumlandırılır. Araç içesinde bulunan far ayar yükseklik değeri 0 konumuna getirilir. (var ise) Şekil 3.45.' de far ölçümü görülmektedir.



Şekil 3.45. Far ölçümü

Far ölçümü aracın yerden yüksekliğine göre 1m. Üstü -2,5 1m.altında ise -2 kırılma açısı olarak cihaz üzerinden ayarlanır. Sol uzun, Sağ uzun, Sol kısa, Sağ kısa farlar ölçülür ve far ölçüm sınır değer tablosuna göre değerlendirilir. Çizelge 3.7.' de far ölçüm sınır değer tablosu görülmektedir.

Çizelge 3.7. Far ölçüm sınır değerleri (Tüvtürk, 2012)

FAR ÖLÇÜM DEĞERLERİ SINIR VE KUSUR DEĞERLENDİRMESİ TABLOSU far yüksekliği 1 metreden alçak ise ön ayar değeri :-2,0 (Binek butonu) far yüksekliği 1 metreden yüksek ise ön ayar değeri : -2,5 (Kamyon butonu)					
		**KIRILMA AÇISI**		**SAPMA AÇISI**	
		Y EKSENİ		**X EKSENİ**	
		ALT SINIR	**ÜST SINIR**	**ALT SINIR**	**ÜST SINIR**
		SINIR ALTINDA İSE DÜŞÜK KUSURU VERİLİR	SINIRIN ÜSTÜNDE İSE YÜKSEK KUSURU VERİLİR	SINIRIN DIŞINDA İSE YÖNÜ HATALI KUSURU VERİLİR.	
FAR TİPİ	**FAR YÜKSEKLİĞİ**				
KISA FAR	**1 metreden alçak**	**-3,5**	**-0,5**	**-5,0**	**5,0**
	1 metreden yüksek	**-4,0**	**-1,0**	**-5,0**	**5,0**
UZUN FAR	**1 metreden alçak**	**-4,0**	**4,0**	**-5,0**	**5,0**
	1 metreden yüksek	**-4,0**	**4,0**	**-5,0**	**5,0**
SİS FARI	**1 metreden alçak**	**-4,0**	**-1,0**	**SAPMA AÇISI YOKTUR**	
	1 metreden yüksek	**-4,5**	**-2,0**		

3.3.13. Araç Teslimi

Muayenesi tamamlanan araç, araç sahibine iş emri imzalattırılarak teslim edilir. Muayene esnasında tespit edilen bulgular muayene raporuna aktarılır. Teknisyen ve Yönetici tarafından imzalanarak araç sahibine teslim edilir. Tespit edilen kusurlar ile ilgili detaylı açıklama araç sahibine aktarılır. Aracın muayenesinin onaylanmasına engel teşkil etmeyecek bir bulgu yok ise muayene geçerlilik tarihi sistem tarafından aktarılarak aracın ön plakasına muayenenin onaylandığına dair muayene pulu yapıştırılır.

Muayene sonucu Kusursuz, Hafif Kusurlu, Ağır Kusurlu ve Emniyetsiz kusurlu olmak üzere 4 aşamada değerlendirilir. Ağır Kusur ve Emniyetsiz kusur tespiti yapılan araçlar bu kusurlarını 1 aylık süre içerisinde gidererek muayene tekrarı için muayene kuruluşuna müracaat eder.

Ağır ve/veya Emniyetsiz Kusurları 1 aylık süre içerisinde giderildiği tespit edilen araçların muayenesi onaylanır. İlgili kusur veya kusurların devam etmesi halinde muayenesi olumsuz sonuçlanıp onaylanmaz.

3.4. Ağır Vasıta Araçların Muayenesi

Ağır vasıta araç gruplarının muayenesi, Motorlu ve Motorsuz araçların muayenesi konu başlığında olduğu gibi yapılmaktadır. Ancak Ağır Vasıta araçlarda Pnömatik ALB, Mekanik ALB, Sızdırmazlık, Dörtyollu Emniyet Valfi, Sarı ve Kırmızı kaplin, Çek valf gibi akşamların muayenesi yapılmalıdır.

3.4.1. Dörtyollu Emniyet Valfi Testi

71/320AT Yönetmeliği gereği aracın fren sistemindeki herhangi bir parçasındaki bir arıza oluşması durumunda, gerekiyorsa, arızadan etkilenmeyen diğer kısmının beslemesi, aracı kalan ve/veya ikincil fren sistemi için önceden belirlenmiş bir etki derecesiyle durdurmayı garantileyecek şekilde devam etmelidir (Tüvtürk, 2016c).

Bunun yanında dörtyollu emniyet valfinin görevi**;** İşletim esnasında herhangi bir fren devresinde hava kaybı olması halinde söz konusu fren devresini iptal ederek bunun yerine halen işler olan diğer fren devrelerini işletmektir (Tüvtürk, 2016c).

Çift devreli Pnömatik fren sisteminde devrelerin birinde hava kaybı var ise bunun depo havası tamamen boşalır. Bu durumda frenleme mümkün değildir. En az bir devrenin aktif kalmasını sağlayacak valfler bütününe 4 yollu emniyet valfı denir. (Tüvtürk, 2016c).

3.4.2. Sızdırmazlık Testi

Kompresör tarafından üretilen basınçlı hava taşıtın hava tanklarında depolanmaktadır. Frenleme hava tanklarındaki basınçlı hava kullanılarak sağlanmaktadır. Depolanan havanın kullanım dışı durumlarda sızdırmaz olması gerekmektedir (Toklucu ve Neşeli, 2020).

Aracın motoru çalıştırılarak aracın sistem basıncına ulaşması ve regülatörün devreye girerek kompresörü devre dışı bırakması sağlanır. Aracın Ön aks fren körüğü test ucuna manometre bağlanır. Araç üretici tarafından belirlenen ve aracın etiketinde bulunan sistem basıncının yarısı kadar fren pedalına basınç uygulanır ve bu basınçta sabitlenir. Bir dakika beklenir ve bu sürede tanklardaki havanın tüm sisteme dağılması sağlanır.

Aracın hava tankı test ucuna bağlı manometreden 1 dakika sonundaki değer okunur ve 3 dakika daha beklenir. 4.dakika sonundaki hava tankına bağlı manometredeki değer tekrar okunur. 1.dakika ve 4.dakika sonundaki manometredeki okunan değer farkı, hava kaçağı miktarını verir.

Aracın etiketinde yazan Sistem basıncının %5'inden daha fazla kaçak olmaması gerekmektedir.

Römork türü araçların sızdırmazlık testi bağlı olduğu çekici araç ile birlikte yapılmalıdır. Çekici araç ve Römork birbirine bağlı iken çekici araca sızdırmazlık testi yapılır. Eğer sistemde kaçak var ise römork çekiciden ayrılarak tekrar çekici araç için sızdırmazlık testi yapılır. Çekici araçta kaçak yok ise kaçağın römorkta olduğu tespit edilmiş olur.

3.4.3. Sarı Kaplin Koparma Testi

Sarı kaplinin araçtaki görevi sürücünün fren ile ilgili komutlarını römorktaki sistemlere iletmektir. İletmiş olduğu komutlara sinyal basıncı denir (Tüvtürk, 2016c).

Çekici araçtan römorka kırmızı kaplin üzerinden sürekli basınçlı hava akışı vardır. Kırmızı kaplin üzerindeki basınç araç üreticisi tarafından belirlenir ve römork sistem basıncı olarak tanımlanabilir. Fren pedalına basılması durumunda sarı kaplin üzerinden gönderilen sinyal basıncı ile römorkta frenleme gerçekleşir. Sarı kaplinin kopması durumunda sinyal basıncı römork tarafından algılanamayacağı için kırmızı kaplin üzerindeki basınç kısa sürede sıfırlanması ve römorktaki tüm kombi ve mebranların devreye girerek römorkun frenleme yapması gerekir (Toklucu ve Neşeli, 2020).

Sarı kaplin koparma testine başlamadan önce kırmızı ve sarı kaplinler römorktan ayrılır. Kırmızı kapline bir adet manometre ve sarı kapline de hava tahliye vanası takılır.

Sürücü fren pedalına bastığı anda sarı kapline bağlı vana açılarak sarı kaplindeki havanın tahliye edilmesi sağlanır. Birkaç saniye içinde kırmızı kaplindeki basıncın sıfıra veya üretici firmanın tercihine göre sıfıra yakın bir değere düşmesi beklenir.

Kırmızı kaplindeki basıncın kısa sürede sıfıra yakın bir değere düşmesi testin başarılı sonuçlandığını gösterir.

3.4.4. Kırmızı Kaplin Koparma Testi

Kırmızı kaplinin görevi çekici araçtan gelen basınçla havanın römork üzerinde bulunan hava tanklarını beslemektir. Kırmızı kaplinin kopması durumunda çekici araçtan aktarılan basınçlı havanın kesilmesi sebebi ile römork tanklarında bulunan havanın otomatik olarak römork üzerinde bulunan kombi ve mebranları devreye sokması ve römorkun frenleme yapması gerekir.

Kırmızı kaplin koparma testi, kırmızı kaplinin römorktan çıkarılması ile birlikte römork üzerindeki tüm kombi ve mebranların devreye girdiğinin gözlemlenmesi ile gerçekleşir.

Kırmızı kaplin çıkarıldığında römork frenleri devreye girmesi testin başarılı olduğunu gösterir.

3.4.5. Check Valfi Testi

Ağır vasıta araçlarda el freni genellikle kombi fren silindirleri sayesinde gerçekleşir. Kombi fren silindirleri ön kısmı diyafram ve arka kısmı yay olan bir mekanizmadan oluşur. Sürücü tarafından el frenin çekilmesi ile diyafram kısmında bulunan hava tahliye edilerek yayların devreye girmesi ile frenleme sağlanır.

Check valf, basınçlı havayı tek yönlü olarak geçirir. Sürücünün ayak frenine basması ile basınçlı hava kombi silindir içinde bulunan diyaframı şişirerek frenleme yapmasını sağlar. Ancak diyaframdaki havanın tamamen boşalmasına izin vermez. Yani Check valf, sürüş esnasında oluşabilecek bir hava kaçağında yayların kendiliğinden devreye girerek aracın kontrolsüz bir biçimde frenleme yapması engeller (Toklucu ve Neşeli, 2020).

Check valf testi için hava tanklarında bir tanesi tamamen boşaltılır. El freni çekilerek bir atımlık havanın tahliye edilip edilmediği kontrol edilir. Eğer tank tamamen

boşaltılmasına rağmen bir atımlık hava el freninde kalıyor ise bu check valfin çalıştığını gösterir. İşlem diğer tanklar içinde teker teker yapılır ve tank boşaltıldıktan sonra bir atımlık havanın el freninde kalıp kalmadığı kontrol edilir.

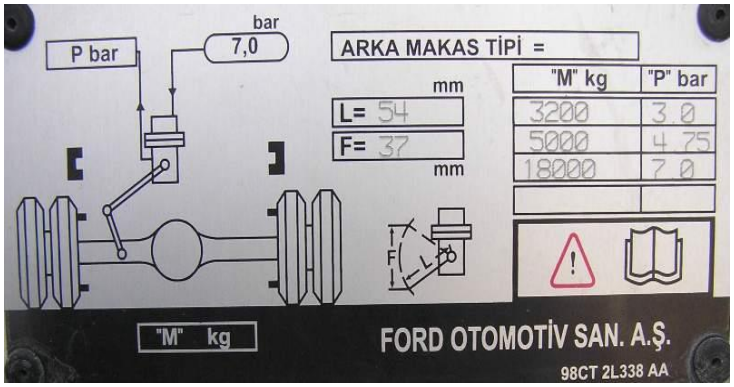
3.4.6. Mekanik ALB Testi

Araçların arka tekerleklerinin frenleme esnasında kızaklaması araç kontrolünün sürücü tarafından kaybedilmesine ve kazalara sebep olabilir. Bu nedenle hidrolik fren sistemine sahip araçlarda limitör adı verilen parçalar, pnomatik fren sistemlerinde ise ALB adı verilen parçalar kullanılmaktadır. Limitör ve ALB aracın yükü arttıkça arka tekerleklerin ihtiyacı olan fren kuvvetinin artırılmasını sağlar. Böylece araç ister boş olsun, ister dolu olsun arka tekerleklerin kızaklamadan maksimum verimlilikle frenlemenin yapılması sağlanmış olur (Bekir ve Düzcükoğlu, 2020).

Araç üreticileri ALB' nin görevini yapıp yapmadığının tespit edilebilmesi için araç üzerine ALB etiketi adı verilen etiketler monte ederler. Bu etiketler yardımı ile aracın arka tekerleklerine gelen fren basınçları etiket değerleri ile karşılaştırılarak ALB test edilmesine olanak sağlarlar. Test esnasında basınç değerlerinin alınabilmesi amacı ile aracın ön aksına, arka aksına, ALB üzerine test uçları adı verilen vidalı supaplar takılmıştır.

ALB testine başlamadan önce etiket değerleri not edilir. Şekil 3.46 da örnek bir ALB etiketi görülmektedir. Aracın boş, orta yüklü ve maksimum yüklü değerleri dikkate alınır. Aracın ön aks ve arka aks test ucuna birer manometre bağlanır. Araç boş iken, yani yüksüz pozisyonda ALB çubuğu kurs boyunun en alt noktasında iken fren pedalına kuvvet uygulanarak araç üreticinin ön aks için belirlemiş olduğu basınç, ön aks üzerine bağlanan manometreden takip edilir. Arka aks basıncının etiket değeri ile uyumlu olup olmadığı, arka aksa bağlı manometreden gözlemlenir.

Aracı orta yük ve tam yük konumuna getirmek için ALB etiketi üzerinde bulunan kurs boyu kadar çubuk yukarı kaldırılır. Etiket üzerinde belirtilen ön aks basınç değeri kadar fren pedalına kuvvet uygulanır ve arka aksa bağlı manometreden arka ask basınç miktarı tespit edilir. Arka aks basıncı etiket değeri ile karşılaştırılarak ALB' nin çalışıp çalışmadığı test edilmiş olur. Şekil 3.46.' da Mekanik ALB etiketi örneği görülmektedir.



Şekil 3.46. Mekanik ALB etiketi örneği (Tüvtürk, 2016c).

3.4.7. Pnömatik ALB Testi

Pnomatik ALB havalı süspansiyon sistemine sahip araçlarda bulunur. Süspansiyon körük basıncına göre aracın yük miktarını tespit ederek aracın arka aks basıncını artırarak arka aks frenleme kuvvetini artırır (Bekir ve Düzcükoğlu, 2020).

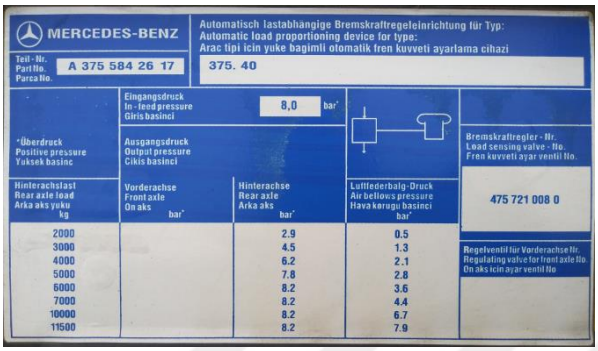
Pnomatik ALB nin arka kısmında test basıncı uygulamak için bir adet test ucu bulunmaktadır. Bu test ucunun kenar kısmında 4.1 işareti vardır. 4.1 test ucu olduğunu anlamamızı sağlar. Aracın ön aks ve arka aksında manometre takılabilecek test uçları bulunur. Araç üreticisi ALB testinin yapılabilmesi amacı ile araç üzerine ALB etiketi adı verilen etiketi monte ederler.

ALB etiketi üzerinde ön aks basıncı, arka aks basıncı, simülasyon basıncı, aks ağırlık gibi veriler bulunmaktadır. Resimde örnek bir ALB etiketi bulunmaktadır. Etiketin ilk satırında 2000 kg'lık yük için, 0.5 Bar simülasyon basıncının uygulanması ve Ön aks fren pedalına basarak 8 barlık ön aks basıncı altında arka akstan 2.9 bar basınç alınması gerektiği ifade edilmektedir.

Şekil 3.47'de pnomatik ALB etiketi örneği verilmiştir. ALB testi için aracın ön askına ve arka askına birer adet manometre bağlanır. ALB test ucuna simülasyon basıncı uygulayabilmek için kompresör gibi basınçlı bir hatta bağlı ayarlı bir adet manometre ALB test girişine bağlanır. Etiket üzerinde belirtilen yük miktarlarına göre test basıncı ALB testine verilerek ve ön aks basıncı kadar Fren pedalına kuvvet

uygulayarak, arka aks basıncı etiket değeri ile karşılaştırılır (Bekir ve Düzcükoğlu, 2020).

Arka akstan alınan değerler ile etiket değerleri uyumlu ise ALB nin görevini yerine getirdiği tespit edilmiş olur.

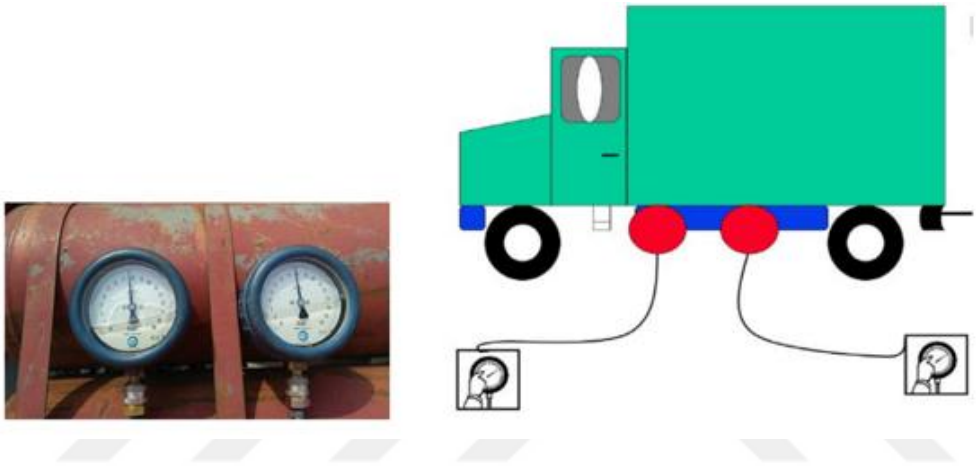


Şekil 3.47. Pnomatik ALB etiketi örneği (Bekir ve Düzcükoğlu, 2020)

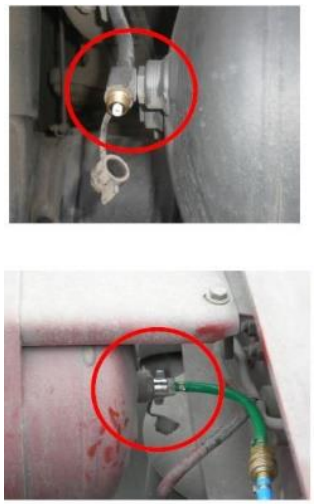
4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Dörtyollu Emniyet Valfi Testi

Dörtyollu emniyet valfinin görevi ön aks freni, arka aks freni ve el freninin birbirinden bağımsız çalışmasını sağlamaktır. Basınçlı hava ile çalışan fren sisteminde herhangi bir noktada hava kaçağı olması durumunda aracın tamamen frensiz kalmasını önlemektir. Şekil 4.1.' de görüldüğü üzere dörtyollu valf kontrolü ile amaç bütün devrelerin aralarındaki bağımsızlığı test etmektir. Araç sistem basıncına kadar (basınç regülatörü tahliye yapana kadar) çalıştırılıp stop edilir.

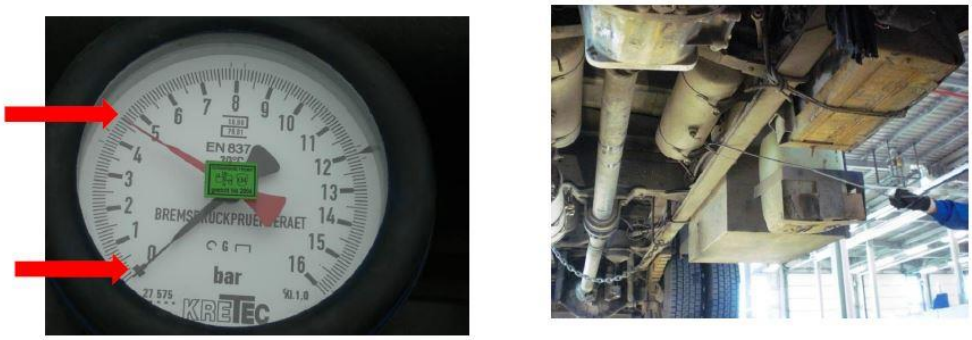


Şekil 4.1.Dörtyollu emniyet valfi test görünümü

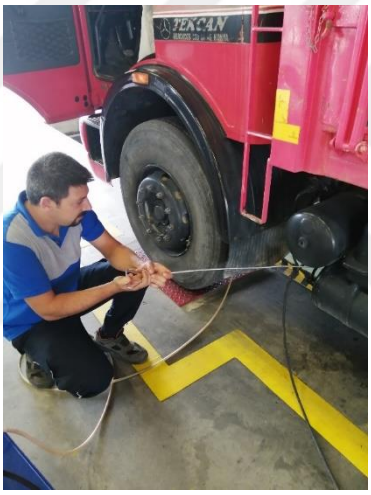


Şekil 4.2. Hava tankları test uçları

Şekil 4.2.’ de ağır vasıtaya ait hava tanklarının test uçlarına manometre bağlanır. Şekil 4.3’ de hava tanlarının boşatılması ve basınç kontrolü yer almaktadır.



Şekil 4.3. Hava tanklarının boşaltılması ve basınç kontrolü



Şekil 4.4. Hava tanklarının boşaltılması ve basınç kontrolü

Şekil 4.4.’ de Hava tanklarının hava boşaltma supaplarından boşaltılması ve basınç kontrolünün yapılışı görülmektedir.



Şekil 4.5. Boşalan tank sonrası diğer tanklardaki basınç değişim kontrolü

Şekil 4.5.’ de görülen işlem sırasında, diğer hava tanklarına bağlı olan manometrelerdeki hava basınçlarının 4 bar’ ın altına düşmemesi gerekmektedir.

Motor çalıştırılır, sistemin önce arızalı olmayan (4 barın altına düşmemiş olan) diğer hava tanklarını emniyetli şekilde doldurduğunu, daha sonra havası boşaltılan hava tankını diğer tankların seviyesine kadar doldurduğunu, son olarak tüm tankların aynı anda sistem basıncına kadar birlikte dolduğu gözlemlenir.

Önce arızalı olmayan (4 barın altına düşmemiş olan) diğer hava tanklarını emniyetli şekilde dolduracak. Sonra havası boşaltılan hava tankını diğer tankların seviyesine kadar doldurduğu gözlemlenecek.

Son olarak tüm tankların aynı anda sistem basıncına kadar birlikte dolduğu görülecek.

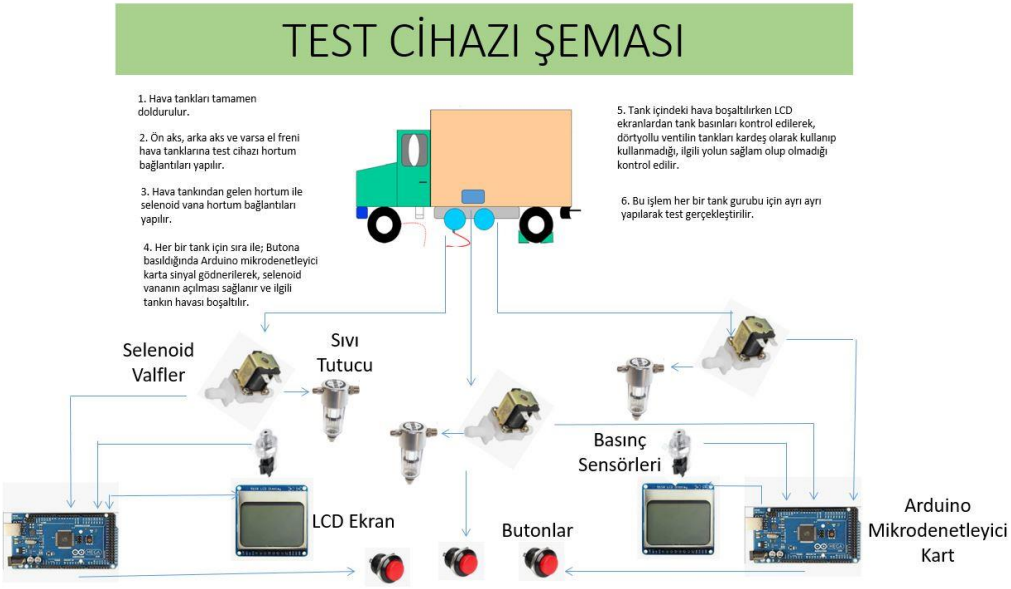
Aynı testi diğer hava tankları içinde yaparak, dörtyollu emniyet valfinin tüm devreler için çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.

Otomotiv endüstrisinde çeşitli pnomatik kullanım alanları mevcuttur. Havalı fren sistemleri, hava yardımcılı frenler, havalı süspansiyon sistemleri, havalı kapılar, soğutma sistemleri, hava yastıkları, talaş kaldırma makineleri, delik delme makineleri, kaldırma araçları, sökme, sıkma araçları, lastik havalarının şişirilmesi, zımpara ve poliş makineleri, boya tabancası yıkama makineleri (Anonim, 2020b) endüstride kullanılan valflerin testleri çeşitli cihazlar ile yapılabilmektedir. Elektronik kontrollü oransal valflerin düzgün çalışıp çalışmadığının tespiti için devre kalibrasyon araçları kullanılmaktadır (Anonim, 2020a).

Dörtyollu emniyet valfi testleri üzerine literatürde benzeri bir çalışmaya rastlanmamıştır.

4.2. Tasarım Öncesi Hazırlıklar

Çalışma iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım test cihazı tasarımı ve imalatı şeklindedir. Şekil 4.6.’ da tasarımı yapılacak dörtyollu emniyet valfi test cihazı şeması görülmektedir. İkinci kısım ise yazılımdan oluşmaktadır. Test cihazı ve yazılım için ihtiyaç duyulan bileşenler aşağıda listelenmiştir.



Şekil 4.6. Boşalan tank sonrası diğer tanklardaki basınç değişim kontrolü

- Bilgisayar ve Visual Studio Programı
- Mikro denetleyici kart ve Arduino IDE Programı
- Basınç sensörü
- Selenoid Valf
- Check Valf
- Jumper kablo
- Adaptör
- Proje kutusu
- Pnömatik Jak
- Hava hortumu
- Fritzing elektronik devre modelleme programı
- Corel Draw vektörel tabanlı çizim programı

4.2.1. Bilgisayar ve Visual Studio programı

Bilgisayar, donanım ve yazılım olarak iki kısımdan oluşur. Donanım bilgisayarın fiziksel bileşenlerini ifade eder. Ana kart, işlemci, ram, hard disk, monitör, klavye, Mouse vb. parçalar bilgisayarın donanım kısmını oluşturmaktadır. Yazılım ise bilgisayarın mantıksal ve aritmetiksel işlemleri yapabilmesi amacı ile özel yazılmış programlaradır. Bu programların yazılabilmesi için makine dili olarak da tabir edilen 0 ve 1'ler den oluşan ikili sayı sistemi kullanılmaktadır. Bu sayı sistemleri kullanılarak programlama dilleri geliştirilmiştir. Uygulama geliştiricileri program dili adı verilen bu programlarla çeşitli yazılımılar geliştirebilmektedir. Programlama dilleri düşük, orta ve yüksek seviyeli diller olarak adlandırılabilmektedir. Makine dilinden uzaklaştıkça program dili seviyesi yüksek olarak adlandırılmaktadır. Düşük seviye dillere assembly, orta seviye dillere C, C#, yüksek seviye dillere de Pascal ve Visual Basic örnek verilebilir (Toklucu ve Neşeli, 2020).

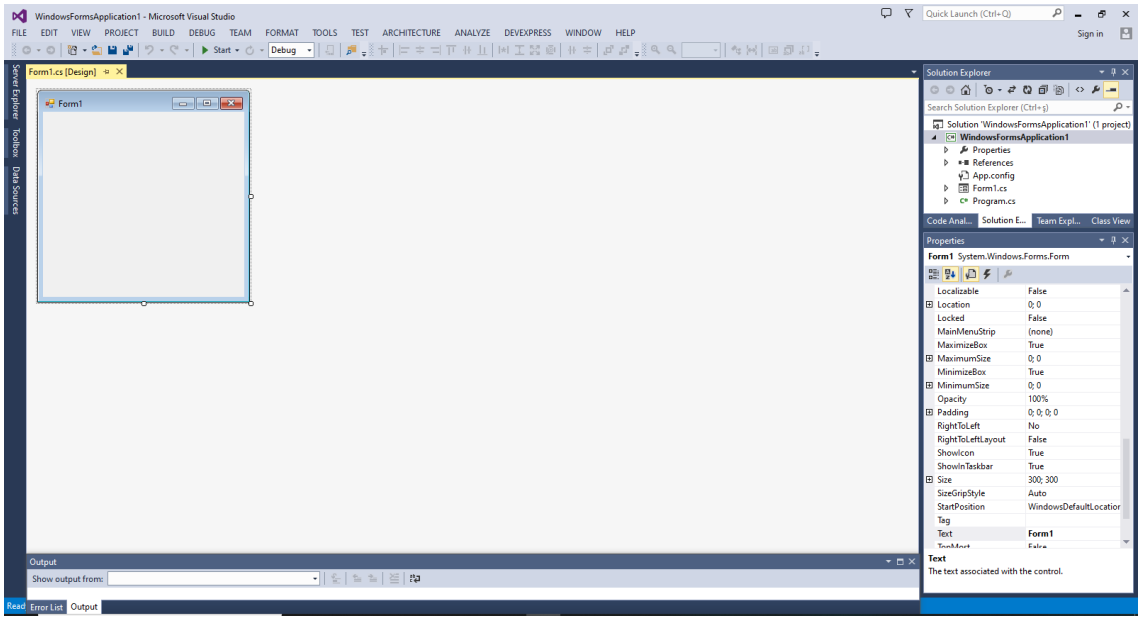
Bu çalışmada C# programa dili tercih edilmiştir.

4.2.1. Visual Studio nedir?

Visual Studio, Microsoft tarafından geliştirilmiş yüksek seviye bir programlama dilidir. İçerisinde kod editörü ve hata ayıklama özellikleri sayesinde kullanıcıya büyük kolaylık sağlamaktadır. Visual Studio, değişik programlama dillerini destekler, bu da kod editörü ve hata ayıklayıcısının neredeyse tüm programlama dillerini desteklemesini sağlamaktadır. Dahili diller C/C++ (Görsel yoluyla C++), VB.NET (Visual Basic. NET üzerinden), C# (Visual C# ile), ve F# (Visual Studio 2010 itibarıyla) içermektedir (Vikipedi, 2020).

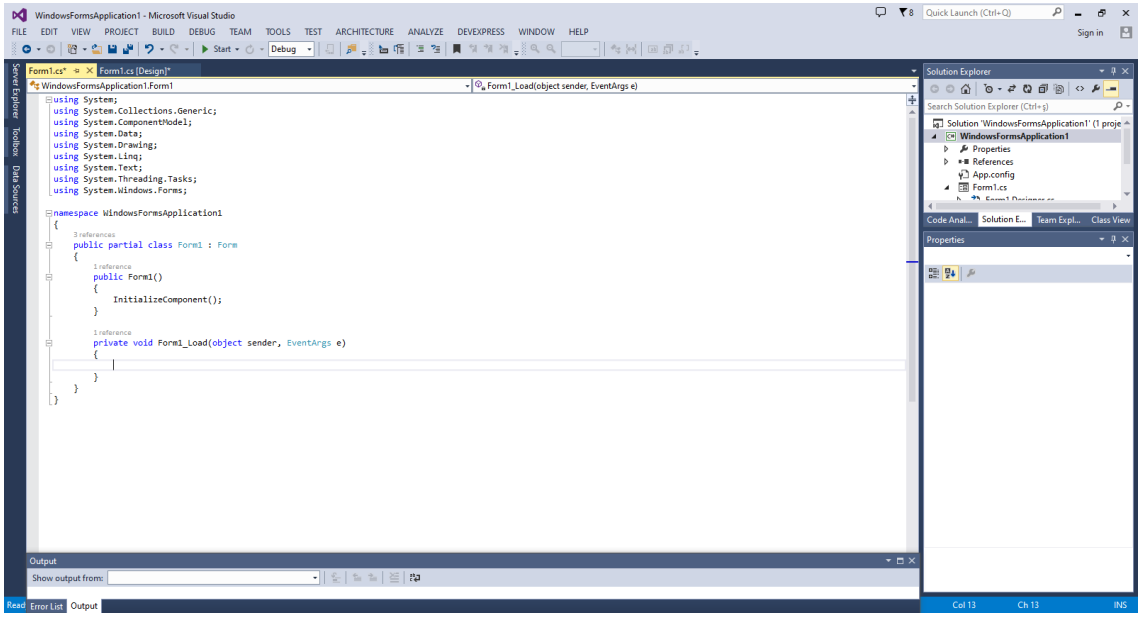
Visual Basic, Microsoft tarafından, Basic programlama dili üzerinde geliştirilmiş, olay yönlendirmeli, üst seviye, nesne tabanlı ve görsel bir programlama dilidir (Vikipedi, 2020). Temel programlama dillerine göre visual basic net GUI (Grafiksel Kullanıcı Arabi) ve IDE (Entegre Geliştirme Ortamı) araçları ile öğrenilmesi daha kolay bir dildir. ActiveX bileşenlerinin kullanımına imkân vermesi sayesinde Windows işletim sistemi tabanlı programların yazılabilmesi imkân sağlamaktadır.

Şekil 4.7.' de VB.net programında oluşturulmuş yeni bir Windows form Application sayfası görülmektedir.



Şekil 4.7. Windows form application ekran görüntüsü

Programın sol kısmında Toolbox üzerinde program yazımına olanak sağlayacak nesneler bulunmaktadır. Şekil 4.8.' de görülen toolbox menüsünde sürükle bırak mantığı ile ilgili nesneler form üzerine sürüklenerek bırakılır.



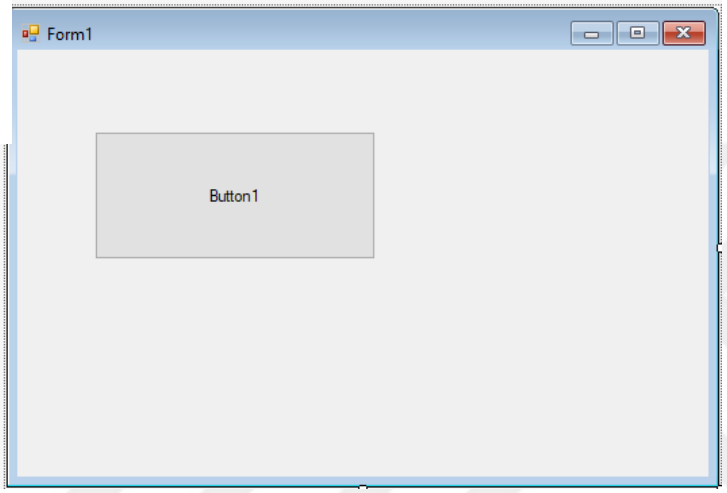
Şekil 4.8. Toolbox menüsü

VB.net üzerinde test cihazı için geliştirilen PC ara yüz programı serialportan belli aralıklar ile aldığı verileri işlemek ve bir takım hesaplamalar yaparak

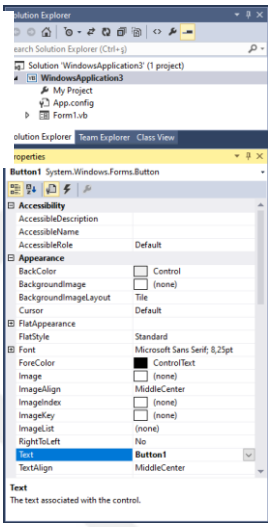
sonuçlandırmak amacı ile yazılmıştır. Bu işlemleri yapabilmek için, toolbox menüsünde bulunan Label, Button, Timer, Textbox, Serialport, Panel, Gauge kontrol vb. nesneler kullanılmıştır.

Kullanılan her bir nesnenin birçok ek özelliği bulunmaktadır. Şekil 4.9a örnek olarak Button1 nesnesinin Şekil 4.9b.' de Properties (özellikler) seçeneğinde; kullanılan butonun boyutu, arka plan rengi, yazı tipi vb. birçok özelliğinin programcının ihtiyacına ve zevkine göre değiştirilebilmesi mümkün olmaktadır.

a)



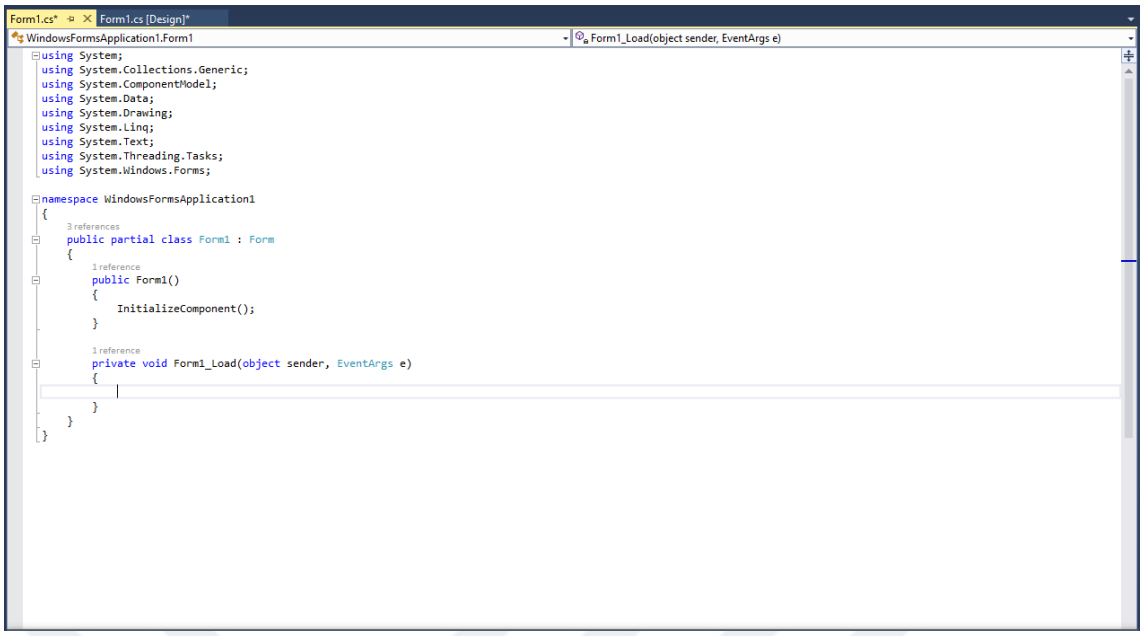
b)



Şekil 4.9. a) Buton nesnesi

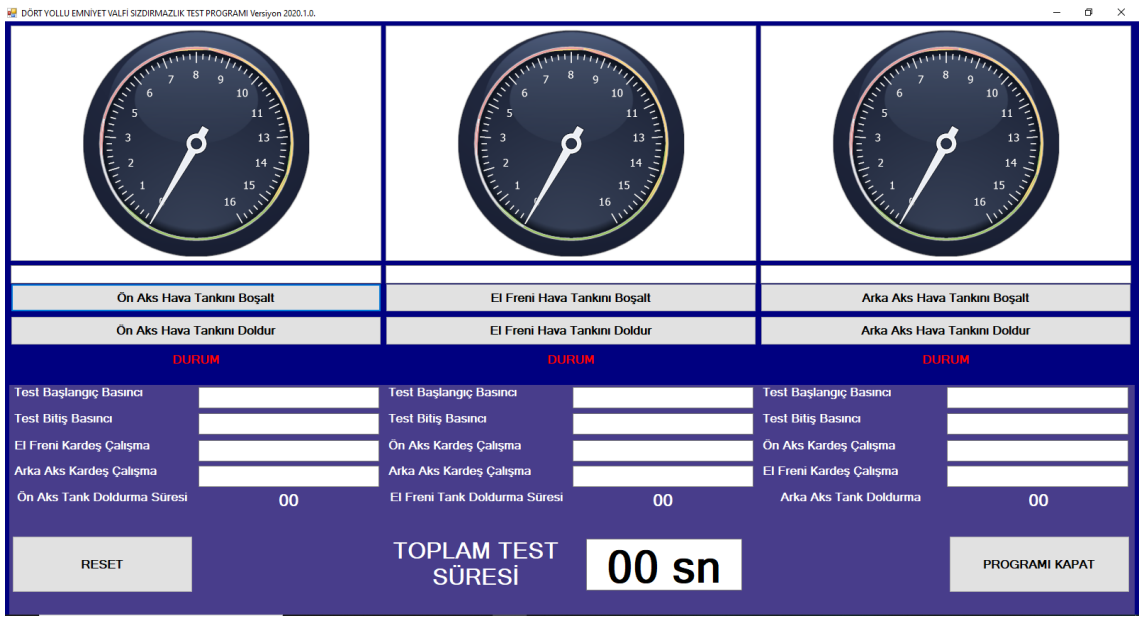
Şekil 4.9 b) Özellikler sekmesi

Windows form üzerine mouse ile çift tıklandığında Şekil 4.10.' da görüldüğü gibi kullandığımız nesneler ve yapılmasını istediğimiz olaylar için bir kod yazım penceresi gelmektedir.



Şekil 4.10. Windows form code yazım ekranı

Test cihazımız için geliştirdiğimiz yazılım genel olarak iki ana form üzerinde işlemleri gerçekleştirirken, çeşitli uyarılan veya veri girişlerinin yapıldığı çok sayıda yardımcı formdan oluşmaktadır. Şekil 4.11.' de yazılım ana ekranı görülmektedir.



Şekil 4.11. Test yazılımı ana ekranı

4.2.2. Mikro denetleyici kart

Mikro denetleyici kartlar fonksiyonelliği bakımından bir nevi mini bilgisayarlardır. Aritmetik ve mantıksal işlemleri yapmak için kullanırlar. CPU, RAM, ROM, giriş çıkış portları, Seri, paralel portlar, analog ve/veya dijital çeviricilerden oluşmaktadırlar.

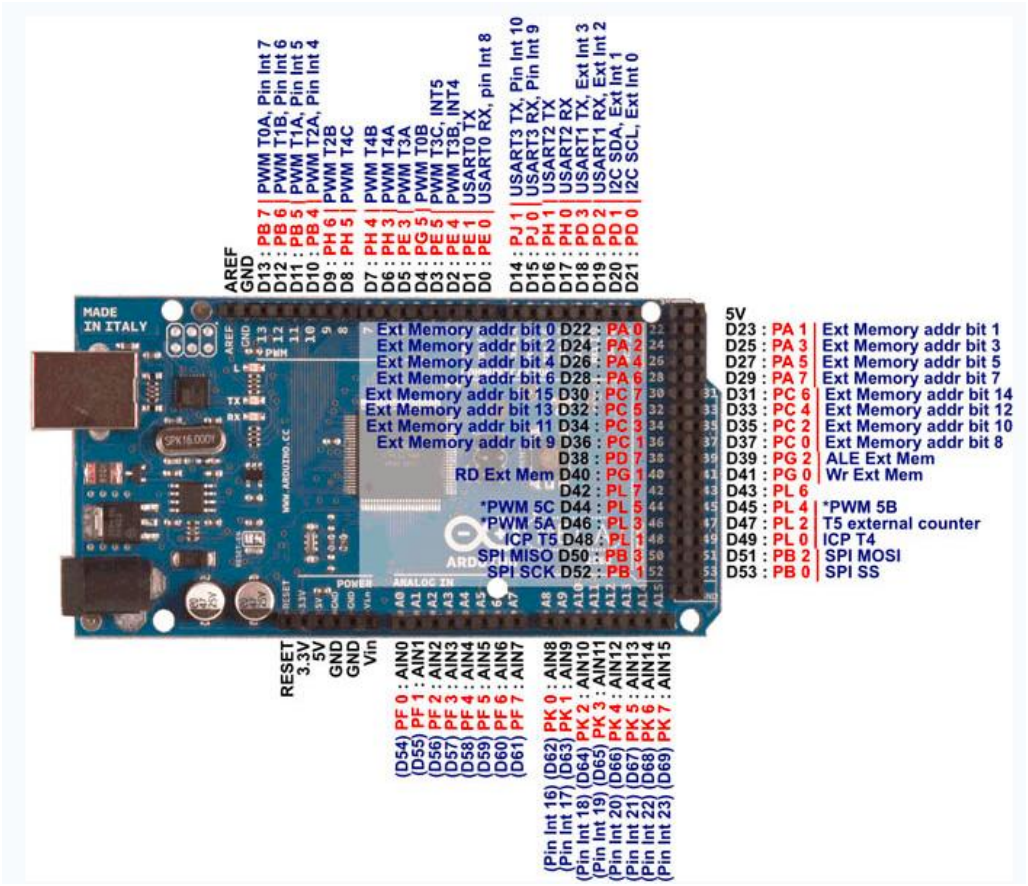
Piyasada, Parallela Micro ServerBoard, EFM32 Dev Gecko Starter Kit, Nanode Winode 4, MSP 430 Launch Pad, STM32 Discovery, Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black gibi geliştirme kartlar mevcuttur. Bu geliştirme kartları ile çeşitli uygulamalar geliştirmek mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmada piyasada kolay temin edilebilmesi, fiyatının uygun olması, geniş uygulama kütüphanelerinin olması gibi sebeplerden dolayı Arduino mikro denetleyici UNO R3 Klon modeli kart tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan karta ait görsel Şekil 4.12.' de verilmiştir.

Arduino; kullanımı kolay, üst seviye mikroişlemci bilgisi gerektirmeyen, zengin kütüphane desteği olan, açık kaynak kodlu, çevresiyle etkileşime girebilen, uzun çalışma sürelerine dayanabilen, çok sayıda sensör, haberleşme sistemleri ile uyumlu çalışabilen ve belirli girdilere göre çıktılar üretebilen geliştirme kartlarıdır. Tüm bunlar bir arada düşünüldüğünde bu kartların başta endüstriyel otomasyon sistemleri, veri toplama sistemleri olmak üzere çoğu sektöre girmeye aday olduğu görülmektedir(Şimşek, 2015).

Arduino Mega 2560 bir USB kablosu ile bilgisayar bağlanarak çalıştırılabilir ya da harici bir güç kaynağından beslenebilir. Harici güç kaynağı bir AC-DC adaptör ya da bir pil / batarya olabilir. Adaptörün 2.1 mm jaklı ucunun merkezi pozitif olmalıdır ve Arduino Mega 2560 'ın power girişine takılmalıdır. Pil veya bataryanın uçları ise power konnektörünün GND ve Vin pinlerine bağlanmalıdır (Anonim, 2020c).

Arduino Mega 2560 6 V - 20 V aralığında bir harici güç kaynağı ile beslenebilir. Ancak 7 V altında bir besleme yapıldığında 5V pini 5 V tan daha düşük çıkış verebilir ve kart kararsız çalışabilir. 12 V üzerinde bir voltaj beslemesi yapılması durumunda ise regülatör fazla ısınabilir ve karta zarar verebilir. Bu nedenle tavsiye edilen besleme gerilimi 7 V - 12 V aralığındadır (Anonim, 2020c).



Şekil 4.12. Arduino Mikrodenetleyici kart ATmega2560 modeli (Anonim, 2020c)

Teknik özellik;

- Mikro denetleyici: ATmega2560
- Çalışma gerilimi : +5 V DC
- Tavsiye edilen besleme gerilimi: 7 - 12 V DC
- Besleme gerilimi limitleri: 6 - 20 V
- Dijital giriş / çıkış pinleri: 54 tane (15 tanesi PWM çıkışını destekler)
- Analog giriş pinleri: 16 tane
- Giriş / çıkış pini başına düşen DC akım: 40 mA
- 3,3 V pini için akım: 50 mA
- Flash hafıza: 256 KB (8 KB bootloader için kullanılır)
- SRAM: 8 KB
- EEPROM: 4 KB
- Saat frekansı: 16 MHz

VIN : Arduino Mega 2560 kartına harici bir güç kaynağı bağlandığında kullanılan voltaj girişidir.

5V : Bu pin Arduino kartındaki regülatörden 5 V çıkış sağlar. Kart DC power jakından (2 numaralı kısım) 7-12 V adaptör ile, USB jakından (1 numaralı kısım) 5 V ile ya da VIN pininden 7-12 V ile beslenebilir. 5V ve 3.3V pininden voltaj beslemesi regülatörü bertaraf eder ve karta zarar verir.

3.3V : Arduino kart üzerindeki regülatörden sağlanan 3,3V çıkışıdır. Maksimum 50 mA dir.

GND : Toprak pinidir.

IOREF : Arduino kartlar üzerindeki bu pin, mikrodenetleyicinin çalıştığı voltaj referansını sağlar. Uygun yapılandırılmış bir shield IOREF pin voltajını okuyabilir ve uygun güç kaynaklarını seçebilir ya da 3.3 V ve 5 V ile çalışmak için çıkışlarında gerilim dönüştürücülerini etkinleştirebilir.

Giriş ve Çıkışlar

Arduino Mega 2560 'ta bulunan 54 tane dijital giriş / çıkış pininin tamamı, pinMode(), digitalWrite() ve digitalRead() fonksiyonları ile giriş ya da çıkış olarak kullanılabilir. Bu pinler 5 V ile çalışır. Her pin maksimum 40 mA çekebilir ya da sağlayabilir ve 20-50 KOhm dahili pull - up dirençleri vardır. Ayrıca bazı pinlerin özel fonksiyonları vardır:

Serial: 0 (RX) ve 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) ve 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) ve 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) ve 14 (TX) : Bu pinler TTL seri data almak (receive - RX) ve yaymak (transmit - TX) içindir. 0 ve 1 pinleri ayrıca ATmega16U2 USB-to-TTL Si çipinin ilgili pinlerine bağlıdır.

Harici kesmeler 2 (kesme 0), 3 (kesme 1), 18 (kesme 5), 19 (kesme 4), 20 (kesme 3) ve 21 (kesme 2) : Bu pinler bir kesmeyi tetiklemek için kullanılabilir.

PWM: 2 - 13 , 44 - 46 : Bu pinler analogWrite () fonksiyonu ile 8-bit PWM sinyali sağlar.
SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS) : Bu pinler SPI kütüphanesi ile SPI haberleşmeyi sağlar.

LED 13: Digital pin 13 e bağlı bir leddir. Pinin değeri High olduğunda yanar, Low olduğunda söner.

TWI: 20 SDA 21 SCL: Wire kütüphanesini kullanarak TWI haberleşmesini destekler. (Bu pinlerin yeri Arduino Duemilanove ve Diecimila kartlardaki ile aynı değildir.)
Arduino Mega 2560 'ın 16 tane analog girişinden her biri 10 bit çözünürlüğü destekler. Varsayılan ayarlarda topraktan 5 V a kadar ölçerler. Ancak, AREF pini ve analogReference() fonksiyonu kullanılarak üst limit ayarlanabilir

AREF: Analog girişler için referans voltajıdır. analogReference() fonksiyonu ile kullanılır.
RESET: Mikrodenetleyiciyi resetlemek içindir. Genellikle shield üzerine reset butonu eklemek için kullanılır.(paragraf başımı olmalı)

Arduino Mega 2560 bir bilgisayar ile başka bir Arduino ile ya da diğer mikro denetleyiciler ile haberleşme için çeşitli imkânlar sunar. ATmega2560 mikro denetleyicisi TTL (5V) seri haberleşme için 4 donanımsal UART'a sahiptir. Kart üzerindeki bir ATmega16U2 seri haberleşmeyi USB üzerinden kanalize eder ve bilgisayardaki yazılıma sanal bir com portu olarak görünür. 16U2 standart USB com sürücülerini kullanır ve harici sürücü gerektirmez. Ancak, Windows 'ta bir. inf dosyası gereklidir. Kart üzerindeki RX ve TX ledleri USB den seri çipe ve USB den bilgisayara veri giderken yanıp söner. SoftwareSerial kütüphanesi Arduino Mega 2560 'ın dijital pinlerinden herhangi biri üzerinden seri haberleşmeye imkân sağlar. Ayrıca ATmega2560 TWI ve SPI haberleşmelerini de destekler.

Arduino Mega 2560 'ı programlamak için Arduino programını buradan indirmeniz gerekir. Programı indirip açtıktan sonra Tools > Board menüsünden Arduino Mega 2560 'ı seçiniz. Arduino Mega 2560 üzerindeki ATmega2560 mikro denetleyicisine önceden bir bootloader yüklenmiştir. Bu bootloader sayesinde Arduino 'yu programlamanız için harici bir programlayıcı donanımına ihtiyacınız olmaz. Orijinal STK500 programını kullanarak haberleşir. Ayrıca Arduino ISP kullanarak Arduino 'nun bootloader 'ını devre dışı bırakabilir ve mikro denetleyiciyi ICSP (In Circuit Serial Programming) pini üzerinden programlayabilirsiniz.

Arduino ile yapılmak istenen işe ait program kodları IDE programı üzerinde yazılır. Arduino da kullanılan dil Arduino'nunda temelini oluşturan processing programlama dilidir. Bu dil C++ ve C alt yapısına sahiptir (Volkan Çavuş, 2017).

Piyasada çeşitli özelliklere sahip Arduino modelleri bulunmaktadır. Bunlardan en çok tercih edilenleri aşağıda listelenmiştir.

- Arduino Uno
- Arduino Mini Pro
- Arduino Duemilanove
- Arduino Pro
- Arduino LilyPad
- Arduino LilyPad
- Arduino Mega
- Arduino Bluetooth

Arduino sürümlerinin programlanması Arduino IDE adı verilen uygulama ile yapılabilmektedir. https://www.arduino.cc/en/Main/Software Web adresinden Mac, Linux, Windows işletim sistemlerine yüklenebilir (Arduino, 2020).

4.2.3. Basınç sensörü

Basınç sensörleri; Kapasitif basınç ölçme sensörleri, Rezistif basınç (kuvvet) algılama, Strain Gauge (şekil değişikliği), Load Cell (yük hücresi), Piezoelektrik özellikli basınç ölçme sensörleri gibi çeşitleri mevcuttur (Ergun, 2020). Bu çıkış transmitter içerisindeki yükseltici devre vasıtasıyla yükseltilerek transmitter çıkışı olarak 4-20 mA ya da 0-10 V gibi değerler verilir. Bu değerler transmitter içerisinde bulunan yükseltici devreye bağımlı olarak istenilen şekilde ayarlanabilir. Basınç transmitterinin içerisinde bulunan elektronik devrede sıcaklık farklarından dolayı ölçüm çıkışında olabilecek hataları ortadan kaldırmak ve doğrusal lığı sağlamak için, sıcaklık dengeleme (Kompanzasyon) devreleri kullanılır (İnverter-PLC, 2020). Bu çalışmada 5.0 Volt DC çalışma gerilimi, 0.5 – 4.5 Volt DC çıkış voltajına sahip 0 – 12 Bar' lık ölçüm

yapabilen basınç sensörü kullanılmıştır. Kullanılan sensör görüntüsü Şekil 4.13. ’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Basınç sensörü

Sensör Teknik Özellikleri;

- Çalışma Gerilimi VCC: 5.0 V DC
- Çıkış Voltajı: 0.5-4.5V DC,
- Çalışma Akımı: <= 10mA
- Basınç Ölçeği: 0-1.2MPa
- En Büyük Basınç: 2.4MPa
- Sensör Bozulma Basıncı: 3.0MPa
- Çalışma sıcaklığı Aralığı: 0-85 Santigrat Derece
- Ölçüm Hatası: ± 1,5%
- Sıcaklık Aralığı Hatası: ± 3,5%
- Tepki Süresi: <= 2.0ms
- Değişken hızlı pompa ara yüzü: G1 / 4 (1/4 inç)
- Çıkış konektörü: XH2.54MM-3P
- Çıkış kabloları: sarı (DATA), kırmızı (VCC), siyah (GND)

Basınç sensöründen elde edilen analog verilerin kullanılabilmesi için hangi birim sisteminde çalışılacak ise o birim için bir formül kullanımı gerçekleştirilmelidir. Basınç birimi olarak tasarımımızda Bar birimi kullanılması sebebi ile kullanacağımız formülün de Bar cinsinden düzenlenmesi gerekmektedir.

Arduino analog giriş pinleri 0 – 4.5 Volt arasındaki gerilimi dijitale dönüştürmektedir. Çoğu Arduino modelinin analog giriş pin çözünürlüğü 10 bit tir. Bu değer 0 – 5 Volt arası uygulanan gerilim değerinin 210 yani 1024 parçaya bölündüğünü ve bu hassasiyette (5/1024 Volt) gerilim değerinin okunabildiğini ifade etmektedir (Robotikprojeses, 2020).

Basınç sensörleri 0 ile 4.5 Volt aralığında çalışmaktadır. Basınç sensörünün 0.5 V da vermiş olduğu değer ve 4.5 V da verdiği değerler şu şekilde hesaplanır.

0.5 Volt da yani basınç sıfır iken sensörün verdiği değeri tespit etmek amacı ile denklem (4.1) kullanılır (Toklucu ve Neşeli, 2020).

$$\frac{Basınç\ sıfır\ iken}{1024} = \frac{0.5\ V}{5\ V} \tag{4.1}$$

Basınç sıfır iken analog pinden okuyacağımız değer 0.5 Voltta 102.4 olacaktır. 4.5 Voltta okuyacağımız değer ise 1024 – 102.4 = 921.6 olacaktır.

Örneğin 16 barlık bir basınç sensörü kullanıldığında sensörden alınan değerlerin Bar cinsinden hesaplanabilmesi için aşağıdaki formül kullanılır.

Okunan değerin Bar olarak gösterilmesi;

(16*((Sensör voltajı – 102.4) / (921.6 -102.4) Şeklinde olacaktır.

4.2.5. Jumper kablo

Mikro denetleyici kart, basınç sensörü, LCD ekran ve diğer parçaların birbirleri ile elektriksel bağlantısının yapılaması amacı ile kullanılan ve birleştirme işlemlerinin lehim kullanmadan yapılabilmesi amacı ile uçlarında soketleri bulunan kablolara jumper

kablo denilmektedir (Bkz. Şekil 4.14.). Soket yapılarına göre erkek-erkek, erkek-dişi ve dişi-dişi soketlere sahip çeşitleri bulunabilmektedir.



Şekil 4.14. Jumper kablo (Toklucu ve Neşeli, 2020)

4.2.6. Spiralli hava hortumu

Test aracı hava tankı ile imalatı yapılan test cihazı giriş jakları arasındaki bağlantıların yapılabilmesi amacı ile minimum 12 Bar'lık basınca dayanıklı spiralli hava hortumu tercih edilmiştir (Bkz. Şekil 4.15.).



Şekil 4.15. Spiral hortum

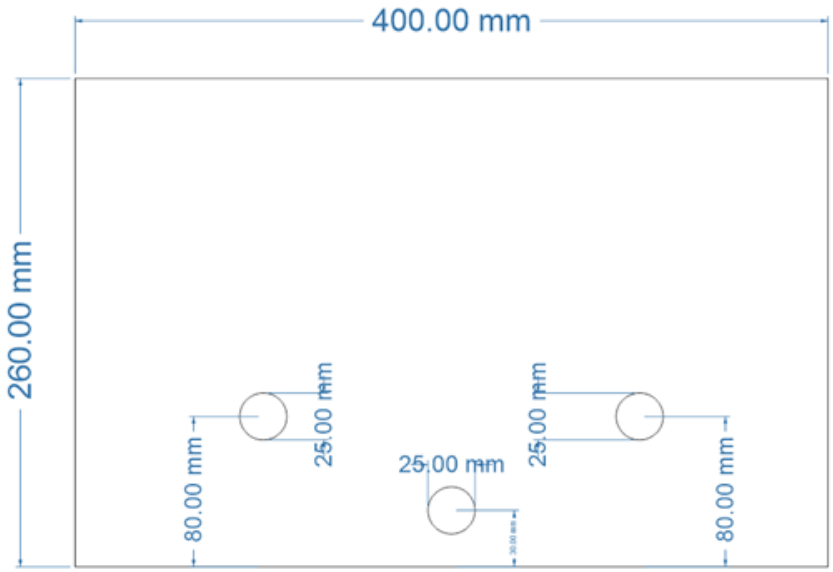
4.2.7. Adaptör

Mikro denetleyici kartın ihtiyacı olan güç 12 Volt, 4 Amperlik adaptör ile sağlanmıştır. Kullanılan adaptör teknik detayları aşağıda sıralanmıştır.

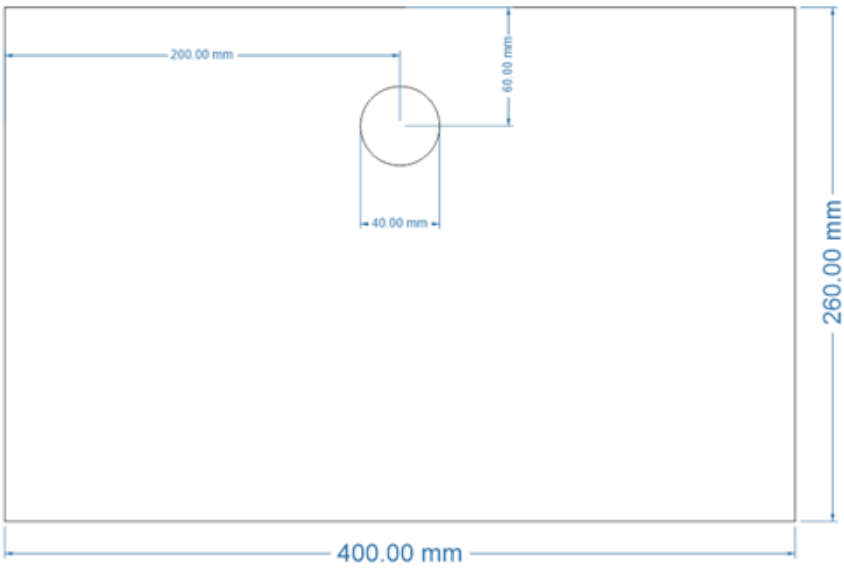
- Çıkış Voltajı: 12V DC
- Çıkış Akımı: 4A
- Çıkış Konektörü: 5.5 mm Barrel
- Priz Tipi: Avrupa Tipi Standart

4.2.8. Proje kutusu

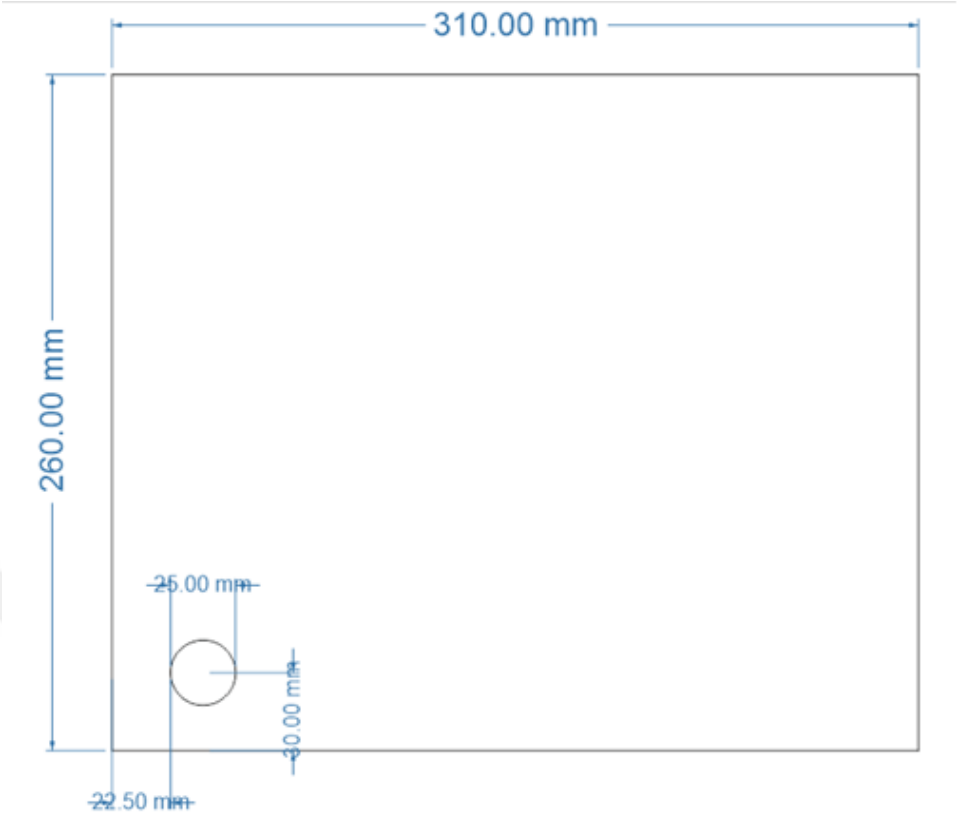
Mikro denetleyici kart, basınç sensörü, adaptör kablo vb. parçaların birleştirilmesi ve sabitlenmesi amacı ile proje kutusu tasarımı yapılmıştır. Coral Draw programı ile çizilen, Şekil 4.16. 'da kasa ön, Şekil 4.17.' de arka, Şekil 4.18.' de sağ yan, Şekil 4.19.' da sol yan ve Şekil 4.20.' de üst kısım kutu resimleri verilmiştir. Yapılan çizimler 5 mm kalınlığında pleksiglass malzemeden kesilerek daha sonra birleştirme işlemi yapılmıştır.



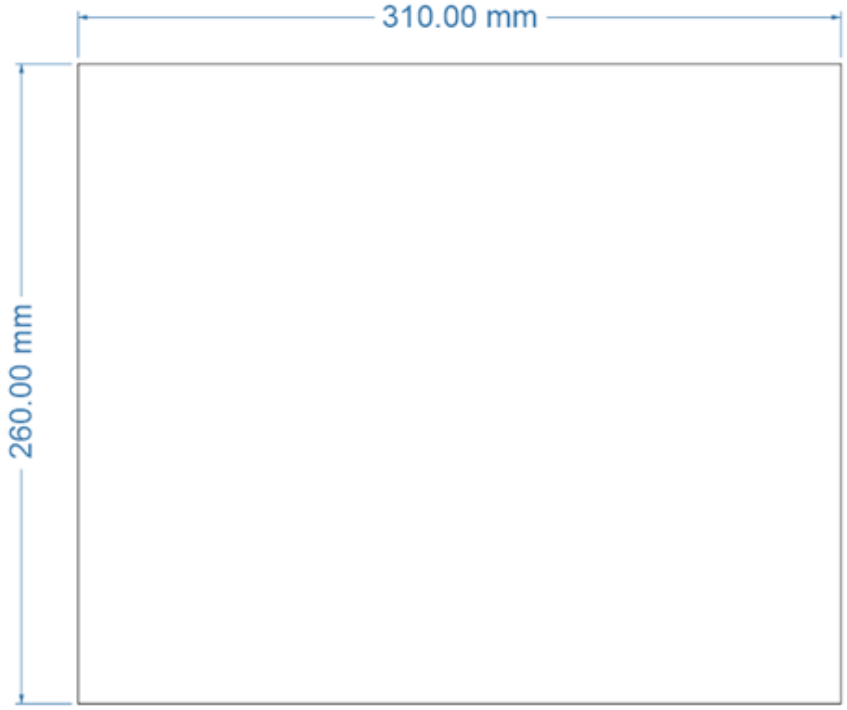
Şekil 4.16. Kasa çizimi (Ön Kısım)



Şekil 4.17. Kasa çizimi (Arka Kısım)



Şekil 4.18. Kasa çizimi (Yan Kısım)



Şekil 4.19. Kasa çizimi (Sol yan Kısım)



Şekil 4.20. Kasa çizimi (Alt ve Üst kısımlar)

4.2.9. Pnömatik jak

Basınçlı hava hortumunun kolay bir şekilde takılıp sökülmesinin sağlanması amacı ile basınç sensörünün ucuna jak takılmıştır (Bkz. Şekil 4.21). Jak ve sensör bağlantısının sızdırmazlığı teflon bant kullanılarak sağlanmıştır.



Şekil 4.21. Bağlantı jakı (Toklucu ve Neşeli, 2020)

4.3. Tasarım ve İmalat Aşaması

Yapılan çalışma kapsamında üretilen test cihazında 3 adet basınç sensörü kullanılmaktadır. Ön aks hava tankı, arka aks hava tankı ve el freni hava tankı basınçlarını takip edebilmek amacı ile birer adet basınç sensörü kullanılmıştır.

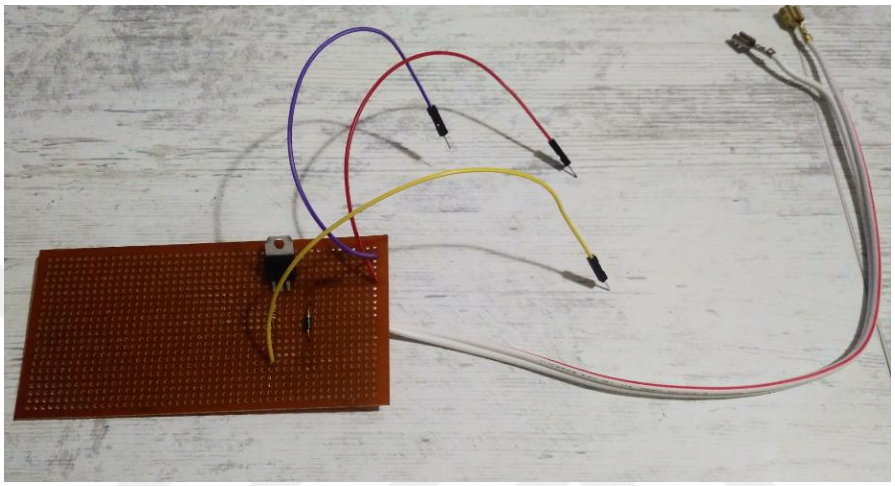
Hava tanklarında depolanan havanın boşaltılabilmesi amacı ile de valf kullanımına ihtiyaç duyulmuştur. Çalışma kapsamında kullanılan valflerin dijital olarak açılıp kapatılabilmesi amacı 12 volt selenoid valf kullanılmıştır. Havanın boşaltılması esnasında havanın geri kaçmasını engellemek ve havanın tek yönlü akışını sağlamak amacı ile check valf (tek yönlü valf) kullanılmıştır.

Bağlı olduğu hava tankındaki basıncın görülebilmesi ve test esnasında havanın boşaltılabilmesi amacı ile şekil 4.22.' deki düzenek hazırlanmıştır.



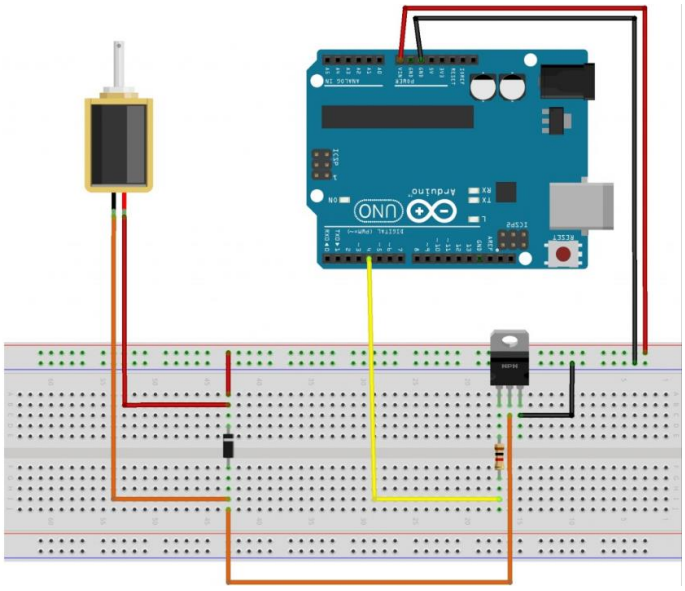
Şekil 4.22. Sensör, selenoid valf mekanik bağlantısı

Mikro denetleyici 5 volt ile çalışması ve 5 volt çıkış verebilmesi sebebi ile 12 volt' luk selenoid valfin doğrudan mikro denetleyici kart üzerinden çalıştırılması mümkün olmamaktadır. Bu sebeple Şekil 4.23.' de görüldüğü gibi bir devre kartı hazırlanmıştır. Devre kartı üzerinde TIP120 Darlington transistör, 1KOhm direnç, 1N4001 diyot, jumper kablo ve 0.75 mm kablo kullanılmıştır.



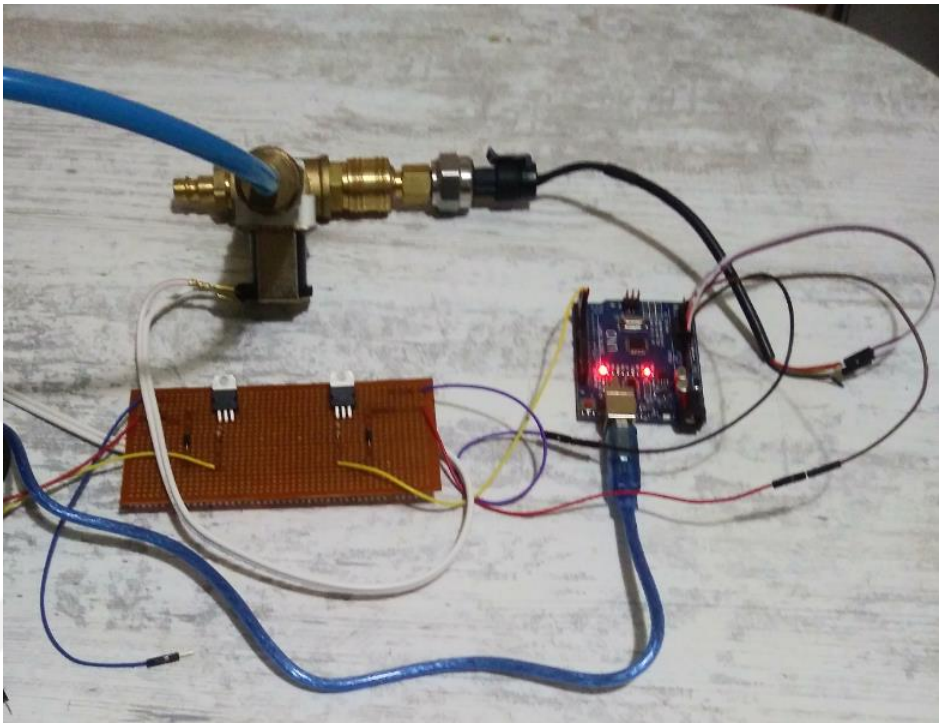
Şekil 4.23. Selenoid valf sürücü devresi

Devre kartına ait devre şeması Şekil 4.24.' de görülmektedir. (çok içerde. Ayrıca başka bir paragraf ile birleştirilebilir.)



Şekil 4.24. Selenoid valf devre şeması

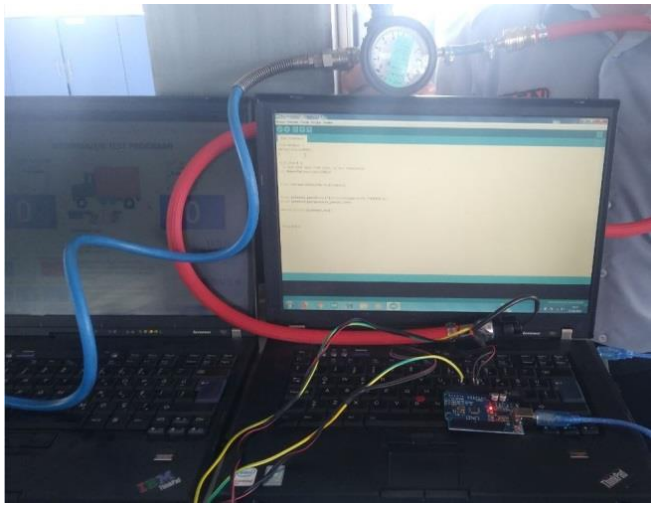
Basınç sensörü, selenoid valf, mikrodenetleyici kart ve devre kartının birleştirilmesi sağlanarak test cihazı için mekanik ve elektronik kısımlar hazır hale getirilmiştir. Şekil 4.25.' de görülen mekanik ve elektronik düzenek her bir hava tankı gurubu için birer adet hazırlanmıştır.



Şekil 4.25. Mikro denetleyici kart, sensor, selenoid valf, sürücü ve PC bağlantısı

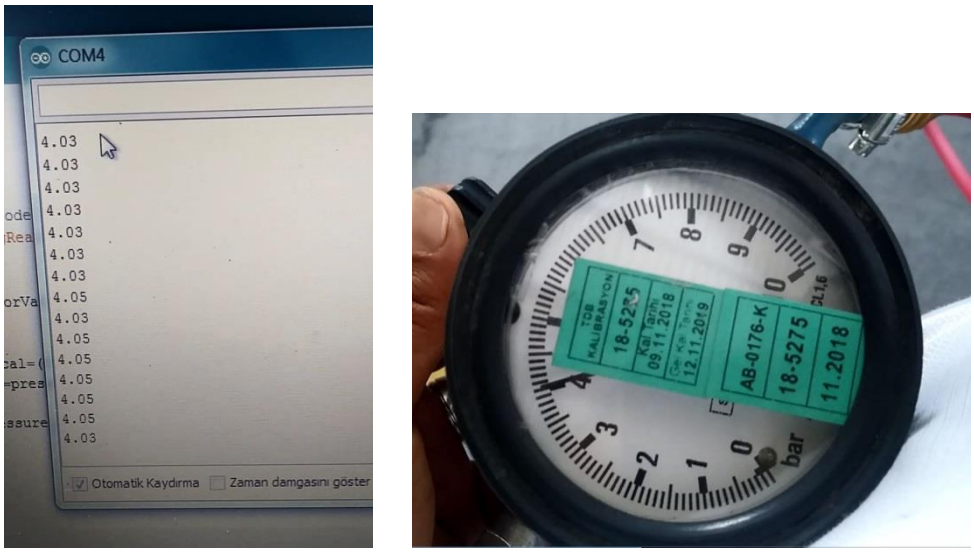
Test cihazının mekanik ve elektronik kısımları yapıldıktan sonra yazılım aşamasına geçilmiştir. Yazılım aşamasında mikrodenetleyici kart ile bilgisayarın haberleşmesi için 9600 nolu serial porta tercih edilmiştir. Yazılım temel olarak iki işlevi yerine getirmektedir. Birincisi basınç sensöründen alınan verileri okumak ve Bar cinsinden görüntülemek, ikincisi de selenoid valfin açma-kapama işlevini yapmak.

Basınç sensöründen elde edilen veriler Arduino Serialport ekranında görüntülenmiştir. Elde edilen verilerin doğruluğu, Şekil 4.26.' da görüldüğü gibi özel bir düzenek hazırlanarak kontrol edilmiştir. Bu işlem için 10 Bar'lık bir kompresör hattı, kalibrasyonlu bir adet ayarlı manometre, Arduino kart, dijital basınç sensörü, bilgisayar ve hortumlar kullanılmıştır.



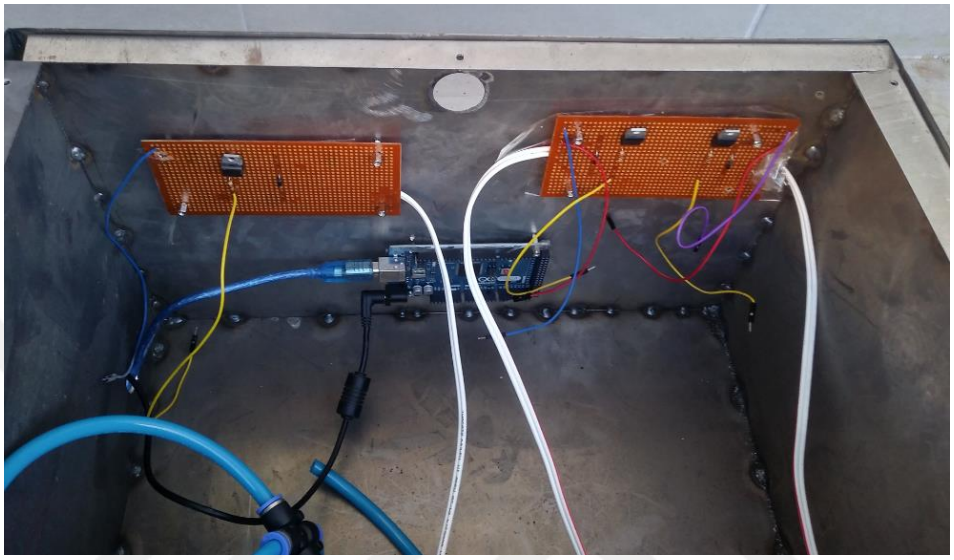
Şekil 4.26. Ölçüm sonucu doğrulama düzeneği (Toklucu ve Neşeli, 2020)

Kompresör den gelen 10 Bar'lık basınçlı hava ayarlı manometre girişine bağlanmıştır. Ayarlı manometrenin çıkışına da dijital basınç sensörümüz bağlanmıştır. Arduino Uno Serialport ekranı açılarak basınç sensörümüzden okunan değerler kontrol edilmiştir. Ayarlı manometreden kademeli olarak basınç artırılmış ve Serialport ekranından da kalibrasyonlu ayarlı manometremiz ile basınç sensörü değerlerimiz aynı değerlere ulaşıncaya kadar IDE programımızdaki parametreler değiştirilmiştir. Sonuç olarak aynı değerler ulaşılmıştır. Şekil 4.27.' de ayarlı manometre ile Serialport ekran karşılaştırma görüntüsü mevcuttur.



Şekil 4.27. Ölçüm sonuç karşılaştırması (Toklucu ve Neşeli, 2020)

Tasarım aşamasında parça parça imalatı yapılan kısımların bir proje kutusu içerisinde birleştirilmesi amacı ile 0.5 mm kalınlığında sac malzemeden proje kutusu imal edilmiştir. Şekil 4.28.' de görüldüğü gibi Kutu içerisine selenoid valf kontrol kartları ve Arduino mega kart montajı yapılmıştır.



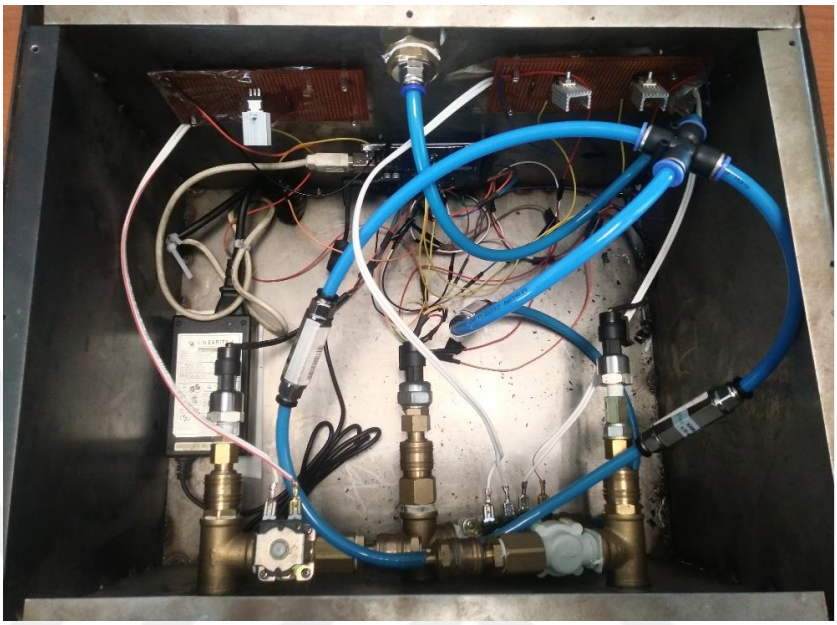
Şekil 4.28. Test cihazı montajı

Test aracı hava tanklarının hortumlar ile bağlantısının test cihazı ile kolay bir şekilde bağlantısının yapılabilmesi amacı ile Şekil 4.29.' da görülen hava jaklarını kutu ön kısmına yerleştirilmiştir.

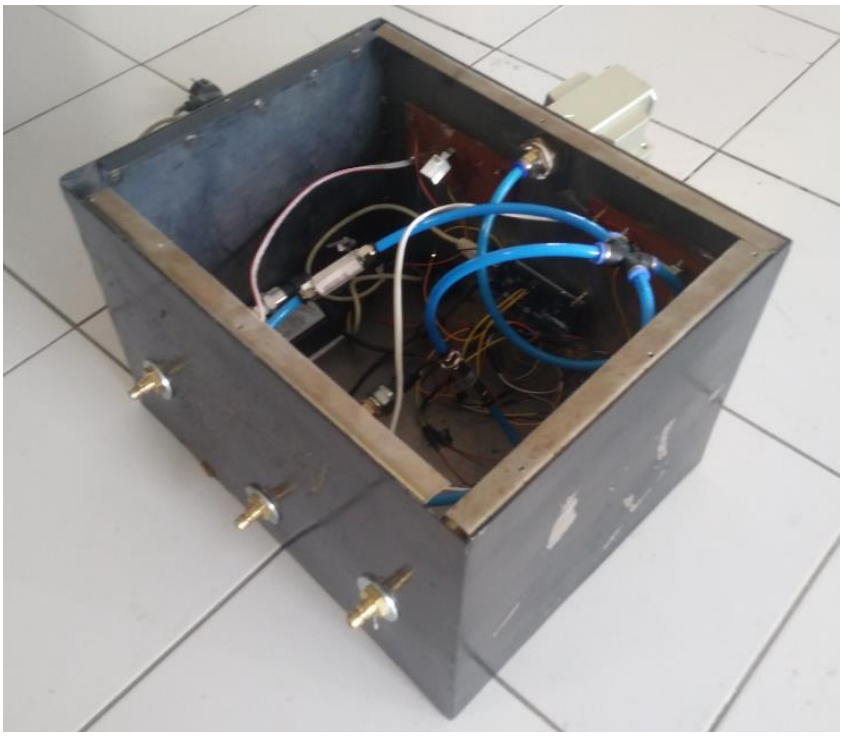


Şekil 4.29. Test cihazı montajı

Selenoid valfler, basınç sensörleri, check valler, hava giriş jakları, adaptör, hortum bağlantıları, USB kablo, güç kablosu, Selenoid valf kontrol kartları, Arduino kart, Su tutucu ve kabloların bağlantısı yapılarak kutu montajı Şekil 4.30a,b,c deki gibi tamamlanmıştır. Şekil 4.31.' de test cihazının tamamlanmış son hali yer almaktadır.



Şekil 4.30a. Test cihazı montajı



Şekil 4.30b. Test cihazı montajı



Şekil 4.30c. Test cihazı montajı



Şekil 4.31. Test cihazı tamamlanmış hali

4.4. Yazılım Aşaması

Visual Studio Net programlama dili kullanılarak test cihazı tarafından Serialport üzerinden verilerin gönderilmesi, verilerin alınması, hesaplanması ve sonuçlanması amacı ile test programı yazılmıştır.

Test aracının Ön aks, el freni ve arka aks hava tanklarındaki basıncın görülmesi ve hava tankların boşaltılması için selenoid valflerin yazılım üzerinden kontrolü amaçlanmıştır.

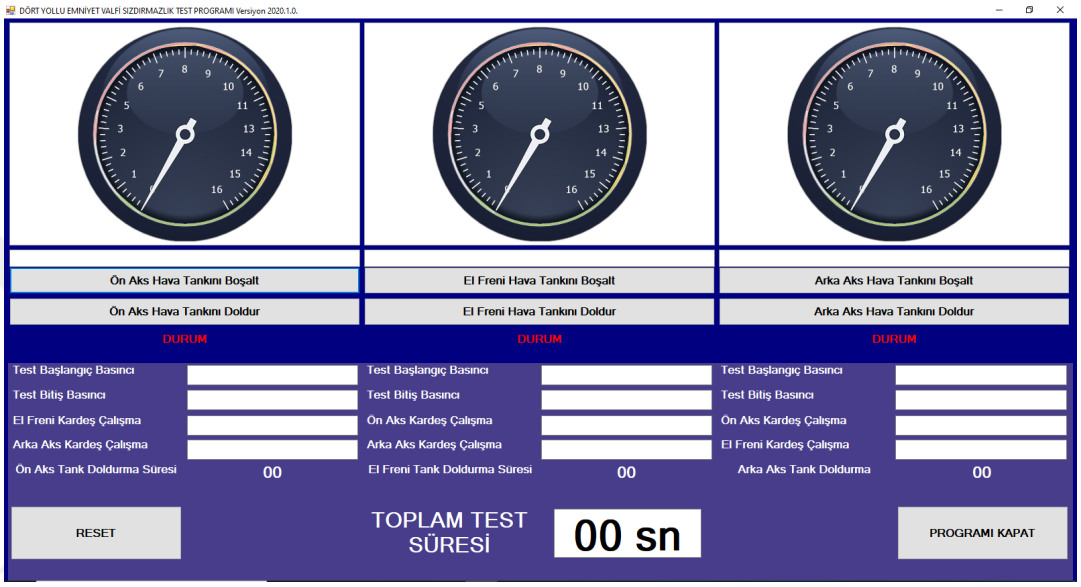
Test yazılımı öncesi yapılacak programın her şeyden önce basit olması ve kullanımı kolay olması amaçlanmıştır. Ağır vasıta fren sistemi testleri zaman zaman yeni eğitim alan teknisyenlerin zorlanmasına sebep olmaktadır. Testler esnasında bir takım teknisyen hataları gerçekleşebilmektedir. Bu hatalar bazen teknisyen dikkatsizliği bazen de eğitim eksikliğinden veya alınan eğitimlerin unutulmasından kaynaklanabilmektedir. Testin güvenilir olması, teknisyen hatalarından arındırılmış olması ile birlikte yapılacak program ile dörtyollu emniyet valfi testi ile ilgili hap niteliğinde eğitici ve hatırlatıcı bilgilerinde verilebilmesi üzerinde durulmuştur. Program basit, anlaşılır ve çok yönlü olmalıdır. Bu amaçla program yazım aşamasında sürekli iyileştirmeye ve programı geliştirmeye yönelik araştırmalar yapılmış ve yeni fikirler üzerinde durulmuştur.

Programın tasarım öncesi bir iş akış diyagramı oluşturulmuştur. Şekil 4.32.’ de iş akış diyagramı görülmektedir. Diyagramı “Testi başlat” ile başlar. Ön aks hava tankı boşaltılır. Tankın tamamen boşaltılıp boşaltılmadığı kontrol edilir. Eğer tank tamamen boşalmadı ise ön aks hava tankının tamamının boşalması için beklenir. Tank tamamen boşaldı ise “El freni ve arka fren” tanklarının 4 Bar’ın altına düşüp düşmediği kontrol edilir. Eğer düşmüş ise “ dörtyollu emniyet valfinin ” 1. Yolu çalışmıyor sonucuna ulaşılır. Eğer El freni ve arka ask tank basınçları 4 Bar’ın üzerinde kalıyor ise 1. Yol çalışıyordur. Araç çalıştırılarak tanklar doldurulmaya başlanır. Bu sırada Tankların dolum süresi için zaman sayacı başlatılır. Tanklar doldurulur. Tank basıncı maksimum seviyeye ulaşıp ulaşılmadığı kontrol edilir. Eğer ulaşmadı ise tankların tamamen dolması için beklenir. Tanklar tamamen dolmuş ise zaman sayacı durdurulur. İşlemine başlanır. Bu esnada ön aks hava tankının ne kadar sürede dolacağının ölçülmesi için zaman sayacı başlatılır. Tankın maksimum dolduğu kontrol edilir. Eğer dolmamış ise

dolması beklenir. Tanklar maksimum doluluk oranına ulaştı ise 2. Yol testine devam edilir. Aynı işlemler El freni tankı için ve arka aks tankları için tekrarlanır.

Tüm bu işlemlerin bitiminde her bir tank gurubunun boşaltılması sonucunda diğer kardeş çalışan tankların 4 Bar'ın altına düşmemesi gerekmektedir.

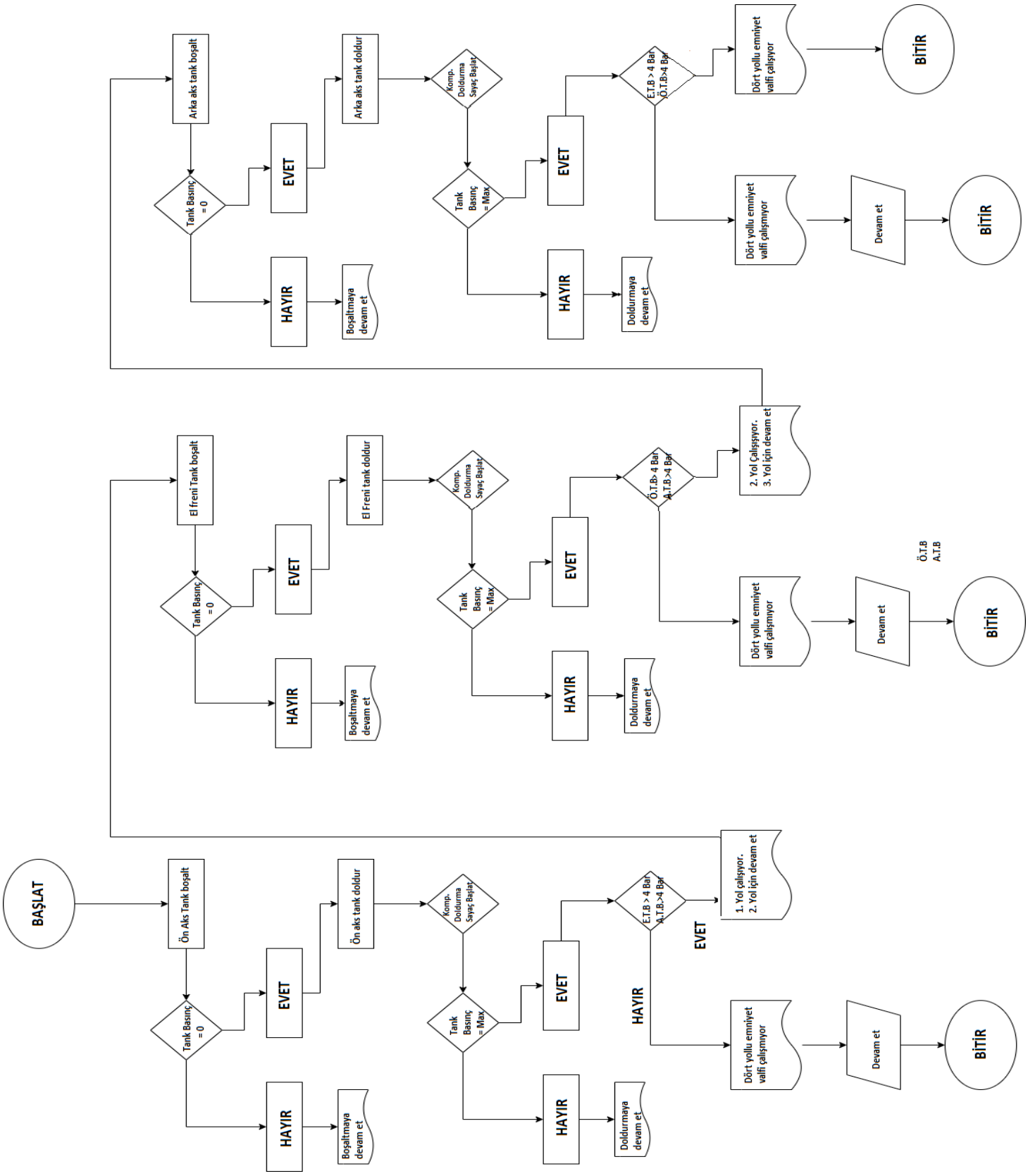
İş akış diyagramında kurgulanan işlem basamaklarına uygun bir program ana ekran tasarımı şekil 4.33.' de görülmektedir.



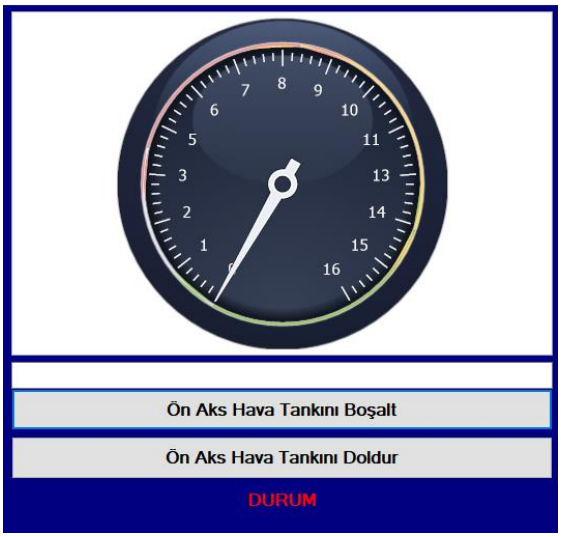
Şekil 4.33. Yazılım ana ekran görüntüsü

Şekil 4.33.' de görüleceği üzere yazılım ana ekranında üç adet analog sayaç bulunmaktadır. En soldaki sayaç ön aks hava tank basıncını göstermektedir. Ortadaki gösterge el freni hava tank basıncını göstermektedir. Sağdaki göstergesi de arka aks hava tankı basıncını göstermektedir.

Şekil 4.34.' de ön aks hava tankı basınç göstergesi ve selenoid valfin açılıp kapanması sağlayan iki adet buton ve "DURUM" uyarı yazısı ile selenoid valfin Açık – Kapalı konumunu gösteren bildirim bulunmaktadır.



Şekil 4.32. Akış diyagramı



Şekil 4.34. Ön aks basınç göstergesi ve kontrol butonları

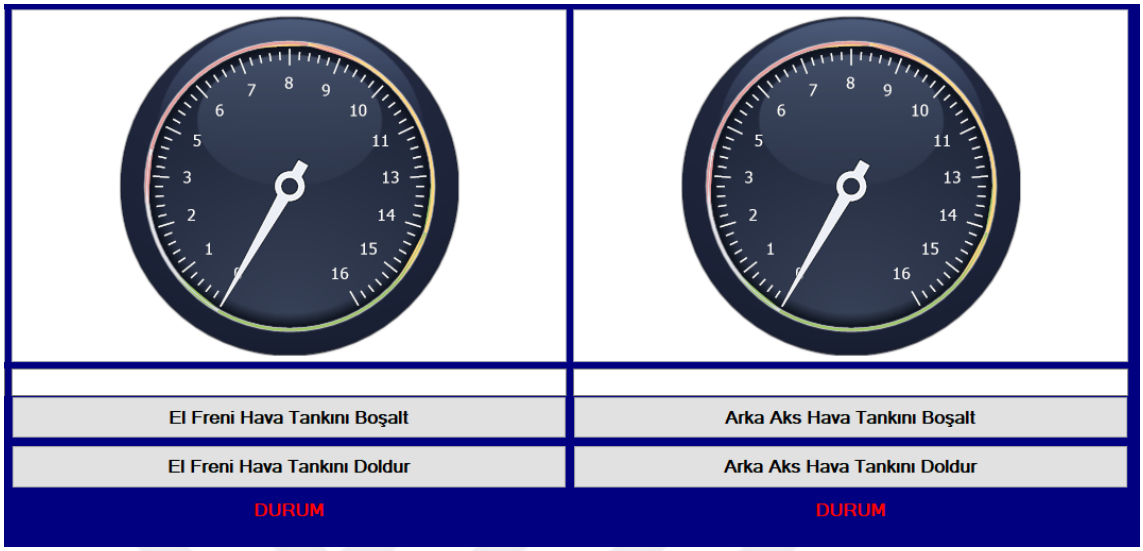
Dörtyollu emniyet valfi testi öncesinde aracın çalıştırılması ve kompresör tarafından hava tanklarının tamamen doldurulması gerekmektedir. Hava tankları tamamen dolduğunda araç üzerinde bulunan regülatör tarafından kompresör devre dışı bırakılır. Bu andaki basınca sistem basıncı adı verilir.

Hava tankı basıncı sistem basıncına ulaştığında Şekil 4.34.' de görülen "ÖN AKS HAVA TANKINI BOŞALT" butonuna basılır. Şekil 4.35.' de "Test Başlangıç Basıncı" ön aks basıncı otomatik olarak kaydedilir ve selenoid valf açılarak ön aks hava tankı boşaltılır.



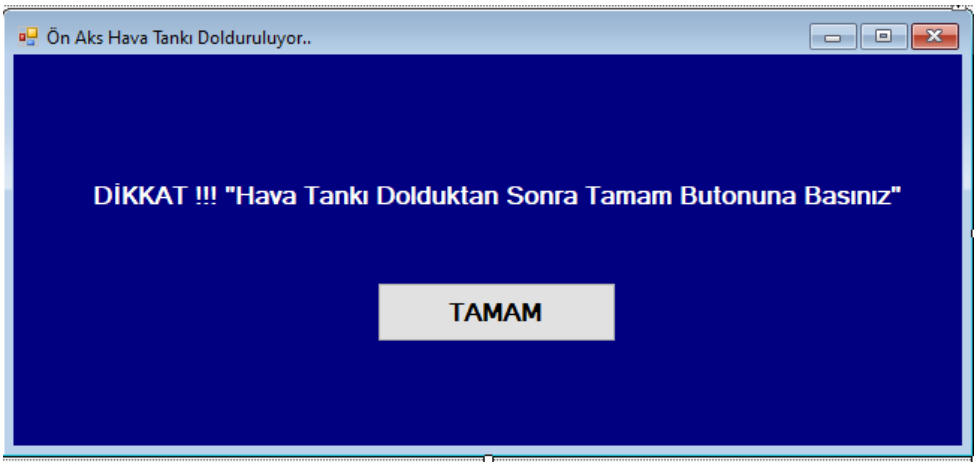
Şekil 4.35. Ön aks ölçüm verileri görüntüleme ekranı

Tank içindeki hava tamamen bittiğinde El freni ve Arka aks hava tanklarında en az 4 Bar civarında hava basıncının olması gerekmektedir. El freni ve arka aks basınçları Şekil 4.36.' da göstergelerden takip edilir.



Şekil 4.36. El freni ve arka aks basınç göstergeleri

"ÖN AKS HAVA TANKINI DOLDUR" butonuna basılması ile birlikte kardeş çalışan tanklardaki (El freni ve Arka aks hava tankı basıncı) basınç seviyesi otomatik olarak program tarafından Şekil 4.35.' de ki "El freni kardeş çalışma" ve "Arka aks kardeş çalışma" kısmına kaydedilir. Böylece dörtyollu emniyet valfinin birinci yolunun testi esnasında diğer tankların kardeş çalışıp çalışmadı tespit edilmiş olur. Ayrıca tank doldurma süresinin takip edilebilmesi amacı ile Şekil 4.35.' de ki "Ön aks tank doldurma süresi" sayacı çalışmaya başlar. Ekranda Şekil 4.37.' de ki gibi bir uyarı görüntülenir.



Şekil 4.37. Tank doluyor uyarı ekranı

Teknisyen tarafından araç çalıştırılarak gaz pedalına 1500 – 2000 devir dakika aralığında sabit bir kuvvet uygulanarak kompresör tarafından hava tanklarının doldurulması ve sistem basıncına kadar ulaşması sağlanır. Regülatör devreye girdiği anda "TAMAM" butonuna basılarak dörtyollu emniyet valfinin birinci yolunun testi tamamlanmış olur.

Ön aks hava tankı tamamen boşaltıldığında el freni ve arka aks hava tanklarının kardeş çalışma basıncının 4 barın altına düşmemesi gerekmektedir. El freni ve-vay arka aks hava tankları 4 barın altına düşmesi durumunda dörtyollu emniyet valfinin çalışmadığı tespit edilmiş olur. Program otomatik olarak Şekil 4.38.' de görüldüğü gibi uyar görüntüler ve "DİKKAT DÖRTYOLLU EMNİYET VALFİ ÇALIŞMIYOR" uyarını görüntüler.



Şekil 4.38. "DİKKAT Dörtyollu Emniyet Valfi Çalışmıyor" uyarı ekranı

Kullanıcı tercihen teste devam edip diğer yollarında arızalı olup olmadığını tespit etmek isteyebilir. Ya da zaten dörtyollu valf çalışmadığı için testi sonlandırabilir.

Aynı işlemler el freni ve arka aks hava tankları içinde uygulanır. Böylece her bir yol test edilmiş ve dörtyollu emniyet valfinin sağlamlığı kontrol edilmiş olur.

Geliştirilen test cihazı ve yazılımı ile her bir yol için "test başlangıç basıncı", "Test bitiş basıncı", "Kardeş çalışan diğer tank basınçları", "Kompresör tank doldurma süresi" gibi verilerin tespit edilmesi sağlanmış olmaktadır. Böylece toplamda 15 adet verinin kaydedilmesi, analiz edilmesi sağlanarak testin güvenirliği artırılmıştır. Test cihazı hava çıkışında bulunan su tutucu sayesinde de dışarıya atılabilecek kirleticilerin tutulması sağlanmış ve çevreye duyarlılık artırılmıştır.

Test cihazı, bilgisayar ve test aracı bağlantısı Şekil 4.39.’ da görülmektedir. Test aracına ait ön aks, el freni ve arka aks hava tankları test cihazı üzerinde bulunan jaklara bağlantısı yapılmıştır. Test cihazı ve test yazılımının yüklü olduğu bilgisayar USB bağlantısı yapılarak dörtyollu emniyet valfi testine hazır hala getirilmiştir.



Şekil 4.39. Test cihaz, bilgisayar ve test aracı bağlantısı

Test cihazını geliştirmekteki en önemli amaçlarımızdan birisi de operatörün test esnasında araçtan inmeden tankları boşaltabilmesi ve doldurabilmesiydi. Bu amaçla test bilgisayarı yazılımına ilave edilen bir özellikle test cihazı ekranın elde taşınabilecek bir cihazda paylaşılabilmesi ve kontrol edilebilmesine imkân sağlanmıştır. Örneğin cep telefonu, tablet vb. taşınabilir bir cihaza test yazılımı görüntüsü kablosuz ağ üzerinden aktarılarak dörtyollu emniyet valfi testini operatörün uzaktan kumanda etme imkânı sağlanmıştır. Şekil 4.40.’ da görüldüğü gibi operatör tablet yada android işletim sistemine sahip bir cihazdan kablosuz olarak test cihazını kontrol edebilmektedir.



Şekil 4.40. Test cihazı operatör kumandası

5. TEST SONUÇLARI VE ANALİZİ

Otomatik kontrol ’ün endüstriyel çerçevede kullanımı demek olan Endüstriyel Otomasyon; makina, alet, cihaz, tesis ve sistemlerin tehlikeden uzak güvenlikle çalıştırılarak işletme koşullarının iyileştirilmesi ve var olan enerji kaynaklarının verimli kullanımı gibi iki temel düşünceye dayanır (MMO, 2016).

Bu çalışmada, havalı fren sistemleri için dörtyollu emniyet valfi test cihazı tasarımı ve yazılımı ile imalatı gerçekleştirilmiştir. Test cihazı tarafından, test aracı hava tanklarının boşaltılması, doldurulması, boşaltma öncesi tank basıncı, boşaltma sonrası tank basıncı, kardeş tankların basınçlarının tespit edilmesi ve mevcut yönetmeliğe uygun olarak dörtyollu emniyet valfinin çalışıp çalışmadığının testinin yapılmasına imkân sağlanmıştır. Tankların boşaltılması esnasında tank içinde çevreyi kirletici sıvıların olması durumunda test cihazı üzerinde bulunan sıvı tutucu sayesinde de kirleticilerin doğrudan dış ortama atılması engellenmiştir. Test cihazının uzaktan kontrol edilebilmesi ile teknisyenin hiç araçtan inmeden tankları boşaltabilmesi, doldurabilmesi ve tank basınçlarını el ünitesinden takip edebilmesi sağlanmış, teknisyenin ergonomik olmayan birçok hareket yapması engellenmiştir. Araca binme, araçtan inme, hava tanklarını boşaltmak için eğilme vb. işlemlerin ortadan kaldırılması hem ergonomi oluşturmuş hem de zamandan tasarruf elde edilmesi ile birlikte işgücünden kazanç sağlamıştır.

Bu çalışmada, test cihazı ve yazılımının tamamlanması ile birlikte rastgele seçilmiş 4 adet araç (kamyon, çekici, otobüs) üzerinde dörtyollu emniyet valfi testi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

5.1. 1. Nolu Test Aracı

Manuel ve Test cihazı ile yapılan dörtyollu emniyet valfi testi, test sonuçları sonuçları Çizelge 5.1. de verilmiştir.

Geliştirilen test cihazı ve yazılımı ile yapılan testler ile manuel olarak yapılan test sonuçlarının oldukça yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Test cihazı ve yazılım ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde, manuel yöntem ve analog manometreler ile yapılan test sonuçlarına göre, en yüksek farkın el freni kardeş çalışma basıncı değerinde yaklaşık %2.54 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.1. Manuel ve Test Cihazı ile yapılan dörtyollu emniyet valfi testi, test sonuçları

Ölçüm Metodu	**Ön Aks Test Başlangıç Basıncı (Bar)**	**Ön aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**El freni kardeş çalışma Basıncı(Bar)**	**Arka aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Ön aks tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	
Manuel	13.3	0	5.9	5.8	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	13.34	0	6.05	5.92	81	
	El Freni Test Başlangıç Basıncı (Bar)	**El frenin aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**Ön Aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Arka aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**El Freni tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	**Sonuç**
Manuel	13.2	0	5.7	5.8	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	13.27	0	5.78	5.86	75	
	Arka Aks Test Başlangıç Basıncı (Bar)	**Arka aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**El freni kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Ön aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Arka aks tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	**Sonuç**
Manuel	13.3	0	5.6	5.6	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	13.43	0	5.67	5.71	89	

5.2. 2 Nolu Test Aracı

Çizelge 5.2. de manuel ve test cihazı ile yapılan dörtyollu emniyet valfi testi, test sonuçlarını göstermektedir. Test sonuçları incelendiğinde, her iki yöntem ile ölçülen değerler karşılaştırıldığında; ölçümler arasındaki farkın, yaklaşık olarak %0.06 ile %1.5 arasında değiştiği görülmüştür.

Çizelge 5.2. Manuel ve Test Cihazı ile yapılan dörtyollu emniyet valfi testi, test sonuçları

Ölçüm Metodu	**Ön Aks Test Başlangıç Basıncı (Bar)**	**Ön aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**El freni kardeş çalışma Basıncı(Bar)**	**Arka aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Ön aks tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	
Manuel	12.1	0	5.9	5.8	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	12.17	0	5.98	5.88	88	
	El Freni Test Başlangıç Basıncı (Bar)	**El frenin aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**Ön Aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Arka aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**El Freni tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	**Sonuç**
Manuel	12.2	0	5.7	5.7	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	12.26	0	5.78	5.77	81	
	Arka Aks Test Başlangıç Basıncı (Bar)	**Arka aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**El freni kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Ön aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Arka aks tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	**Sonuç**
Manuel	12.2	0	5.9	5.9	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	12.29	0	5.99	5.98	93	

5.3. 3. Nolu Test aracı

Manuel ve Test Cihazı ile yapılan dörtyollu emniyet valfi testi, test sonuçları Çizelge 5.3. de verilmiştir. En yüksek farkın ön aks kardeş çalışma basınç değerinde yaklaşık %1.29 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.3. Manuel ve Test Cihazı ile yapılan dörtyollu emniyet valfi testi, test sonuçları

Ölçüm Metodu	**Ön Aks Test Başlangıç Basıncı (Bar)**	**Ön aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**El freni kardeş çalışma Basıncı(Bar)**	**Arka aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Ön aks tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	
Manuel	12.4	0	6.3	6.2	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	12.42	0	6.34	6.28	110	
	El Freni Test Başlangıç Basıncı (Bar)	**El frenin aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**Ön Aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Arka aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**El Freni tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	**Sonuç**
Manuel	12.2	0	6.2	6	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	12.27	0	6.28	6.08	95	
	Arka Aks Test Başlangıç Basıncı (Bar)	**Arka aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**El freni kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Ön aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Arka aks tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	**Sonuç**
Manuel	12.3	0	6.1	6	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	12.37	0	6.18	6.09	127	

5.4. 4 Nolu Test Aracı

Çizelge 5.4.de Manuel ve Test Cihazı ile yapılan dörtyollu emniyet valfi testi, test sonuçlarını göstermektedir. Test sonuçları incelendiğinde, her iki yöntem ile ölçülen değerler karşılaştırıldığında; ölçümler arasındaki farkın, yaklaşık olarak %0.01 ile %1.6 arasında değiştiği görülmüştür.

Çizelge 5.4. Manuel ve Test Cihazı ile yapılan dörtyollu emniyet valfi testi, test sonuçları

Ölçüm Metodu	**Ön Aks Test Başlangıç Basıncı (Bar)**	**Ön aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**El freni kardeş çalışma Basıncı(Bar)**	**Arka aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Ön aks tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	
Manuel	11.6	0	1.3	3.4	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	11.67	0	1.36	3.45	115	
	El Freni Test Başlangıç Basıncı (Bar)	**El frenin aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**Ön Aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Arka aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**El Freni tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	**Sonuç**
Manuel	11.8	0	5.1	5.3	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	11.88	0	5.17	5.39	88	
	Arka Aks Test Başlangıç Basıncı (Bar)	**Arka aks Test bitiş Basıncı (Bar)**	**El freni kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Ön aks kardeş çalışma basıncı (Bar)**	**Arka aks tank – Kompresör doldurma süresi (sn)**	**Sonuç**
Manuel	11.8	0	2.1	1.1	Ölçülemiyor	
Test Cihazı ve yazılım	11.8	0	2.15	1.12	121	

5.5. Toplam Test Süreleri

Çizelge 5.5. de Manuel ve Test Cihazı ile yapılan dörtyollu emniyet valfi testi, test süreleri görülmektedir. 1 Nolu Test aracımızda Test Cihazı ve Yazılım ile yapılan testin manuel yönteme göre 90 sn lik bir kazanç sağladığı görülmektedir. 2 Nolu Test aracımızda Test Cihazı ve Yazılım ile yapılan testin manuel yönteme göre 91 sn lik bir fayda sağladığı, 3 Nolu Test aracımızda Test Cihazı ve Yazılım ile yapılan testin

manuel yönteme göre 90 sn lik bir fayda sağladığı ve son olarak 4 Nolu Test aracımızda Test Cihazı ve Yazılım ile yapılan testin manuel yönteme göre 94 sn lik bir kazanç sağladığı görülmüştür.

Çizelge 5.5. Manuel ve Test Cihazı ile yapılan dörtyollu emniyet valfi testi, test süreleri

	1 Nolu Test Aracı	**2 Nolu Test Aracı**	**3 Nolu Test Aracı**	**4 Nolu Test Aracı**
Manuel Yöntem	664 sn	675 sn	683 sn	652 sn
Test Cihazı ve Yazılım	574 sn	584 sn	593 sn	558 sn

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Havalı fren sistemi sızdırmazlık testinde kullanılan analog manometreler çoğunlukla 1/10 hassasiyetindedir. Tasarımı yapılan test cihazı ile hassasiyet 1/100' e çıkarılmıştır. Böylece çok daha hassas ölçüm yapılabilmektedir.

Havalı fren sistemi dörtyollu emniyet valfi testinin, test cihazı ve yazılımı ile yapılabilir olması birçok avantajı da beraberinde getirmiştir. Birçok ekipmanın işini tek bir cihaz ile yapıyor olmak hataları minimize ederken, zaman, ergonomi, çevreye duyarlılık gibi konularda kazanım sağlamıştır. Özellikle yapılacak test aşamasında önceki zamanlarda yapılması mecburi olan en az üç tur araç binme ve inme yapılması, tankları boşaltırken eğilme gibi ergonomik olmayan hareketlerin yapılması, tanklarda birikebilecek kirletici sıvıların (Yağ, su vb.) dış ortama bırakılması gibi unsurlar tamamen ortadan kaldırılmıştır. Araç binme ve inme, eğilme gibi hareketlerin ortadan kaldırılması zamandan ve işgücünden kazanımlar elde etme imkânını oluşturmuş ve ergonomik bir ortam sağlanmıştır. Aşağıda, geliştirmiş olduğumuz dörtyollu emniyet valfi test cihazının avantajları ve manuel yöntem ile yapılan testteki dezavantajlar maddeler halinde özetlenmiştir.

Geliştirilen Test Cihazının Avantajları

- Operatörün sürücü mahalinden ayrılmadan elindeki tablet ile kablosuz bağlantı sayesinde uzaktan kumanda ederek tankların boşaltılmasını sağlar. Bu sayede daha konforlu bir test
- Tankı boşaltmak için boşaltma vanalarına müdahale etmek zorunda kalmaz.
- Tank boşaltma esnasında ergonomik olmayan hareketler yapmak zorunda kalmaz.
- Zaman ve iş kaybı yaşamaz.
- Tanklar boşaltıldığında diğer kardeş çalışan tank basınçları tespit edilir.
- Yapılan işlemin dijital kayıtları tutularak ölçüm değerleri veri tabanına işlenir. Bu sayede izlenebilir, ölçümlenebilir, hesap verilebilir bir ölçüm sağlanmış olur.

- Tankların dolumu esnasında kompresör doldurma süresini dijital ortamda kaydeder.
- Tankların doldurma basıncını dijital olarak kaydeder.
- Testin daha konforlu bir şekilde yapılmasına imkân sağlamaktadır.
- Tankların boşaltılması esnasında tank içinde biriken kirleticilerin (Su, yağ vb.) dış ortama atılması test cihazı ile ortadan kaldırılmıştır. Test cihazı üzerinde bulunan sıvı tutucu kirleticilerin bir kapta toplanmasına imkân sağlamaktadır.

Normal Yöntem ile yapılan testin dezavantajları

- Operatör tankları boşaltmak için her defasında araçtan inmek zorunda kalır.
- Tanklar elle boşaltılır ve bu işlem birkaç dakika sürer, bu süre boyunca ergonomik olmayan hareketler yapar.
- Araç in-bin yaparken zaman kaybı ve iş gücü kaybı oluşur.
- Ölçüm verileri dijital olarak kaydedilemez.
- Tankların boşaltılması sırasında tank içinde biriken kirleticilerin (Su, yağ vb.) dış ortama yayılmış olur.

Ülkemizde yılda yaklaşık 1 milyon taşıtın muayenesinde ağır vasıta testlerinin yapıldığı düşünüldüğünde dörtyollu emniyet valfi testinin dijital olarak yapılabilmesi ile zaman, işgücü, ergonomi gibi kazanımların önemi daha da artacaktır. Araç muayenesinin yanında yetkili ve özel servislerinde bu testleri yaptığı düşünüldüğünde elde edilecek kazanç çarpan etkisi yaparak ülke ekonomisine ciddi katkılar sağlayacaktır.

Manuel olarak yapılan testlerde mevzuatta belirtilen kardeş tankların 4 Bar'ın altına düşmemesi gerektiği kuralı test cihazı ile sınırlandırılmış olması ile teknisyen inisiyatifini tamamen ortadan kaldırmıştır.

6.2 Öneriler

Bu çalışmada ağır vasıta fren sistemi testlerinden dörtyollu emniyet valfi testinin bir test cihazı ile yapılabilmesine olanak sağlanmıştır. Kişiye bağlı olarak manuel yöntemler ile yapılan bu testin, dijitalleştirilerek test cihazı ile yapılabilir olması ile birçok verinin testi yapan kişiden bağımsız olarak kayıt altına alınmasına imkân sağlanmıştır. Endüstrinin birçok alanında test cihazı ve ekipmanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu cihaz ve ekipmanların büyük bir çoğunluğu yabancı firmalar tarafından üretilmekte ve özel amaçlı cihazlar olması sebebi ile de çok yüksek fiyatlara satılmaktadır. Hem ülkemizin ihtiyaçlarının karşılanması hem de ülke ekonomisine katkı sağlaması açısından kullanılan ve kullanımına ihtiyaç duyulan test cihazı, ölçüm cihazı, ekipman vb. materyallerin tespit edilmesi ve bu konular üzerinde ar-ge çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Üniversiteler ve Sanayi sektörü arasındaki işbirliğinin artırılması ve intörn staj uygulamalarının yaygınlaştırılması ile piyasadaki ihtiyaç duyulan test cihazı, ekipman, ölçüm cihazı vb. materyallerin tespit edilmesi sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

Akdağ, O., 2018, Ağır Ticari Kamyonlarda Kullanılan Kampana Frenlerin Ses ve Titreşim Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, *İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü*, İzmir.

Al-Juboori, A. A. J., 2017, Arduino Controlled AC Voltage Regulator, Master Thesis, *University Of Turkish Aeronautical Association*

Anonim, 2020a, Fluke, https://www.fluke.com/tr-tr/bilgi-edinin/blog/kalibrasyon/valve-testing-710-loop-calibrator:

Anonim, 2020b, Motorlu araçlar teknolojisi, https://makinecim.com/bilgi_5330_MOTORLU-ARACLAR-TEKNOLOJISI---PNOMATIK-SISTEMLER:

Anonim, 2020c, Arduino Mega Özellikleri, https://www.robotiksistem.com/arduino_mega_2560_ozellikleri.html#:~:text=Arduino%20Mega%202560%20'ta%2054,ba%C5%9Fl%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20ve%20reset%20butonu%20bulunmaktad%C4%B1r.:

Arduino, 2020, Software, Downloads, https://www.arduino.cc/:

Balkanlı, S., 2017, Araçlarda tespit edilen kusurlar ile teknik gerekliliklerin trafik ve yol güvenliğine olan etkisi, *Uluslar arası Trafik ve Ulaşım Güvenliği Dergisi*, 3 (1), 45.

Bekir, A. ve Düzcükoğlu, H., 2020, Design of ALB Tester for Heavy Vehicle Brake Systems, *International Journal of Automotive Science and Technology*, 4 (2), 111-115.

Daş, H. Z., 2002, Otomobil Fren Sistemlerinin Tasarım Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi* Ankara.

Düzgün, M., 2002, Motorlu Taşıtlarda Fren Deney Yöntemleri ve Performans Kriterlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi*, Ankara.

Düzgün, M., 2009, Fren Sistemlerinin Performanslarının Belirlenmesine Yönelik Test Metodolojisinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi*, Ankara.

Ekingen, O., 2012, Ağır Ticari Taşıtlarda Kullanılan Kampanalı Frenlerde Fren Titreşimleri, Yüksek Lisans, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul.

Ergun, A., 2020, Basınç (Gerilme) Transduserleri, Ders Notu, *Dokuz Eylül Üniversitesi*, İzmir.

Every, J. L., Salaani, M. K., Barickman, F. S., Elsasser, D. H., Guenther, D. A., Heydinger, G. J. ve Rao, S. J., 2014, Braking behavior of truck drivers in crash imminent scenarios, *SAE International Journal of Commercial Vehicles*, 7 (2014-01-2380), 487-499.

Filikçioğlu, C., 1998, Taşıt Frenlerinde Balata Çeşitinin ve Çalışma Şartlarının Frenleme Performasnlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi*, Ankara.

İnverter-PLC, 2020, Basınç Ölçme Teknikleri ve Transmitterler, http://www.inverter-plc.net/sens%C3%B6rler/bas%C4%B1n%C3%A7_transmitteri.html:

Juang, H.-S. ve Lurrr, K.-Y., 2013, Design and control of a two-wheel self-balancing robot using the arduino microcontroller board, *2013 10th IEEE International Conference on Control and Automation (ICCA)*, 634-639.

Kara, F., 2011, Karbon Elyaf Takviyeli Otomotiv Fren Balata Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Linsans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi*, Afyon

Karanfil, S., 2017, Fren Disklerinin HVOF Yöntemi ile Kaplanması ve Taşıtlarda Fren Performansına Etkisinin Araştırılması, Yüksek Linsans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi*, Afyon.

Karayolları.Trafik.Kanunu, S., 18/10/1983, *2918*, 18195, 687.

Karthikeyan, P., Sonawane, D. ve Subramanian, S. C., 2010, Model-based control of an electropneumatic brake system for commercial vehicles, *International Journal of Automotive Technology*, 11 (4), 507-515.

Keskin, G., 2015, Diskli Fren Sisteminde Disk Üzerindeki Sıcaklığın Analitik Olarak Hesaplanması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul.

Kumar, Y. S. R., Sonawane, D. B. ve Subramanian, S. C., 2012, Application of PID control to an electro-pneumatic brake system, *International Journal of Advances in Engineering Sciences and Applied Mathematics*, 4 (4), 260-268.

MMO, 2016, Mühendis ve Makina, Endüstriyel Otomasyon Özel Sayısı 18.

Öz, A., 2012, Aşınmış Taşıt Fren Disklerinin Kaplama Tozları ile Kaplanarak Yeniden Kullanılabilirliğinin Deneysel Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi*, Isparta.

Özçelik, A. ve Örs, İ., 2020, Four Way Safety Valve Tester Design for Heavy Vehicle Brake Systems, *International Journal of Automotive Science and Technology*, 4 (3), 125-131.

Papinniemi, A., Lai, J. C., Zhao, J. ve Loader, L., 2002, Brake squeal: a literature review, *Applied acoustics*, 63 (4), 391-400.

Robotikprojeses, 2020, Robotikprojeses, https://sites.google.com/site/robotikprojeses/arduino/arduino-uezerinde-bulunan-pinler:

Selvaraj, M., Gaikwad, S. ve Suresh, A. K., 2014, Modeling and simulation of dynamic behavior of pneumatic brake system at vehicle level, *SAE Technical Paper*.

Subramanian, S. C., Darbha, S. ve Rajagopal, K., 2006, A diagnostic system for air brakes in commercial vehicles, *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, 7 (3), 360-376.

Świderski, A., Borucka, A., Jacyna-Gołda, I. ve Szczepański, E., 2019, Wear of brake system components in various operating conditions of vehicle in the transport company, *Eksploatacja i Niezawodność*, 21.

Şimşek, M. A., 2015, Arduino Kart ile Tasarlanmış Sistemlerin İnternet Tabanlı Kontrolü ve İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi*, Isparta.

Toklucu, M. ve Neşeli, S., 2020, Design of Sealing Tester for Heavy Vehicle Air Brake Systems, *International Journal of Automotive Science and Technology*, 4 (2), 105-110.

Tüvtürk, 2007, TB04107 Ön koruyucu sistemler.

Tüvtürk, 2012, TD04501 Far ölçüm değerleri.

Tüvtürk, 2015, TB07200 Araaçlarda bulunması gereken zorunlu ekipmanlar.

Tüvtürk, 2016a, TB07303 Yan koruma çerçevesi muayene esasları.

Tüvtürk, 2016b, TB07401 Arkadan çarpmaya karşı koruma donanımı (çerçevesi) muayene esasları.

Tüvtürk, 2016c, Ağır Vasıta Fren Sistemleri, *İstanbul*, p.

Tüvtürk, 2019a, SD08405 Binek Hafif Ticari Araç Muayene Esasları, *Eğitim Sunumu*.

Tüvtürk, 2019b, TD04703 Araçların renk tanımlamaları, *Eğitim Sunumu*.

Tüvtürk, 2020a, TD09001 Aydınlatma donanımları ve cihazları, *Eğitim Sunumu*.

Tüvtürk, 2020b, TD07900 Camlar ve emniyet camları.

Vikipedi, 2020, Visual Basic, https://tr.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic:

Volkan Çavuş, R. T., İsmail Umut Duran, 2017, Arduino Devreleri için Kod Üretme ve Veri İşleme uygulaması tasarımı, *MSU Fen Bil. Dergisi*, 5 (1), 387-390.

www.resmigazete.com.tr, 23/09/2004, Araç Muayene İstasyonlarının Açılması İşletilmesi Hakkındaki Yönetmelik. 25592.

Yüce, S., 2013, Otomotiv Fren Balatası Sürtünme Test Cihazı Tasarımı ve İmalatı, Yüksek Lisans Tezi, *Mersin Üniversitesi*, Mersin.

Zhang, H., Wu, J., Chen, W., Zhang, Y. ve Chen, L., 2009, Object oriented modeling and simulation of a pneumatic brake system with ABS, *2009 IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, 780-785.